



## CONSORZIO GENERALE DI BONIFICA DEL BACINO INFERIORE DEL VOLTURNO

VIA ROMA, 80 - CASERTA

“Comprensorio irriguo in sx Regi Lagni -Lavori di costruzione della rete di adduzione primaria, secondaria e terziaria per il completamento dell’impianto irriguo in sinistra Regi Lagni”

### PROGETTO ESECUTIVO I Lotto 2° Stralcio ~ Sub Comprensorio Alto II Lotto ~ Sub Comprensorio Medio

<b>ALLEGATO C</b>	Relazione geologica
-----------------------	---------------------

<b>IL PROGETTISTA:</b> Dott.Ing. Massimiliano Capezzuto	<b>IL R.U.P.:</b> Dott.Ing. Camillo Mastracchio
<b>IL GRUPPO DI PROGETTAZIONE:</b> Geom. Giuseppe Conte Geom. Francesco Piccirillo P.I. Antonio D’Aiello	
<b>IL GEOLOGO:</b> Vincenzo del Genio	

Rev.	Data		Cod.
0	Novembre 2014	Emissione	P.E. 05-2014

Comune di  
**GIUGLIANO IN CAMPANIA**  
*provincia di Napoli*

**OGGETTO :**

**COMPENSORIO IRRIGUO IN SINISTRA REGI LAGNI  
LAVORI DI COSTRUZIONE DELLA RETE DI ADDUZIONE  
PRIMARIA, SECONDARIA E TERZIARIA PER IL COMPLETAMENTO  
DELL'IMPIANTO IRRIGUO IN SINISTRA REGI LAGNI  
I LOTTO, 2° STRALCIO SUB COMPENSORIO ALTO II LOTTO, SUB COMPENSORIO MEDIO  
REALIZZAZIONE SOTTOPASSI STRADALI E FERROVIARI**

**Contenuto :**

**data :**

**RELAZIONE**

**GEOLOGICA**

**Gennaio 2014**

**COMMITTENTE: Consorzio di Bonifica del Bacino Inferiore del Volturno**

Ordine dei Geologi della CAMPANIA  
  
A.P.C. ASSOLTO  
Triennio 2011 - 2013  
Certificato n° 2668/2014  
Valido fino al 30/06/2017  
Aggiornamento Professionale Continuo



Comune di  
**GIUGLIANO IN CAMPANIA**  
*provincia di Napoli*

**OGGETTO :**

**COMPENSORIO IRRIGUO IN SINISTRA REGI LAGNI  
LAVORI DI COSTRUZIONE DELLA RETE DI ADDUZIONE  
PRIMARIA, SECONDARIA E TERZIARIA PER IL COMPLETAMENTO  
DELL'IMPIANTO IRRIGUO IN SINISTRA REGI LAGNI  
I LOTTO, 2° STRALCIO SUB COMPENSORIO ALTO II LOTTO, SUB COMPENSORIO MEDIO  
REALIZZAZIONE SOTTOPASSI STRADALI E FERROVIARI**

**Contenuto :****data :****RELAZIONE****GEOLOGICA****Gennaio 2014****COMMITTENTE: Consorzio di Bonifica del Bacino Inferiore del Volturno****GEOLOGO****O. R. G. n° 1147**

## PREMESSA

A seguito dell'incarico, sono stati effettuati diversi sopralluoghi per verificare l'idoneità dei siti dal punto di vista morfologico e geostatico, e sono stati realizzati accurati rilevamenti nell'area in esame, finalizzati alla classificazione delle litologie presenti.

Il lavoro, di cui la presente relazione rappresenta il compendio, è uno “*Studio geologico*” del sottosuolo interessato dalla posa in opera delle strutture a farsi.

Lo studio è redatto a norma della legislazione vigente da professionista geologo abilitato, ai sensi della Legge 03.02.1963, n° 112, ad “*individuare e rilevare i dati necessari, nonché alla caratterizzazione meccanica del terreno*”.

Lo studio è stato effettuato, in particolare, in ottemperanza alle Norme vigenti nelle aree dichiarate sismiche, con specifico riguardo, alla Legge 07.01.1983, n° 9, della Regione Campania **ed è stato redatto in conformità delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni approvate con decreto del 14/01/2008 (paragrafo 6.2.1 e paragrafo 6.2.2).**

Il presente lavoro ha, pertanto, lo scopo di illustrare e fornire al progettista le caratteristiche geologiche e geologico-stratigrafiche dei terreni presenti nell'area interessata dalla perizia, con particolare riferimento ai caratteri geologici, idrogeologici, sismici e geotecnici.

Sulla scorta di quanto sopra, si è provveduto, innanzitutto, ad eseguire uno studio geologico preliminare delle aree interessate, basato, in una prima fase, sulla ricerca bibliografica e sulla cartografia tematica riguardante la zona in questione; mentre, in un secondo momento, si è

eseguito un rilevamento di superficie delle aree interessate, e di una zona circostante sufficientemente ampia da consentire opportune e valide correlazioni.

La relazione ha lo scopo di fornire al progettista, sulla scorta delle conoscenze acquisite sull'intero territorio comunale (ed in particolare nelle zone di intervento), i principali parametri geologici, sismici e puramente geomeccanici dei terreni interessati dalla posa in opera delle strutture a farsi.

E' parso, pertanto, opportuno prendere in considerazione, in via preliminare, l'intero comprensorio in cui è inserito il territorio comunale, per poi scendere nella descrizione particolareggiata e specificatamente geologico-tecnica delle aree interessate.

I dati stratigrafici sono stati desunti da indagini meccaniche e geofisiche effettuate per l'adeguamento degli strumenti urbanistici vigenti alla normativa regionale e da studi eseguiti per conto di committenti privati e pubblici.

Tali dati sono stati integrati, in questa fase, da altre indagini sia meccaniche che geofisiche espletate in sito predisponendo, preliminarmente, un adeguato "*progetto di indagini*" per poter addivenire ad una completa conoscenza dell'area sia da un punto di vista geologico che sismico.

La relazione pertanto contiene:

- 1) *l'inquadramento geologico del sito;*
- 2) *la descrizione delle indagini geotecniche effettuate e dei risultati ottenuti;*
- 3) *l'indicazione della fattibilità dell'opera in relazione alla stabilità dell'insieme della zona e agli eventuali effetti dannosi derivanti dalla costruzione dell'opera in progetto;*
- 4) giustificazione della tipologia delle fondazioni adottate;
- 5) *schematizzazione del terreno ai fini del calcolo della portata delle fondazioni e dei cedimenti.*

L'estensione delle indagini in numero e tipo sarà rapportata all'importanza dell'opera, alle sue dimensioni planimetriche, alla ipotizzabile

variabilità delle caratteristiche meccaniche del terreno (*articolo 4 Legge Regionale Campania 9/83 - Regolamento Delibera di Giunta Regionale n° 2515 del 08.10.2001*).

Si sono così aggiunte indagini di campagna sviluppatesi, essenzialmente, nelle seguenti fasi:

**una prima fase di acquisizione** di tutte le informazioni statistiche sui meccanismi di funzionamento degli equilibri naturali sul territorio e la loro mutazione in rapporto all'attuale grado di antropizzazione;

**una seconda di analisi** dei siti studiati, basata sul rilevamento e verifica dell'assetto geolitologico dell'area interessata; rilevamento delle caratteristiche geometriche e geomorfiche delle reti di drenaggio delle acque di versante; rilievo delle condizioni di conservazione degli alvei naturali discendenti il versante di interesse; fase supportata con apposite indagini in situ posizionate in pianta nel modo presentato nell'allegata cartografia, per le definizioni di dettaglio stratigrafico.

*Questa relazione, pertanto, seguendo i dettami della norma vigente e dello stato dell'arte, è finalizzata alla costruzione del modello geologico, che è imprescindibile per la redazione del successivo modello geotecnico, facente parte della relazione d'opera geotecnica.*

Tutti gli studi hanno riguardato, tra gli altri, aspetti geologici e geomorfologici ritenuti pregnanti per lo studio qui condotto.

Inoltre si sono recuperate informazioni di carattere geologico-stratigrafico locale anche dalla recenti indagini prodotte a corredo per altri studi per interventi edilizi pubblici e privati.

Si elenca la normativa di riferimento con la quale è stato redatto il presente studio geologico.

#### **Decreto Ministeriale 14.01.2008**

Testo Unitario - Norme Tecniche per le Costruzioni

#### **Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici**

Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008. Circolare 2 febbraio 2009.

***Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici***

Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale. Allegato al voto n. 36 del 27.07.2007

***Deliberazione della Giunta Regionale numero 47 del 10/02/2004***

Prime disposizioni per l'attuazione dell'Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica"

***Eurocodice 8 (1998)***

Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture

Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003)

***Eurocodice 7.1 (1997)***

Progettazione geotecnica - Parte I : Regole Generali. - UNI

***Eurocodice 7.2 (2002)***

Progettazione geotecnica - Parte II: Progettazione assistita da prove di laboratorio (2002). UNI

***Eurocodice 7.3 (2002)***

Progettazione geotecnica - Parte II: Progettazione assistita con prove in sito (2002). UNI

***Leggi regionali*** in materia di pianificazione e di Vincolo Idrogeologico

***Ordinanze Autorità*** di Bacino Nazionale e Regionale.

Si elenca la parte di bibliografia scientifica consultata per la reazione del presente studio.

***Bonardi G., D'Argenio B. & Perrone V. (1988)***: Carta Geologica dell'Appennino Meridionale (scala 1: 250.000). Atti del 74° Congresso della Società geologica Italiana: "L'Appennino Campano nel quadro geologico dell'Italia Meridionale" Sorrento 13-17 Settembre.

***D'Argenio B., Pescatore T. S. & Scandone P. (1973)*** – Schema geologico dell'Appennino Meridionale. Estr. dal Quad. n° 183, Istituto di Geologia Università di Napoli

**Celico P. (1978):** Schema idrogeologico dell'Appennino carbonatico centro-meridionale Mem. e Note Ist. di Geol. Appl., Napoli, XIV, I.

**Celico P. (1983):** Idrogeologia dei massicci carbonatici, delle piane quaternarie e delle aree vulcaniche dell'Italia centro-meridionale (Marche e Lazio meridionali, Abruzzo, Molise e Campania). Quad. Casmez 4/2.

**Pescatore T. S. & Ortolani F. (1973):** Schema tettonico dell'Appennino campano-lucano. Boll. Soc. Geol. It., 92.

**SERVIZIO GEOLOGICO NAZIONALE:** Carta Geologica d'Italia (scala 1: 100.000), Fogli geologici n°172 Caserta e n°161 Isernia.



## **INQUADRAMENTO GEOLOGICO - MORFOLOGICO E STRUTTURALE**

### **Inquadramento geografico**

Il territorio si colloca in un'area interna della Provincia di Caserta nella piana Campana.

Il territorio è orograficamente definito dalla catena calcarea del Monti Tifatini e del Monte Massico in area di pianura.

### **Inquadramento a livello di bacino**

Il territorio è inserito nel perimetro del Bacino Regionale Campania Centro, ai sensi della Legge 183/89.

Come risulta dalla relazione allegata al Piano Assetto Idrogeologico, redatto dall'Autorità di Bacino, il Comune appartiene al bacino dei Regi Lagni.

### **Inquadramento geologico generale**

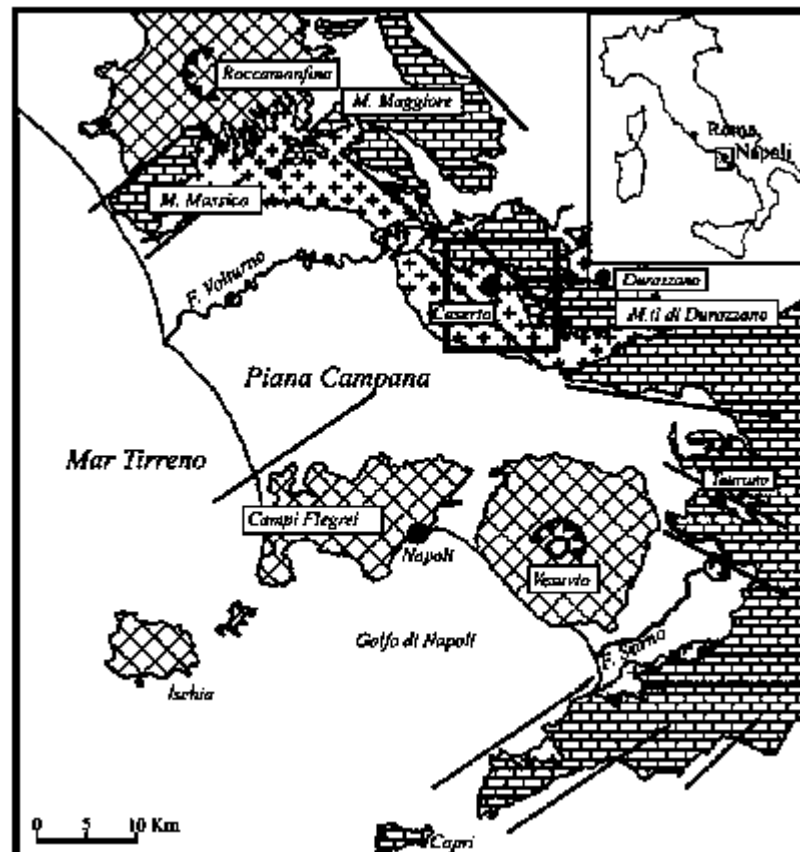
L'assetto geologico di questo sito è il risultato di eventi geodinamici complessi che riguardano l'evoluzione di tutta la Piana Campana, pertanto si ritiene opportuno, per un corretto approccio metodologico al problema, descrivere gli eventi sedimentari e tettonici che ne hanno caratterizzato l'evoluzione.

La Piana Campana rappresenta, strutturalmente, un esteso graben delimitato a NW dal M. Massico, a NE dai Monti di Caserta e a SE dai Monti Lattari.

Tale graben si è individuato tra il Pliocene superiore ed il Quaternario in seguito alle fasi tettoniche distensive che hanno interessato il

marginale tirrenico dell'Appennino generando faglie dirette ad andamento NW-SE e NE-SW (Appenninico ed Antiappenninico); tali faglie bordiere hanno agito almeno in due fasi durante il Quaternario, generando complessivamente rigetti verticali dell'ordine di 5000 metri.

*Schema geologico  
Piana Campana*



Tali eventi inoltre hanno creato le condizioni favorevoli alla risalita di magmi lungo gli incroci di queste strutture. Infatti a queste strutture recenti sono connessi i fenomeni vulcanici dei Campi Flegrei, del Somma-Vesuvio e del Roccamonfina.

Il graben della Piana Campana, a sua volta è smembrato in una serie di horst e graben minori. In particolare il Distretto Vulcanico Flegreo, di cui fa parte l'area in questione, è connesso con una zona di alto strutturale con orientamento NE-SW, che si connette verso SE, tramite un graben, con l'alto strutturale su cui è posto il complesso vulcanico del Somma-Vesuvio.

I Campi Flegrei sono un campo vulcanico in cui, negli ultimi 37ka, sono stati attivi più di quaranta centri eruttivi differenti. La depressione dei Campi Flegrei è interpretata come una struttura calderica dovuta alla sovrapposizione di due episodi di collasso, connessi con le eruzioni dell'Ignimbrite Campana e del Tufo Giallo Napoletano.

La caldera flegrea rientra nel Distretto Vulcanico Flegreo, che comprende, inoltre, la città di Napoli, le isole di Procida ed Ischia e la parte NW del Golfo di Napoli.

L'età dell'inizio del vulcanismo nell'area flegrea non è nota con certezza; piroclastiti e lave di circa 2ma di età sono state incontrate in perforazione tra Villa Literno e Parete; mentre in affioramento i prodotti vulcanici più antichi hanno un'età di circa 50ka e sono costituiti principalmente da depositi piroclastici e da resti di duomi lavici.

La geologia di superficie è stata ricostruita facendo riferimento ai depositi dell'Ignimbrite Campana e del Tufo Giallo Napoletano, che, grazie alla loro grande diffusione areale, costituiscono degli ottimi orizzonti guida.

In base a tale criterio i depositi dei Campi Flegrei vengono suddivisi in:

#### ***1.a Prodotti precedenti all'Ignimbrite Campana***

Tali rocce, essenzialmente alcalitrachitiche, sono esposte solo lungo le scarpate che bordano i Campi Flegrei e comprendono i duomi lavici di Punta Marmolite (47ka) e di Cuma (37ka), i depositi piroclastici dei Tufi di Torre Franco ed il relitto del cono di tufi di Monte Grillo.

In una cava ubicata al limite NE della Piana di Quarto sono ben esposti i depositi piroclastici, intercalati da paleosuoli, di almeno dieci diverse eruzioni, tutti con caratteristiche sedimentologiche di depositi prossimali. Depositati piroclastici alla stessa altezza stratigrafica sono stati incontrati in perforazione a Poggioreale, Capodimonte, Ponti Rossi, Chiaiano e Secondigliano. Ai Ponti Rossi si contano i depositi di almeno undici eruzioni più antiche dell'Ignimbrite Campana, separati da paleosuoli.

**1.b L'Ignimbrite Campana (37ka)**

L'Ignimbrite Campana è il prodotto della maggiore eruzione esplosiva avvenuta nel quaternario nell'area campana e probabilmente in tutto il bacino del Mediterraneo. Furono emessi, da un centro ubicato nei Campi Flegrei, 150 Km<sup>3</sup> di magma di composizione da trachitica a trachifonolitica, che ricoprirono un'area di circa 30.000 km<sup>2</sup>.

In base alla posizione stratigrafica, alle caratteristiche tessiturali, e sulla base dei dati petrologici si sono potuti attribuire all'eruzione dell'Ignimbrite Campana tutti i depositi di breccia ed i tufi affioranti lungo l'allineamento Camaldoli-Poggioreale.

A N di tale allineamento, l'Ignimbrite Campana si rinviene sia in affioramento sia in perforazione a bassa profondità mentre a S, il tetto dell'Ignimbrite Campana, che non si incontra mai in perforazione, deve essere situato ben al di sotto del livello del mare.

Perforazioni eseguite lungo la costa, a sud della collina di San Martino e nella zona orientale di Napoli, lo incontrano solo intorno ai 450 e 300 m sotto il livello del mare.

Tale andamento del tetto dell'Ignimbrite Campana, consente di interpretare la linea Camaldoli-Poggioreale come l'evoluzione morfologica di un versante di faglia, forse connesso con un sistema di faglie regionali attivatosi prima dell'eruzione dell'Ignimbrite Campana. Tale struttura, ad est di Poggioreale, è suturata dall'Ignimbrite Campana, in un tratto in cui non è stata riattivata dal collasso calderico.

Il collasso della caldera, il cui margine strutturale non affiora, si è realizzato sia a causa della formazione di nuove faglie sia per la riattivazione di strutture regionali preesistenti.

L'area collassata comprende una parte sommersa ed una emersa, nella prima il margine della caldera è stato ricostruito sulla base di evidenze geofisiche, morfologiche e strutturali, nella seconda, il margine è marcato da

superfici molto inclinate ricoperte, in discordanza angolare, da potenti successioni di rocce piroclastiche più recenti dell'Ignimbrite Campana.

Il margine W del bordo calderico si osserva solo in corrispondenza di Monte di Procida e Cuma, dove superfici ad alto angolo tagliate nell'Ignimbrite Campana e in rocce più antiche, immergenti rispettivamente a nord-est e ad est e mantellate dai prodotti dell'eruzione del Tufo Giallo Napoletano, rappresentano il prodotto dell'evoluzione morfologica di scarpate di faglia prodottesi durante il collasso della caldera.

Il margine N del bordo calderico è esposto a San Severino, lungo il margine delle piane di Quarto e Pianura, e lungo l'allineamento Camaldoli-Poggioreale.

Anche in questo caso, tali superfici ad alto angolo, sono tagliate nell'Ignimbrite Campana e nelle rocce più antiche e sono mantellate dal Tufo Giallo Napoletano. Per questo motivo e per il ribassamento verso sud che subiscono in quest'area tutte le rocce a partire dal tetto dell'Ignimbrite Campana, tali superfici vengono interpretate come il prodotto dell'evoluzione morfologica di faglie prodottesi durante il collasso calderico.

Il margine E della caldera è segnato da una struttura regionale ad andamento NE-SW che separa l'area stabile vesuviana dall'area in subsidenza della parte orientale della città di Napoli. Questa struttura prosegue in mare seguendo l'allineamento Valle del Sebeto-Vallone Anton Dohrn.

Il margine S è marcato dai centri eruttivi più recenti di 37ka dei banchi di Pentapalummo e di Miseno.

La Caldera Flegrea copre un'area di circa 230 km<sup>2</sup> e racchiude tutti i centri eruttivi attivi dopo l'eruzione dell'Ignimbrite Campana. Assumendo uno sprofondamento di circa 700m in media, come suggerito dalle perforazioni profonde, il volume collassato è di ca. 160 Km<sup>3</sup>, in buon accordo con il volume stimato di magma eruttato nel corso dell'eruzione (150 Km<sup>3</sup>).

Nella stratigrafia del Tufo Grigio Campano si distinguono dal basso verso l'alto:

1. **piperno**, ricco in sanidino, con pomici appiattite;
2. **tufo pipernoide**, con pomici appiattite e disposte a bande parallele (fiamme);
3. **semitufo** (tufo comune), compatto alla base di colore da marrone bruciato a violaceo, grigio verso l'alto con pomici e scorie di dimensioni variabili di colore ocra e nere appiattite e ricche in sanidino;
4. **cinerazzo**, incoerente, grigio o violaceo prevalentemente cineritico con spessore limitato.

La differenza tra queste facies dipende esclusivamente dal grado di autometamorfismo dei materiali.

Nei dintorni di Maddaloni, nel semitufo si è sviluppata una facies zeolitica gialla con scorie nere, che mostra una convergenza con il "Tufo Giallo Napoletano Auct."; questi terreni sono noti come "Tufo Giallo Casertano".

Per quanto riguarda l'andamento del tetto del tufo grigio, si osserva che esso generalmente si attesta ad una profondità di 10-15 metri dal p.c. e si approfondisce dalle zone periferiche verso il corso del Fiume Volturno, nella cui parte terminale il tufo si ritrova ad una profondità di -20 metri s.l.m. In generale l'andamento del tetto del tufo grigio corrisponde abbastanza fedelmente sull'andamento della topografia.

La non corrispondenza si riscontra in prossimità dell'edificio vulcanico del Somma-Vesuvio, i cui prodotti piroclastici hanno essenzialmente modificato la topografia preesistente.

La concordanza tra l'attuale topografia e l'andamento del tetto del tufo grigio indica che dopo la sua messa in posto non si sono avuti fenomeni importanti di subsidenza e/o sedimentazione.

Lo spessore del tufo è massimo ai piedi dei rilievi carbonatici (80 metri di spessore) ed in una zona compresa tra l'abitato di Giugliano ed il Lago Patria (circa 50 metri).

**1.c Prodotti successivi all'Ignimbrite Campana e precedenti al Tufo Giallo Napoletano**

I prodotti di tale periodo sono esposti lungo il bordo della caldera dell'I.C., all'interno della città di Napoli e lungo i versanti NW e SW della collina di Posillipo. Si incontrano anche lungo il tracciato di alcune gallerie ferroviarie nell'area urbana di Napoli e sono stati inoltre attraversati da numerose perforazioni.

Le rocce che si rinvenivano (Monte di Procida, Punta Marmolite, Trefola, Masseria del Monte, Vallone del Verdolino, Moiariglio, Ponti Rossi, Sant'Arpino, Monte Echia, San Martino, Villanova, Coroglio e Trentaremi) sono il prodotto di eruzioni esplosive a carattere generalmente idromagmatico. Le loro caratteristiche morfologiche e sedimentologiche, indicano che i centri eruttivi erano ubicati all'interno della caldera dell'I.C., a Torregaveta, Monticelli, Monte Echia, lungo il versante S delle colline di San Martino e Capodimonte, e i versanti NW e SW della collina di Posillipo.

La collina di San Martino è una cupola lavica ricoperta da prodotti piroclastici. L'interpretazione di profili sismici eseguiti attraverso la baia di Pozzuoli suggerisce che il vulcano di Pentapalumbo ricopre i depositi dell'I.C., e che entrambi sono tagliati dalla superficie di abrasione marina del Würm.

Il vulcano del banco di Miseno, non ricoperto dai depositi dell'I.C., è a sua volta tagliato dalla superficie würmiana. Pertanto sia il vulcano del banco di Pentapalumbo sia quello del banco di Miseno hanno un'età compresa tra 37 e 18-14ka.

**1.d Il Tufo Giallo Napoletano (12ka)**

L'eruzione del Tufo Giallo Napoletano, la seconda per importanza nell'area campana, ha avuto carattere variabile da freatopliniano a freatomagmatico, in funzione della variabile efficienza dell'interazione acqua/magma ed è stata condizionata da un collasso calderico.

Nel corso dell'eruzione furono emessi, da un centro ubicato nei Campi Flegrei, 40Km<sup>3</sup> di magma a composizione da alcalitrichitica a latitica

che ricoprono un'area di circa 1.000km<sup>2</sup>. I depositi connessi con tale eruzione si rinvencono nell'area napoletano-flegrea e nella Piana Campana fino ai rilievi dell'Appennino.

Sebbene il centro eruttivo fosse ubicato nei Campi Flegrei, gli affioramenti più prossimali si rinvencono solo ad una distanza di alcuni km dalla presunta area di emissione. Nel Golfo di Napoli i depositi attribuibili al Tufo Giallo Napoletano sono presumibilmente compresi nella pila di sedimenti più bassa delle due che giacciono sui versanti del vulcano di Pentapalummo.

Sebbene il verificarsi di un collasso calderico sia comprovato dalle stesse caratteristiche sedimentologiche e chimiche del Tufo Giallo Napoletano, il bordo della caldera non è in affioramento. La sola evidenza morfologica, visibile nella parte continentale della caldera, è data dal versante W della collina di Posillipo che, probabilmente, rappresenta l'evoluzione morfologica di una scarpata di faglia prodottasi durante il collasso calderico.

Il bordo calderico può essere ricostruito, però, sulla base di evidenze geofisiche, sulla base della distribuzione dei centri eruttivi più recenti del Tufo Giallo Napoletano, sulla base dell'andamento di superfici di abrasione marina di età nota nella parte sommersa dei Campi Flegrei e sulla base delle interpretazioni di perforazioni superficiali e profonde.

L'allineamento circolare delle anomalie magnetiche viene interpretato come coincidente con le faglie marginali della caldera del Tufo Giallo Napoletano. Tutti i centri eruttivi di età inferiore a 12ka sono ubicati all'interno dell'area calderica così individuata. L'allineamento di centri eruttivi tra Averno e Capo Miseno può essere considerato come un'evidenza del fatto che il margine occidentale della caldera segue una struttura ad andamento N-S, probabilmente legata ad un sistema regionale di faglie.

La depressione della Baia di Pozzuoli è delimitata verso sud dagli alti morfologici del banco di Pentapalummo e del banco di Miseno. L'età di



questi due banchi è compresa tra 37 e 18÷ 14ka ed i loro depositi sono spianati dalla superficie di abrasione marina del Würm, che viene bruscamente interrotta e ribassata a nord del banco di Pentapalummo.

Le scarpate tagliate nei depositi del banco di Pentapalummo sono ricoperte in discordanza da depositi che hanno parzialmente colmato la baia di Pozzuoli. L'età di questi depositi è compresa tra 14 e 9.0÷ 6,5ka: essi pertanto devono comprendere anche i depositi connessi con l'eruzione del Tufo Giallo Napoletano.

L'età delle scarpate che delimitano a sud la baia di Pozzuoli, quindi, sarebbe compatibile con quella del Tufo Giallo Napoletano e pertanto esse si sarebbero formate a seguito del collasso calderico, così come l'intera depressione della baia di Pozzuoli.

L'insieme dei dati provenienti dallo studio delle perforazioni, inoltre, di mostra che il collasso calderico si è realizzato attraverso l'attivazione di faglie (sia preesistenti che prodottesi ex novo), che hanno sbloccato il fondo della caldera, dislocando una serie di blocchi in maniera differenziale.

La caldera del Tufo Giallo Napoletano copre un'area di circa 90 km<sup>2</sup>, mentre le perforazioni profonde suggeriscono uno sprofondamento dell'ordine di 600 metri. Estrapolando questo dato all'intero fondo calderico, si ottiene un volume collassato di circa 54 Km<sup>3</sup>, in buon accordo con le stime di volume relative alla quantità di magma eruttato nel corso dell'eruzione.

#### ***1.e Prodotti successivi al Tufo Giallo Napoletano***

L'eruzione del Tufo Giallo Napoletano fu seguita da una ingressione marina al di sopra dell'attuale settore meridionale dei Campi Flegrei. Probabilmente in questa fase Cuma e Monte di Procida dovevano essere delle piccole isole, mentre le piane di Soccavo e Pianura erano emerse.

L'ingressione marina è testimoniata dal ritrovamento in perforazione, di sedimenti marini intercalati ai depositi piroclastici più recenti. Tali sedimenti giacciono al di sopra di centinaia di metri di tufi zeolitizzati, la

maggior parte dei quali, presumibilmente, appartiene alla formazione del Tufo Giallo Napoletano. Il vulcanismo più recente del Tufo Giallo Napoletano ha prodotto circa 30 eruzioni, che generarono essenzialmente tuff cones e tuff rings e, subordinatamente, depositi da caduta più o meno dispersi e duomi lavici.

Quest'attività vulcanica si è concentrata in particolare in due periodi, compresi tra 10,5 e 8,0 e tra 4,5 e 3,7ka, rispettivamente. Le rocce di questi due periodi di attività sono separate da uno spesso paleosuolo, formatosi intorno a 4,6ka b.p.

Durante il primo periodo di attività tutti i centri eruttivi erano localizzati all'interno della depressione calderica del Tufo Giallo Napoletano, all'epoca completamente sommersa.

Tali centri erano concentrati lungo l'allineamento Averno-Capo Miseno e nella parte settentrionale, nord-orientale ed orientale dell'area sommersa. Nella parte centrale ed in quella meridionale, dove è attualmente situata la baia di Pozzuoli, non si ebbe attività vulcanica.

I vulcani formati in questo periodo sono principalmente tuff cones e tuff rings, suggerendo che le eruzioni furono innescate da efficiente interazione acqua/magma. Tale interazione venne probabilmente favorita dalla disponibilità di una grande quantità di acqua marina.

La composizione dei magmi eruttati varia da trachitica ad alcalitrachitica; solo l'eruzione di Minopoli venne alimentata da magmi a composizione trachibasaltica che furono eruttati da un centro ubicato lungo una struttura regionale parzialmente riattivata sia durante il collasso della caldera dell'I.C. sia durante il collasso di quella del Tufo Giallo Napoletano.

L'edificio vulcanico di maggiori dimensioni, formato in questo periodo, è il cono di tufi del Gauro (10ka); mentre una delle eruzioni più violente degli ultimi 12ka, determinò la formazione delle Pomici Principali 10,7ka b.p. Questo deposito è composto da una serie di livelli pomicei da

caduta, ed è stato interpretato come il prodotto di una eruzione pliniana verificatasi nell'area di Agnano.

Dopo un periodo di quiescenza durato circa 2.000 anni, l'attività vulcanica riprese, determinando la formazione di una serie di centri eruttivi, ubicati principalmente nella parte settentrionale ed orientale della caldera del Tufo Giallo Napoletano, ancora parzialmente sommersa, e subordinatamente lungo l'allineamento Averno-Capo Miseno. La maggior parte di queste eruzioni ebbe carattere esplosivo e fu caratterizzata da fasi freatomagmatiche.

In questo periodo si verificarono solo alcune eruzioni effusive, che determinarono la formazione dei duomi lavici del Monte Olibano e dell'Accademia, a sud della Solfatara.

Le eruzioni più violente di questo periodo si verificarono nel settore occidentale ed in quello orientale dell'area sommersa e generarono il tuff ring di Astroni e la sequenza piroclastica complessa di Agnano-Monte Spina.

Questo periodo di attività si concluse con le eruzioni di Senga, Averno ed Astroni, avvenute circa 3,7ka b.p. La composizione dei magmi varia da trachitica ad alcalitrachitica. L'eruzione del Monte Nuovo, l'ultima in ordine di tempo, si verificò nel 1538 A.D. dopo un periodo di quiescenza durato circa 3.000 anni. Questa eruzione è una delle minori verificatesi nei Campi Flegrei e durò solo una settimana. I prodotti eruttati sono essenzialmente surges e flussi piroclastici, dispersi in un raggio di circa 1 km attorno al centro di emissione. L'eruzione fu preceduta da deformazioni del suolo molto vistose e da attività sismica avvertita fino a Napoli.

### ***Geologia dell'area***

La serie stratigrafica principale presente nell'area è stata dedotta grazie all'esecuzione di sondaggi eseguiti nel sito in studio fino ad una profondità massima di 60 metri. Questa può essere sintetizzata nei seguenti orizzonti, a partire dal piano campagna troviamo:

**Complesso piroclastico-alluvionale superficiale** (tra il piano campagna e i circa quindici metri dal piano di campagna), è individuato dal letto sedimentario dei Regi Lagni, raggruppa depositi di tipo fluviale costituiti prevalentemente da sabbie grossolane e ghiaie sovrapposte a materiali limosi ed argillosi. Si osserva però che i materiali alluvionali sono spesso interdigitati ed intercalati con i materiali piroclastici, in modo che risulta praticamente impossibile una netta distinzione areale dei due complessi. Si può procedere alla suddivisione stratigrafica su base granulometrica del Complesso nei seguenti orizzonti.

1. Materiale di riporto, coltre di terreni superficiali costituiti da terreno vegetale, sabbie limose di colore marrone;
2. Limo sabbioso di colore variabile dal marrone scuro al nero con pomici centimetriche;
3. Limo sabbioso di colore grigio avana con matrice argillosa;
4. Limo argilloso di colore marrone scuro con inclusione di pomici.

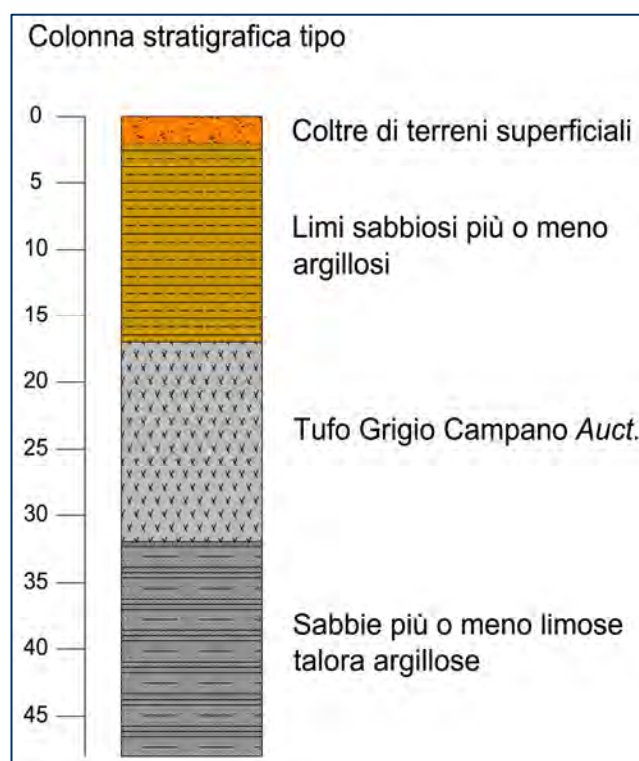
**Complesso tufaceo** (tra i circa quindici metri dal piano campagna e i circa trentacinque metri dal piano di campagna), si tratta di cineriti grigiastre associate a scorie nere e brandelli di lava riconducibili alla formazione del Tufo Grigio Campano e, a luoghi, anche a tufi più antichi. Il grado di diagenesi dei materiali è arealmente variabile così come, sulla stessa verticale, possono alternarsi livelli diversamente lapidei; talora sono stati osservati anche significativi livelli lavici intercalati.

Definito generalmente Tufo Grigio Campano, litoide rappresentato da orizzonti a varia consistenza lapidea sia lungo la verticale sia in passaggio laterale. Si tratta di livelli di cineriti grigio scure associate a scorie laviche nerastre legate a un unico evento eruttivo. Le particolari modalità di messa in posto (elevata temperatura ed elevato contenuto di vapore d'acqua) ha permesso una discreta litificazione dell'ammasso effusivo.

La diversità nel grado di diagenesi, è di certo dovuta alla variabilità areale dei fenomeni diagenetici del tufo (legati a neoformazione, successiva alla

messa in posto, di cristallini di sanidino o di zeolite) ma risente anche delle modalità esecutive delle perforazioni.

**Complesso piroclastico inferiore** (tra i circa trentacinque metri dal piano campagna e i circa sessanta metri dal piano di campagna) è presente in maniera continua sotto il deposito tufaceo; si tratta di cineriti medie a granulometria sabbioso limosa debolmente ghiaiosa di colore grigiastro/marrone, definita come sabbia limosa di colore grigio scuro con clasti pomicei.



### Lineamenti Morfologici

La zona in quanto parte dell'unità fisiografica della Piana Campana presenta una superficie topografica sub-orizzontale con quote assolute intorno ai 45-50 metri sul livello del mare; le pendenze medie sono intorno all'1%.

Non sono presenti rotture di pendenza né movimenti di tipo tettonico in atto, infatti tale morfologia si mantiene inalterata verso N e W fino

al mare con pendenze inferiori all'1% mentre verso S termina in corrispondenza dei rilievi dei Campi Flegrei.

La morfologia del territorio in generale piuttosto dolce, diventa aspra in corrispondenza di numerose piccole incisioni torrentizie che confluiscono nel principale alveo dei Camaldoli, il quale pur essendo un alveo artificiale è impostato lungo una linea di drenaggio preferenziale e demarca, inoltre, il confine naturale con i territori circostanti.

Le incisioni di cui sopra, denominate localmente Cavoni, rappresentano processi di erosione lineare operati dalle acque meteoriche e di ruscellamento, che non potendosi infiltrare nei terreni pozzolanici, poco permeabili, confluiscono verso queste linee preferenziali di drenaggio, approfondendole con un processo molto lento ma costante nel tempo.

Non si notano segni di instabilità superficiale né tanto meno è segnalata la presenza di cavità sotterranee che potrebbero dar luogo a pericolose, anche se molto localizzate, forme di dissesto.

L'intera area non presenta aree a pericolosità di frana né a rischio frana negli elaborati prima dall'Autorità di Bacino della Campania Nord Occidentale, ora Campania Centro.

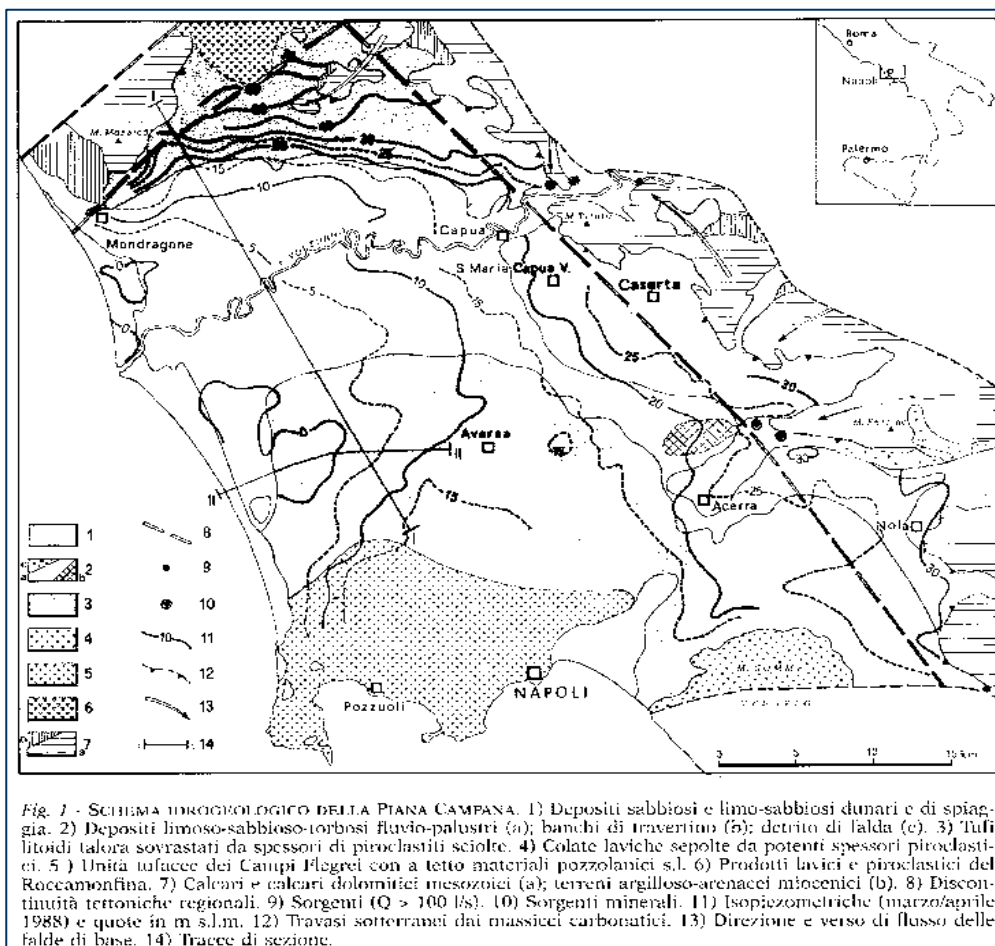
Dal punto di vista geomorfologico si può concludere che l'area si presenta stabile.

### **Inquadramento idrogeologico**

La struttura idrogeologica della Piana è definita da uno studio bibliografico, che recuperando i dati di oltre 100 serie stratigrafiche hanno ricostruito una struttura formata di seguenti complessi idrogeologici:

1. **complesso sabbioso** costituito da depositi sabbiosi e limo sabbiosi dunari e di spiaggia. La permeabilità del complesso varia da media a bassa;
2. **complesso argilloso-torbo** costituito da limi e argille associati a estesi livelli torbosi con un grado di permeabilità basso;
3. **complesso piroclastico superiore** costituito da piroclastici a grana variabile da media a fine. La permeabilità è da media a bassa;

4. **complesso tufaceo** costituito da cineriti grigie, scorie nerastre e clasti lavici riconducibile al “Tufo Grigio Campano Auct.”. La permeabilità del complesso è bassa e laddove si presenta ben litificato o di maggiore spessore rappresenta l'elemento di confinamento per le acque sotterranee;
5. **complesso piroclastico inferiore** costituito da piroclastici sciolte prevalentemente sab-biose con subordinati livelli tufacei. Nell'insieme la permeabilità è alta e di fatto, costituisce l'acquifero produttivo più significativo della Piana Campana;
6. **complesso argillo-sabbioso** costituito da argille e argille con sabbie piroclastiche. Il grado di permeabilità è variabile da molto basso a nullo e rappresenta il livello di base degli acquiferi profondi.



Sempre nell'ambito della idrogeologia regionale (in figura Schema idrogeologico della Piana Campana) la struttura dell'acquifero profondo, è composita e articolata: i sedimenti piroclastici, permeabili, che lo costituiscono presentano, infatti, frequenti variazioni granulometriche sia in senso verticale sia in senso laterale.

È, pertanto, difficile che s'individuino livelli di bassa permeabilità, sufficientemente continui, da frazionare l'acquifero in più strati distinti.

La falda tende, comunque, a interdigitarsi in più livelli, corrispondenti ai depositi grossolani distribuiti a varie altezze stratigrafiche e variamente interconnessi, ma conservando sempre carattere di omogenea unicità.

Nel sito, di contro, la sequenza litostratigrafica mette in evidenza la presenza di due corpi acquiferi separati da un livello a permeabilità molto ridotta.

Il primo definito dal complesso delle piroclastici superiori, caratterizzati da limi prevalentemente sabbiosi e subordinatamente argillosi, ha un regime stagionale con modesti accumuli idrici a volte effimeri e comunque di scarso interesse idrogeologico.

La composizione granulometrica determina un grado di permeabilità media tendente al basso per la prevalente presenza, a luoghi, di porzioni a struttura granulare fine.

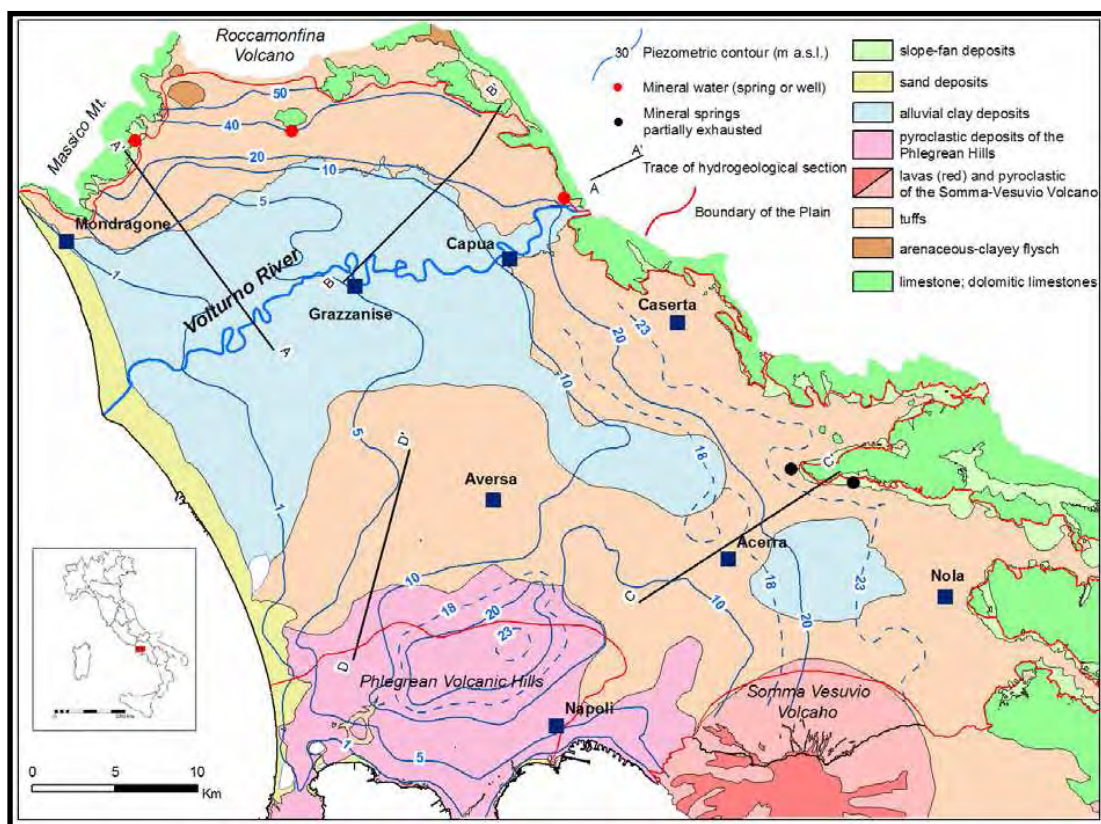
Il livello di base del primo acquifero è definito dal complesso tufaceo grigio che con la sua bassa permeabilità primaria e secondaria consente l'accumulo delle acque d'infiltrazione.

Il secondo acquifero, costituito dal complesso piroclastico inferiore, accoglie la falda principale, più profonda e produttiva ed è caratterizzato da una permeabilità medio – alta.

Il livello di base del secondo acquifero è costituito dal complesso argillo-sabbioso rappresentato da tipi litologici prevalentemente impermeabili composti da argille e argille con sabbie piroclastiche.

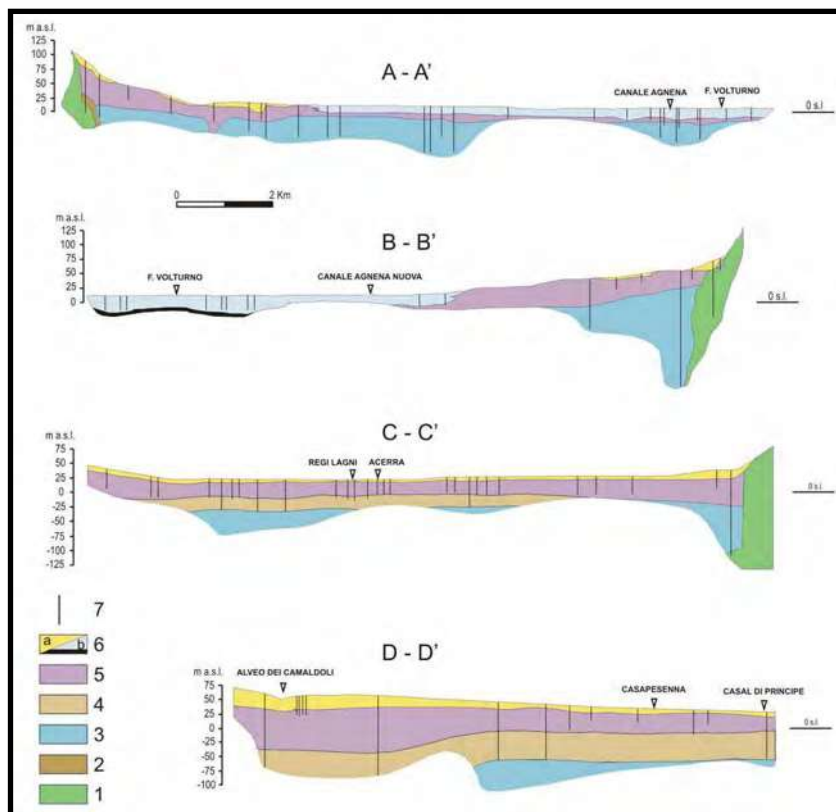


E' possibile, dunque, ritrovare la falda profonda, in pressione, a una quota di circa quaranta metri dal piano campagna con il deflusso idrico che avviene prevalentemente lungo la direzione E-W con quote piezometriche variabili tra otto e dieci metri sul livello del mare e un gradiente piezometrico pari a circa l'1%.



### ***Schema di circolazione idrica***

Carta idrogeologica della Piana Campana (da Ducci, 2007)



### ***Schema di circolazione idrica***

Sezioni idrogeologiche della Piana Campana (da Ducci, 2007)

### **Idrogeologia di dettaglio dell'area**

La zona in esame ricade nell'unità idrogeologica del Volturno-Regi Lagni la quale è delimitata a NW dalla struttura vulcanica del Roccamonfina e dal monte Massico, a NE dai massicci cartonatici, a SE dai Campi Flegrei e dal Somma-Vesuvio e dal mare a SW.

Nell'area non sono presenti corsi d'acqua principali o bacini lacustri, i più prossimi sono l'Alveo dei Camaldoli che scorre circa 3 km ed il Lago Patria a circa 6 km, sono tuttavia presenti numerosi fossi e piccoli corsi d'acqua che drenano la zona.

In questa unità idrogeologica è possibile rinvenire una prima falda freatica, che viene alimentata preferenzialmente dagli apporti zenitali diretti e nei settori topograficamente depressi, anche per drenanza.

La falda superficiale è in generale poco produttiva in quanto, specie nelle aree di basso morfologico, in affioramento si rinvencono prevalentemente depositi limoso-argillosi. Al contrario, nelle stesse aree, le falde sottostanti presentano in genere una buona produttività e sono spesso caratterizzate dal fenomeno dell'artesianesimo.

L'idrogeologia della zona è stata dedotta grazie allo studio di alcune perforazioni disponibili in bibliografia, posizionati in aree esterne subito prossime ai confini delle aree in studio.

Il **complesso piroclastico-alluvionale superiore** costituito da cineriti e depositi fluviali a granulometria variabile da media a fine è caratterizzato complessivamente da una permeabilità bassa con punte di permeabilità medio alta in corrispondenza della frazione ghiaioso sabbiosa coincidente con tasche di pomici e lapilli.

Il **Complesso tufaceo** caratterizzato da una permeabilità bassa o nulla in corrispondenza dei tratti a consistenza lapidea mentre laddove lo stesso presenta un grado di diagenesi inferiore o dove sono presenti fessurazioni il grado permeabilità aumenta.

Il complesso tufaceo rappresenta un ruolo idrogeologico di fondamentale importanza, infatti, se nel complesso prevalgono le caratteristiche di minore permeabilità, esso costituisce il substrato per le falde accolte nei materiali che lo sovrastano nonché l'elemento di sconfinamento per acque sotterranee più profonde.

A partire dal piano campagna si è individuato una Falda di base ad una profondità media dal piano campagna di circa quaranta metri ospitata dallo strato di sabbia limosa. Il deflusso ha direzione principale si ha verso mare.

### **Considerazioni sulla sismicità dell'area**

Il territorio presenta un'esposizione al rischio sismico derivante dalla sua posizione rispetto alla catena appenninica.

Questa è, infatti, ancora in fase di prevalente sollevamento rispetto al margine tirrenico caratterizzata dalla presenza di strutture sismogenetiche lungo le quali si distribuiscono maggiormente i principali eventi sismici (“Distribuzione degli epicentri nel periodo 1000-1980”).

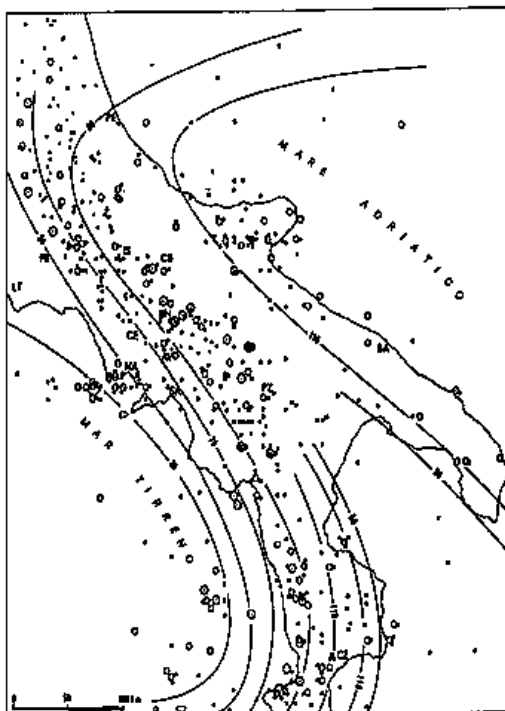
Nel Catalogo dei terremoti italiani dall'anno 1000 al 1980, per l'area compresa nel foglio 172 della Carta d'Italia in scala 1:100.000, è messo in evidenza una frequenza “bassa” di eventi sismici aventi un'intensità massima del IX – X grado della scala Mercalli (vedi figura).

Per la verifica del grado di sismicità è stato, infatti, condotto uno studio storico-statistico finalizzato a individuare le aree epicentrali più significative e prossime all'area in studio.

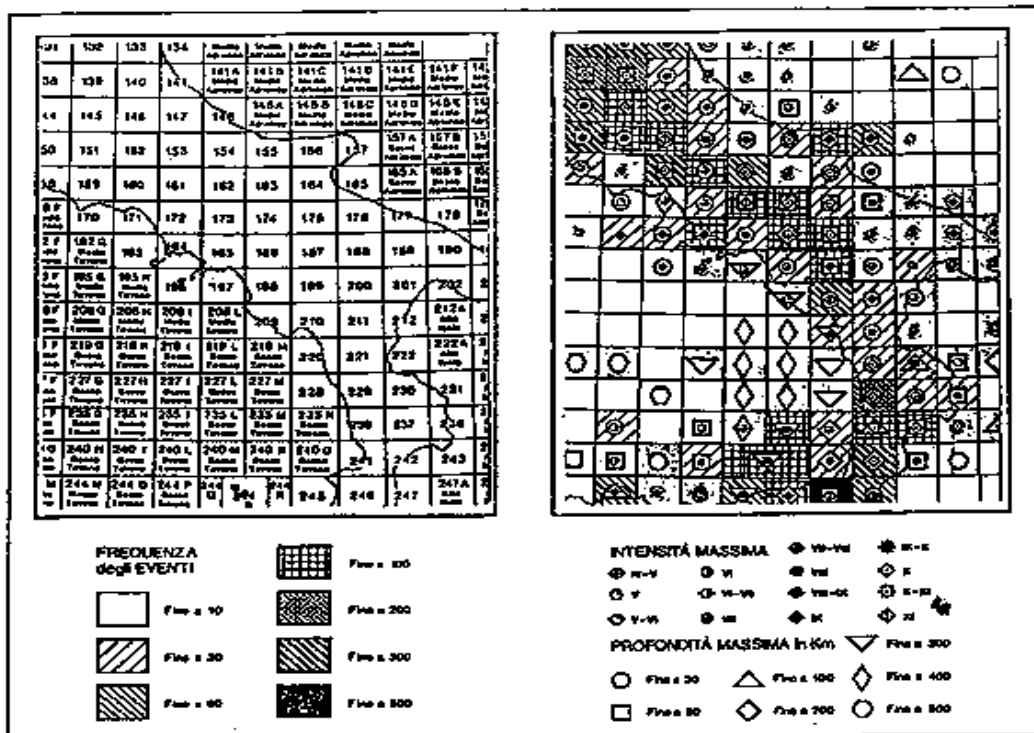
Lo studio della bibliografia esistente ha permesso di individuare i sismi ritenuti più significativi avvenuti nel passato, i cui effetti sono stati avvertiti nell'area investigata.

Da detto studio si verifica che il territorio è ubicato a diverse decine di chilometri dalle strutture sismogenetiche situate lungo la direttrice Benevento – Matese orientale sulla quale si sono sviluppati alcuni dei principali terremoti precedentemente riportati; pertanto, gli effetti dei sismi possono interessare il territorio comunale con una violenza che può essere localmente amplificata in base alle caratteristiche geologiche e morfologiche del territorio e in base alle proprietà fisico-meccaniche dei terreni.

Il comune di Giugliano in Campania e il comune di Qualiano sono classificati, con la Deliberazione della Giunta Regionale n. 5447 del 7 novembre 2002 “Aggiornamento della classificazione sismica dei Comuni della Regione Campania” quale comune di 2<sup>a</sup> categoria (grado di sismicità  $S = 9$ ) cui compete un coefficiente di intensità sismica  $c = 0,07g$ .



**Distribuzione degli epicentri nel periodo 1000-1980 ed isobate della base della litosfera, da Ciaranfi et al. "Elementi sismotettonici dell'Appennino Meridionale".**



**Distribuzione degli epicentri nel periodo 1000-1980 ed isobate della base della litosfera, da Ciaranfi et al. "Elementi sismotettonici dell'Appennino Meridionale"**

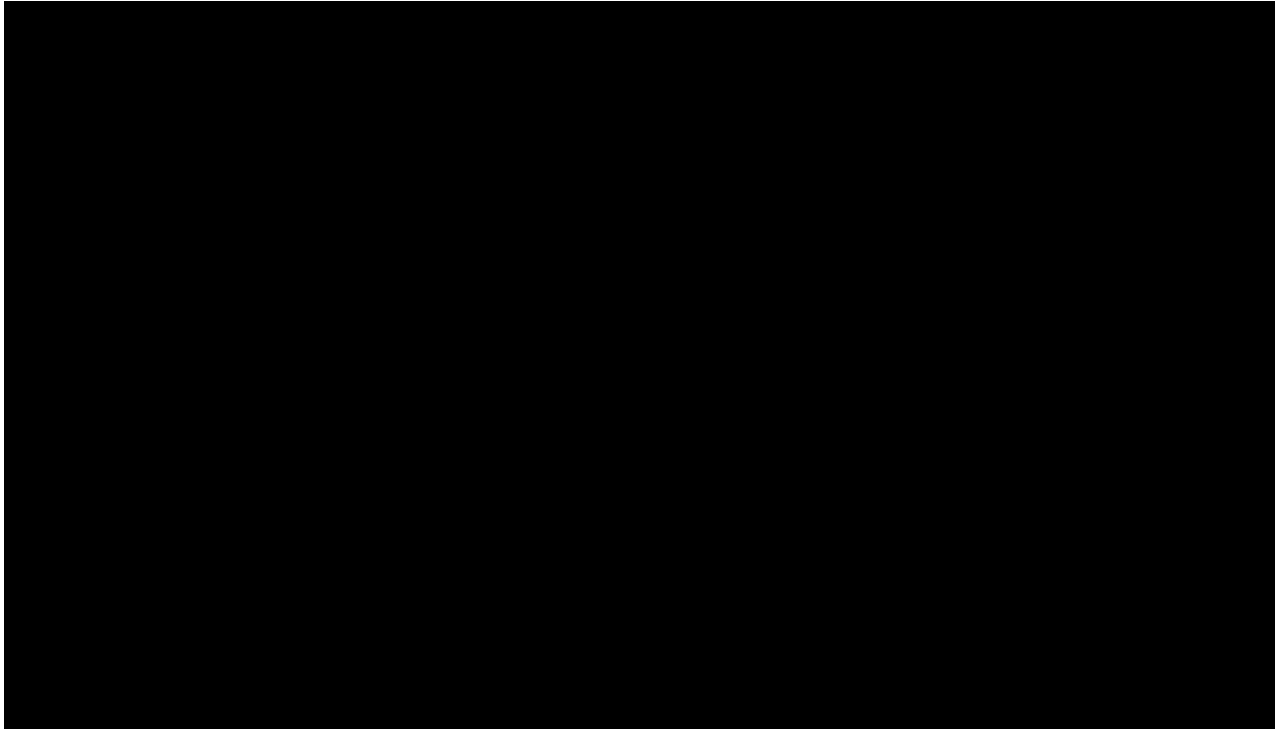


### **Stralcio Carta Geolitologica**

**Piroclasiti sciolte dell'attività flegrea recente:** depositi piroclastici eterometrici sciolti geneticamente legati a dinamismi da caduta e da flusso piroclastico. I depositi assumono caratteri differenti; nelle aree distali prevalgono i livelli piroclastici ben selezionati costituiti da frammenti pomicei di dimensioni centimetriche e litici di dimensioni millimetrici.

### **Stralcio Carta Geomorfologica**

**Area di piana:** nessun elemento geomorfologico da segnalare, assenza di versante calcareo ed assenza di coperture piroclastiche.



### **Stralcio Carta Uso del Suolo**

**Grigio** Aree urbanizzate

**Rosso** Frutteti o frutti minori

**Giallo** Seminativi (a rotazione/regolarmente arati)

**Verde** Zone agricole eterogenee con verde chiaro i prati stabili





### **Stralcio Carta Zonazione Urbanistica**

**Verde** Zone Agricole

**Marrone** Zone industriali, artigianali, commerciali esistenti e di progetto

**Giallo** Nuclei ad edificazione diffusa

**Arancio** Zone di attrezzature esistenti e di progetto

**Grigio** Zone non classificate





**Stralcio Pericolosità Idraulica e Rischio Idraulico**

**RISCHIO NULLO**

**Stralcio Pericolosità da Innesco Frane e Rischio Frane**

**RISCHIO NULLO**

## PROGRAMMA DI INDAGINE

La nota che segue, redatta a norma dell'allegato 2 al D.P.G.R. Campania 195/2003, riferisce delle indagini effettuate relativamente alle strutture dei manufatti a realizzarsi.

### Programma di indagini

In considerazione del tipo strutturale, alla destinazione dell'intervento a farsi, delle dimensioni in pianta, dell'entità degli tensioni da trasferire in fondazione e delle richieste del progettista strutturale, è stato allestito un apposito programma di indagini sui terreni, mirato alla: individuazione stratigrafica dei terreni attraversati; caratterizzazione geotecnica degli stessi; modellazione sismica del suolo.

In modo da poter far sviluppare un progetto delle strutture di fondazione basato su caratterizzazioni derivanti da prove ed indagini, condivise e ripetibili.

Il programma delle indagini è stato studiato e sviluppato nell'osservanza delle Norme vigenti, ed in particolare di:

- ***NTC 2008 Norme Tecniche per le costruzioni***
- ***Circ.617/2009 Istruzioni per l'applicazione ... ..NTC 2008***

Per la definizione della stratigrafia locale, si è studiata anche una campagna di indagine realizzata in area limitrofa e geologicamente significativa; si sono recuperate le indagini redatte per lo strumento

urbanistico vigente, mentre in sito si è realizzata in sito una prova sismica in superficie, e prove penetrometriche statiche.

La ubicazione delle indagini è riportata nella apposita cartografia indicata nel testo.

Ne è risultato il seguente quadro complessivo, riportato in ordine d'esecuzione:

1. *ricerca del materiale bibliografico;*
2. *prova penetrometrica statica sul lotto di intervento;*
3. *prelievo di un campione di terreno sottoposto ad indagini di laboratorio (caratteristiche fisiche generali, granulometria, taglio diretto).*

L'impresa esecutrice delle indagini geotecniche è la: **LITOHS S.r.l. - Concessione n° 5262 del 03/06/2011 - CSLP STC, sede legale Viale Angelico, 39 ROMA.**

La prova penetrometrica statica CPT (di tipo meccanico) consiste essenzialmente nella misura della resistenza alla penetrazione di una punta meccanica di dimensioni e caratteristiche standardizzate, infissa nel terreno a velocità costante ( $v = 2 \text{ cm / sec} \pm 0,5 \text{ cm / sec}$ ).

La penetrazione viene effettuata tramite un dispositivo di spinta (martinetto idraulico), opportunamente ancorato al suolo con coppie di coclee ad infissione, che agisce su una batteria doppia di aste (aste coassiali esterne cave e interne piene), alla cui estremità è collegata la punta.

Lo sforzo necessario per l'infissione è misurato per mezzo di manometri, collegati al martinetto mediante una testa di misura idraulica.

La punta conica (del tipo telescopico) è dotata di un manicotto sovrastante, per la misura dell'attrito laterale: punta/manicotto tipo "Begemann".

Le dimensioni della punta / manicotto sono standardizzate, e precisamente :

- diametro Punta Conica meccanica  $\varnothing = 35,7 \text{ mm}$

- area di punta  $A_p = 10 \text{ cm}^2$
- angolo di apertura del cono  $\alpha = 60^\circ$
- superficie laterale del manicotto  $A_m = 150 \text{ cm}^2$

Sulla batteria di aste esterne può essere installato un anello allargatore per diminuire l'attrito sulle aste, facilitandone l'infissione.

Una cella di carico, che rileva gli sforzi di infissione, è montata all'interno di un'unità rimovibile, chiamata "selettore", che preme alternativamente sull'asta interna e su quella esterna.

Durante la fase di spinta le aste sono azionate automaticamente da un comando idraulico. L'operatore deve solamente controllare i movimenti di spinta per l'infissione delle aste.

I valori acquisiti dalla cella di carico sono visualizzati sul display di una Sistema Acquisizione Automatico o sui manometri.

Per mezzo di un software è possibile sia durante l'acquisizione, che in un secondo momento a prove ultimate trasferire i dati ad un PC.

Le letture di campagna (che possono essere rilevate dal sistema di acquisizione sia in Kg che in  $\text{Kg/cm}^2$ ) durante l'infissione sono le seguenti:

- 1) Lettura alla punta LP = prima lettura di campagna durante l'infissione relativa all'infissione della sola punta
- 2) Lettura laterale LT = seconda lettura di campagna relativa all'infissione della punta+manicotto
- 3) Lettura totale LLTT = terza lettura di campagna relativa all'infissione delle aste esterne (tale lettura non sempre viene rilevata in quanto non è influente metodologicamente ai fini interpretativi).

Nell'apposito allegato vengono riportate le colonne dei valori rilevati in campagna con i grafici profondità /  $N_{spt}$  e angolo di attrito; profondità / resistenza a rottura; profondità / portanza. I calcoli dei valori medi dei parametri geomeccanici sono stati eseguiti con algoritmo regolarmente licenziato.

***La suddivisione in strati omogenei è riportata in allegato all'interno della parametrizzazione geotecnica e per ogni singola prova eseguite.***

**In definitiva la parte essenziale del presente studio *geologico* – *stratigrafico* è consistita nella realizzazione di un congruo numero di indagini finalizzate alla conoscenza dell'area, sia sotto il profilo *geologico - stratigrafico* che sotto quello *geotecnico e sismico*.**

Per la definizione dei parametri meccanici del terreno, si è eseguita nel punto evidenziato in planimetria, prova penetrometrica di tipo statico; in tal modo si è potuto definire il modello geologico-geotecnico del sito.

Il consuntivo dello studio effettuato mostra un quadro della situazione estremamente significativa sia sotto il profilo della conoscenza litostratigrafica che nell'ambito della determinazione dei parametri geomeccanici dei terreni superficiali e subsuperficiali nonché dell'andamento in profondità della litologia e della presenza di falde idriche nel sottosuolo, tenendo conto sia delle esigenze geologiche e geotecniche delle opere a realizzarsi e in accordo con gli standards imposti dagli istituti specializzati.

I dati hanno consentito di evidenziare i parametri relativi ad uno spessore indicativo di terreno e tali dati sono stati la base per effettuare i necessari calcoli.

Le indagini recuperate dalla bibliografia scientifica e tecnica locale, hanno consentito di definire un modello geologico-stratigrafico locale preciso.

## INDAGINI ESEGUITE

Per la definizione dei parametri meccanici del terreno, si sono eseguite una serie di indagini che sono evidenziate nella planimetria allegata; in tal modo si è potuto definire sia il modello geologico-geotecnico del sito (prova penetrometrica), sia individuare la classe di sottosuolo, così come impone la normativa (sismica di superficie) mediante misura della velocità delle onde di taglio.

Come detto quindi, la parte preliminare ed essenziale del presente studio è consistita nello studio di un congruo numero di indagini, finalizzate alla conoscenza dell'area, sia sotto il profilo stratigrafico che sotto quello geotecnico e della risposta elastica dei terreni, sia fatte eseguire sul sito in perizia sia effettuate in aree vicine geotecnicamente significative.

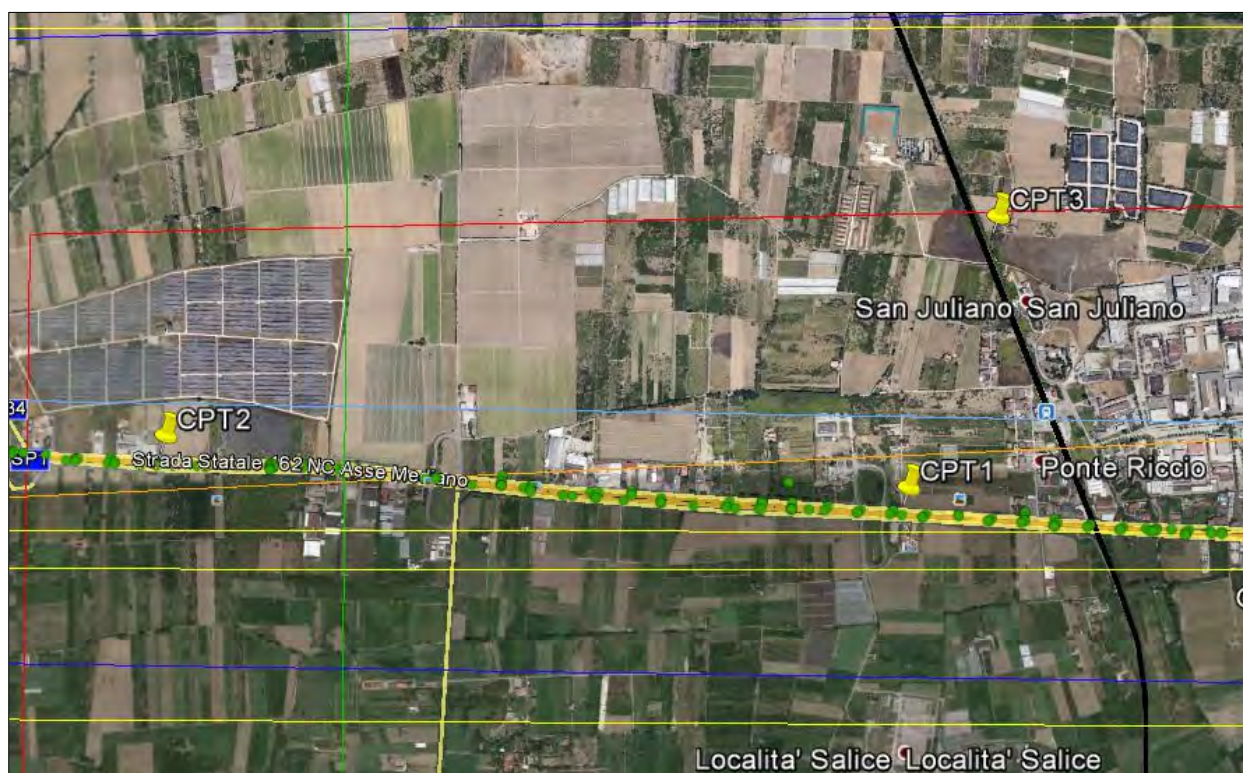
Il consuntivo dello studio effettuato mostra un quadro della situazione estremamente significativa sia sotto il profilo della conoscenza litostratigrafica che nell'ambito della determinazione dei parametri geomeccanici ed elastici dei terreni superficiali e subsuperficiali nonché dell'andamento in profondità della litologia e della presenza di falde idriche nel sottosuolo, tenendo conto sia delle esigenze geologiche e geotecniche delle opere a realizzarsi e in accordo con gli standards imposti dagli istituti specializzati (con particolare attenzione alle *“Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche”* [A.G.I., giugno 1977], nonché all'*Eurocodice Ec7 per l'ingegneria geotecnica* [Edizione provvisoria, A.G.I., settembre 1988]).

I dati hanno consentito di evidenziare i parametri relativi ad uno spessore indicativo di terreno e tali dati sono stati la base per effettuare i necessari calcoli.

***La suddivisione in strati omogenei è riportata in allegato all'interno della parametrizzazione geotecnica e per ogni prova eseguite.***

NUMERO	latitudine	longitudine	quota	Falda	Profondità prova
CPT1	40,932133	14,097883	50,00	ASSENTE	15,00
CPT2	40,933717	14,067817	35,00	ASSENTE	15,00
CPT3	40,940417	14,101500	50,00	ASSENTE	15,00

**UBICAZIONE PROVE PENETROMETRICHE STATICHE CPT**





## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



### ESECUZIONE PROVA PENETROMETRICA STATICA CPT1



### ESECUZIONE PROVA PENETROMETRICA STATICA CPT2





**ESECUZIONE PROVA  
PENETROMETRICA STATICA CPT3**

La prova e gli elaborati sono riportate nello specifico allegato; in questa sezione si indicheranno le sole tabelle dei parametri medi ricavati con la litologia presunta derivata dalla lettura critica dei parametri indicati nelle prove penetrometriche e rielaborati in questa fase per poter definire un modello geotecnico condivisibile e ripetibile.

**Prova penetrometrica statica numero UNO****UBICAZIONE 40,932133 - 14,097883***Quota topografica media locale 50,00 metri -- Falda ASSENTE**Certificato n°0074/15 LITHOS S.r.l. – Accettazione n°0036/15 del 19/01/2015*

Strato	Quota	Nspt	Qc	fs	Dr	$\phi'$	c'	Cu	Modulo Young	Modulo Edometrico	$\gamma$	$\gamma$ sat	Poisson	Modulo Taglio	Ko	Vs	Fs liquefazione	OCR
<i>n</i>	<i>metri</i>	<i>n</i>	<i>Kg/cmq</i>	<i>Kg/cmq</i>	<i>%</i>	<i>°</i>	<i>Kg/cmq</i>	<i>Kg/cmq</i>	<i>Kg/cmq</i>	<i>Kg/cmq</i>	<i>t/mc</i>	<i>t/mc</i>	<i>%</i>	<i>Kg/cmq</i>	<i>Kg/cmc</i>	<i>m/sec</i>	<i>%</i>	<i>%</i>
<b>1</b>	<b>1,00</b>	<b>8</b>	<b>22,50</b>	<b>1,05</b>	<b>50</b>	<b>30</b>	<b>0,00</b>	<b>1,05</b>	<b>55</b>	<b>45</b>	<b>1,90</b>	<b>2,05</b>	<b>0,34</b>	<b>150</b>	<b>3,00</b>	<b>280</b>	<b>&gt; 10,00</b>	<b>5,00</b>
<b>2</b>	<b>7,80</b>	<b>35</b>	<b>101,20</b>	<b>4,00</b>	<b>50</b>	<b>32</b>	<b>0,05</b>	<b>5,05</b>	<b>250</b>	<b>150</b>	<b>2,20</b>	<b>2,30</b>	<b>0,33</b>	<b>400</b>	<b>4,50</b>	<b>400</b>	<b>&gt; 10,00</b>	<b>2,50</b>
<b>3</b>	<b>14,00</b>	<b>38</b>	<b>98,40</b>	<b>2,90</b>	<b>50</b>	<b>34</b>	<b>0,08</b>	<b>4,90</b>	<b>250</b>	<b>160</b>	<b>2,20</b>	<b>2,30</b>	<b>0,33</b>	<b>400</b>	<b>6,00</b>	<b>400</b>	<b>&gt; 10,00</b>	<b>1,00</b>
<b>4</b>	<b>15,00</b>	<b>55</b>	<b>178,60</b>	<b>4,30</b>	<b>60</b>	<b>34</b>	<b>0,10</b>	<b>8,90</b>	<b>450</b>	<b>250</b>	<b>2,30</b>	<b>2,40</b>	<b>0,32</b>	<b>600</b>	<b>10,00</b>	<b>460</b>	<b>&gt; 10,00</b>	<b>1,30</b>

**Prova penetrometrica statica numero DUE****UBICAZIONE 40,933717 - 14,067817***Quota topografica media locale 35,00 metri -- Falda ASSENTE**Certificato n°0075/15 LITHOS S.r.l. – Accettazione n°0036/15 del 19/01/2015*

Strato	Quota	Nspt	Qc	fs	Dr	$\phi'$	c'	Cu	Modulo Young	Modulo Edometrico	$\gamma$	$\gamma$ sat	Poisson	Modulo Taglio	Ko	Vs	Fs liquefazione	OCR
<i>n</i>	<i>metri</i>	<i>n</i>	<i>Kg/cmq</i>	<i>Kg/cmq</i>	<i>%</i>	<i>°</i>	<i>Kg/cmq</i>	<i>Kg/cmq</i>	<i>Kg/cmq</i>	<i>Kg/cmq</i>	<i>t/mc</i>	<i>t/mc</i>	<i>%</i>	<i>Kg/cmq</i>	<i>Kg/cmc</i>	<i>m/sec</i>	<i>%</i>	<i>%</i>
<b>1</b>	<b>1,00</b>	<b>7</b>	<b>18,40</b>	<b>0,95</b>	<b>50</b>	<b>30</b>	<b>0,00</b>	<b>0,90</b>	<b>25</b>	<b>40</b>	<b>1,90</b>	<b>2,05</b>	<b>0,34</b>	<b>150</b>	<b>3,00</b>	<b>260</b>	<b>&gt; 10,00</b>	<b>4,30</b>
<b>2</b>	<b>9,00</b>	<b>40</b>	<b>84,00</b>	<b>3,40</b>	<b>60</b>	<b>32</b>	<b>0,05</b>	<b>4,20</b>	<b>100</b>	<b>140</b>	<b>2,20</b>	<b>2,30</b>	<b>0,33</b>	<b>400</b>	<b>4,50</b>	<b>380</b>	<b>&gt; 10,00</b>	<b>1,80</b>
<b>3</b>	<b>14,00</b>	<b>38</b>	<b>79,60</b>	<b>3,60</b>	<b>45</b>	<b>34</b>	<b>0,08</b>	<b>3,90</b>	<b>100</b>	<b>135</b>	<b>2,20</b>	<b>2,30</b>	<b>0,33</b>	<b>400</b>	<b>6,00</b>	<b>380</b>	<b>&gt; 10,00</b>	<b>0,70</b>
<b>4</b>	<b>15,00</b>	<b>55</b>	<b>132,20</b>	<b>5,60</b>	<b>60</b>	<b>34</b>	<b>0,10</b>	<b>6,50</b>	<b>170</b>	<b>190</b>	<b>2,25</b>	<b>2,30</b>	<b>0,32</b>	<b>500</b>	<b>10,00</b>	<b>430</b>	<b>&gt; 10,00</b>	<b>1,00</b>

**Prova penetrometrica statica numero TRE****UBICAZIONE 40,940417 - 14,101500***Quota topografica media locale 50,00 metri -- Falda ASSENTE**Certificato n°0076/15 LITHOS S.r.l. – Accettazione n°0036/15 del 19/01/2015*

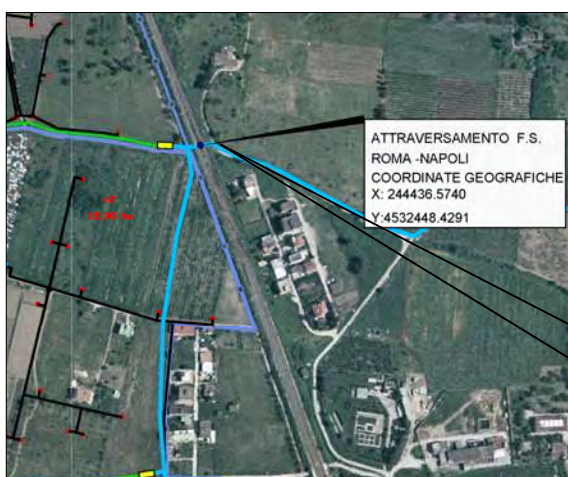
Strato	Quota	Nspt	Qc	fs	Dr	$\phi'$	c'	Cu	Modulo Young	Modulo Edometrico	$\gamma$	$\gamma$ sat	Poisson	Modulo Taglio	Ko	Vs	Fs liquefazione	OCR
<i>n</i>	<i>metri</i>	<i>n</i>	<i>Kg/cmq</i>	<i>Kg/cmq</i>	<i>%</i>	<i>°</i>	<i>Kg/cmq</i>	<i>Kg/cmq</i>	<i>Kg/cmq</i>	<i>Kg/cmq</i>	<i>t/mc</i>	<i>t/mc</i>	<i>%</i>	<i>Kg/cmq</i>	<i>Kg/cmc</i>	<i>m/sec</i>	<i>%</i>	<i>%</i>
<b>1</b>	<b>1,00</b>	<b>8</b>	<b>22,00</b>	<b>0,85</b>	<b>50</b>	<b>30</b>	<b>0,00</b>	<b>1,10</b>	<b>25</b>	<b>40</b>	<b>1,90</b>	<b>2,05</b>	<b>0,34</b>	<b>150</b>	<b>3,00</b>	<b>270</b>	<b>&gt; 10,00</b>	<b>5,10</b>
<b>2</b>	<b>9,00</b>	<b>45</b>	<b>120,50</b>	<b>4,500</b>	<b>60</b>	<b>32</b>	<b>0,05</b>	<b>6,05</b>	<b>150</b>	<b>180</b>	<b>2,20</b>	<b>2,30</b>	<b>0,33</b>	<b>400</b>	<b>4,50</b>	<b>420</b>	<b>&gt; 10,00</b>	<b>2,60</b>
<b>3</b>	<b>14,00</b>	<b>65</b>	<b>172,20</b>	<b>7,80</b>	<b>45</b>	<b>34</b>	<b>0,08</b>	<b>8,60</b>	<b>220</b>	<b>250</b>	<b>2,30</b>	<b>2,40</b>	<b>0,33</b>	<b>550</b>	<b>6,00</b>	<b>450</b>	<b>&gt; 10,00</b>	<b>1,60</b>
<b>4</b>	<b>15,00</b>	<b>70</b>	<b>195,00</b>	<b>5,80</b>	<b>60</b>	<b>34</b>	<b>0,10</b>	<b>9,80</b>	<b>250</b>	<b>290</b>	<b>2,35</b>	<b>2,45</b>	<b>0,32</b>	<b>600</b>	<b>10,00</b>	<b>475</b>	<b>&gt; 10,00</b>	<b>1,40</b>



**CPT \_ UNO**



**CPT \_ DUE**



**CPT \_ TRE**

**UBICAZIONE PRELIEVI CAMPIONI INDISTURBATI**

NUMERO	latitudine	longitudine	quota	Falda	Profondità prelievo
<b><i>CPT1, C1</i></b>	40,932133	14,097883	50,00	<b>ASSENTE</b>	<b>3,00 – 3,50</b>
<b><i>CPT2, C1</i></b>	40,933717	14,067817	35,00	<b>ASSENTE</b>	<b>3,00 – 3,50</b>
<b><i>CPT3, C1</i></b>	40,940417	14,101500	50,00	<b>ASSENTE</b>	<b>3,00 – 3,50</b>

È stata anche eseguita una verifica su un campione di terreno prelevato con il penetrometro PAGANI e sottoposto ad indagini specifiche di laboratorio geotecnico.

**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA****PRELIEVO CAMPIONE****PENETROMETRICA STATICA *CPT1, C1***



**PRELIEVO CAMPIONE**  
**PENETROMETRICA STATICA CPT2, C1**



**PRELIEVO CAMPIONE**  
**PENETROMETRICA STATICA CPT3, C1**

**SINTESI****Prova geotecnica di laboratorio su campioni indisturbati***GRANULOMETRIA*

Campione	Quota prelievo	GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA	Classificazione AGI
<i>n</i>	<i>metri</i>	%	%	%	%	
<b>CPT1, C1</b>	<b>3,00 – 3,50</b>	<b>4,73</b>	<b>46,56</b>	<b>45,97</b>	<b>2,74</b>	<b>SABBIA CON LIMO</b>
<b>CPT2, C1</b>	<b>3,00 – 3,50</b>	<b>2,79</b>	<b>39,45</b>	<b>54,59</b>	<b>3,17</b>	<b>LIMO CON SABBIA</b>
<b>CPT3, C1</b>	<b>3,00 – 3,50</b>	<b>4,44</b>	<b>53,70</b>	<b>38,64</b>	<b>38,64</b>	<b>SABBIA CON LIMO</b>

*PESI DI VOLUME*

Campione	Quota prelievo	Peso di volume	Peso di volume	Peso di volume	Peso di volume	Peso di volume
		<i>NATURALE</i>	<i>GRANULI</i>	<i>SECCO</i>	<i>SATURO</i>	<i>SOMMERSO</i>
<i>n</i>	<i>metri</i>	<i>KN/mc</i>	<i>KN/mc</i>	<i>KN/mc</i>	<i>KN/mc</i>	<i>KN/mc</i>
<b>CPT1, C1</b>	<b>3,00 – 3,50</b>	<b>12,91</b>	<b>24,50</b>	<b>10,69</b>	<b>16,22</b>	<b>6,41</b>
<b>CPT2, C1</b>	<b>3,00 – 3,50</b>	<b>12,39</b>	<b>24,71</b>	<b>9,53</b>	<b>15,56</b>	<b>5,75</b>
<b>CPT3, C1</b>	<b>3,00 – 3,50</b>	<b>12,53</b>	<b>2,475</b>	<b>9,64</b>	<b>15,63</b>	<b>5,82</b>

*CARATTERISTICHE FISICHE GENERALI*

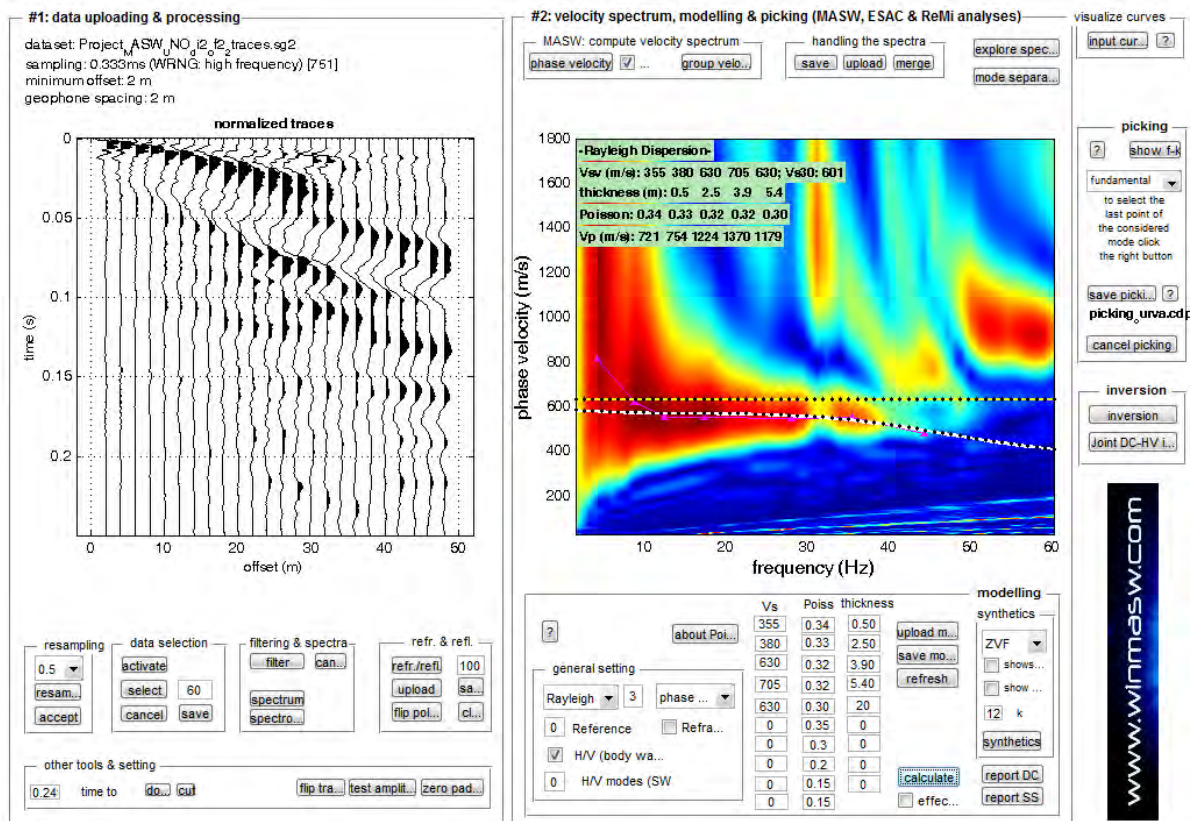
Campione	Quota prelievo	Contenuto acqua	Porosità	Indice dei vuoti	Grado di saturazione
<i>n</i>	<i>metri</i>	%	%	---	%
<b>CPT1, C1</b>	<b>3,00 – 3,50</b>	<b>20,76</b>	<b>56,36</b>	<b>1,29</b>	<b>40,17</b>
<b>CPT2, C1</b>	<b>3,00 – 3,50</b>	<b>30,00</b>	<b>61,42</b>	<b>1,59</b>	<b>47,47</b>
<b>CPT3, C1</b>	<b>3,00 – 3,50</b>	<b>30,00</b>	<b>61,07</b>	<b>1,57</b>	<b>48,27</b>

*CARATTERISTICHE MECCANICHE A ROTTURA*

Campione	Quota prelievo	Angolo di attrito	Coesione efficace
<i>n</i>	<i>metri</i>	°	KPa
<b>CPT1, C1</b>	<b>3,00 – 3,50</b>	<b>26,20</b>	<b>1,07</b>
<b>CPT2, C1</b>	<b>3,00 – 3,50</b>	<b>25,65</b>	<b>1,00</b>
<b>CPT3, C1</b>	<b>3,00 – 3,50</b>	<b>26,20</b>	<b>1,57</b>



## Elaborazione dati per analisi MASW \_ UNO

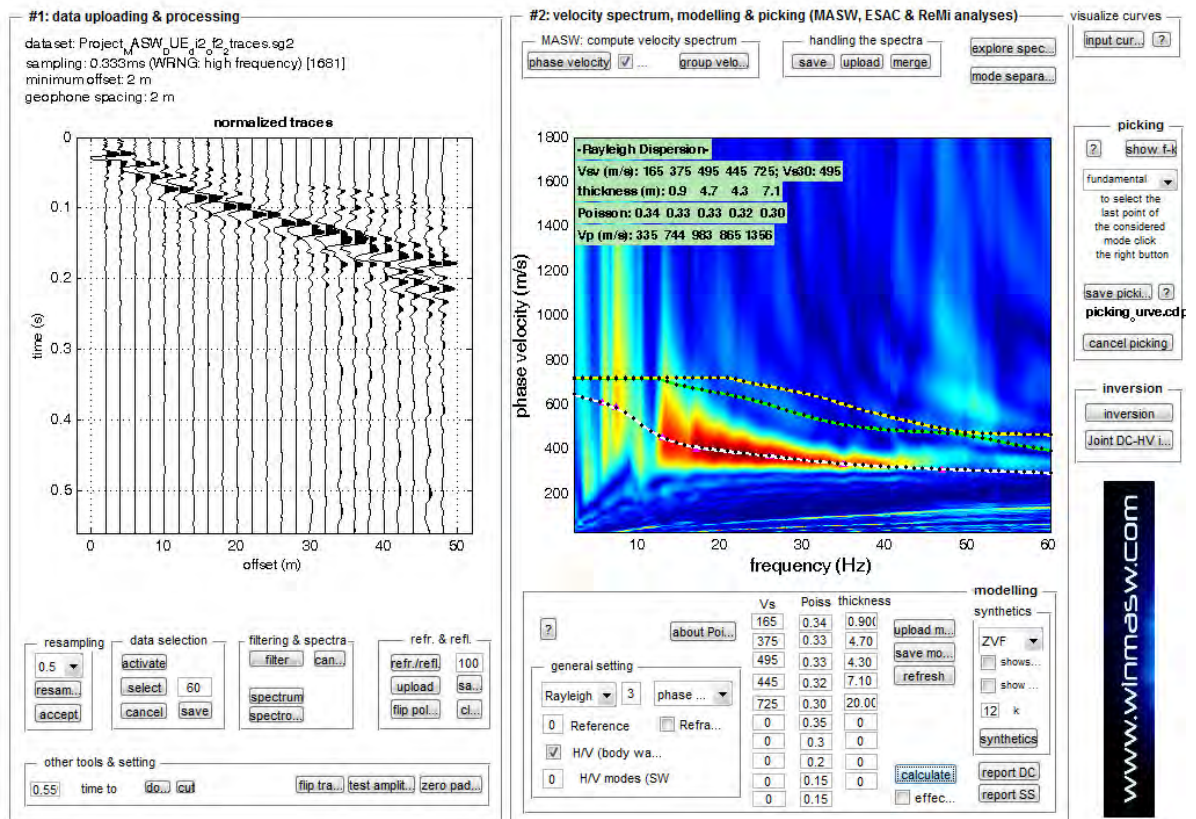


## Elaborazione Profilo Sismico MASW \_ UNO

N. strati	Stratigrafia da	Bibliografia	X	Spessore (m.)	Profondità (m.)		Vs (m/sec)	Vp (m/sec)	Poisson %
		Sondaggio	X						
		Prova Penetrom.	X						
strato 1	Coltre di terreni superficiali			0,50	0,00	0,50	355	740	0,34
strato 2	Limi sabbiosi più o meno argillosi			2,50	0,50	3,00	380	750	0,33
strato 3	Limi sabbiosi più o meno argillosi			3,90	3,00	6,90	630	1200	0,33
strato 4	Limi sabbiosi più o meno argillosi			5,40	6,90	12,30	705	1350	0,32
strato 5	Tufo Grigio Campano / Cinerite			Semiconfinato	12,30	>35,00	630	1150	0,30
				Indagato ≈ 35	Indagata ≈ 35				

**VALORE Vs 30 = 600 M/SEC**

## Elaborazione dati per analisi MASW \_ DUE

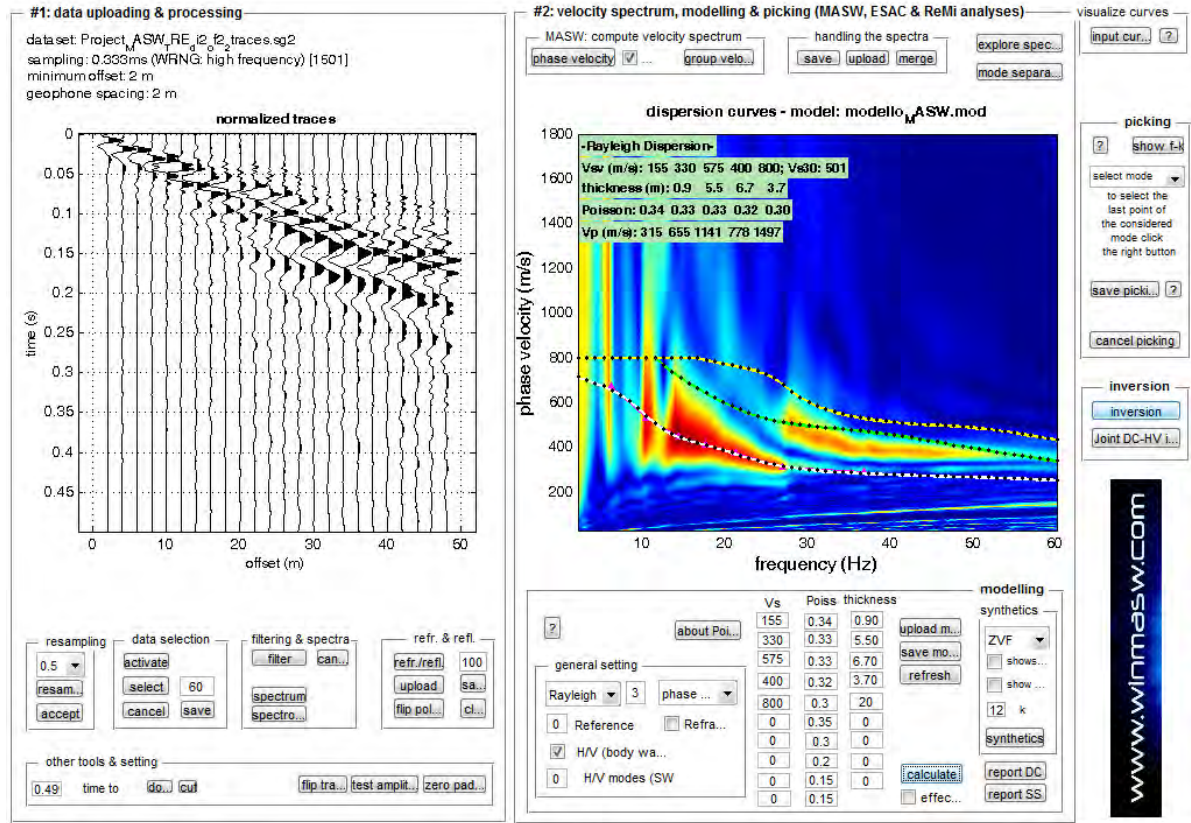


### Elaborazione Profilo Sismico MASW \_ DUE

N. strati	Stratigrafia da	Bibliografia	X	Spessore (m.)	Profondità (m.)		Vs (m/sec)	Vp (m/sec)	Poisson %
		Sondaggio	X						
		Prova Penetrom.	X						
strato 1	Coltre di terreni superficiali			0,90	0,00	0,90	165	335	0,34
strato 2	Limi sabbiosi più o meno argillosi			4,70	0,90	5,60	375	750	0,33
strato 3	Limi sabbiosi più o meno argillosi			4,30	5,60	9,90	495	1000	0,33
strato 4	Limi sabbiosi più o meno argillosi			7,10	9,90	17,00	445	950	0,32
strato 5	Tufo Grigio Campano / Cinerite			Semiconfinato	17,00	>35,00	725	1350	0,30
				Indagato ≈ 35	Indagata ≈ 35				

**VALORE Vs 30 = 495 M/SEC**

## Elaborazione dati per analisi MASW \_ TRE



### Elaborazione Profilo Sismico MASW \_ TRE

N. strati	Stratigrafia da	Bibliografia	X	Spessore (m.)	Profondità (m.)		Vs (m/sec)	Vp (m/sec)	Poisson %
		Sondaggio	X						
		Prova Penetrom.	X						
strato 1	Coltre di terreni superficiali			0,80	0,00	0,80	155	350	0,34
strato 2	Limi sabbiosi più o meno argillosi			5,50	0,80	6,30	330	660	0,33
strato 3	Limi sabbiosi più o meno argillosi			6,70	6,30	13,00	575	1150	0,33
strato 4	Limi sabbiosi più o meno argillosi			3,70	13,00	16,70	400	900	0,32
strato 5	Tufo Grigio Campano / Cinerite			Semiconfinato	16.70	>35,00	800	1450	0,30
				Indagato ≈ 35	Indagata ≈ 35				

**VALORE Vs 30 = 505 M/SEC**

Per la caratterizzazione stratigrafica e per la stima dei parametri elasto-dinamici del sito oggetto d'intervento, è stata eseguita una campagna di indagine con sismica passiva ed attiva di superficie così come descritto in premessa; da tale informazioni si può definire una velocità ponderata delle onde S pari ai un

**VALORE Vs 30 = 600 M/SEC**

**VALORE Vs 30 = 495 M/SEC**

**VALORE Vs 30 = 505 M/SEC**

**Per definire l'azione sismica di progetto, si valuta l'effetto della risposta sismica locale (RSL) (C7.11.3.1 NTC 2008) determinando la categoria di sottosuolo specifica del sito.**

**Individuazione categoria di sottosuolo di riferimento (Tab. 3.2.II e 3.2.III) secondo: Vs30**

### **Categoria suolo tipo: B**

**B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto 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 360 m/s e 800 m/s (NSPT30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu30 > 250 kPa nei terreni a grana fina).**

Dalle analisi geologico geomorfologico e geognostiche effettuate in sito si evince che per il sito in oggetto può essere assegnare una categoria di amplificazione topografica di tipo T1 ossia assimilabile a **zona sub pianeggiante o con inclinazione media minore di 15°**.

---

## **RISULTATI DELLE INDAGINI**

### **CARATTERISTICHE GEOLOGICHE LOCALI**

La morfologia dell'area è uniformemente pianeggiante con una quota sul livello del mare di circa cinquanta metri e l'area all'intorno è mediamente conforme con tale quota.

Per una completa caratterizzazione geologica del sito si è proceduti, dopo l'acquisizione di notizie, dalla letteratura specifica e da indagini esperite in aree limitrofe e sufficientemente indicative, con un rilievo geologico superficiale.

I dati ricavati hanno consentito di evidenziare i parametri relativi ad uno spessore indicativo di terreno e tali dati sono stati la base per effettuare i necessari calcoli geotecnici.

La formazione che si ritrova in copertura, con spessore oltre i sei/otto metri è rappresentata da *Piroclasiti sciolte dell'attività flegrea recente, depositi piroclastici eterometrici sciolti geneticamente legati a dinamismi da caduta e da flusso piroclastico. I depositi assumono caratteri differenti; nelle aree distali prevalgono i livelli piroclastici ben selezionati costituiti da frammenti pomicei di dimensioni centimetriche e litici di dimensioni millimetriche.*

Morfologicamente l'area in inserisce in una Area di piana; *nessun elemento geomorfologico da segnalare, assenza di versante calcareo ed assenza di coperture piroclastiche.*



La falda freatica è indicata nell'area ad una profondità di circa quaranta metri; è presente una scarsa e limitata presenza di una falda superficiale (di drenaggio delle acque zenitali non presente in zona di studio): la falda non intacca in nessun modo le caratteristiche meccaniche e fisiche dei terreni interessati dalla posa in opera delle strutture a farsi.

Le caratteristiche meccaniche di tali terreni sono da considerare buone, se non ottime, e quindi sono da considerare buone quale sottofondo delle fondazioni a farsi.

**Si può quindi affermare che tutta l'area all'intorno del sito in perizia risulta essere stabile e non si segnalano sintomi di instabilità gravitazionale ne in atto ne regressa.**

In definitiva il sito di interesse per l'indagine può essere così definito:

**analisi geologica:** il sito rientra nella zona di affioramento del complesso piroclastico della serie della Piana Campana, area Flegrea anche per il substrato profondo; in superficie sono in prevalenza terreni umiferi che li ricoprono con spessore non superiore al metro.

**analisi morfologica:** l'area è posizionata ad una quota localmente pianeggiante in perfette condizioni di stabilità globale ad una quota di circa cinquanta metri sul livello del mare.

**analisi geotecnica:** i terreni presenti offrono buoni parametri meccanici locali e si prestano a fondazioni di tipo superficiale; andrà, in fase di esecuzione degli interventi, verificata la sua geometria e la profondità dell'appoggio.

Si rimandano al competente geotecnico ulteriori considerazioni geomeccaniche, le scelte fondazionali ed i calcoli geotecnici così come previsto dalla normativa vigente.

Studiando le stratigrafie provenienti dalle prove penetrometriche eseguite, comparate con le stratigrafia provenienti dalla bibliografia consultata e perfettamente compatibile con la geologia e la stratigrafia

---

dell'area in studio, , si può indicare una sezione stratigrafica tipica per tutta l'area di interesse per l'opera a farsi e che può essere definita nella seguente colonna riassuntiva:

**0,00 – 1,00**

**Coltre di terreni superficiali costituiti da terreno vegetale, sabbie limose di colore marrone**

**1,00 – 15,00**

**Limi sabbiosi più o meno argillosi di colore variabile, da grigio a marrone, con inclusi a livelli clastici di natura pomicea a grana grossolana; sequenze riconducibili alla formazione delle piroclastiti superiori**

**15,00 – 20,00**

**Tufo grigio campano (TGC) rappresentato da orizzonti a varia consistenza; livelli di cineriti grigio scure**

**15,00 – > 35,00**

**Cinerite: cenere di colore dal grigiastro e raramente marroncino, per i primi metri passante a grigio e grigio nerastro; nel complesso mediamente addensata o addensata con pomici e piccoli lapilli scuri, definibile come sabbia limosa debolmente ghiaiosa; all'interno cenere grigio-chiara mediamente addensata a granulometria limosa sabbiosa e/o sabbia finissima con piccole pomici grigiastre e scorie bollose nerastre; è possibile rinvenire a tratti nei primi metri, anche livelli litoidi di tufo grigio campano; dai circa venti metri diventa prevalentemente cinerite grigia molto addensata e compatta**

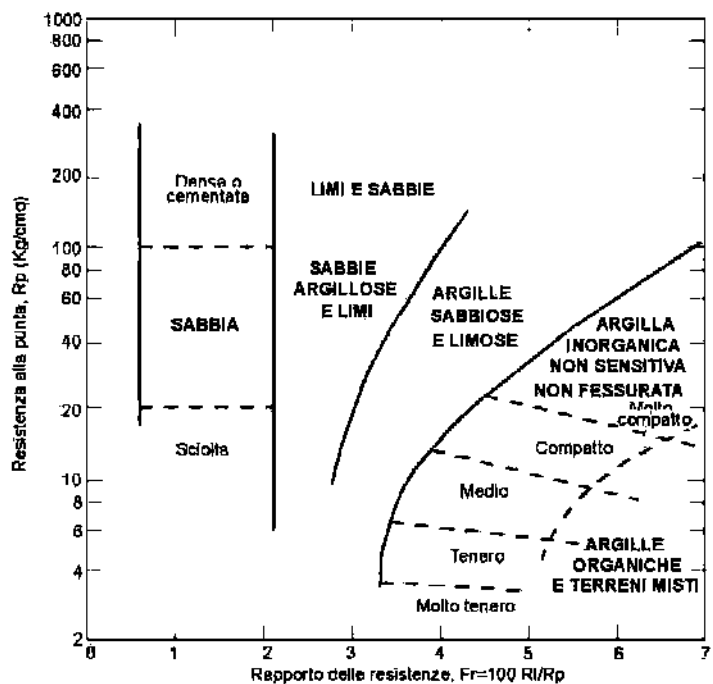
## CARATTERIZZAZIONE GEOMECCANICA DEI TERRENI

Dai dati acquisiti dalla campagna di rilevamento geologico, con l'ausilio delle indagini meccaniche eseguite, è stato possibile individuare gli orizzonti geomeccanici, costituiti da terreni in prevalenza da terreni sabbiosi nel substrato ed in superficie.

### Note sui parametri geotecnici utilizzati

Il metodo di SCHMERTMANN considera come indicativo della **litologia** della verticale indagata il rapporto delle resistente  $Fr$  (con  $Fr\%=100$   $Rl/Rp$ ), secondo il grafico riportato.

Una volta classificati i terreni in **coerenti e incoerenti** si sono ricavati, attraverso correlazioni basate sulla resistenza di punta ( $Rp$ ), i parametri geotecnici empirici caratterizzanti gli strati individuati.





---

**L'angolo di resistenza al taglio  $\phi$**  del materiale indagato è valutato attraverso metodi di correlazione diretta  $R_p$ - $\phi$ . Il valore assegnato scaturisce da una sorta di media tra i seguenti metodi:

**Durgunouglu-Mitchell**

$$\phi = 14,4 + 4,8 \ln R_p - 4,5 \ln \sigma.$$

**Meyerhof**

$$\phi = 17 + 4,49 R_p$$

**Caquot**

$$\phi = 9,8 + 4,96 \ln (R_p / \sigma)$$

**Koppejan**

$$\phi = 5,8 + 5,21 \ln (R_p / \sigma)$$

**De Beer**

$$\phi = 5,9 + 4,76 \ln (R_p / \sigma)$$

dove  **$R_p$**  è la resistenza di punta media misurata nello strato e  $\sigma$  è la pressione litostatica efficace a metà strato

I valori della **coesione  $c'$**  per i terreni sabbiosi sono considerati prossimi allo zero trattandosi di terreni incoerenti in regime drenato.

Per la **coesione non drenata** dei terreni coerenti è utilizzata la correlazione di **Lunne e Eide**

$$C_u \text{ (kg/cm}^2\text{)} = (R_p - \sigma) / (20,7 - 0,18 \text{ IP})$$

IP = indice di plasticità medio dello strato

I valori del **peso di volume  $\gamma$**  forniti sono ricavati direttamente da prove di laboratorio effettuate su campioni di terreno della stessa natura prelevati nelle vicinanze e dalla bibliografia.

**Modulo di deformazione (modulo di Young)**

**Schmertmann**

$$E \text{ (kg/cm}^2\text{)} = 2,5 \times R_p$$

**Modulo Edometrico Ed**

**Robertson e Campanella**

$$M \text{ (kg/cmq)} = 0,03 \text{ } \mathbf{Rp} + 11,7 \sigma + 0,79 \text{ Dr}$$

Senza entrare nel merito della scelta del tipo di fondazione per il calcolo del carico limite e dei cedimenti, essendo di competenza del geotecnico ed essendo ciò strettamente legato alla geometria delle fondazioni medesime, alle tipologie di carico, e, in ogni caso, alla scelta metodologica del Calcolatore, si ritiene che, per le strutture, in considerazione dei carichi modesti, la soluzione adottata della fondazione di tipo continuo adottata è sufficiente.

Per il calcolo dei cedimenti e delle reazioni del terreno si fa l'ipotesi che il carico sia uniformemente distribuito sul piano di posa ovvero che la fondazione sia infinitamente rigida.

La relazione più nota che lega cedimenti e reazioni del terreno al carico di esercizio è quella di Winkler che assimila il terreno ad un letto di molle indipendenti l'una dall'altra e il cedimento di un punto del piano limite dipende solo dal carico  $q$  direttamente agente sullo stesso punto, secondo l'espressione:  $\mathbf{K} * \mathbf{W} = \mathbf{q}$  in cui  $\mathbf{K}$  [kg./cm<sup>3</sup>] si definisce *coefficiente di reazione del terreno o coefficiente di sottofondo*.

Non disponendo di prove di carico su piastra, prova che permetterebbe la individuazione univoca del parametro  $K$ , e purché il carico agente sia almeno 1/3 del carico limite, si potrà fare riferimento ai valori sperimentali riportati in tabella per terreni sabbie:

<i>Tipo di sabbia</i>	<i>Stato di addensamento</i>	<i>Sciolto</i>	<i>Medio</i>	<i>Denso</i>
<i>Secca o umida</i>	<i>Campo di variazione</i>	<i>0.7 - 2.1</i>	<i>2.1 - 10.8</i>	<i>10.8 - 36</i>
	<i>valore consigliato</i>	<i>1.4</i>	<i>4.7</i>	<i>18</i>
<i>Satura</i>	<i>valore consigliato</i>	<i>0.9</i>	<i>2.9</i>	<i>11</i>

rif. **C. Viggiani** - *Appunti di Tecnica delle Fondazioni*, 1986. Università degli Studi di Napoli  
Facoltà di Ingegneria - Istituto di Tecnica delle Fondazioni e Costruzioni in terra

Considerando che i terreni ritrovati nell'area in perizia, oltre 1,50 m. dal p.c., sono sabbie sature e che il loro stato di addensamento è

classificabile come *medio con tendenza a denso e molto denso*, il valore di **K** potrà essere assunto pari a **6,00**.

I livelli geotecnici si sono così distinti:

**banco “A”** profondità dal piano campagna a **–1,00**

**Coltre di terreni superficiali costituiti da terreno vegetale, sabbie limose di colore marrone**

**Spessore: 1,00 metri**

**Peso di Volume:  $\gamma = 12,00$  KN/mc**

**Peso di Volume Saturo:  $\gamma_{\text{sat}} = 15,00$  KN/mc**

**Coesione non drenata:  $C_u = 85,00$  KPa**

**Coesione Efficace:  $c' = 0,00$  KPa**

**Angolo di Attrito Interno:  $\phi' = 27^\circ$**

**Modulo Elastico  $E_{el} = 5,50$  MPa**

**Modulo Edometrico  $E_d = 7,50$  MPa**

**Poisson = 0,34**

**Densità Relativa  $D_r = 40$  %**

**N spt = 7 colpi**

**Vp: 350 m/sec**

**Vs: 160 m/sec**

**Qc = 2,10 MPa**

**Fs = 0,10 Mpa**

**Grado di addensamento = Sciolto**

**Potenziale di liquefazione = > 10,00**

**Modulo di taglio dinamico = 15,00 MPa**

**Costante di sottofondo Winkler = 25,00 N/cmc**

**banco “B”** profondità dal piano campagna da - 1,00 a - 8,00

Limi sabbiosi più o meno argillosi di colore variabile, da grigio a marrone, con inclusi a livelli clastici di natura pomicea a grana grossolana; sequenze riconducibili alla formazione delle piroclastiti superiori

**Spessore: 7,00 metri**

**Peso di Volume:  $\gamma = 13,00$  KN/mc**

**Peso di Volume Saturo:  $\gamma_{sat} = 16,00$  KN/mc**

**Coesione non drenata:  $C_u = 490,00$  KPa**

**Coesione Efficace:  $c' = 5,00$  KPa**

**Angolo di Attrito Interno:  $\phi' = 33^\circ$**

**Modulo Elastico  $E_{el} = 19,50$  MPa**

**Modulo Edometrico  $E_d = 15,00$  MPa**

**Poisson = 0,33**

**Densità Relativa  $D_r = 50$  %**

**N spt = 30 colpi**

**Vp: 370 m/sec**

**Vs: 670 m/sec**

**Qc = 9,50 MPa**

**Fs = 0,40 Mpa**

**Grado di addensamento = Molto addensato**

**Potenziale di liquefazione = > 10,00**

**Modulo di taglio dinamico = 30,00 MPa**

**Costante di sottofondo Winkler = 60,00 N/cmc**

**banco “C”** profondità dal piano campagna da - 8,00 a - 15,00

Limi sabbiosi più o meno argillosi di colore variabile, da grigio a marrone, con inclusi a livelli clastici di natura pomicea a grana

**grossolana; sequenze riconducibili alla formazione delle piroclastiti superiori**

**Spessore: 7,00 metri**

**Peso di Volume:  $\gamma = 13,50$  KN/mc**

**Peso di Volume Saturo:  $\gamma_{sat} = 16,50$  KN/mc**

**Coesione non drenata:  $C_u = 550,00$  KPa**

**Coesione Efficace:  $c' = 6,00$  KPa**

**Angolo di Attrito Interno:  $\phi' = 33^\circ$**

**Modulo Elastico  $E_{el} = 22,50$  MPa**

**Modulo Edometrico  $E_d = 17,00$  MPa**

**Poisson = 0,32**

**Densità Relativa  $D_r = 50$  %**

**N spt = 35 colpi**

**$V_p$ : 450 m/sec**

**$V_s$ : 1000 m/sec**

**$Q_c = 10,00$  MPa**

**$F_s = 0,50$  Mpa**

**Grado di addensamento = Molto addensato**

**Potenziale di liquefazione =  $> 10,00$**

**Modulo di taglio dinamico = 40,00 MPa**

**Costante di sottofondo Winkler = 80,00 N/cmc**

**banco "D" profondità dal piano campagna da - 15,00 a - 20,00**

**Tufo grigio campano (TGC) rappresentato da orizzonti a varia consistenza; livelli di cineriti grigio scure**

**Spessore: 5,00 metri**

**Peso di Volume:  $\gamma = 13,00$  KN/mc**

**Peso di Volume Saturo:  $\gamma_{sat} = 16,00$  KN/mc**

**Coesione non drenata:  $C_u = 550,00$  KPa**

**Coesione Efficace:  $c' = 6,00$  KPa**

**Angolo di Attrito Interno:  $\phi' = 35^\circ$**

**Modulo Elastico Eel = 25,00 MPa**

**Modulo Edometrico Ed = 20,00 MPa**

**Poisson = 0,30**

**Densità Relativa Dr = 60 %**

**N spt = 40 colpi**

**Vp: 600 m/sec**

**Vs: 1300 m/sec**

**Qc = 12,00 MPa**

**Fs = 0,80 Mpa**

**Grado di addensamento = Molto addensato / Litoide**

**Potenziale di liquefazione = > 10,00**

**Modulo di taglio dinamico = 50,00 MPa**

**Costante di sottofondo Winkler = 90,00 N/cmc**

**banco "D" profondità dal piano campagna da - 15,00 a > - 35,00**

**Cinerite: cenere di colore dal grigiastro e raramente marroncino, per i primi metri passante a grigio e grigio nerastro; nel complesso mediamente addensata o addensata con pomici e piccoli lapilli scuri, definibile come sabbia limosa debolmente ghiaiosa; all'interno cenere grigio-chiara mediamente addensata a granulometria limosa sabbiosa e/o sabbia finissima con piccole pomici grigiastre e scorie bollose nerastre; è possibile rinvenire a tratti nei primi metri, anche livelli litoidi di tufo grigio campano; dai circa venti metri diventa prevalentemente cinerite grigia molto addensata e compatta**

**Spessore: > 20,00 metri**

**Peso di Volume:  $\gamma = 14,00$  KN/mc**

**Peso di Volume Saturo:  $\gamma_{sat} = 17,00$  KN/mc**

**Coesione non drenata:  $C_u = 600,00$  KPa**

**Coesione Efficace:  $c' = 10,00$  KPa**

**Angolo di Attrito Interno:  $\phi' = 35^\circ$**

**Modulo Elastico  $E_{el} = 30,00$  MPa**

**Modulo Edometrico  $E_d = 25,00$  MPa**

**Poisson = 0,30**

**Densità Relativa  $D_r = 50$  %**

**N spt = 45 colpi**

**$V_p$ : 700 m/sec**

**$V_s$ : 1500 m/sec**

**$Q_c = 14,00$  MPa**

**$F_s = 1,00$  Mpa**

**Grado di addensamento = Molto addensato**

**Potenziale di liquefazione =  $> 10,00$**

**Modulo di taglio dinamico =  $60,00$  MPa**

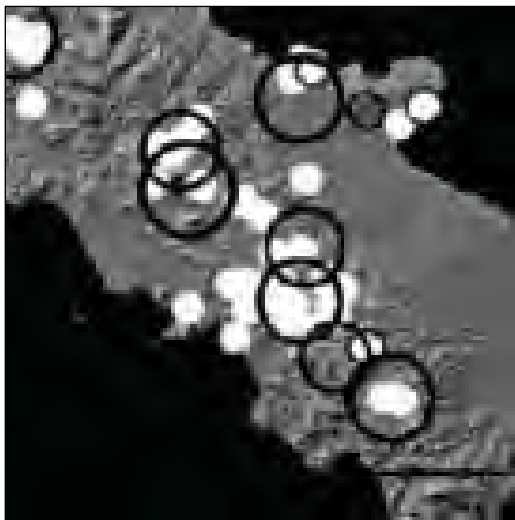
**Costante di sottofondo Winkler =  $100,00$  N/cmc**

---

## POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE E PRESENZA DI CAVITA'

La liquefazione può essere una delle principali cause di danno delle opere geotecniche, e quindi anche delle opere di fondazioni di edifici ed infrastrutture. Il potenziale di liquefazione dipende da due fattori principali: caratteri del moto sismico (ampiezza, frequenza e durata) e natura dei terreni.

Attesa la scarsità di evidenze ben documentate di fenomeni di liquefazione in Italia ed, in particolare, in Campania le metodologie operative per la determinazione del potenziale di liquefazione dei terreni, derivano da



esperienze maturate in ambiti geologici diversi dal quello italiano.

A titolo informativo si riporta in figura (Galli, 2000) la localizzazione dei siti ove, secondo l'Autore risultano essersi manifestati in Italia fenomeni di liquefazione (area centro-sud).

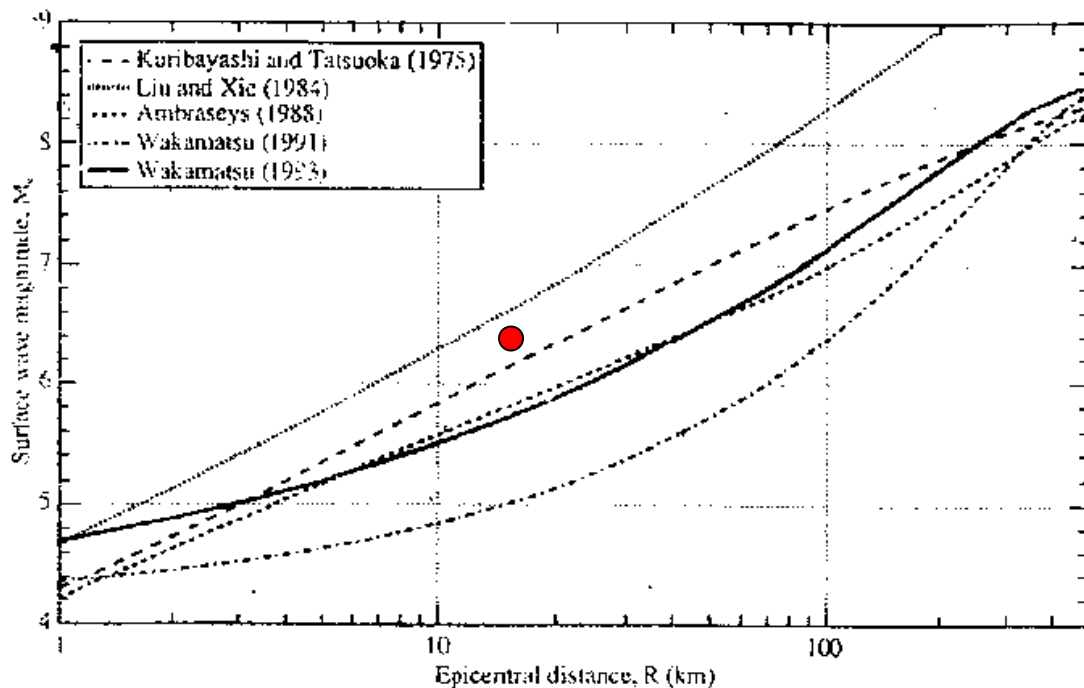
Alcuni metodi mettono in relazione la distanza epicentrale con la magnitudo (o momento sismico dell'evento) o con metodi basati su base geomorfologica.

Nel primo caso, l'estensione massima della zona potenzialmente suscettibile di liquefazione può essere valutata impiegando relazioni



empiriche tra magnitudo e distanza epicentrale (o, in alternativa, tra intensità macrosismica e distanza epicentrale) e fenomeni osservati di liquefazione.

Per i diversi studi sono state predisposte relazioni che si possono riassumere nel grafico successivo in cui è evidenziata la possibilità di occorrenza di fenomeni di liquefazione correlando tali dati (nel caso specifico Magnitudo attesa 6,2 e Distanza 15 Kilometri).



**Relazioni empiriche tra magnitudo e massima distanza epicentrale entro la quale si sono storicamente osservati fenomeni di liquefazione proposte da vari autori**

UNITÀ GEOMORFOLOGICA	SUSCETTIBILITÀ
Letto di fiume, palude, colmata	Alta
Cenoide, argine naturale, duna di sabbia, spiaggia	Media
Terrazzo, collina, montagna	Bassa

**Criteri geologici e geomorfologici per valutare il potenziale di liquefazione**

Tali relazioni possono essere indicative per una prima valutazione del potenziale di liquefazione dei terreni non essendo esaustivi della problematica geologica locale.

Infatti, affinché realmente si verifichi un fenomeno di liquefazione è necessario che concorrano altre condizioni sfavorevoli quali:

stato tensionale geostatico ridotto (presenza di sabbie monogranulari);

***profondità ridotta del pelo libero della falda, condizioni idrauliche al contorno tali da impedire il drenaggio durante il terremoto***, elevata entità e durata delle azioni sismiche.

Fattore importate per l'esclusione (potenziale assenza di probabilità di occorrenza del fenomeno di liquefazione) nel caso di studio, è la presenza di falda ben oltre i venti metri dal livello di campagna attuale che ne fanno escludere la possibilità e la presenza di un deposito ghioioso-sabbioso già dal piano di campagna.

Ai sensi dell'OPCM n° 3274/2003 Allegato 4, la verifica della suscettibilità a liquefazione può essere omessa se il terreno sabbioso saturo si trova a profondità superiore a quindici metri dal piano campagna.

Si può inoltre trascurare il pericolo di liquefazione quando  $Sag < 0,15g$  e, al contempo, la sabbia in esame soddisfi almeno una delle condizioni seguenti:

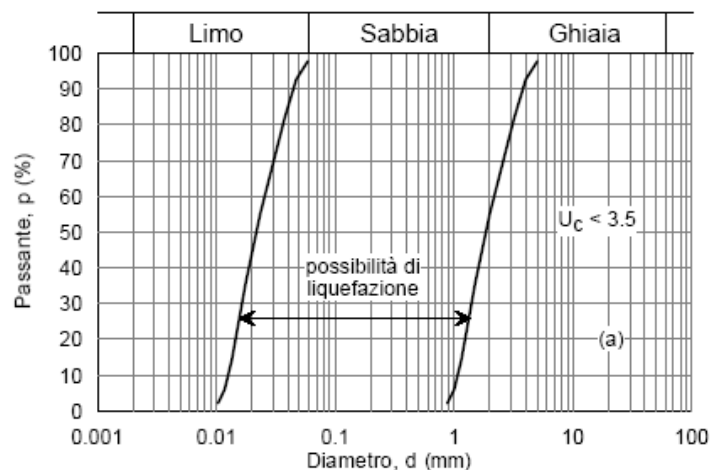
- contenuto in argilla superiore al 20% con indice di plasticità  $> 10$ ;
- contenuto di limo superiore al 35 % e resistenza  $N_1 (60) > 20$ ;
- frazione fine trascurabile e resistenza  $N_1 (60) > 25$ , dove  $N_1 (60)$  è il valore della resistenza penetrometrica NSPT misurato nella prova Standard Penetration Test, normalizzato ad uno sforzo efficace di confinamento di 100 kPa e ad un fattore di rendimento energetico 0,6 nell'esecuzione della prova.

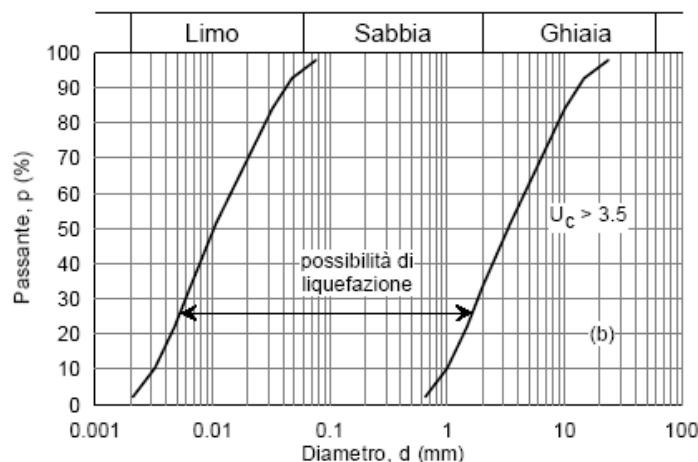
Quando nessuna delle precedenti condizioni è soddisfatta, la suscettibilità a liquefazione deve essere verificata come minimo mediante i metodi generalmente accettati dell'ingegneria geotecnica, basati su

correlazioni di campagna tra misure in sito e valori critici dello sforzo ciclico di taglio che hanno causato liquefazione durante terremoti passati.

Ai sensi del Decreto Ministero infrastrutture 14 Gennaio 2008, capitolo 7.11.3.4 (Stabilità nei confronti della liquefazione), il sito presso il quale è ubicato il manufatto deve essere stabile nei confronti della liquefazione; mentre al successivo (7.11.3.4.2 Esclusione della verifica a liquefazione), la verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. eventi sismici attesi di magnitudo  $M$  inferiore a 5;
2. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di  $0,1g$ ;
3. profondità media stagionale della falda superiore a quindici metri dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
4. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata  $(N1)_{60} > 30$  oppure  $qc1N > 180$  dove  $(N1)_{60}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e  $qc1N$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
5. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c < 3,5$  ed in Figura 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c > 3,5$ .





*Fusi granulometrici di terreni  
suscettibili di liquefazione*

**Per il caso di studio ci troviamo nelle condizioni di esclusione della specifica verifica di liquefazione essendo in presenza di area con soggiacenza della falda inferiore a quindici metri, ma in depositi comunque limosi ed argillosi e con alti valori  $N_{st}$  (vedi la verifica eseguita nella elaborazione della prova penetrometrica eseguita); pertanto non si propone la verifica al liquefazione in quanto implicitamente verificata.**

Tanto vale anche per la possibilità di innesco di fenomeni di addensamento in quanto i terreni in affioramento si presentano con un grado di addensamento da medio ad elevato e da poco cementati a cementati e mai si presentano sciolti.

Non sono segnalate in nessuna delle zone di studio, ne in quelle viene e geologicamente simili, presenza di cavità nel sottosuolo, ne durante la esecuzione delle indagini dirette ed indirette si è individuata tale presenza, vista anche la composizione geologico-stratigrafica dei terreni in affioramento e nel sottosuolo.

---

## COMPATIBILITA' CON IL PIANO ASSETTO IDROGEOLOGICO

Il territorio è inserito nel perimetro del Bacino Regionale “Campania Centro”, ai sensi della Legge 183/89.

Come risulta dalla relazione allegata al Piano Assetto Idrogeologico, redatto dall'Autorità di Bacino, il territorio comunale appartiene al bacino dei Regi Lagni; l'area di intervento non è segnalata a rischio; gli interventi previsti dal progetto sono pienamente compatibili con la condizioni di rischio locali (vedi planimetrie e corografie in relazione).

Da un primo sopralluogo sommario, non sono stati riconosciuti fenomeni riferibili a colate di fango né a fenomeni di instabilità gravitazionale nell'intera area né sono segnalati fenomeni di invasione di acque di scolo né sono stati riconosciuti alluvionamenti dell'area.

Per i lavori oggetto della presente perizia, non saranno realizzati movimenti di terra che modificano il naturale andamento del terreno; sarà quindi rispettato il vincolo del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico redatto dall'Autorità di Bacino, né vi sarà bisogno di espiantare alberi in quanto il sito prescelto è privo di colture arboree.

Si può escludere o almeno ritenere improbabile, che l'area di intervento possa essere invasa da materiale proveniente da monte provocando danni rilevanti anche in considerazione che il versante è molto distante.

Si può affermare che la tipologia delle opere da realizzare non incidono minimamente sulla stabilità globale dell'area che, peraltro, non presenta segni di franosità potenziale; è comunque da prevedere lo

smaltimento delle acque meteoriche superficiali; in particolare per l'intervento in oggetto è stato acquisito parere positivo sulla compatibilità idrogeologica dell'intervento dalla competente Autorità di Bacino.

***In definitiva** per quanto descritto e relazionato, a parere dello scrivente, **non sussistono condizioni di rischio elevato e ne vengono modificate o alterate le attuali condizioni di rischio esistenti**, ma il grado di rischio evidenziato è, per le motivazioni indicate nella presente nota, adeguato alla realizzazione dell'intervento.*

---

## RELAZIONE SULLA MODELLAZIONE SISMICA DI SITO

La caratterizzazione sismica dei terreni è stata effettuata tenendo conto di tutti i dati ricavati dalle indagini geologiche, geotecniche e sismiche eseguite; in particolare, per il calcolo della rigidità (**R**), si sono utilizzate le informazioni provenienti dall'indagine studiata in sito, comparata con le indagini sismiche e meccaniche recuperate in bibliografia.

La normativa per la prevenzione dal Rischio Sismico "classificava" il territorio comunale di Giugliano in Campania sismico nella classificazione redatta dal Servizio Sismico Nazionale (D.M. 07/03/1981) come *non classificato*.

In seguito a Deliberazione n° 248 del 24 gennaio 2003 della Giunta Regionale della Campania: "Circolare applicativa dell'Aggiornamento della classificazione sismica dei comuni della Regione Campania", e alla Delibera di Giunta Regionale n° 5447 del 7 novembre 2002, il territorio Comunale di Giugliano in Campania rientra in zona sismica di IIa Categoria.

Le norme tecniche in materia di costruzioni in zone sismiche (O.P.C.M. n. 3274/2003) integrate nel Nuovo Testo Unico per le Costruzioni (D. M. 14 settembre 2005 e D. M. 14 gennaio 2008), indicano 4 valori di accelerazioni orizzontali  $ag/g$  di ancoraggio dello spettro di risposta elastico; pertanto, il numero delle zone è fissato in 4.

I Comuni in precedenza indicati come appartenenti alla I, II e III Categoria Sismica (D.M. 16/01/1996), devono essere intesi come rispettivamente appartenenti alle zone 1, 2 e 3.

Ciascuna zona è individuata secondo valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo ( $a_g$ ), con probabilità di superamento del 10% in 50 anni.

Prima di procedere alla valutazione della risposta sismica locale è opportuno ricordare che tutto il territorio oggetto d'indagine presenta, in termini di terremoto di progetto, i seguenti parametri di zona amministrativa:

**grado di sismicità**  $S = 9$

**coefficiente di Intensità sismica regionale**  $C = (S-2)/100 = 0,07 \text{ (g)}$ .

Si riporta la tabella ove ciascuna zona è individuata secondo valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo  $a_g$ , con probabilità di superamento del 10% in 50 anni.

**Livelli energetici delle Azioni Sismiche previste dall'OPCM 3274/03 per le varie zone**

Zona	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni valore di $a \text{ g} / \text{g}$	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico valore di $a \text{ g} / \text{g}$
1	> 0,25	0,35
2	0,15 – 0,25	0,25
3	0,05 – 0,15	0,15
4	< 0,05	0,05

La nuova normativa aggiorna la normativa sismica in vigore, con l'attribuzione alle diverse località del territorio nazionale un valore di scuotimento sismico di riferimento, espresso in termini di incremento dell'accelerazione al suolo. Si propone l'adozione di un sistema di caratterizzazione geofisica e geotecnica del profilo stratigrafico del suolo, mediante cinque tipologie di suoli (più altri due speciali), da individuare in relazione ai parametri di velocità delle onde di taglio mediate, sui primi 30 metri di terreno ( $V_{s30}$ ) attraverso la seguente espressione:

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



Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, la nuova normativa sismica, semplificando la molteplicità delle situazioni geologiche possibili su un generico sito, tende alla modellizzazione sintetica del sottosuolo dettando le seguenti definizioni per le varie categorie di profilo stratigrafico per il suolo di fondazione:

<b>A</b>	<b>Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi</b> caratterizzati da valori di <b>Vs30</b> superiori a 800 m/s, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo di 5 metri.
<b>B</b>	<b>Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti</b> , con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di <b>Vs30</b> compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica $N_{spt} > 50$ , o coesione non drenata $c_u > 250$ kPa).
<b>C</b>	<b>Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza</b> , con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzate da valori di <b>Vs30</b> compresi tra 180m/s e 360 m/s ( $15 < N_{spt} < 50$ , $70 < c_u < 250$ kPa).
<b>D</b>	<b>Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti</b> , caratterizzati da valori di <b>Vs30</b> $< 180$ m/s ( $N_{spt} < 15$ , $c_u < 70$ kPa).
<b>E</b>	<b>Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali</b> , con valori di <b>Vs30</b> simili a quelli dei tipi C e D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su un substrato di materiale più rigido con <b>Vs30</b> $> 800$ m/s.

In aggiunta a queste categorie per le quali sono definite le azioni sismiche da considerare nella progettazione, se ne definiscono altre due:

<b>S1</b>	Depositi costituiti da, o che includono, uno strato spesso almeno 10 m di argille/limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità ( $PI > 40$ ) e contenuto d'acqua, caratterizzati da valori di <b>Vs30</b> $< 100$ m/s ( $10 < c_u < 20$ Pa).
<b>S2</b>	Depositi di terreni soggetti a liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti.

Il DM 14 gennaio 2008 (Norme Tecniche per le Costruzioni in Zone Sismiche) decreta che le azioni sismiche di progetto, in base alle quali

valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione.

Essa costituisce l’elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.

Con l’entrata in vigore del Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008, infatti, la stima della pericolosità sismica viene definita mediante un approccio “**sito dipendente**” e non più tramite un criterio di “*zona dipendente*”.

L’azione sismica di progetto in base alla quale valutare il rispetto dei diversi stati limite presi in considerazione viene definita partendo dalla “pericolosità di base” del sito di costruzione, che è l’elemento essenziale di conoscenza per la determinazione dell’azione sismica.

Seguendo i criteri accennati nei paragrafi precedenti, l’indagine è stata utilizzata per estrarne i valori stratigrafici, geotecnici e geosismici, per la verticale investigata e parametrizzata.

I dati scaturiti dalle indagini eseguite, correlati con quelli delle indagini bibliografiche, hanno indicato una caratterizzazione geosismica degli strati litologici significativi costituenti il sottosuolo dell’area in studio.

L’elaborazione dei dati sopra menzionati, confrontati con la stratigrafia scaturita dalle analisi, ha permesso quindi di effettuare una caratterizzazione del sito in oggetto dal punto di vista della risposta sismica, utilizzando il valore della Vs30.

Per definire l’azione sismica di progetto, si valuta l’effetto della risposta sismica locale (RSL) (C7.11.3.1 NTC 2008) determinando la categoria di sottosuolo specifica del sito.

Il “range” dei valori calcolati mette in evidenza che, il sottosuolo del sito in oggetto risulta caratterizzato da un valore della Vs30 di circa 335 m/sec ricadente quindi nella categoria di suolo di tipo C. Le misure sismiche eseguite, consentono di definire un valore di circa **Vs30 = 500 m/sec**. Il calcolo del Vs<sub>30</sub> è stato verificato in relazione ai parametri di velocità delle

onde di taglio mediate sui primi 30 metri di terreno mediante la comparazione del valore  $N_{spt}$  misurato in sito. Poiché la velocità media delle onde di taglio nei primi trenta metri, partendo dalla profondità del piano campagna, quota della testa dell'opera di progetto, è risultata maggiore di 360 m/sec, il sito in esame ricade, quindi, nella categoria di sottosuolo B secondo la tab. 3.2.II delle NTC 2008.

Attenendosi ai risultati ottenuti mediando i valori delle velocità delle onde di taglio ricavati dalle prove indicate in precedenza e, soprattutto, dalla comparazione dei dati provenienti dall'apposita indagine sismica di superficie, al suolo viene attribuita la categoria "B".

Le azioni sismiche di progetto si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione, che è descritta dalla probabilità che, in un fissato lasso di tempo ("periodo di riferimento" VR espresso in anni), in detto sito, si verifichi un evento sismico di entità almeno pari ad un valore prefissato; la probabilità è denominata "Probabilità di eccedenza o di superamento nel periodo di riferimento" PVR.

La pericolosità sismica è definita in termini di:

- accelerazione orizzontale massima attesa  $a_g$ , in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido (categoria A), con superficie topografica orizzontale (categoria T1);
- ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente  $S_e(T)$ , con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PVR nel periodo di riferimento VR.

Ai fini delle Nuove NTC, le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR, a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:  **$a_g$**  *accelerazione orizzontale massima al sito*  **$a_g$**  *accelerazione orizzontale massima al sito*;  **$F_o$**  *valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale*;  **$T_C$**  *\* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale*.

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	$S_T$
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

**Valori del coefficiente di amplificazione topografica  $S_T$  per le diverse categorie topografiche**

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Per quanto riguarda l'amplificazione stratigrafica la norma individua due fattori di incremento  $S_s$  e  $C_c$  in funzione della categoria di suolo di fondazione calcolata nel sito di realizzazione, mentre per quanto riguarda l'amplificazione topografica la norma individua quattro classi di variabilità assegnando a ciascuna un valore del coefficiente stratigrafico  $T_s$ . Nelle tabelle successive sono riportati i range di variabilità dei coefficienti di amplificazione:

Categoria sottosuolo	$S_s$	$C_c$
<b>A</b>	1,00	1,00
<b>B</b>	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
<b>C</b>	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
<b>D</b>	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
<b>E</b>	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

**Espressioni di calcolo dei coefficienti di amplificazione stratigrafica  $S_s$  e  $C_c$  per le diverse categorie di suolo**

---

Dalle analisi geologico geomorfologico e geognostiche effettuate in sito si evince che per il sito in oggetto può essere assegnare una categoria di amplificazione topografica di tipo T1 ossia assimilabile a **zona sub pianeggiante o con inclinazione media minore di 15°**; confrontando i risultati emersi dalle indagini sismiche e dalla stratigrafia delle indagini meccaniche eseguite, emerge una categoria di suolo di tipo B.

**Utilizzando le correlazioni descritte in bibliografia, tra il valore  $N_{spt}$  ed il valore  $V_s$ , si è ottenuto, per tutta la verticale di indagine il dato  $V_s$ ; in tal modo si è stimata la categoria di sottosuolo, ottenendo un valore  $V_{s30}$  simile a quello stimato in sito con la tecnica MASW comparato con i dati provenienti dalla bibliografia, pertanto si utilizzerà la categoria di sottosuolo B.**

In definitiva l'analisi degli spettri di risposta dovrà essere completata in funzione dell'incremento relativo alla classe d'uso della struttura in oggetto e alla vita nominale dell'opera, ulteriormente incrementata con i coefficienti stratigrafici e topografici di cui sopra e verificata agli stati limiti così come previsto da norma.

#### **STIMA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA**

Il primo passo consiste nella determinazione di  $a_g$  (accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido). Per tale determinazione è necessario conoscere le coordinate geografiche (in gradi decimali) dell'opera da verificare. Si determina, quindi, la maglia di riferimento in base alle tabelle dei parametri spettrali fornite dal ministero e, sulla base della maglia interessata, si determinano i valori di riferimento del punto come media pesata dei valori nei vertici della maglia moltiplicati per le distanze dal punto.

**PUNTO DI INDAGINE NUMERO UNO****Parametri sismici****Tipo di elaborazione****FONDAZIONI****Sito in esame***latitudine:* **40,933084***longitudine:* **14,098082***Classe:* **2***Vita nominale:* **50****Siti di riferimento***Sito 1* ID: 32754 Lat: 40,9334 Lon: 14,0859 Distanza: 1028,309*Sito 2* ID: 32755 Lat: 40,9331 Lon: 14,1521 Distanza: 4533,584*Sito 3* ID: 32977 Lat: 40,8831 Lon: 14,1515 Distanza: 7147,212*Sito 4* ID: 32976 Lat: 40,8834 Lon: 14,0854 Distanza: 5622,100**Parametri sismici***Categoria sottosuolo:* **B***Categoria topografica:* **T1***Periodo di riferimento:* **50 anni***Coefficiente cu:* **1,00**

	<b>Operatività</b>	<b>Danno</b>	<b>Salvaguardia vita</b>	<b>Prevenzione collasso</b>
	<b>(SLO)</b>	<b>(SLD)</b>	<b>(SLV)</b>	<b>(SLC)</b>
<b>Probabilità superamento: (%)</b>	81	63	10	5
<b>Tr: (anni)</b>	30	50	475	975
<b>ag: (g)</b>	0,040	0,053	0,139	0,177
<b>Fo:</b>	2,393	2,334	2,417	2,477
<b>Tc*: (sec.)</b>	0,282	0,317	0,355	0,359
<b><u>Coefficienti Sismici</u></b>	<b>SLO</b>	<b>SLD</b>	<b>SLV</b>	<b>SLC</b>
<b>Ss:</b>	1,200	1,200	1,200	1,200
<b>Cc:</b>	1,420	1,380	1,350	1,350
<b>St:</b>	1,000	1,000	1,000	1,000
<b>Kh:</b>	0,010	0,013	0,040	0,051
<b>Kv:</b>	0,005	0,006	0,020	0,025
<b>Amax:</b>	0,475	0,626	1,636	2,079
<b>Beta:</b>	0,200	0,200	0,240	0,240

**Le coordinate espresse in questo file sono in ED50****Coordinate WGS84****latitudine: 40.932085****longitudine: 14.097205**

**PUNTO DI INDAGINE NUMERO DUE****Parametri sismici****Tipo di elaborazione****FONDAZIONI****Sito in esame***latitudine:* **40,934594***longitudine:* **14,070176***Classe:* **2***Vita nominale:* **50****Siti di riferimento***Sito 1* ID: 32753 Lat: 40,9338 Lon: 14,0197 Distanza: 4239,551*Sito 2* ID: 32754 Lat: 40,9334 Lon: 14,0859 Distanza: 1322,861*Sito 3* ID: 32532 Lat: 40,9834 Lon: 14,0863 Distanza: 5596,986*Sito 4* ID: 32531 Lat: 40,9838 Lon: 14,0201 Distanza: 6896,641**Parametri sismici***Categoria sottosuolo:* **B***Categoria topografica:* **T1***Periodo di riferimento:* **50 anni***Coefficiente cu:* **1,00**

	<b>Operatività</b>	<b>Danno</b>	<b>Salvaguardia vita</b>	<b>Prevenzione collasso</b>
	<b>(SLO)</b>	<b>(SLD)</b>	<b>(SLV)</b>	<b>(SLC)</b>
<b>Probabilità superamento: (%)</b>	81	63	10	5
<b>Tr: (anni)</b>	30	50	475	975
<b>ag: (g)</b>	0,039	0,051	0,125	0,158
<b>Fo:</b>	2,391	2,337	2,451	2,508
<b>Tc*: (sec.)</b>	0,281	0,318	0,373	0,380
<b><u>Coefficienti Sismici</u></b>	<b>SLO</b>	<b>SLD</b>	<b>SLV</b>	<b>SLC</b>
<b>Ss:</b>	1,200	1,200	1,200	1,200
<b>Cc:</b>	1,420	1,380	1,340	1,330
<b>St:</b>	1,000	1,000	1,000	1,000
<b>Kh:</b>	0,009	0,012	0,036	0,045
<b>Kv:</b>	0,005	0,006	0,018	0,023
<b>Amax:</b>	0,462	0,599	1,476	1,857
<b>Beta:</b>	0,200	0,200	0,240	0,240

**Le coordinate espresse in questo file sono in ED50****Coordinate WGS84****latitudine: 40.933595****longitudine: 14.069300**

**PUNTO DI INDAGINE NUMERO TRE****Parametri sismici****Tipo di elaborazione****FONDAZIONI****Sito in esame***latitudine:* **40,940963***longitudine:* **14,102572***Classe:* **2***Vita nominale:* **50****Siti di riferimento***Sito 1* ID: 32754 Lat: 40,9334 Lon: 14,0859 Distanza: 1619,731*Sito 2* ID: 32755 Lat: 40,9331 Lon: 14,1521 Distanza: 4241,730*Sito 3* ID: 32533 Lat: 40,9831 Lon: 14,1525 Distanza: 6307,106*Sito 4* ID: 32532 Lat: 40,9834 Lon: 14,0863 Distanza: 4944,155**Parametri sismici***Categoria sottosuolo:* **B***Categoria topografica:* **T1***Periodo di riferimento:* **50 anni***Coefficiente cu:* **1,00**

	<b>Operatività</b>	<b>Danno</b>	<b>Salvaguardia vita</b>	<b>Prevenzione collasso</b>
	<b>(SLO)</b>	<b>(SLD)</b>	<b>(SLV)</b>	<b>(SLC)</b>
<b>Probabilità superamento: (%)</b>	81	63	10	5
<b>Tr: (anni)</b>	30	50	475	975
<b>ag: (g)</b>	0,040	0,052	0,131	0,165
<b>Fo:</b>	2,394	2,339	2,444	2,496
<b>Tc*: (sec.)</b>	0,282	0,318	0,369	0,378
<b><u>Coefficienti Sismici</u></b>	<b>SLO</b>	<b>SLD</b>	<b>SLV</b>	<b>SLC</b>
<b>Ss:</b>	1,200	1,200	1,200	1,200
<b>Cc:</b>	1,420	1,380	1,340	1,340
<b>St:</b>	1,000	1,000	1,000	1,000
<b>Kh:</b>	0,010	0,013	0,038	0,047
<b>Kv:</b>	0,005	0,006	0,019	0,024
<b>Amax:</b>	0,472	0,616	1,536	1,938
<b>Beta:</b>	0,200	0,200	0,240	0,240

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50

**Coordinate WGS84****latitudine: 40.939695****longitudine: 14.101695**



## CONSIDERAZIONE CONCLUSIVE

Gli elementi emersi dal rilevamento di base, dalla campagna di indagini e dal successivo lavoro di elaborazione e correlazione dei dati indicano un giudizio favorevole a quanto in progetto. La perizia effettuata dallo scrivente ha consentito, grazie anche *alla correlazione dei terreni presenti nelle immediate vicinanze del sito con i dati tratti dalla letteratura specifica* e geologicamente significativi, integrati con le indagini realizzate in sito, di affermare che ***il sito non presenta incompatibilità sia di carattere geologico, geomorfologico sia di carattere geologico-tecnico e sismico alla realizzazione delle opere in progetto; quindi l'intervento è perfettamente compatibile con la condizione geologico-ambientale dell'intorno.***

Non si riscontrano problematiche per le fondazioni con tipologia superficiale preferibilmente di tipo diretto idoneamente dimensionate e posizionate ad almeno un metro dal livello di campagna attuale.

Va sottolineato che *non esistono problematiche connesse a fenomeni di instabilità gravitazionale sia in atto che regressa per la assenza di dislivelli morfologici di una certa rilevanza e quindi l'intera area è da considerarsi stabile.*

- Alvignano, gennaio 2015

### **Il tecnico**

dott. geol. **Vincenzo DEL GENIO**  
Ordine Geologi Campania n° 1147



## CONSIDERAZIONE CONCLUSIVE

Gli elementi emersi dal rilevamento di base, dalla campagna di indagini e dal successivo lavoro di elaborazione e correlazione dei dati indicano un giudizio favorevole a quanto in progetto. La perizia effettuata dallo scrivente ha consentito, grazie anche *alla correlazione dei terreni presenti nelle immediate vicinanze del sito con i dati tratti dalla letteratura specifica* e geologicamente significativi, integrati con le indagini realizzate in sito, di affermare che ***il sito non presenta incompatibilità sia di carattere geologico, geomorfologico sia di carattere geologico-tecnico e sismico alla realizzazione delle opere in progetto; quindi l'intervento è perfettamente compatibile con la condizione geologico-ambientale dell'intorno.***

Non si riscontrano problematiche per le fondazioni con tipologia superficiale preferibilmente di tipo diretto idoneamente dimensionate e posizionate ad almeno un metro dal livello di campagna attuale.

Va sottolineato che *non esistono problematiche connesse a fenomeni di instabilità gravitazionale sia in atto che regressa per la assenza di dislivelli morfologici di una certa rilevanza e quindi l'intera area è da considerarsi stabile.*

- Alvignano, gennaio 2015



Comune di  
**GIUGLIANO IN CAMPANIA**  
*provincia di Napoli*

**OGGETTO :**

**COMPENSORIO IRRIGUO IN SINISTRA REGI LAGNI**  
**LAVORI DI COSTRUZIONE DELLA RETE DI ADDUZIONE**  
**PRIMARIA, SECONDARIA E TERZIARIA PER IL COMPLETAMENTO**  
**DELL'IMPIANTO IRRIGUO IN SINISTRA REGI LAGNI**  
I LOTTO, 2° STRALCIO SUB COMPENSORIO ALTO II LOTTO, SUB COMPENSORIO MEDIO  
REALIZZAZIONE SOTTOPASSI STRADALI E FERROVIARI

	<i>Contenuto :</i>	<i>data :</i>
<b>ALLEGATO</b>	<b>ELABORAZIONE PROVE PENETROMETRICHE STATICHE</b>	<i>Gennaio 2015</i>

**COMMITTENTE:** *Consorzio di Bonifica del Bacino Inferiore del Volturno*



## PROVA PENETROMETRICA STATICA

Committente: **Consorzio di Bonifica del Bacino Inferiore del Volturno**

Cantiere: *Realizzazione pozzetti per sottopassi stradali - rete irrigua*

Località: **Giugliano di Napoli**

### Caratteristiche Strumentali PAGANI TG 63 (200 kN)

Rif. Norme	ASTM D3441-86
Diametro Punta conica meccanica	35.7
Angolo di apertura punta	60
Area punta	10
Superficie manicotto	150
Passo letture (cm)	20
Costante di trasformazione Ct	10

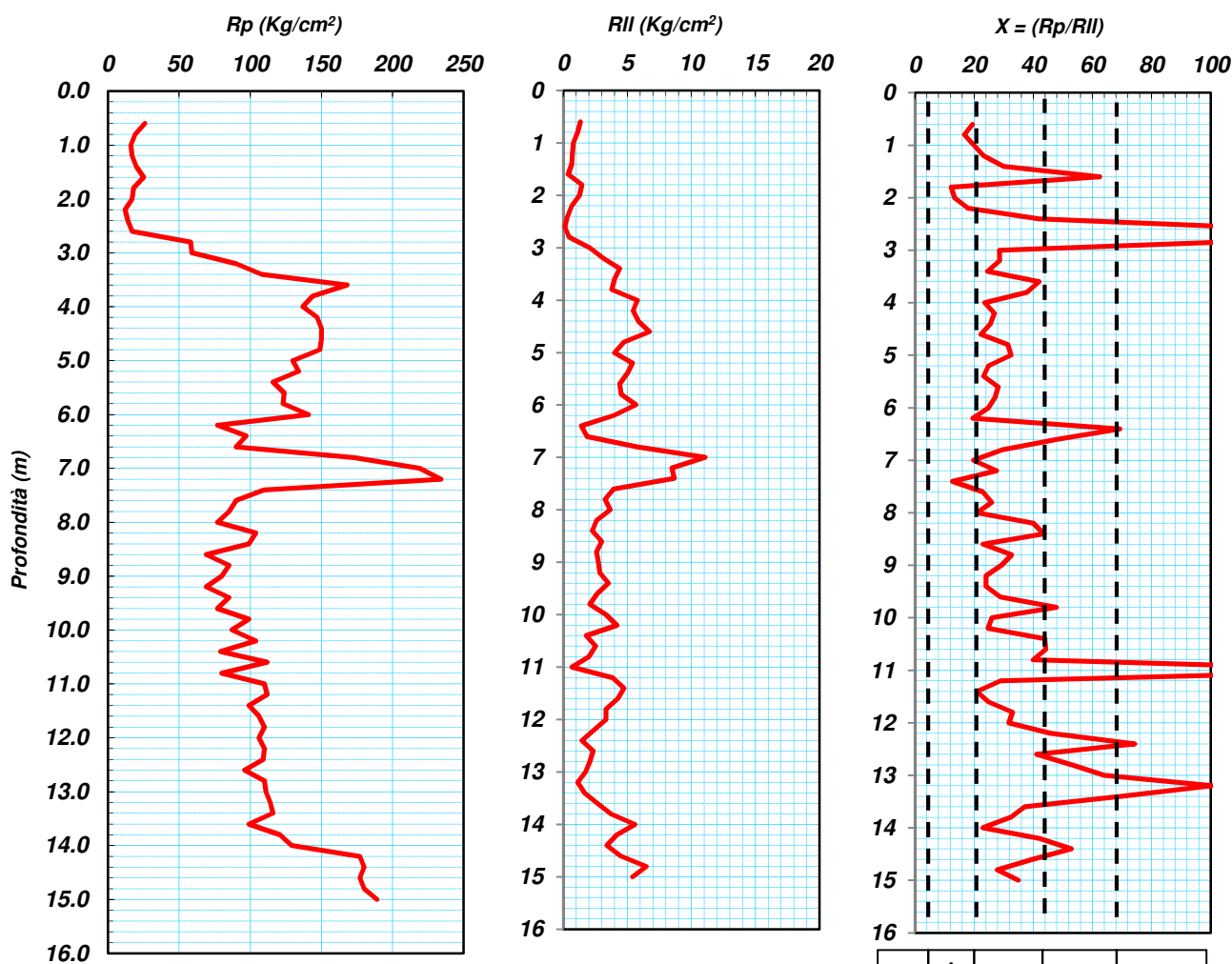
LITHOS S.r.l.

geol. Vincenzo Del Genio



**PROVA PENETROMETRICA STATICA (CPT)**

COMMITTENTE:	Consorzio di Bonifica del Bacino Inferiore del Volturno	N° di accettazione	0036/15
OGGETTO:	Realizzazione pozzetto per sottopasso stradale - rete irrigua	N° Certificato	0074
LOCALITA':	Giugliano in Campania	Sigla Prova	CPT 1
MODELLO SONDA: TG63-200 KN	PESO ASTE: 5,1 Kg	TIPOLOGIA PUNTA: Begeman	Data emissione
COORDINATE GEOGRAFICHE	Lat: 40°55.928' N	Long: 14°05.873' E	19/01/2015
DATA ESECUZIONE PROVA:	17/01/2015	campione indisturbato (m): 3,00 - 3,50	Pagina
			1/2

**LEGENDA PER LA LITOLOGIA**

T = Torbe	A = Argille	LA = Limi Argillosi	LS = Limi Sabbiosi
SI = Sabbie Limose	S = Sabbie	G = Ghiaia	

T	A	LA	LS	SL	S	SG
---	---	----	----	----	---	----

Il direttore del Laboratorio  
Dott. Geol. Franco Brizzi



Il responsabile di sito  
Dott. Geol. Giuseppe D'Onofrio



TABULATO PROVA CPT													CPT 1					
COMMITTENTE		Consorzio di Bonifica del Bacino Inferiore del Volturno																
LOCALITA'		Giugliano in Campania										N° certificato:		0074				
DATA ESECUZIONE PROVA:					17/01/2015				DATA EMISSIONE CERTIFICATO:					19/01/2015		Pag. 2/2		
Prof.	Rp	RI	Rll		Prof.	Rp	RI	Rll		Prof.	Rp	RI	Rll		Prof.	Rp	RI	Rll
0.6	26	46	1.333		8.2	104	143	2.6										
0.8	19	36	1.133		8.4	99	133	2.267										
1	16	28	0.8		8.6	69	114	3										
1.2	17	28	0.733		8.8	85	124	2.6										
1.4	20	30	0.667		9	80	121	2.733										
1.6	25	31	0.4		9.2	69	112	2.867										
1.8	18	40	1.467		9.4	85	138	3.533										
2	17	36	1.267		9.6	77	117	2.667										
2.2	12	22	0.667		9.8	99	130	2.067										
2.4	14	19	0.333		10	87	137	3.333										
2.6	17	19	0.133		10.2	104	167	4.2										
2.8	58	65	0.467		10.4	79	106	1.8										
3	59	90	2.067		10.6	112	150	2.533										
3.2	90	137	3.133		10.8	80	110	2										
3.4	108	174	4.4		11	110	120	0.667										
3.6	168	228	4		11.2	112	170	3.867										
3.8	144	201	3.8		11.4	99	170	4.733										
4	137	224	5.8		11.6	106	170	4.267										
4.2	147	229	5.467		11.8	110	160	3.333										
4.4	150	238	5.867		12	106	156	3.333										
4.6	150	251	6.733		12.2	110	146	2.4										
4.8	149	220	4.733		12.4	109	131	1.467										
5	130	190	4		12.6	96	131	2.333										
5.2	134	215	5.4		12.8	110	141	2.067										
5.4	116	191	5		13	111	137	1.733										
5.6	124	190	4.4		13.2	114	131	1.133										
5.8	123	191	4.533		13.4	116	141	1.667										
6	141	226	5.667		13.6	99	139	2.667										
6.2	77	136	3.933		13.8	121	177	3.733										
6.4	97	118	1.4		14	129	213	5.6										
6.6	90	118	1.867		14.2	177	240	4.2										
6.8	173	260	5.8		14.4	180	231	3.4										
7	219	385	11.07		14.6	177	244	4.467										
7.2	234	361	8.467		14.8	180	277	6.467										
7.4	110	240	8.667		15	189	270	5.4										
7.6	90	149	3.933															
7.8	85	134	3.267															
8	77	132	3.667															

LEGENDA	
<b>Prof.</b>	profondità (m)
<b>Rp</b>	Resistenza alla punta (Kg/cm <sup>2</sup> )
<b>RI</b>	Resistenza laterale letta in campagna (Kg/cm <sup>2</sup> )
<b>Rll</b>	Resistenza laterale locale (Kg/cm <sup>2</sup> )
<b>X</b>	rapporto Rp/Rll che definisce la granulometria

Il direttore del Laboratorio  
Dott. Geol. Franco Brizzi



Il responsabile di sito  
Dott. Geol. Giuseppe D'Onofrio



## PROVA PENETROMETRICA STATICA (CPT)

<b>Committente:</b>	Consorzio di Bonifica del Bacino Inferiore del Volturno		
<b>Cantiere:</b>	Giugliano in Campania		
<b>Prova (n):</b>	CPT 1		<b>Data esecuzione prova:</b> 17/01/2015

### INTERPRETAZIONE GEOMECCANICA

Prof.	Rp	Φ	Cu	Eed	Dr	Prof.	Rp	Φ	Cu	Eed	Dr	Prof.	Rp	Φ	Cu	Eed	C'
0.60	26	38.25	0.00	91.00	85.29	11.40	99	30.27	0.00	346.50	60.41						
0.80	19	35.26	0.00	66.50	67.60	11.60	106	30.53	0.00	371.00	62.34						
1.00	16	33.30	0.00	56.00	56.33	11.80	110	30.62	0.00	385.00	63.20						
1.20	17	32.70	0.00	59.50	54.02	12.00	106	30.36	0.00	371.00	61.53						
1.40	20	32.74	0.00	70.00	55.90	12.20	110	30.46	0.00	385.00	62.40						
1.60	25	33.19	0.00	87.50	60.36	12.40	109	30.33	0.00	381.50	61.70						
1.80	18	30.97	0.00	63.00	46.23	12.60	96	29.62	0.00	336.00	56.95						
2.00	17	30.17	0.00	59.50	41.74	12.80	110	30.22	0.00	385.00	61.25						
2.20	12	27.97	0.00	42.00	27.48	13.00	111	30.19	0.00	388.50	61.19						
2.40	14	28.30	0.00	49.00	30.68	13.20	114	30.25	0.00	399.00	61.74						
2.60	17	28.87	0.00	59.50	35.43	13.40	116	30.26	0.00	406.00	61.97						
2.80	58	34.58	0.00	203.00	75.81	13.60	99	29.40	0.00	346.50	56.17						
3.00	59	34.33	0.00	206.50	74.74	13.80	121	30.32	0.00	423.50	62.71						
3.20	90	36.10	0.00	315.00	87.70	14.00	129	30.57	0.00	451.50	64.57						
3.40	108	36.71	0.00	378.00	92.50	14.20	177	32.07	0.00	619.50	75.10						
3.60	168	38.61	0.00	588.00	>95	14.40	180	32.08	0.00	630.00	75.34						
3.80	144	37.58	0.00	504.00	>95	14.60	177	31.93	0.00	619.50	74.43						
4.00	137	37.08	0.00	479.50	>95	14.80	180	31.94	0.00	630.00	74.68						
4.20	147	37.19	0.00	514.50	>95	15.00	189	32.12	0.00	661.50	76.03						
4.40	150	37.06	0.00	525.00	>95												
4.60	150	36.84	0.00	525.00	>95												
4.80	149	36.59	0.00	521.50	>95												
5.00	130	35.71	0.00	455.00	89.60												
5.20	134	35.67	0.00	469.00	89.70												
5.40	116	34.77	0.00	406.00	83.83												
5.60	124	34.92	0.00	434.00	85.25												
5.80	123	34.70	0.00	430.50	84.13												
6.00	141	35.21	0.00	493.50	88.00												
6.20	77	32.05	0.00	269.50	66.43												
6.40	97	33.04	0.00	339.50	73.60												
6.60	90	32.51	0.00	315.00	70.28												
6.80	173	35.60	0.00	605.50	92.02												
7.00	219	36.63	0.00	766.50	>95												
7.20	234	36.82	0.00	819.00	>95												
7.40	110	32.94	0.00	385.00	74.43												
7.60	90	31.81	0.00	315.00	66.89												
7.80	85	31.40	0.00	297.50	64.30												
8.00	77	30.78	0.00	269.50	60.30												
8.20	104	32.15	0.00	364.00	70.03												
8.40	99	31.79	0.00	346.50	67.76												
8.60	69	29.88	0.00	241.50	54.79												
8.80	85	30.80	0.00	297.50	61.40												
9.00	80	30.39	0.00	280.00	58.78												
9.20	69	29.55	0.00	241.50	53.17												
9.40	85	30.47	0.00	297.50	59.82												
9.60	77	29.88	0.00	269.50	55.91												
9.80	99	31.02	0.00	346.50	64.05												
10.00	87	30.28	0.00	304.50	59.13												
10.20	104	31.07	0.00	364.00	64.78												
10.40	79	29.61	0.00	276.50	54.87												
10.60	112	31.25	0.00	392.00	66.40												
10.80	80	29.48	0.00	280.00	54.39												
11.00	110	30.97	0.00	385.00	64.89												
11.20	112	30.97	0.00	392.00	65.08												

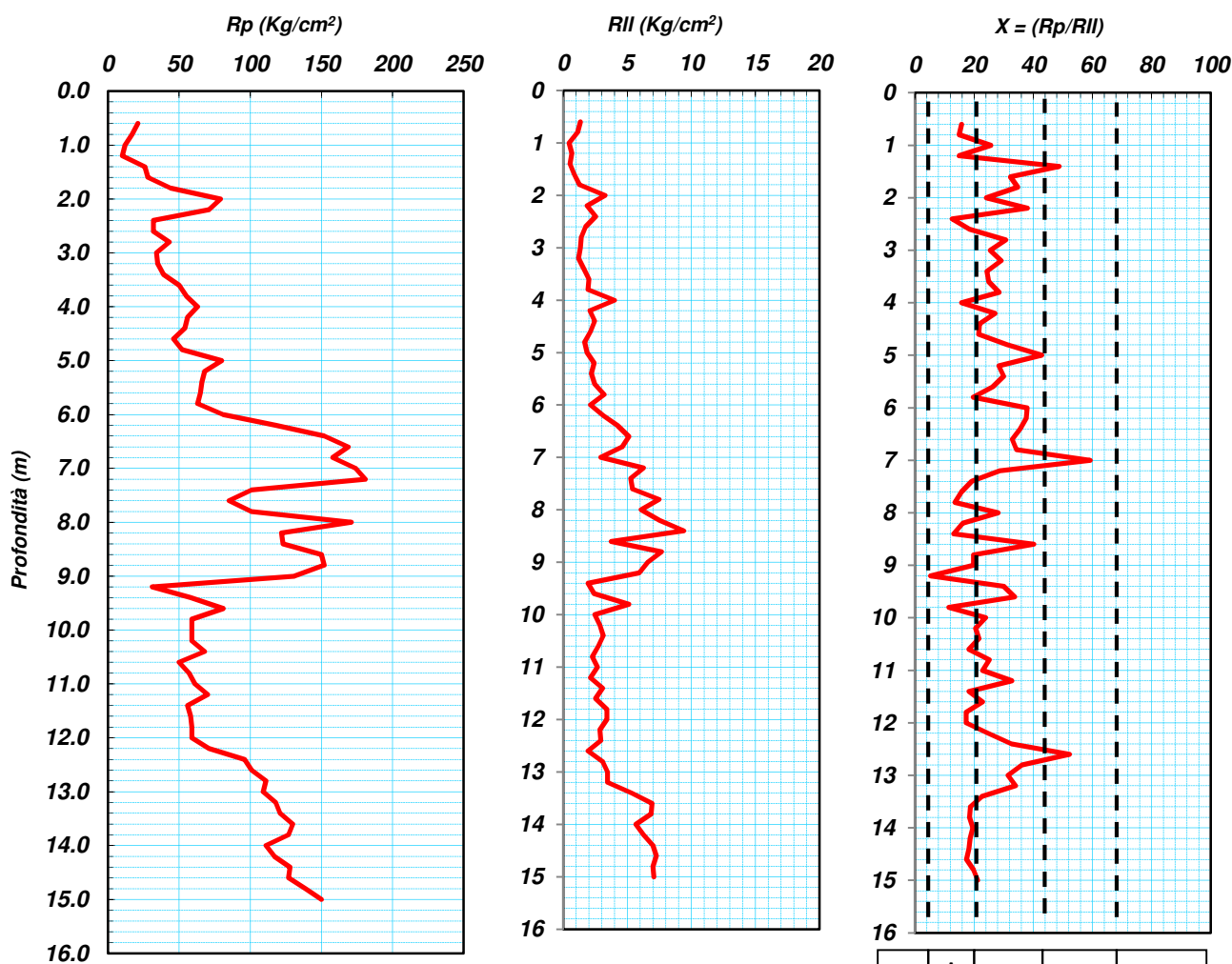
## LEGENDA

Prof.	profondità (m)
Rp	Resistenza alla punta (Kg/cm <sup>2</sup> )
RI	Resistenza laterale letta in campagna (Kg/cm <sup>2</sup> )
RII	Resistenza laterale locale (Kg/cm <sup>2</sup> )
X	rapporto Rp/RII che definisce la granulometria

Φ	angolo di attrito (gradi)
Cu	Coesione non drenata (Kg/cm <sup>2</sup> )
Eed	Modulo edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Dr	Densità relativa (%)

**PROVA PENETROMETRICA STATICA (CPT)**

COMMITTENTE:	Consorzio di Bonifica del Bacino Inferiore del Volturno			N° di accettazione	0036/15	
OGGETTO:	Realizzazione pozzetto per sottopasso stradale - rete irrigua			N° Certificato	0075	
LOCALITA':	Giugliano in Campania			Sigla Prova	CPT 2	
MODELLO SONDA: TG63-200 KN		PESO ASTE: 5,1 Kg	TIPOLOGIA PUNTA: Begeman		Data emissione	19/01/2015
COORDINATE GEOGRAFICHE		Lat: 40°56.023' N		Long: 14°04.069' E		
DATA ESECUZIONE PROVA:		17/01/2015	campione indisturbato (m): 3,00 - 3,50		Pagina	1/2

**LEGENDA PER LA LITOLOGIA**

T = Torbe	A = Argille	LA = Limi Argillosi	LS = Limi Sabbiosi
SI = Sabbie Limose	S = Sabbie	G = Ghiaia	

T	A	LA	LS	SL	S	SG
---	---	----	----	----	---	----

Il direttore del Laboratorio  
Dott. Geol. Franco Brizzi



Il responsabile di sito  
Dott. Geol. Giuseppe D'Onofrio





TABULATO PROVA CPT														CPT 2			
COMMITTENTE		Consorzio di Bonifica del Bacino Inferiore del Volturno															
LOCALITA'		Giugliano in Campania										N° certificato:		0075			
DATA ESECUZIONE PROVA:				17/01/2015				DATA EMISSIONE CERTIFICATO:				19/01/2015		Pag. 2/2			
Prof.	Rp	RI	Rll	Prof.	Rp	RI	Rll	Prof.	Rp	RI	Rll	Prof.	Rp	RI	Rll		
0.6	21	41	1.333	8.2	122	235	7.533										
0.8	17	34	1.133	8.4	123	264	9.4										
1	12	19	0.467	8.6	150	206	3.733										
1.2	10	20	0.667	8.8	152	267	7.667										
1.4	26	34	0.533	9	131	230	6.6										
1.6	28	41	0.867	9.2	31	120	5.933										
1.8	44	63	1.267	9.4	58	87	1.933										
2	79	128	3.267	9.6	81	117	2.4										
2.2	71	99	1.867	9.8	59	136	5.133										
2.4	32	70	2.533	10	59	96	2.467										
2.6	32	58	1.733	10.2	59	102	2.867										
2.8	43	64	1.4	10.4	68	115	3.133										
3	34	54	1.333	10.6	50	91	2.733										
3.2	35	53	1.2	10.8	57	91	2.267										
3.4	39	63	1.6	11	61	101	2.667										
3.6	50	80	2	11.2	70	102	2.133										
3.8	55	84	1.933	11.4	56	102	3.067										
4	63	123	4	11.6	58	96	2.533										
4.2	56	87	2.067	11.8	59	110	3.4										
4.4	54	91	2.467	12	59	110	3.4										
4.6	46	78	2.133	12.2	71	114	2.867										
4.8	52	77	1.667	12.4	96	140	2.933										
5	80	108	1.867	12.6	101	130	1.933										
5.2	68	104	2.4	12.8	111	157	3.067										
5.4	66	99	2.2	13	109	161	3.467										
5.6	65	102	2.467	13.2	118	170	3.467										
5.8	63	111	3.2	13.4	121	201	5.333										
6	81	113	2.133	13.6	130	234	6.933										
6.2	118	165	3.133	13.8	127	230	6.867										
6.4	152	216	4.267	14	111	196	5.667										
6.6	169	246	5.133	14.2	117	211	6.267										
6.8	158	227	4.6	14.4	128	233	7										
7	174	218	2.933	14.6	127	236	7.267										
7.2	181	275	6.267	14.8	139	244	7										
7.4	101	180	5.267	15	150	256	7.067										
7.6	85	166	5.4														
7.8	101	213	7.467														
8	171	262	6.067														

LEGENDA	
<b>Prof.</b>	profondità (m)
<b>Rp</b>	Resistenza alla punta (Kg/cm <sup>2</sup> )
<b>RI</b>	Resistenza laterale letta in campagna (Kg/cm <sup>2</sup> )
<b>Rll</b>	Resistenza laterale locale (Kg/cm <sup>2</sup> )
<b>X</b>	rapporto Rp/Rll che definisce la granulometria

**Il direttore del Laboratorio**  
Dott. Geol. Franco Brizzi



**Il responsabile di sito**  
Dott. Geol. Giuseppe D'Onofrio



# PROVA PENETROMETRICA STATICA (CPT)

<b>Committente:</b>	Consorzio di Bonifica del Bacino Inferiore del Volturno		
<b>Cantiere:</b>	Giugliano in Campania		
<b>Prova (n):</b>	CPT 2		<b>Data esecuzione prova:</b> 17/01/2015

## INTERPRETAZIONE GEOMECCANICA

Prof.	Rp	Φ	Cu	Eed	Dr	Prof.	Rp	Φ	Cu	Eed	Dr	Prof.	Rp	Φ	Cu	Eed	C'
0.60	21	37.19	0.00	73.50	77.96	11.40	56	27.45	0.00	196.00	40.84						
0.80	17	34.71	0.00	59.50	63.78	11.60	58	27.53	0.00	203.00	41.62						
1.00	12	31.88	0.00	42.00	46.44	11.80	59	27.53	0.00	206.50	41.80						
1.20	10	30.07	0.00	35.00	35.79	12.00	59	27.45	0.00	206.50	41.40						
1.40	26	34.04	0.00	91.00	64.91	12.20	71	28.29	0.00	248.50	47.36						
1.60	28	33.75	0.00	98.00	64.25	12.40	96	29.70	0.00	336.00	57.33						
1.80	44	35.41	0.00	154.00	76.95	12.60	101	29.88	0.00	353.50	58.69						
2.00	79	37.79	0.00	276.50	94.52	12.80	111	30.27	0.00	388.50	61.56						
2.20	71	36.78	0.00	248.50	88.56	13.00	109	30.10	0.00	381.50	60.56						
2.40	32	32.40	0.00	112.00	59.09	13.20	118	30.42	0.00	413.00	62.92						
2.60	32	32.00	0.00	112.00	57.16	13.40	121	30.47	0.00	423.50	63.42						
2.80	43	33.10	0.00	150.50	65.53	13.60	130	30.75	0.00	455.00	65.53						
3.00	34	31.59	0.00	119.00	55.80	13.80	127	30.56	0.00	444.50	64.38						
3.20	35	31.42	0.00	122.50	55.24	14.00	111	29.82	0.00	388.50	59.40						
3.40	39	31.65	0.00	136.50	57.50	14.20	117	30.01	0.00	409.50	60.87						
3.60	50	32.60	0.00	175.00	64.67	14.40	128	30.39	0.00	448.00	63.62						
3.80	55	32.81	0.00	192.50	66.64	14.60	127	30.28	0.00	444.50	63.02						
4.00	63	33.23	0.00	220.50	70.07	14.80	139	30.66	0.00	486.50	65.80						
4.20	56	32.40	0.00	196.00	64.85	15.00	150	30.97	0.00	525.00	68.09						
4.40	54	31.99	0.00	189.00	62.49												
4.60	46	30.97	0.00	161.00	55.91												
4.80	52	31.37	0.00	182.00	59.10												
5.00	80	33.30	0.00	280.00	72.92												
5.20	68	32.30	0.00	238.00	66.39												
5.40	66	31.97	0.00	231.00	64.45												
5.60	65	31.71	0.00	227.50	63.06												
5.80	63	31.38	0.00	220.50	61.14												
6.00	81	32.46	0.00	283.50	68.96												
6.20	118	34.16	0.00	413.00	81.10												
6.40	152	35.26	0.00	532.00	89.03												
6.60	169	35.64	0.00	591.50	91.93												
6.80	158	35.15	0.00	553.00	88.90												
7.00	174	35.49	0.00	609.00	91.52												
7.20	181	35.55	0.00	633.50	92.20												
7.40	101	32.52	0.00	353.50	71.50												
7.60	85	31.53	0.00	297.50	64.93												
7.80	101	32.25	0.00	353.50	70.23												
8.00	171	34.74	0.00	598.50	87.71												
8.20	122	32.94	0.00	427.00	75.52												
8.40	123	32.86	0.00	430.50	75.22												
8.60	150	33.73	0.00	525.00	81.47												
8.80	152	33.68	0.00	532.00	81.37												
9.00	131	32.83	0.00	458.50	75.72												
9.20	31	25.58	0.00	108.50	25.67												
9.40	58	28.58	0.00	203.00	46.68												
9.60	81	30.13	0.00	283.50	57.65												
9.80	59	28.46	0.00	206.50	46.27												
10.00	59	28.36	0.00	206.50	45.78												
10.20	59	28.26	0.00	206.50	45.31												
10.40	68	28.87	0.00	238.00	49.72												
10.60	50	27.25	0.00	175.00	38.69												
10.80	57	27.80	0.00	199.50	42.75												
11.00	61	28.05	0.00	213.50	44.63												
11.20	70	28.64	0.00	245.00	48.93												

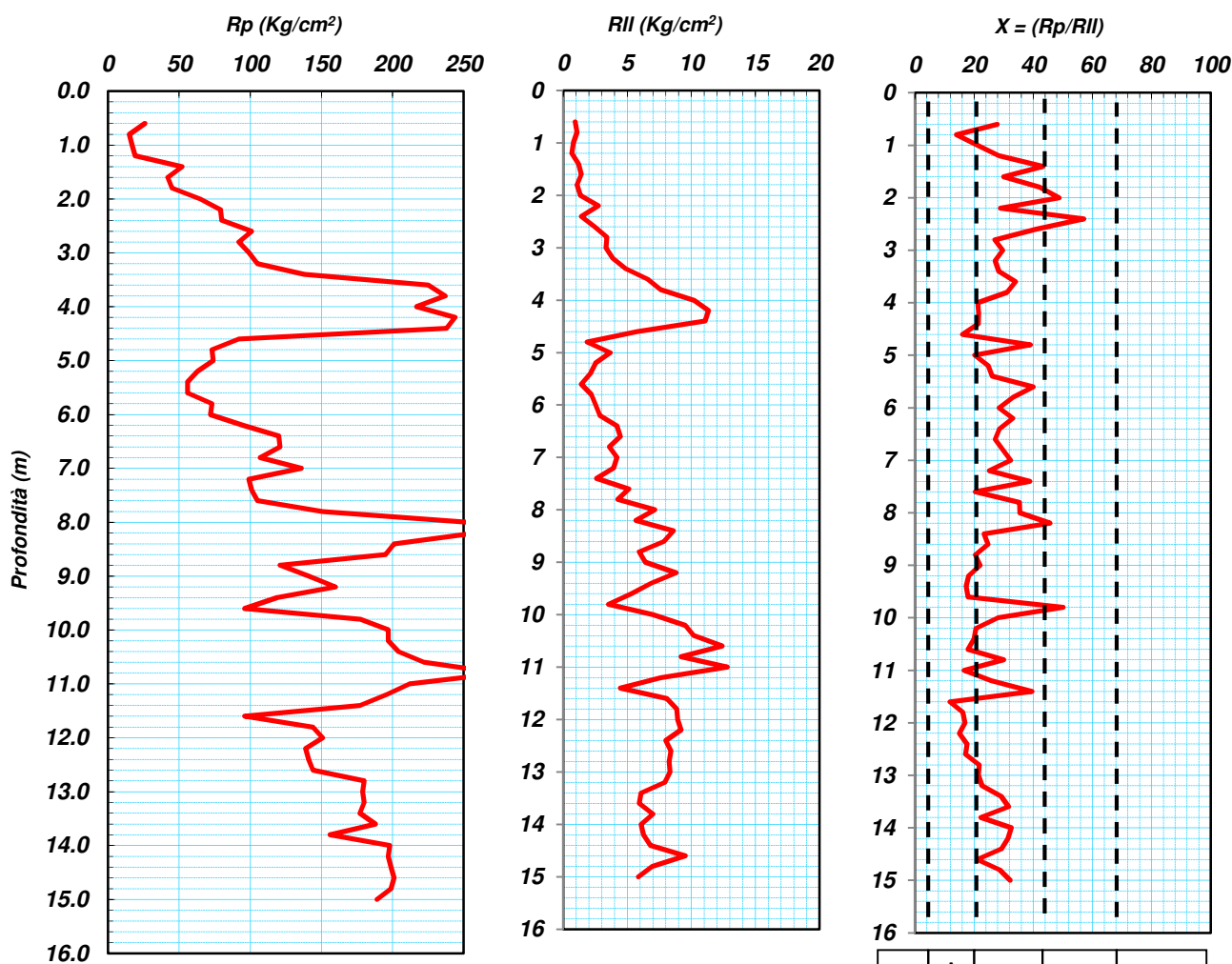
## LEGENDA

Prof.	profondità (m)
Rp	Resistenza alla punta (Kg/cm <sup>2</sup> )
RI	Resistenza laterale letta in campagna (Kg/cm <sup>2</sup> )
RII	Resistenza laterale locale (Kg/cm <sup>2</sup> )
X	rapporto Rp/RII che definisce la granulometria

Φ	angolo di attrito (gradi)
Cu	Coesione non drenata (Kg/cm <sup>2</sup> )
Eed	Modulo edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Dr	Densità relativa (%)

**PROVA PENETROMETRICA STATICA (CPT)**

COMMITTENTE:	Consorzio di Bonifica del Bacino Inferiore del Volturno			N° di accettazione	0036/15	
OGGETTO:	Realizzazione pozzetto per sottopasso stradale - rete irrigua			N° Certificato	0076	
LOCALITA':	Giugliano in Campania			Sigla Prova	CPT 3	
MODELLO SONDA: TG63-200 KN		PESO ASTE: 5,1 Kg	TIPOLOGIA PUNTA: Begeman		Data emissione	19/01/2015
COORDINATE GEOGRAFICHE		Lat: 40°56.425' N		Long: 14°06.090' E		
DATA ESECUZIONE PROVA:		17/01/2015	campione indisturbato (m): 3,00 - 3,50		Pagina	1/2

**LEGENDA PER LA LITOLOGIA**

T = Torbe	A = Argille	LA = Limi Argillosi	LS = Limi Sabbiosi
SI = Sabbie Limose	S = Sabbie	G = Ghiaia	

T	A	LA	LS	SL	S	SG
---	---	----	----	----	---	----

Il direttore del Laboratorio  
Dott. Geol. Franco Brizzi



Il responsabile di sito  
Dott. Geol. Giuseppe D'Onofrio



TABULATO PROVA CPT													CPT 3					
COMMITTENTE		Consorzio di Bonifica del Bacino Inferiore del Volturno																
LOCALITA'		Giugliano in Campania										N° certificato:		0076				
DATA ESECUZIONE PROVA:					17/01/2015				DATA EMISSIONE CERTIFICATO:					19/01/2015		Pag. 2/2		
Prof.	Rp	RI	Rll		Prof.	Rp	RI	Rll		Prof.	Rp	RI	Rll		Prof.	Rp	RI	Rll
0.6	26	40	0.933		8.2	259	344	5.667										
0.8	15	31	1.067		8.4	201	330	8.6										
1	17	29	0.8		8.6	195	313	7.867										
1.2	19	29	0.667		8.8	121	210	5.933										
1.4	52	70	1.2		9	141	237	6.4										
1.6	42	63	1.4		9.2	160	292	8.8										
1.8	45	61	1.067		9.4	119	222	6.867										
2	65	85	1.333		9.6	96	176	5.333										
2.2	79	120	2.733		9.8	177	230	3.533										
2.4	80	101	1.4		10	197	302	7										
2.6	101	138	2.467		10.2	197	340	9.533										
2.8	92	143	3.4		10.4	204	357	10.2										
3	99	149	3.333		10.6	222	408	12.4										
3.2	105	163	3.867		10.8	276	414	9.2										
3.4	138	211	4.867		11	212	404	12.8										
3.6	225	324	6.6		11.2	196	310	7.6										
3.8	237	351	7.6		11.4	177	244	4.467										
4	217	370	10.2		11.6	96	217	8.067										
4.2	244	414	11.33		11.8	144	277	8.867										
4.4	238	404	11.07		12	151	285	8.933										
4.6	92	178	5.733		12.2	139	277	9.2										
4.8	73	101	1.867		12.4	141	261	8										
5	74	129	3.667		12.6	144	270	8.4										
5.2	63	101	2.533		12.8	180	304	8.267										
5.4	56	88	2.133		13	179	304	8.333										
5.6	56	77	1.4		13.2	180	299	7.933										
5.8	73	106	2.2		13.4	177	268	6.067										
6	72	110	2.533		13.6	188	277	5.933										
6.2	95	138	2.867		13.8	156	261	7										
6.4	120	183	4.2		14	198	289	6.067										
6.6	121	188	4.467		14.2	197	291	6.267										
6.8	107	161	3.6		14.4	199	301	6.8										
7	136	199	4.2		14.6	201	344	9.533										
7.2	99	158	3.933		14.8	199	303	6.933										
7.4	101	140	2.6		15	189	277	5.867										
7.6	105	182	5.133															
7.8	151	215	4.267															
8	253	360	7.133															

LEGENDA	
<b>Prof.</b>	profondità (m)
<b>Rp</b>	Resistenza alla punta (Kg/cm <sup>2</sup> )
<b>RI</b>	Resistenza laterale letta in campagna (Kg/cm <sup>2</sup> )
<b>Rll</b>	Resistenza laterale locale (Kg/cm <sup>2</sup> )
<b>X</b>	rapporto Rp/Rll che definisce la granulometria

Il direttore del Laboratorio  
Dott. Geol. Franco Brizzi



Il responsabile di sito  
Dott. Geol. Giuseppe D'Onofrio



# PROVA PENETROMETRICA STATICA (CPT)

<b>Committente:</b>	Consorzio di Bonifica del Bacino Inferiore del Volturno		
<b>Cantiere:</b>	Giugliano in Campania		
<b>Prova (n):</b>	CPT 3		<b>Data esecuzione prova:</b> 17/01/2015

## INTERPRETAZIONE GEOMECCANICA

Prof.	Rp	Φ	Cu	Eed	Dr	Prof.	Rp	Φ	Cu	Eed	Dr	Prof.	Rp	Φ	Cu	Eed	C'
0.60	26	38.25	0.00	91.00	85.29	11.40	177	33.15	0.00	619.50	80.38						
0.80	15	34.09	0.00	52.50	59.47	11.60	96	30.03	0.00	336.00	58.94						
1.00	17	33.60	0.00	59.50	58.41	11.80	144	31.96	0.00	504.00	72.46						
1.20	19	33.25	0.00	66.50	57.84	12.00	151	32.11	0.00	528.50	73.69						
1.40	52	37.48	0.00	182.00	88.73	12.20	139	31.62	0.00	486.50	70.44						
1.60	42	35.76	0.00	147.00	78.18	12.40	141	31.61	0.00	493.50	70.54						
1.80	45	35.52	0.00	157.50	77.72	12.60	144	31.64	0.00	504.00	70.88						
2.00	65	36.82	0.00	227.50	87.82	12.80	180	32.66	0.00	630.00	78.17						
2.20	79	37.31	0.00	276.50	92.23	13.00	179	32.56	0.00	626.50	77.61						
2.40	80	36.94	0.00	280.00	90.57	13.20	180	32.51	0.00	630.00	77.43						
2.60	101	37.70	0.00	353.50	>95	13.40	177	32.35	0.00	619.50	76.49						
2.80	92	36.87	0.00	322.00	91.66	13.60	188	32.58	0.00	658.00	78.21						
3.00	99	36.89	0.00	346.50	92.52	13.80	156	31.58	0.00	546.00	71.44						
3.20	105	36.87	0.00	367.50	92.99	14.00	198	32.69	0.00	693.00	79.29						
3.40	138	37.92	0.00	483.00	>95	14.20	197	32.60	0.00	689.50	78.77						
3.60	225	40.06	0.00	787.50	>95	14.40	199	32.58	0.00	696.50	78.78						
3.80	237	40.05	0.00	829.50	>95	14.60	201	32.56	0.00	703.50	78.80						
4.00	217	39.36	0.00	759.50	>95	14.80	199	32.44	0.00	696.50	78.13						
4.20	244	39.70	0.00	854.00	>95	15.00	189	32.12	0.00	661.50	76.03						
4.40	238	39.35	0.00	833.00	>95												
4.60	92	34.41	0.00	322.00	79.72												
4.80	73	33.05	0.00	255.50	70.75												
5.00	74	32.92	0.00	259.00	70.24												
5.20	63	31.92	0.00	220.50	63.76												
5.40	56	31.15	0.00	196.00	58.81												
5.60	56	30.97	0.00	196.00	57.93												
5.80	73	32.11	0.00	255.50	66.20												
6.00	72	31.88	0.00	252.00	64.91												
6.20	95	33.09	0.00	332.50	73.65												
6.40	120	34.09	0.00	420.00	80.91												
6.60	121	33.98	0.00	423.50	80.45												
6.80	107	33.22	0.00	374.50	75.51												
7.00	136	34.27	0.00	476.00	83.05												
7.20	99	32.55	0.00	346.50	71.47												
7.40	101	32.52	0.00	353.50	71.50												
7.60	105	32.58	0.00	367.50	72.19												
7.80	151	34.25	0.00	528.50	84.05												
8.00	253	36.68	0.00	885.50	>95												
8.20	259	36.68	0.00	906.50	>95												
8.40	201	35.30	0.00	703.50	92.09												
8.60	195	35.03	0.00	682.50	90.49												
8.80	121	32.55	0.00	423.50	73.54												
9.00	141	33.20	0.00	493.50	78.25												
9.20	160	33.72	0.00	560.00	82.07												
9.40	119	32.14	0.00	416.50	71.38												
9.60	96	30.97	0.00	336.00	63.49												
9.80	177	33.91	0.00	619.50	84.02												
10.00	197	34.34	0.00	689.50	87.21												
10.20	197	34.24	0.00	689.50	86.73												
10.40	204	34.31	0.00	714.00	87.46												
10.60	222	34.64	0.00	777.00	89.91												
10.80	276	35.63	0.00	966.00	>95												
11.00	212	34.23	0.00	742.00	87.44												
11.20	196	33.75	0.00	686.00	84.31												

## LEGENDA

Prof.	profondità (m)
Rp	Resistenza alla punta (Kg/cm <sup>2</sup> )
RI	Resistenza laterale letta in campagna (Kg/cm <sup>2</sup> )
Rll	Resistenza laterale locale (Kg/cm <sup>2</sup> )
X	rapporto Rp/Rll che definisce la granulometria

Φ	angolo di attrito (gradi)
Cu	Coesione non drenata (Kg/cm <sup>2</sup> )
Eed	Modulo edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Dr	Densità relativa (%)

## **PROVE PENETROMETRICHE STATICHE**

### **(CONE PENETRATION TEST)**

#### **C.P.T.**

### **PROVE CPT : METODOLOGIA DELL' INDAGINE**

La prova penetrometrica statica CPT (di tipo meccanico) consiste essenzialmente nella misura della resistenza alla penetrazione di una punta meccanica di dimensioni e caratteristiche standardizzate, infissa nel terreno a velocità costante ( $v = 2 \text{ cm / s} \pm 0,5 \text{ cm / s}$ ).

La penetrazione viene effettuata tramite un dispositivo di spinta (martinetto idraulico), opportunamente ancorato al suolo con coppie di coclee ad infissione, che agisce su una batteria doppia di aste (aste coassiali esterne cave e interne piene), alla cui estremità è collegata la punta.

Lo sforzo necessario per l'infissione è misurato per mezzo di manometri, collegati al martinetto mediante una testa di misura idraulica.

La punta conica (del tipo telescopico) è dotata di un manicotto sovrastante, per la misura dell'attrito laterale : punta / manicotto tipo "**Begemann**".

Le dimensioni della punta / manicotto sono standardizzate, e precisamente :

- diametro Punta Conica meccanica	$\varnothing$	= 35,7 mm
- area di punta	$A_p$	= 10 cm <sup>2</sup>
- angolo di apertura del cono	$\alpha$	= 60 °
- superficie laterale del manicotto	$A_m$	= 150 cm <sup>2</sup>

Sulla batteria di aste esterne può essere installato un anello allargatore per diminuire l'attrito sulle aste, facilitandone l'infissione.

### **REGISTRAZIONE DATI.**

Una cella di carico, che rileva gli sforzi di infissione, è montata all'interno di un'unità rimovibile, chiamata "selettore", che preme alternativamente sull'asta interna e su quella esterna.

Durante la fase di spinta le aste sono azionate automaticamente da un comando idraulico. L'operatore deve solamente controllare i movimenti di spinta per l'infissione delle aste.

I valori acquisiti dalla cella di carico sono visualizzati sul display di una Sistema Acquisizione Automatico (qualora presente) o sui manometri.

Per mezzo di un software (in alcuni strumenti) è possibile sia durante l'acquisizione, che in un secondo momento a prove ultimate trasferire i dati ad un PC.

Le letture di campagna (che possono essere rilevate dal sistema di acquisizione sia in Kg che in Kg/cm<sup>2</sup>) durante l'infissione sono le seguenti:

- Lettura alla punta **LP** = prima lettura di campagna durante l'infissione relativa all'infissione della sola punta

- Lettura laterale **LT** = seconda lettura di campagna relativa all'infissione della punta+manicotto
- Lettura totale **LLTT** = terza lettura di campagna relativa all'infissione delle aste esterne ( tale lettura non sempre viene rilevata in quanto non è influente metodologicamente ai fini interpretativi).

## METODOLOGIA DI ELABORAZIONE

I dati rilevati della prova sono quindi una coppia di valori per ogni intervallo di lettura costituiti da LP (Lettura alla punta) e LT (Lettura della punta + manicotto), le relative resistenze vengono quindi desunte per differenza, inoltre la resistenza laterale viene conteggiata 20 cm sotto (alla quota della prima lettura della punta).

Trasferiti i dati ad un PC vengono elaborati da un programma di calcolo “**STATIC PROBING**” della GeoStru

La resistenze specifiche **Qc** (Resistenza alla punta **RP**) e **Ql** Resistenza Laterale **RL** o **fs** attrito laterale specifico che considera la superficie del manicotto di frizione) vengono desunte tramite opportune costanti e sulla base dei valori specifici dell'area di base della punta e dell'area del manicotto di frizione laterale tenendo in debito conto che:

$A_p = \text{l'area punta (base del cono punta tipo "Begemann")} = 10 \text{ cm}^2$

$A_m = \text{area del manicotto di frizione} = 150 \text{ cm}^2$

$C_t = \text{costante di trasformazione} = 10$

Il programma Static Probing permette inoltre l'archiviazione, la gestione e l'elaborazione delle Prove Penetrometriche Statiche.

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

La sonda penetrometrica permette inoltre di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii, e la consistenza in generale del terreno. L'utilizzo dei dati dovrà comunque essere trattato con spirito critico e possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona.

I dati di uscita principali sono RP (Resistenza alla punta) e RL (Resistenza laterale o fs, attrito laterale specifico che considera la superficie del manicotto di frizione) che il programma calcola automaticamente; inoltre viene calcolato il Rapporto RP/RL (Rapporto Begemann 1965) e il Rapporto RL/RP (Rapporto Schmertmann 1978 – FR %).

I valori sono calcolati con queste formule:

$$Q_c (RP) = (LP \times C_t) / 10 \text{ cm}^2.$$

**Resistenza alla punta**

$$Q_l (RL) (fs) = [(LT - LP) \times C_t] / 150 \text{ cm}^2.$$

**Resistenza laterale**

$Q_c (RP) = \text{Lettura alla punta } LP \times \text{Costante di Trasformazione } Ct / \text{Superficie Punta } A_p$

$Q_l (RL) (fs) = \text{Lettura laterale } LT - \text{Lettura alla punta } LP \times \text{Costante di Trasformazione } Ct / A_m \text{ area del manicotto di frizione}$

**N.B.**

-  $A_p = 10 \text{ cm}^2$  e  $A_m = 150 \text{ cm}^2$

- la resistenza laterale viene conteggiata **20 cm sotto** (alla quota della prima lettura della punta)

**VALUTAZIONI STATISTICHE**

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

**Medio**

Media aritmetica dei valori della resistenza alla punta sullo strato considerato.

**Media minima**

Valore statistico inferiore alla media aritmetica dei valori della resistenza alla punta sullo strato considerato.

**Massimo**

Valore massimo dei valori del numero della resistenza alla punta sullo strato considerato.

**Minimo**

Valore minimo dei valori del numero della resistenza alla punta sullo strato considerato.

**Media (+) s**

Media (+) scarto (valore statistico) dei valori della resistenza alla punta sullo strato considerato.

**Media (-) s**

Media (-) scarto (valore statistico) dei valori della resistenza alla punta sullo strato considerato.

**CORRELAZIONI**

Scegliendo il tipo di interpretazione litologica (consigliata o meno a seconda del tipo di penetrometro utilizzato) si ha in automatico la stratigrafia con il passo dello strumento ed interpolazione automatica degli strati. Il programma esegue inoltre il grafico (per i vari autori) Profondità/Valutazioni litologiche, per visualizzare in maniera diretta l'andamento delle litologie presenti lungo la verticale indagata.

**INTERPRETAZIONI LITOLOGICHE (Autori di riferimento)**

- Searle 1979
- Douglas Olsen 1981 ( consigliato per CPTE)
- A.G.I. 1977 ( consigliato per CPT)
- Schmertmann 1978 (consigliato per CPT)
- Robertson 1983-1986 ( consigliato per CPTE)
- Begemann 1965 ( consigliato per CPT)



## **Suddivisione delle metodologie di indagine con i Penetrometri statici**

CPT (Cone Penetration Test – punta Meccanica tipo Begemann)

CPTE (Cone Penetration Test Electric – punta elettrica)

CPTU (Piezocono)

Per quanto riguarda la PUNTA ELETTRICA generalmente tale strumento permette di ottenere dati in continuo con un passo molto ravvicinato (anche 2 cm.) rispetto al PUNTA MECCANICA (20 cm.).

Per il PIEZOCONO i dati di inserimento oltre a quelli di LP e LT sono invece la pressione neutrale misurata ed il tempo di dissipazione (tempo intercorrente misurato tra la misura della sovrappressione neutrale e la pressione neutrale o pressione della colonna d'acqua). Tale misurazione si effettua generalmente misurando la sovrappressione ottenuta in fase di spinta e la pressione neutrale (dissipazione nel tempo) misurata in fase di alleggerimento di spinta (arresto penetrazione). Il programma usato per le elaborazioni permette di immettere  $U1 - U2 - U3$  cioè la sovrappressione neutrale misurata rispettivamente con filtro poroso posizionato nel cono, attorno al cono, o attorno al manicotto a seconda del tipo di piezocono utilizzato. Tale sovrappressione (che è data dalla somma della pressione idrostatica preesistente la penetrazione e dalle pressioni dei pori prodotte dalla compressione) può essere positiva o negativa e generalmente varia da (-1 a max. + 10-20 kg/cmq) ed è prodotta dalla compressione o dilatazione del terreno a seguito della penetrazione. Per il calcolo oltre ai dati strumentali generali si deve immettere per una correzione dei valori immessi :

**Area punta del cono** (area esterna punta)

**Area interna punta del cono** (area del restringimento in prossimità del setto poroso – interna cono-manicotto). Generalmente il rapporto tra le aree varia da (0,70 – 1,00).

**Il Passo del penetrometro** (l'intervallo entro cui effettua la lettura, generalmente per penetrometri normali è 20 cm., per le punte elettriche-piezoconi può essere di 2 cm).

Il programma elabora quindi i dati di resistenza alla punta e laterale  $f_s$  con le opportune correzioni dovute alla normalizzazione (con la tensione litostatica e con la pressione dei pori). Robertson definisce infine il valore caratteristico del  $I_c$  (Indice di tipo dello strato) e Contenuto in materiale fine FC % (cioè la percentuale di contenuto argilloso < 2 micron).

## **CORRELAZIONI GEOTECNICHE**

Scegliendo il tipo di interpretazione litologica si ha in automatico la stratigrafia con il passo dello strumento ed interpolazione automatica degli strati.

Ad ogni strato mediato il programma calcola la  $Q_c$  media, la  $f_s$  media, il peso di volume naturale medio, il comportamento geotecnico (coesivo, incoerente o coesivo-incoerente), ed applica una texture.

L'utilizzo dei dati dovrà comunque essere trattato con spirito critico e possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona.

## **TERRENI INCOERENTI**

### ***Angolo di Attrito***

Angolo di Attrito (Caquot) - per sabbie N.C. e S.C. non cementate e per prof. > 2 mt. in terreni saturi o > 1 mt. non saturi

### ***Densità relativa (%)***

Densità Relativa (Baldi ed altri 1978-1983 - Schmertmann 1976) - per sabbie NC non cementate

### ***Modulo di Young***

Modulo di Young (Schmertmann 1970-1978)  $E_y(25) - E_y(50)$  - modulo secante riferito rispettivamente al 25 % e 50 % del valore di rottura – prima fase della curva carico/deformazione

### ***Modulo Edometrico***

Modulo Edometrico (Mitchell & Gardner 1975) – valido per sabbie

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

Peso di Volume (Meyerhof) -

Peso di Volume saturo (Meyerhof) -

### ***Modulo di deformazione di taglio***

Imai & Tonouchi (1982) elaborazione valida soprattutto per **sabbie** e per tensioni litostatiche comprese tra 0,5 - 4,0 kg/cmq.

### ***Potenziale di Liquefazione***

Verifica alla liquefazione dei suoli incoerenti (Metodo di Robertson e Wride 1997 – C.N.R. – GNDT) – coefficiente di sicurezza relativo alle varie zone sismiche I-I-III-IV cat. – N.B. la liquefazione è assente per  $F_s \geq 1,25$ , possibile per  $F_s=1,0-1,25$  e molto probabile per  $F_s < 1$

### ***Fattori di compressibilità***

Ramo di carico C ( autori vari)

Ramo di carico medio  $C_{rm}$  (autori vari)

### ***OCR - Grado di Sovraconsolidazione***

Grado di Sovraconsolidazione OCR - (metodo Stress-History)

### ***Modulo Di Reazione $K_0$***

(Kulhawy Maine, 1990).

### ***Correlazione NSPT***

Meardi – Meigh 1972

### ***Coefficiente Di Consolidazione Verticale***

Coefficiente di Consolidazione  $C_v$  (Piacentini-Righi, 1988)

### ***Permeabilità***

Coefficiente di Permeabilità  $K$  (Piacentini-Righi, 1988 )

**PROVA ... Nr.1**

Committente: **Consorzio di Bonifica del Bacino Inferiore del Volturno** Certificato Nr. 0074/15 del 19/01/2015

Strumento utilizzato: PAGANI TG 63 (200 kN)

Verbale di accettazione nr. 0036/15 del 19/01/2015

Prova eseguita in data: 17/01/2015

Codice commessa nr. 0036/15 del 19/01/2015

Profondità prova: 15.00 mt

Località: Giugliano di Napoli

Profondità (m)	Lettura punta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Lettura laterale (Kg/cm <sup>2</sup> )	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0.20	26.00	46.0	26.0	1.333	19.505	5.1
0.40	26.00	46.0	26.0	1.333	19.505	5.1
0.60	26.00	46.0	26.0	1.133	22.948	4.4
0.80	19.00	36.0	19.0	0.8	23.75	4.2
1.00	16.00	28.0	16.0	0.733	21.828	4.6
1.20	17.00	28.0	17.0	4.667	3.643	27.5
1.40	20.00	90.0	20.0	0.4	50.0	2.0
1.60	25.00	31.0	25.0	1.467	17.042	5.9
1.80	18.00	40.0	18.0	1.267	14.207	7.0
2.00	17.00	36.0	17.0	0.667	25.487	3.9
2.20	12.00	22.0	12.0	0.333	36.036	2.8
2.40	14.00	19.0	14.0	0.133	105.263	1.0
2.60	17.00	19.0	17.0	0.467	36.403	2.7
2.80	58.00	65.0	58.0	2.067	28.06	3.6
3.00	59.00	90.0	59.0	3.133	18.832	5.3
3.20	90.00	137.0	90.0	4.4	20.455	4.9
3.40	108.00	174.0	108.0	4.067	26.555	3.8
3.60	167.00	228.0	167.0	3.8	43.947	2.3
3.80	144.00	201.0	144.0	5.8	24.828	4.0
4.00	137.00	224.0	137.0	5.467	25.059	4.0
4.20	147.00	229.0	147.0	5.867	25.055	4.0
4.40	150.00	238.0	150.0	6.733	22.278	4.5
4.60	150.00	251.0	150.0	4.733	31.692	3.2
4.80	149.00	220.0	149.0	4.0	37.25	2.7
5.00	130.00	190.0	130.0	5.4	24.074	4.2
5.20	134.00	215.0	134.0	5.0	26.8	3.7
5.40	116.00	191.0	116.0	4.4	26.364	3.8
5.60	124.00	190.0	124.0	4.533	27.355	3.7
5.80	123.00	191.0	123.0	5.667	21.705	4.6
6.00	141.00	226.0	141.0	3.933	35.85	2.8
6.20	77.00	136.0	77.0	1.4	55.0	1.8
6.40	97.00	118.0	97.0	1.867	51.955	1.9
6.60	90.00	118.0	90.0	5.667	15.881	6.3
6.80	175.00	260.0	175.0	11.067	15.813	6.3
7.00	219.00	385.0	219.0	8.467	25.865	3.9
7.20	234.00	361.0	234.0	8.667	26.999	3.7
7.40	110.00	240.0	110.0	3.933	27.968	3.6
7.60	90.00	149.0	90.0	3.267	27.548	3.6
7.80	85.00	134.0	85.0	3.667	23.18	4.3
8.00	77.00	132.0	77.0	2.6	29.615	3.4
8.20	104.00	143.0	104.0	2.267	45.876	2.2
8.40	99.00	133.0	99.0	3.0	33.0	3.0
8.60	69.00	114.0	69.0	2.6	26.538	3.8
8.80	85.00	124.0	85.0	6.733	12.624	7.9
9.00	80.00	181.0	80.0	2.867	27.904	3.6
9.20	69.00	112.0	69.0	3.533	19.53	5.1

9.40	85.00	138.0	85.0	2.667	31.871	3.1
9.60	77.00	117.0	77.0	2.067	37.252	2.7
9.80	99.00	130.0	99.0	3.333	29.703	3.4
10.00	87.00	137.0	87.0	4.2	20.714	4.8
10.20	104.00	167.0	104.0	1.8	57.778	1.7
10.40	79.00	106.0	79.0	2.533	31.188	3.2
10.60	112.00	150.0	112.0	2.0	56.0	1.8
10.80	80.00	110.0	80.0	0.667	119.94	0.8
11.00	110.00	120.0	110.0	3.867	28.446	3.5
11.20	112.00	170.0	112.0	4.733	23.664	4.2
11.40	99.00	170.0	99.0	4.267	23.201	4.3
11.60	106.00	170.0	106.0	3.333	31.803	3.1
11.80	110.00	160.0	110.0	3.333	33.003	3.0
12.00	106.00	156.0	106.0	2.4	44.167	2.3
12.20	110.00	146.0	110.0	2.133	51.571	1.9
12.40	99.00	131.0	99.0	2.333	42.435	2.4
12.60	96.00	131.0	96.0	2.067	46.444	2.2
12.80	110.00	141.0	110.0	1.733	63.474	1.6
13.00	111.00	137.0	111.0	1.133	97.97	1.0
13.20	114.00	131.0	114.0	1.8	63.333	1.6
13.40	114.00	141.0	114.0	2.667	42.745	2.3
13.60	99.00	139.0	99.0	3.733	26.52	3.8
13.80	121.00	177.0	121.0	5.6	21.607	4.6
14.00	129.00	213.0	129.0	4.2	30.714	3.3
14.20	177.00	240.0	177.0	5.4	32.778	3.1
14.40	170.00	251.0	170.0	4.467	38.057	2.6
14.60	177.00	244.0	177.0	6.467	27.37	3.7
14.80	180.00	277.0	180.0	5.4	33.333	3.0
15.00	189.00	270.0	189.0	0.0		0.0

Prof. Strato (m)	qc Media (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs Media (Kg/cm <sup>2</sup> )	Gamma Medio (t/m <sup>3</sup> )	Nspt Meardi (1972) (n)	Comportamento Geotecnico
1.00	22.6	1.066	2.0	8	Incoerente
7.80	101.294	4.012	2.2	35	Incoerente
14.00	98.452	2.974	2.2	38	Incoerente
15.00	178.6	4.347	2.3	55	Incoerente

Descrizione	Descrizione	Descrizione	Descrizione
Coltre di terreni superficiali costituiti da terreno vegetale, sabbie limose di colore marrone	Limi sabbiosi più o meno argillosi di colore variabile, da grigio a marrone, con inclusi a livelli clastici di natura pomicea a grana grossolana; sequenze riconducibili alla formazione delle piroclastiti superiori	Limi sabbiosi più o meno argillosi di colore variabile, da grigio a marrone, con inclusi a livelli clastici di natura pomicea a grana grossolana; sequenze riconducibili alla formazione delle piroclastiti superiori	Tufo grigio campano (TGC) rappresentato da orizzonti a varia consistenza; livelli di cineriti grigio scure

## STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

### TERRENI INCOERENTI

#### Densità relativa

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	1.00	22.6	1.066	0.1	0.1	Baldi 1978 - Schmertmann 1976	56.3
Strato 2	7.80	101.294	4.012	0.9	0.9	Baldi 1978 - Schmertmann 1976	67.0
Strato 3	14.00	98.452	2.974	2.4	2.4	Baldi 1978 - Schmertmann 1976	53.1
Strato 4	15.00	178.6	4.347	3.2	3.2	Baldi 1978 - Schmertmann 1976	66.0

#### Angolo di resistenza al taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	1.00	22.6	1.066	0.1	0.1	Caquot	36.7
Strato 2	7.80	101.294	4.012	0.9	0.9	Caquot	33.0
Strato 3	14.00	98.452	2.974	2.4	2.4	Caquot	28.3
Strato 4	15.00	178.6	4.347	3.2	3.2	Caquot	29.8

#### Modulo di Young

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	1.00	22.6	1.066	0.1	0.1	Schmertmann	56.5
Strato 2	7.80	101.294	4.012	0.9	0.9	Schmertmann	253.2
Strato 3	14.00	98.452	2.974	2.4	2.4	Schmertmann	246.1
Strato 4	15.00	178.6	4.347	3.2	3.2	Schmertmann	446.5

#### Modulo Edometrico

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	1.00	22.6	1.066	0.1	0.1	Mitchell & Gardner 1975	45.2
Strato 2	7.80	101.294	4.012	0.9	0.9	Mitchell & Gardner 1975	151.9
Strato 3	14.00	98.452	2.974	2.4	2.4	Mitchell & Gardner 1975	167.4
Strato 4	15.00	178.6	4.347	3.2	3.2	Mitchell & Gardner 1975	267.9

#### Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	1.00	22.6	1.066	0.1	0.1	Imai & Tomauchi	188.2
Strato 2	7.80	101.294	4.012	0.9	0.9	Imai & Tomauchi	470.5
Strato 3	14.00	98.452	2.974	2.4	2.4	Imai & Tomauchi	462.4
Strato 4	15.00	178.6	4.347	3.2	3.2	Imai & Tomauchi	665.4

#### Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Ocr
Strato 1	1.00	22.6	1.066	0.1	0.1	Stress-History	5.3
Strato 2	7.80	101.294	4.012	0.9	0.9	Stress-History	2.5
Strato 3	14.00	98.452	2.974	2.4	2.4	Stress-History	1.0
Strato 4	15.00	178.6	4.347	3.2	3.2	Stress-History	1.3

#### Modulo di reazione Ko

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Ko
Strato 1	1.00	22.6	1.066	0.1	0.1	Kulhawy- Mayne 1990	1.03
Strato 2	7.80	101.294	4.012	0.9	0.9	Kulhawy- Mayne 1990	0.63
Strato 3	14.00	98.452	2.974	2.4	2.4	Kulhawy- Mayne 1990	0.34
Strato 4	15.00	178.6	4.347	3.2	3.2	Kulhawy- Mayne 1990	0.42

#### Fattori di compressibilità C Crm

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	C	Crm
Strato 1	1.00	22.6	1.066	0.1	0.1	0.12585	0.01636
Strato 2	7.80	101.294	4.012	0.9	0.9	0.09441	0.01227
Strato 3	14.00	98.452	2.974	2.4	2.4	0.0946	0.0123
Strato 4	15.00	178.6	4.347	3.2	3.2	0.10196	0.01325

#### Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	1.00	22.6	1.066	0.1	0.1	Peso unità di volume	2.1
Strato 2	7.80	101.294	4.012	0.9	0.9	Peso unità di volume	2.1
Strato 3	14.00	98.452	2.974	2.4	2.4	Peso unità di volume	2.1
Strato 4	15.00	178.6	4.347	3.2	3.2	Peso unità di volume	2.1

#### Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	1.00	22.6	1.066	0.1	0.1	Meyerhof	2.1
Strato 2	7.80	101.294	4.012	0.9	0.9	Meyerhof	2.1
Strato 3	14.00	98.452	2.974	2.4	2.4	Meyerhof	2.1
Strato 4	15.00	178.6	4.347	3.2	3.2	Meyerhof	2.1

#### Liquefazione - Accelerazione sismica massima (g)=0.139

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Fattore di sicurezza a liquefazione
Strato 1	1.00	22.6	1.066	0.1	0.1	Robertson & Wride 1997	14.955
Strato 2	7.80	101.294	4.012	0.9	0.9	Robertson & Wride 1997	83.357
Strato 3	14.00	98.452	2.974	2.4	2.4	Robertson & Wride 1997	20.502
Strato 4	15.00	178.6	4.347	3.2	3.2	Robertson & Wride 1997	118.579

#### Velocità onde di taglio.

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Vs (m/s)
Strato 1	1.00	22.6	1.066	0.1	0.1	Jamiolkowski et al 1985	279.15
Strato 2	7.80	101.294	4.012	0.9	0.9	Jamiolkowski et al 1985	403.14
Strato 3	14.00	98.452	2.974	2.4	2.4	Jamiolkowski et al 1985	400.34
Strato 4	15.00	178.6	4.347	3.2	3.2	Jamiolkowski et al 1985	463.23

#### Permeabilità

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	K (cm/s)
Strato 1	1.00	22.6	1.066	0.1	0.1	Piacentini- Righi 1988	1.68E-04
Strato 2	7.80	101.294	4.012	0.9	0.9	Piacentini- Righi 1988	8.78E-04
Strato 3	14.00	98.452	2.974	2.4	2.4	Piacentini- Righi 1988	5.39E-01
Strato 4	15.00	178.6	4.347	3.2	3.2	Piacentini- Righi 1988	1.18E+01

#### Coefficiente di consolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Coefficiente di consolidazione (cm <sup>2</sup> /s)
Strato 1	1.00	22.6	1.066	0.1	0.1	Piacentini- Righi 1988	1.676293E-04
Strato 2	7.80	101.294	4.012	0.9	0.9	Piacentini- Righi 1988	8.777062E-04
Strato 3	14.00	98.452	2.974	2.4	2.4	Piacentini- Righi 1988	0.5388009
Strato 4	15.00	178.6	4.347	3.2	3.2	Piacentini- Righi 1988	11.75469



**PROVA ... Nr.2**

Committente: **Consorzio di Bonifica del Bacino Inferiore del Volturno** Certificato Nr. 0075 del 19/01/2015

Strumento utilizzato: PAGANI TG 63 (200 kN)

Verbale di accettazione nr. 0036/15 del 19/01/2015

Prova eseguita in data: 17/01/2015

Codice commessa nr. 0036/15 del 19/01/2015

Profondità prova: 15.00 mt

Località: Giugliano di Napoli

Profondità (m)	Lettura punta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Lettura laterale (Kg/cm <sup>2</sup> )	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0.20	21.00	41.0	21.0	1.333	15.754	6.3
0.40	21.00	41.0	21.0	1.333	15.754	6.3
0.60	21.00	41.0	21.0	1.133	18.535	5.4
0.80	17.00	34.0	17.0	0.467	36.403	2.7
1.00	12.00	19.0	12.0	0.667	17.991	5.6
1.20	10.00	20.0	10.0	0.533	18.762	5.3
1.40	26.00	34.0	26.0	0.867	29.988	3.3
1.60	28.00	41.0	28.0	1.267	22.099	4.5
1.80	44.00	63.0	44.0	3.267	13.468	7.4
2.00	79.00	128.0	79.0	1.867	42.314	2.4
2.20	71.00	99.0	71.0	2.533	28.03	3.6
2.40	32.00	70.0	32.0	1.733	18.465	5.4
2.60	32.00	58.0	32.0	1.467	21.813	4.6
2.80	43.00	65.0	43.0	1.333	32.258	3.1
3.00	34.00	54.0	34.0	1.2	28.333	3.5
3.20	35.00	53.0	35.0	1.6	21.875	4.6
3.40	39.00	63.0	39.0	2.0	19.5	5.1
3.60	50.00	80.0	50.0	1.933	25.867	3.9
3.80	55.00	84.0	55.0	4.0	13.75	7.3
4.00	63.00	123.0	63.0	2.067	30.479	3.3
4.20	56.00	87.0	56.0	2.467	22.7	4.4
4.40	54.00	91.0	54.0	2.133	25.316	4.0
4.60	46.00	78.0	46.0	1.667	27.594	3.6
4.80	52.00	77.0	52.0	1.933	26.901	3.7
5.00	80.00	109.0	80.0	2.4	33.333	3.0
5.20	68.00	104.0	68.0	2.2	30.909	3.2
5.40	66.00	99.0	66.0	2.467	26.753	3.7
5.60	65.00	102.0	65.0	3.2	20.313	4.9
5.80	63.00	111.0	63.0	2.133	29.536	3.4
6.00	81.00	113.0	81.0	3.133	25.854	3.9
6.20	118.00	165.0	118.0	4.267	27.654	3.6
6.40	152.00	216.0	152.0	5.133	29.612	3.4
6.60	169.00	246.0	169.0	4.6	36.739	2.7
6.80	158.00	227.0	158.0	2.933	53.87	1.9
7.00	174.00	218.0	174.0	6.267	27.764	3.6
7.20	181.00	275.0	181.0	5.267	34.365	2.9
7.40	101.00	180.0	101.0	5.4	18.704	5.3
7.60	85.00	166.0	85.0	7.467	11.383	8.8
7.80	101.00	213.0	101.0	6.067	16.647	6.0
8.00	171.00	262.0	171.0	7.533	22.7	4.4
8.20	122.00	235.0	122.0	9.4	12.979	7.7
8.40	123.00	264.0	123.0	3.533	34.815	2.9
8.60	150.00	203.0	150.0	5.667	26.469	3.8
8.80	152.00	237.0	152.0	6.6	23.03	4.3
9.00	131.00	230.0	131.0	5.933	22.08	4.5
9.20	31.00	120.0	31.0	1.933	16.037	6.2
9.40	58.00	87.0	58.0	2.4	24.167	4.1

9.60	81.00	117.0	81.0	5.133	15.78	6.3
9.80	59.00	136.0	59.0	2.467	23.916	4.2
10.00	59.00	96.0	59.0	2.867	20.579	4.9
10.20	59.00	102.0	59.0	3.133	18.832	5.3
10.40	68.00	115.0	68.0	2.733	24.881	4.0
10.60	50.00	91.0	50.0	2.267	22.056	4.5
10.80	57.00	91.0	57.0	2.667	21.372	4.7
11.00	61.00	101.0	61.0	2.133	28.598	3.5
11.20	70.00	102.0	70.0	3.067	22.824	4.4
11.40	56.00	102.0	56.0	2.533	22.108	4.5
11.60	58.00	96.0	58.0	2.733	21.222	4.7
11.80	69.00	110.0	69.0	3.4	20.294	4.9
12.00	59.00	110.0	59.0	2.867	20.579	4.9
12.20	71.00	114.0	71.0	3.6	19.722	5.1
12.40	96.00	150.0	96.0	3.267	29.385	3.4
12.60	101.00	150.0	101.0	3.067	32.931	3.0
12.80	111.00	157.0	111.0	3.467	32.016	3.1
13.00	109.00	161.0	109.0	3.467	31.439	3.2
13.20	118.00	170.0	118.0	5.333	22.126	4.5
13.40	121.00	201.0	121.0	6.933	17.453	5.7
13.60	130.00	234.0	130.0	6.867	18.931	5.3
13.80	127.00	230.0	127.0	5.667	22.41	4.5
14.00	111.00	196.0	111.0	6.267	17.712	5.6
14.20	117.00	211.0	117.0	7.0	16.714	6.0
14.40	128.00	233.0	128.0	7.267	17.614	5.7
14.60	127.00	236.0	127.0	7.0	18.143	5.5
14.80	139.00	244.0	139.0	7.067	19.669	5.1
15.00	150.00	256.0	150.0	0.0		0.0

Prof. Strato (m)	qc Media (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs Media (Kg/cm <sup>2</sup> )	Gamma Medio (t/m <sup>3</sup> )	Nspt Meardi (1972) (n)	Comportamento Geotecnico
1.00	18.4	0.987	2.0	7	Incoerente
9.00	84.0	3.437	2.2	40	Incoerente
14.00	79.6	3.611	2.2	39	Incoerente
15.00	132.2	5.667	2.3	55	Incoerente

Descrizione	Descrizione	Descrizione	Descrizione
Coltre di terreni superficiali costituiti da terreno vegetale, sabbie limose di colore marrone	Limi sabbiosi più o meno argillosi di colore variabile, da grigio a marrone, con inclusi a livelli clastici di natura pomicea a grana grossolana; sequenze riconducibili alla formazione delle piroclastiti superiori	Limi sabbiosi più o meno argillosi di colore variabile, da grigio a marrone, con inclusi a livelli clastici di natura pomicea a grana grossolana; sequenze riconducibili alla formazione delle piroclastiti superiori	Tufo grigio campano (TGC) rappresentato da orizzonti a varia consistenza; livelli di cineriti grigio scure

## STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

### TERRENI INCOERENTI

#### Densità relativa

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	1.00	18.4	0.987	0.1	0.1	Baldi 1978 - Schmertmann 1976	50.5
Strato 2	9.00	84.0	3.437	1.1	1.1	Baldi 1978 - Schmertmann 1976	59.8
Strato 3	14.00	79.6	3.611	2.5	2.5	Baldi 1978 - Schmertmann 1976	46.3
Strato 4	15.00	132.2	5.667	3.2	3.2	Baldi 1978 - Schmertmann 1976	57.4

#### Angolo di resistenza al taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	1.00	18.4	0.987	0.1	0.1	Caquot	35.7
Strato 2	9.00	84.0	3.437	1.1	1.1	Caquot	31.4
Strato 3	14.00	79.6	3.611	2.5	2.5	Caquot	27.0
Strato 4	15.00	132.2	5.667	3.2	3.2	Caquot	28.3

#### Modulo di Young

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	1.00	18.4	0.987	0.1	0.1	Schmertmann	23.9
Strato 2	9.00	84.0	3.437	1.1	1.1	Schmertmann	109.2
Strato 3	14.00	79.6	3.611	2.5	2.5	Schmertmann	103.5
Strato 4	15.00	132.2	5.667	3.2	3.2	Schmertmann	171.9

#### Modulo Edometrico

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	1.00	18.4	0.987	0.1	0.1	Mitchell & Gardner 1975	36.8
Strato 2	9.00	84.0	3.437	1.1	1.1	Mitchell & Gardner 1975	142.8
Strato 3	14.00	79.6	3.611	2.5	2.5	Mitchell & Gardner 1975	135.3
Strato 4	15.00	132.2	5.667	3.2	3.2	Mitchell & Gardner 1975	198.3

#### Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	1.00	18.4	0.987	0.1	0.1	Imai & Tomauchi	165.9
Strato 2	9.00	84.0	3.437	1.1	1.1	Imai & Tomauchi	419.7
Strato 3	14.00	79.6	3.611	2.5	2.5	Imai & Tomauchi	406.1
Strato 4	15.00	132.2	5.667	3.2	3.2	Imai & Tomauchi	553.6

#### Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Ocr
Strato 1	1.00	18.4	0.987	0.1	0.1	Stress-History	4.3
Strato 2	9.00	84.0	3.437	1.1	1.1	Stress-History	1.8
Strato 3	14.00	79.6	3.611	2.5	2.5	Stress-History	0.7
Strato 4	15.00	132.2	5.667	3.2	3.2	Stress-History	1.0

#### Modulo di reazione Ko

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Ko
Strato 1	1.00	18.4	0.987	0.1	0.1	Kulhawy- Mayne 1990	0.90
Strato 2	9.00	84.0	3.437	1.1	1.1	Kulhawy- Mayne 1990	0.51
Strato 3	14.00	79.6	3.611	2.5	2.5	Kulhawy- Mayne 1990	0.29
Strato 4	15.00	132.2	5.667	3.2	3.2	Kulhawy- Mayne 1990	0.34

#### Fattori di compressibilità C Crm

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	C	Crm
Strato 1	1.00	18.4	0.987	0.1	0.1	0.13928	0.01811
Strato 2	9.00	84.0	3.437	1.1	1.1	0.09614	0.0125
Strato 3	14.00	79.6	3.611	2.5	2.5	0.09682	0.01259
Strato 4	15.00	132.2	5.667	3.2	3.2	0.09418	0.01224

#### Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	1.00	18.4	0.987	0.1	0.1	Peso unità di volume	2.1
Strato 2	9.00	84.0	3.437	1.1	1.1	Peso unità di volume	2.1
Strato 3	14.00	79.6	3.611	2.5	2.5	Peso unità di volume	2.1
Strato 4	15.00	132.2	5.667	3.2	3.2	Peso unità di volume	2.1

#### Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	1.00	18.4	0.987	0.1	0.1	Meyerhof	2.1
Strato 2	9.00	84.0	3.437	1.1	1.1	Meyerhof	2.1
Strato 3	14.00	79.6	3.611	2.5	2.5	Meyerhof	2.1
Strato 4	15.00	132.2	5.667	3.2	3.2	Meyerhof	2.1

#### Liquefazione - Accelerazione sismica massima (g)=0.125

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Fattore di sicurezza a liquefazione
Strato 1	1.00	18.4	0.987	0.1	0.1	Robertson & Wride 1997	15.662
Strato 2	9.00	84.0	3.437	1.1	1.1	Robertson & Wride 1997	74.883
Strato 3	14.00	79.6	3.611	2.5	2.5	Robertson & Wride 1997	15.471
Strato 4	15.00	132.2	5.667	3.2	3.2	Robertson & Wride 1997	69.07

#### Velocità onde di taglio.

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Vs (m/s)
Strato 1	1.00	18.4	0.987	0.1	0.1	Jamiolkowski et al 1985	265.44
Strato 2	9.00	84.0	3.437	1.1	1.1	Jamiolkowski et al 1985	385.06
Strato 3	14.00	79.6	3.611	2.5	2.5	Jamiolkowski et al 1985	380.02
Strato 4	15.00	132.2	5.667	3.2	3.2	Jamiolkowski et al 1985	430.31

#### Permeabilità

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	K (cm/s)
Strato 1	1.00	18.4	0.987	0.1	0.1	Piacentini- Righi 1988	6.90E-06
Strato 2	9.00	84.0	3.437	1.1	1.1	Piacentini- Righi 1988	6.14E-04
Strato 3	14.00	79.6	3.611	2.5	2.5	Piacentini- Righi 1988	2.29E-05
Strato 4	15.00	132.2	5.667	3.2	3.2	Piacentini- Righi 1988	1.19E-05

#### Coefficiente di consolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Coefficiente di consolidazione (cm <sup>2</sup> /s)
Strato 1	1.00	18.4	0.987	0.1	0.1	Piacentini- Righi 1988	6.897839E-06
Strato 2	9.00	84.0	3.437	1.1	1.1	Piacentini- Righi 1988	6.135479E-04
Strato 3	14.00	79.6	3.611	2.5	2.5	Piacentini- Righi 1988	2.293579E-05
Strato 4	15.00	132.2	5.667	3.2	3.2	Piacentini- Righi 1988	1.190279E-05

**PROVA ... Nr.3**

Committente: **Consorzio di Bonifica del Bacino Inferiore del Volturno** Certificato Nr. 0076/15 del 19/01/2015

Strumento utilizzato: PAGANI TG 63 (200 kN)

Verbale di accettazione nr. 0036/15 del 19/01/2015

Prova eseguita in data: 17/01/2015

Codice commessa nr. 0036/15 del 19/01/2015

Profondità prova: 15.00 mt

Località: Giugliano di Napoli

Profondità (m)	Lettura punta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Lettura laterale (Kg/cm <sup>2</sup> )	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0.20	26.00	40.0	26.0	0.933	27.867	3.6
0.40	26.00	40.0	26.0	0.933	27.867	3.6
0.60	26.00	40.0	26.0	1.067	24.367	4.1
0.80	15.00	31.0	15.0	0.8	18.75	5.3
1.00	17.00	29.0	17.0	0.667	25.487	3.9
1.20	19.00	29.0	19.0	1.2	15.833	6.3
1.40	52.00	70.0	52.0	1.4	37.143	2.7
1.60	42.00	63.0	42.0	1.067	39.363	2.5
1.80	45.00	61.0	45.0	1.333	33.758	3.0
2.00	65.00	85.0	65.0	2.733	23.783	4.2
2.20	79.00	120.0	79.0	1.4	56.429	1.8
2.40	80.00	101.0	80.0	2.467	32.428	3.1
2.60	101.00	138.0	101.0	3.6	28.056	3.6
2.80	92.00	146.0	92.0	3.333	27.603	3.6
3.00	99.00	149.0	99.0	3.867	25.601	3.9
3.20	105.00	163.0	105.0	4.867	21.574	4.6
3.40	138.00	211.0	138.0	6.6	20.909	4.8
3.60	225.00	324.0	225.0	7.6	29.605	3.4
3.80	237.00	351.0	237.0	10.2	23.235	4.3
4.00	217.00	370.0	217.0	11.333	19.148	5.2
4.20	244.00	414.0	244.0	11.067	22.048	4.5
4.40	238.00	404.0	238.0	5.733	41.514	2.4
4.60	92.00	178.0	92.0	1.867	49.277	2.0
4.80	73.00	101.0	73.0	3.667	19.907	5.0
5.00	74.00	129.0	74.0	2.533	29.214	3.4
5.20	63.00	101.0	63.0	2.133	29.536	3.4
5.40	56.00	88.0	77.0	1.4	55.0	1.8
5.60	56.00	77.0	56.0	2.2	25.455	3.9
5.80	73.00	106.0	73.0	2.533	28.82	3.5
6.00	72.00	110.0	72.0	2.867	25.113	4.0
6.20	95.00	138.0	95.0	4.2	22.619	4.4
6.40	120.00	183.0	120.0	4.467	26.864	3.7
6.60	121.00	188.0	121.0	3.6	33.611	3.0
6.80	107.00	161.0	107.0	4.2	25.476	3.9
7.00	136.00	199.0	136.0	3.933	34.579	2.9
7.20	99.00	158.0	99.0	2.6	38.077	2.6
7.40	101.00	140.0	101.0	5.133	19.677	5.1
7.60	105.00	182.0	105.0	4.267	24.607	4.1
7.80	151.00	215.0	151.0	7.533	20.045	5.0
8.00	253.00	366.0	253.0	5.667	44.644	2.2
8.20	259.00	344.0	259.0	8.6	30.116	3.3
8.40	201.00	330.0	201.0	7.867	25.55	3.9
8.60	195.00	313.0	195.0	5.933	32.867	3.0
8.80	121.00	210.0	121.0	6.4	18.906	5.3
9.00	141.00	237.0	141.0	8.8	16.023	6.2
9.20	160.00	292.0	160.0	6.867	23.3	4.3
9.40	119.00	222.0	119.0	5.333	22.314	4.5

9.60	96.00	176.0	96.0	3.533	27.172	3.7
9.80	177.00	230.0	177.0	7.0	25.286	4.0
10.00	197.00	302.0	197.0	9.533	20.665	4.8
10.20	197.00	340.0	197.0	10.2	19.314	5.2
10.40	204.00	357.0	204.0	12.4	16.452	6.1
10.60	222.00	408.0	222.0	9.4	23.617	4.2
10.80	276.00	417.0	276.0	12.8	21.563	4.6
11.00	212.00	404.0	212.0	7.6	27.895	3.6
11.20	196.00	310.0	196.0	4.467	43.877	2.3
11.40	177.00	244.0	177.0	8.067	21.941	4.6
11.60	96.00	217.0	96.0	8.867	10.827	9.2
11.80	144.00	277.0	144.0	8.933	16.12	6.2
12.00	151.00	285.0	151.0	9.2	16.413	6.1
12.20	139.00	277.0	139.0	8.0	17.375	5.8
12.40	141.00	261.0	141.0	8.4	16.786	6.0
12.60	144.00	270.0	144.0	8.267	17.419	5.7
12.80	180.00	304.0	180.0	8.333	21.601	4.6
13.00	179.00	304.0	179.0	7.933	22.564	4.4
13.20	180.00	299.0	180.0	6.067	29.669	3.4
13.40	177.00	268.0	177.0	5.933	29.833	3.4
13.60	188.00	277.0	188.0	7.0	26.857	3.7
13.80	156.00	261.0	156.0	6.067	25.713	3.9
14.00	198.00	289.0	198.0	6.667	29.699	3.4
14.20	197.00	297.0	197.0	7.0	28.143	3.6
14.40	199.00	304.0	199.0	9.533	20.875	4.8
14.60	201.00	344.0	201.0	6.933	28.992	3.4
14.80	199.00	303.0	199.0	5.867	33.919	2.9
15.00	189.00	277.0	189.0	0.0		0.0

Prof. Strato (m)	qc Media (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs Media (Kg/cm <sup>2</sup> )	Gamma Medio (t/m <sup>3</sup> )	Nspt Meardi (1972) (n)	Comportamento Geotecnico
1.00	22.0	0.88	2.0	8	Incoerente
9.00	121.575	4.555	2.2	45	Incoerente
14.00	172.24	7.875	2.3	65	Incoerente
15.00	197.0	5.867	2.4	70	Incoerente

Descrizione	Descrizione	Descrizione	Descrizione
Coltre di terreni superficiali costituiti da terreno vegetale, sabbie limose di colore marrone	Limi sabbiosi più o meno argillosi di colore variabile, da grigio a marrone, con inclusi a livelli clastici di natura pomicea a grana grossolana; sequenze riconducibili alla formazione delle piroclastiti superiori	Limi sabbiosi più o meno argillosi di colore variabile, da grigio a marrone, con inclusi a livelli clastici di natura pomicea a grana grossolana; sequenze riconducibili alla formazione delle piroclastiti superiori	Tufo grigio campano (TGC) rappresentato da orizzonti a varia consistenza; livelli di cineriti grigio scure



## STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

### TERRENI INCOERENTI

#### Densità relativa

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	1.00	22.0	0.88	0.1	0.1	Baldi 1978 - Schmertmann 1976	55.6
Strato 2	9.00	121.575	4.555	1.1	1.1	Baldi 1978 - Schmertmann 1976	70.4
Strato 3	14.00	172.24	7.875	2.5	2.5	Baldi 1978 - Schmertmann 1976	68.1
Strato 4	15.00	197.0	5.867	3.2	3.2	Baldi 1978 - Schmertmann 1976	68.5

#### Angolo di resistenza al taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	1.00	22.0	0.88	0.1	0.1	Caquot	36.6
Strato 2	9.00	121.575	4.555	1.1	1.1	Caquot	33.2
Strato 3	14.00	172.24	7.875	2.5	2.5	Caquot	30.7
Strato 4	15.00	197.0	5.867	3.2	3.2	Caquot	30.2

#### Modulo di Young

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	1.00	22.0	0.88	0.1	0.1	Schmertmann	28.6
Strato 2	9.00	121.575	4.555	1.1	1.1	Schmertmann	158.1
Strato 3	14.00	172.24	7.875	2.5	2.5	Schmertmann	223.9
Strato 4	15.00	197.0	5.867	3.2	3.2	Schmertmann	256.1

#### Modulo Edometrico

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	1.00	22.0	0.88	0.1	0.1	Mitchell & Gardner 1975	44.0
Strato 2	9.00	121.575	4.555	1.1	1.1	Mitchell & Gardner 1975	182.4
Strato 3	14.00	172.24	7.875	2.5	2.5	Mitchell & Gardner 1975	258.4
Strato 4	15.00	197.0	5.867	3.2	3.2	Mitchell & Gardner 1975	295.5

#### Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	1.00	22.0	0.88	0.1	0.1	Imai & Tomauchi	185.1
Strato 2	9.00	121.575	4.555	1.1	1.1	Imai & Tomauchi	526.0
Strato 3	14.00	172.24	7.875	2.5	2.5	Imai & Tomauchi	650.8
Strato 4	15.00	197.0	5.867	3.2	3.2	Imai & Tomauchi	706.4

#### Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Ocr
Strato 1	1.00	22.0	0.88	0.1	0.1	Stress-History	5.1
Strato 2	9.00	121.575	4.555	1.1	1.1	Stress-History	2.6
Strato 3	14.00	172.24	7.875	2.5	2.5	Stress-History	1.6
Strato 4	15.00	197.0	5.867	3.2	3.2	Stress-History	1.4

#### Modulo di reazione Ko

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Ko
Strato 1	1.00	22.0	0.88	0.1	0.1	Kulhawy- Mayne 1990	1.01
Strato 2	9.00	121.575	4.555	1.1	1.1	Kulhawy- Mayne 1990	0.65
Strato 3	14.00	172.24	7.875	2.5	2.5	Kulhawy- Mayne 1990	0.47
Strato 4	15.00	197.0	5.867	3.2	3.2	Kulhawy- Mayne 1990	0.44

#### Fattori di compressibilità C Crm

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	C	Crm
Strato 1	1.00	22.0	0.88	0.1	0.1	0.12745	0.01657
Strato 2	9.00	121.575	4.555	1.1	1.1	0.09388	0.0122
Strato 3	14.00	172.24	7.875	2.5	2.5	0.09996	0.013
Strato 4	15.00	197.0	5.867	3.2	3.2	0.11146	0.01449

#### Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	1.00	22.0	0.88	0.1	0.1	Peso unità di volume	1.8
Strato 2	9.00	121.575	4.555	1.1	1.1	Peso unità di volume	1.8
Strato 3	14.00	172.24	7.875	2.5	2.5	Peso unità di volume	1.8
Strato 4	15.00	197.0	5.867	3.2	3.2	Peso unità di volume	1.8

#### Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	1.00	22.0	0.88		0.1	Meyerhof	2.1
Strato 2	9.00	121.575	4.555		1.1	Meyerhof	2.1
Strato 3	14.00	172.24	7.875		2.5	Meyerhof	2.1
Strato 4	15.00	197.0	5.867		3.2	Meyerhof	2.1

#### Liquefazione - Accelerazione sismica massima (g)=0.131

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Fattore di sicurezza a liquefazione
Strato 1	1.00	22.0	0.88	0.1	0.1	Robertson & Wride 1997	12.234
Strato 2	9.00	121.575	4.555	1.1	1.1	Robertson & Wride 1997	109.604
Strato 3	14.00	172.24	7.875	2.5	2.5	Robertson & Wride 1997	334.307
Strato 4	15.00	197.0	5.867	3.2	3.2	Robertson & Wride 1997	238.876

#### Velocità onde di taglio.

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Vs (m/s)
Strato 1	1.00	22.0	0.88	0.1	0.1	Jamiolkowski et al 1985	277.32
Strato 2	9.00	121.575	4.555	1.1	1.1	Jamiolkowski et al 1985	421.57
Strato 3	14.00	172.24	7.875	2.5	2.5	Jamiolkowski et al 1985	459.13
Strato 4	15.00	197.0	5.867	3.2	3.2	Jamiolkowski et al 1985	474.49

#### Permeabilità

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	K (cm/s)
Strato 1	1.00	22.0	0.88	0.1	0.1	Piacentini- Righi 1988	5.87E-03
Strato 2	9.00	121.575	4.555	1.1	1.1	Piacentini- Righi 1988	2.51E-03
Strato 3	14.00	172.24	7.875	2.5	2.5	Piacentini- Righi 1988	5.17E-06
Strato 4	15.00	197.0	5.867	3.2	3.2	Piacentini- Righi 1988	4.46E-07

#### Coefficiente di consolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Coefficiente di consolidazione (cm <sup>2</sup> /s)
Strato 1	1.00	22.0	0.88	0.1	0.1	Piacentini- Righi 1988	5.874676E-03
Strato 2	9.00	121.575	4.555	1.1	1.1	Piacentini- Righi 1988	2.510359E-03
Strato 3	14.00	172.24	7.875	2.5	2.5	Piacentini- Righi 1988	5.1672E-06
Strato 4	15.00	197.0	5.867	3.2	3.2	Piacentini- Righi 1988	0.2634843

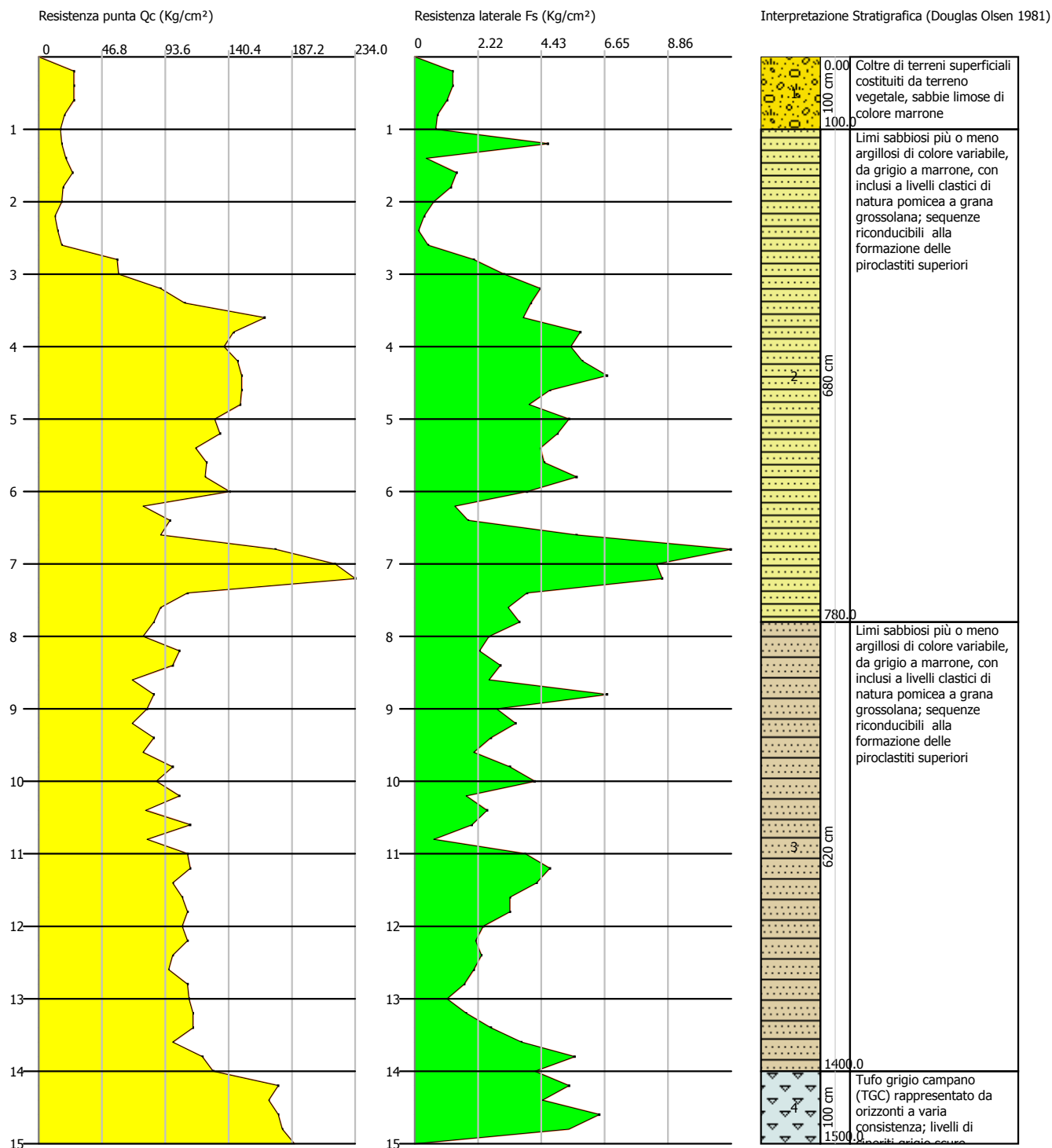
Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti.  
Concessione per l'esecuzione e certificazione di indagini geognostiche prelievo di campioni e prove in situ  
Decreto n° 5262 del 03/06/2011  
LITHOS S.r.l.

Probe CPT - Cone Penetration Nr.1  
Strumento utilizzato PAGANI TG 63 (200 kN)

Certificato Nr. 0074/15 del 19/01/2015  
Verbale di accettazione nr. 0036/15 del 19/01/2015  
Codice commessa nr. 0036/15 del 19/01/2015

Committente: Consorzio di Bonifica del Bacino Inferiore del Volturno  
Cantiere: Realizzazione pozzetti per sottopassi stradali - rete irrigua  
Località: Giugliano di Napoli

Data: 17/01/2015



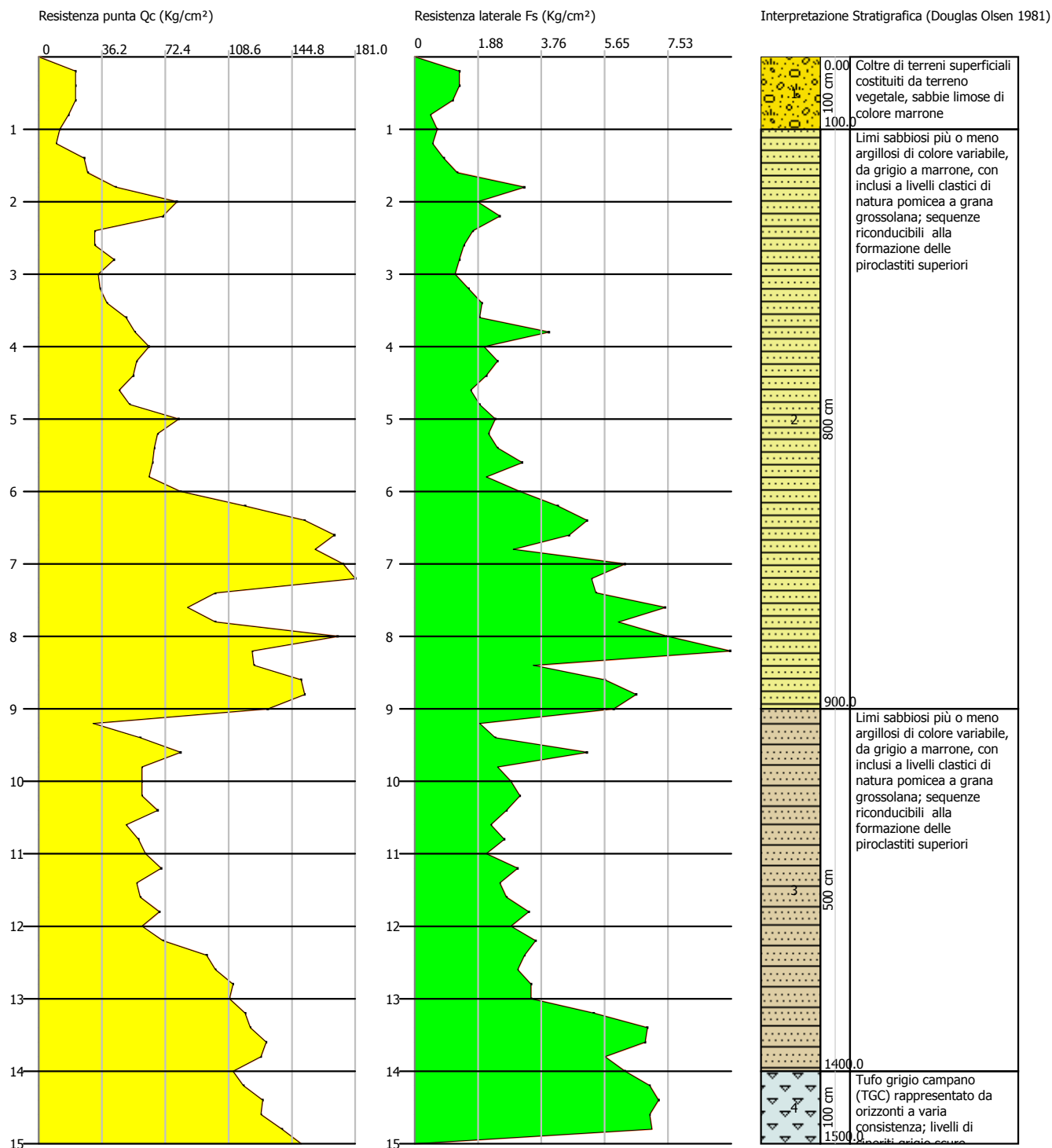
Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti.  
Concessione per l'esecuzione e certificazione di indagini geognostiche prelievo di campioni e prove in situ  
Decreto n° 5262 del 03/06/2011  
LITHOS S.r.l.

Probe CPT - Cone Penetration Nr.2  
Strumento utilizzato PAGANI TG 63 (200 kN)

Certificato Nr. 0075 del 19/01/2015  
Verbale di accettazione nr. 0036/15 del 19/01/2015  
Codice commessa nr. 0036/15 del 19/01/2015

Committente: Consorzio di Bonifica del Bacino Inferiore del Volturno  
Cantiere: Realizzazione pozzetti per sottopassi stradali - rete irrigua  
Località: Giugliano di Napoli

Data: 17/01/2015



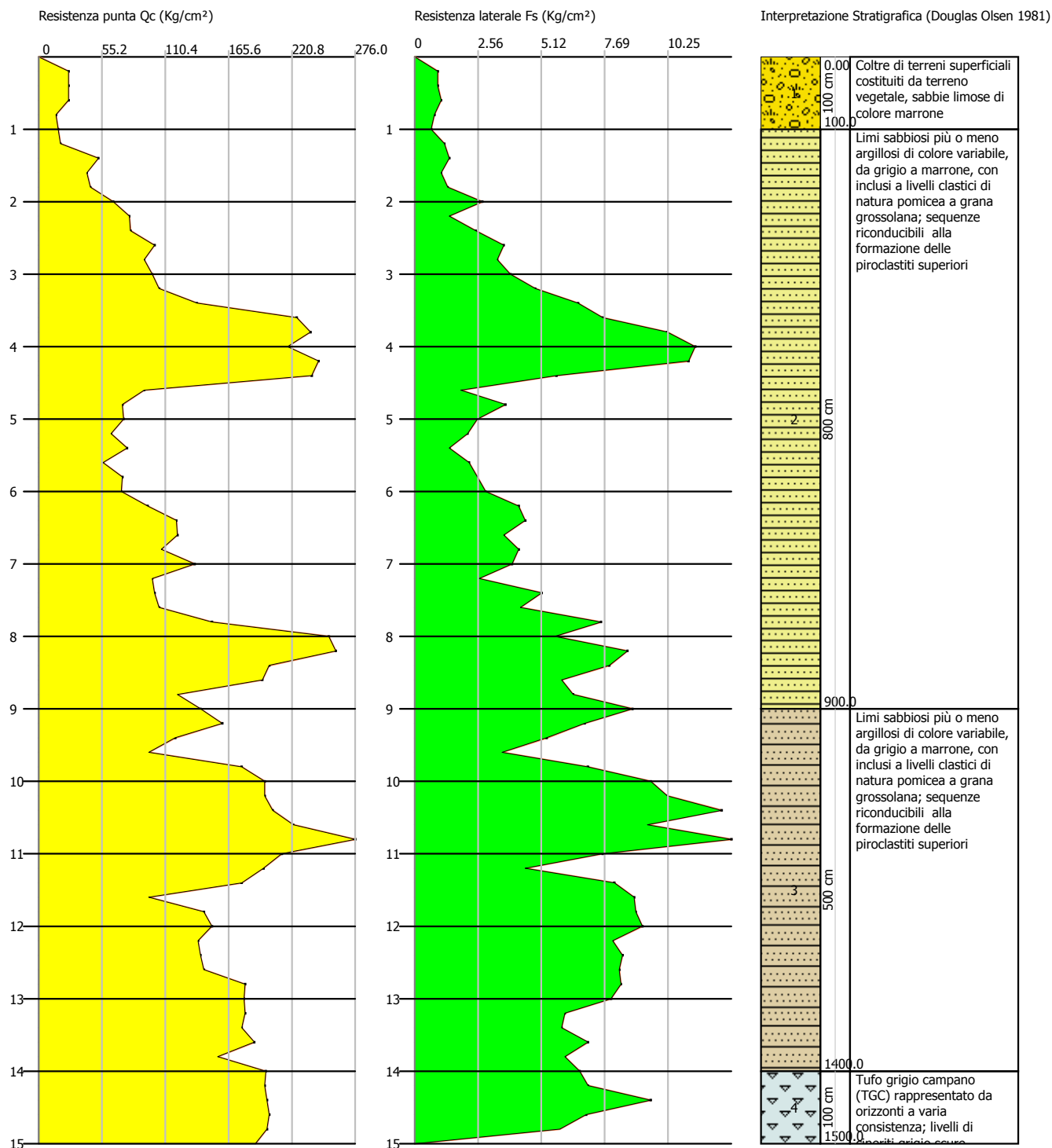
Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti.  
Concessione per l'esecuzione e certificazione di indagini geognostiche prelievo di campioni e prove in situ  
Decreto n° 5262 del 03/06/2011  
LITHOS S.r.l.

Probe CPT - Cone Penetration Nr.3  
Strumento utilizzato PAGANI TG 63 (200 kN)

Certificato Nr. 0076/15 del 19/01/2015  
Verbale di accettazione nr. 0036/15 del 19/01/2015  
Codice commessa nr. 0036/15 del 19/01/2015

Committente: Consorzio di Bonifica del Bacino Inferiore del Volturno  
Cantiere: Realizzazione pozzetti per sottopassi stradali - rete irrigua  
Località: Giugliano di Napoli

Data: 17/01/2015



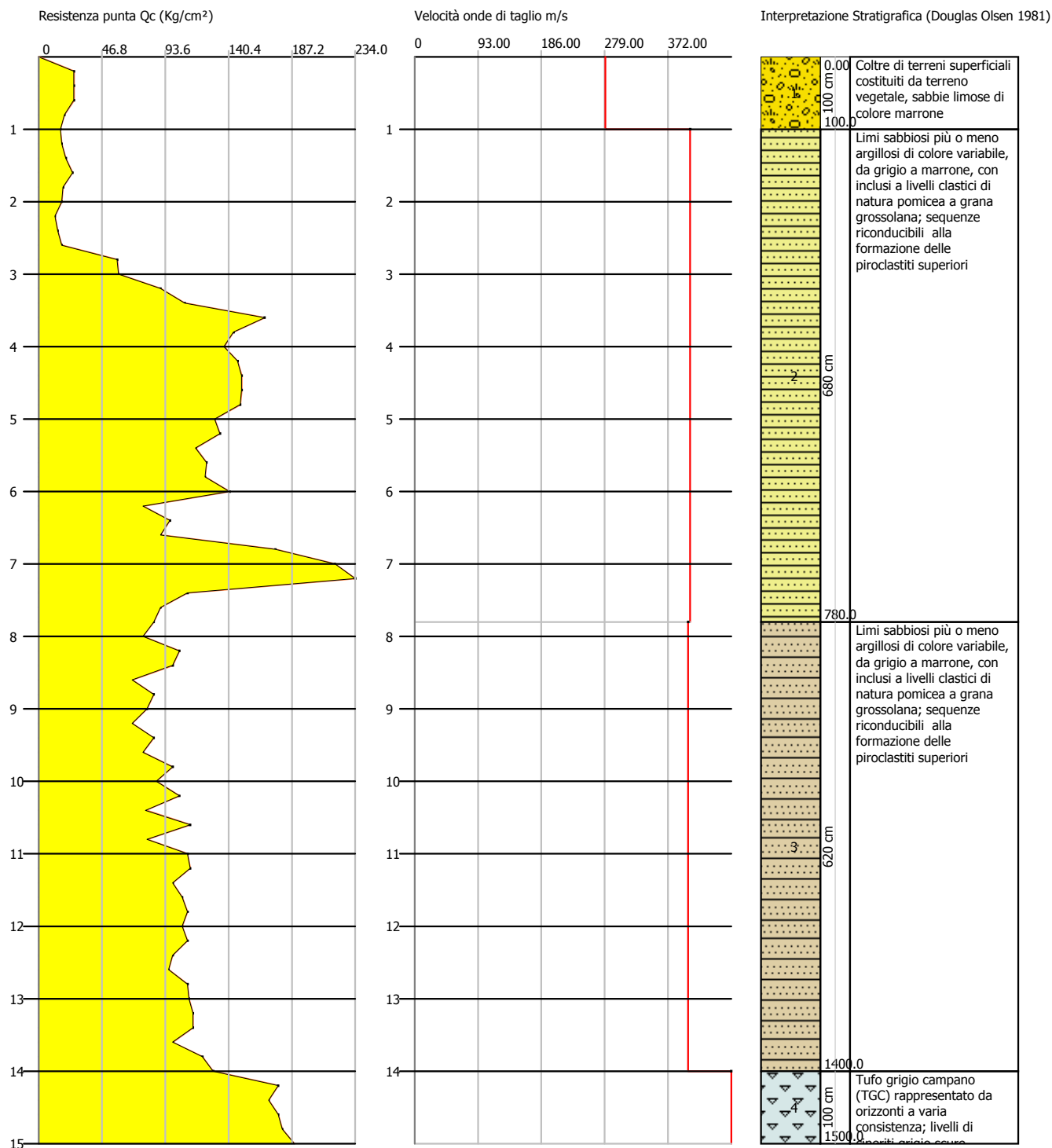
Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti.  
Concessione per l'esecuzione e certificazione di indagini geognostiche prelievo di campioni e prove in situ  
Decreto n° 5262 del 03/06/2011  
LITHOS S.r.l.

Probe CPT - Cone Penetration Nr.1  
Strumento utilizzato PAGANI TG 63 (200 kN)

Certificato Nr. 0074/15 del 19/01/2015  
Verbale di accettazione nr. 0036/15 del 19/01/2015  
Codice commessa nr. 0036/15 del 19/01/2015

Committente: Consorzio di Bonifica del Bacino Inferiore del Volturno  
Cantiere: Realizzazione pozzetti per sottopassi stradali - rete irrigua  
Località: Giugliano di Napoli

Data: 17/01/2015





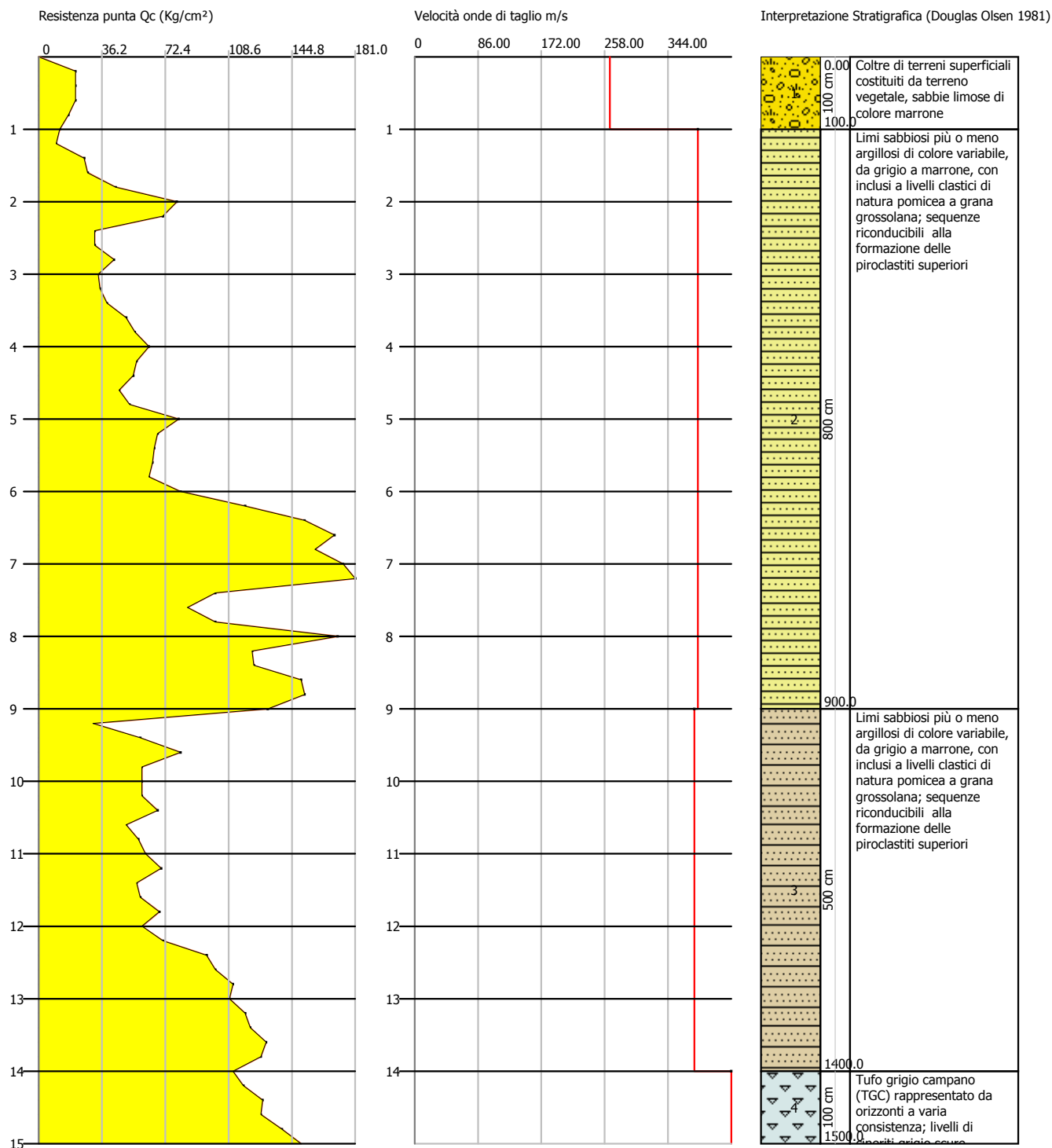
Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti.  
Concessione per l'esecuzione e certificazione di indagini geognostiche prelievo di campioni e prove in situ  
Decreto n° 5262 del 03/06/2011  
LITHOS S.r.l.

Probe CPT - Cone Penetration Nr.2  
Strumento utilizzato PAGANI TG 63 (200 kN)

Certificato Nr. 0075 del 19/01/2015  
Verbale di accettazione nr. 0036/15 del 19/01/2015  
Codice commessa nr. 0036/15 del 19/01/2015

Committente: Consorzio di Bonifica del Bacino Inferiore del Volturno  
Cantiere: Realizzazione pozzetti per sottopassi stradali - rete irrigua  
Località: Giugliano di Napoli

Data: 17/01/2015



Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti.  
Concessione per l'esecuzione e certificazione di indagini geognostiche prelievo di campioni e prove in situ  
Decreto n° 5262 del 03/06/2011  
LITHOS S.r.l.

Probe CPT - Cone Penetration Nr.3  
Strumento utilizzato PAGANI TG 63 (200 kN)

Certificato Nr. 0076/15 del 19/01/2015  
Verbale di accettazione nr. 0036/15 del 19/01/2015  
Codice commessa nr. 0036/15 del 19/01/2015

Committente: Consorzio di Bonifica del Bacino Inferiore del Volturno  
Cantiere: Realizzazione pozzetti per sottopassi stradali - rete irrigua  
Località: Giugliano di Napoli

Data: 17/01/2015

