

VARIANTE

# PIANO URBANISTICO ATTUATIVO

Ambito 43 del PRG di Napoli

Polo Urbano Integrato di Via Botteghelle

Art. 26 della Legge Urbanistica Regionale "Norme sul Governo del Territorio" n. 16 del 22/12/2004 e smi; art. 7 (Riqualificazione aree urbane degradate) della Legge Regionale n.19 del 28/12/2009 e smi

---

## Committente:

**Fingestim s.r.l.**

sede legale: Via A. Diaz 102 - 80026 Casoria (NA) - P.IVA 04928120965

---

## Progetto:

### Urbanistica e coordinamento

UAP Studio Srl

Via Posillipo 272 | 80122 | Napoli | tel./fax 0815751682 | www.uap.it | uapstudio@uap.it

### Infrastrutture e mobilità

In.Co.Se.T. s.r.l.

Via E. Di Marino, 11 | 84013 | Cava de' Tirreni (SA) | tel. 0898420196 | fax 0898420197 | info@incoset.it | www.incoset.it

### Paesaggio e agronomia

Progetto Verde coop.r.l

Via Solitaria, 39 | 80132 | Napoli | tel. 081 7642169 | fax. 0812400598 | info@progettoverde.eu

### Infrastrutture idrauliche e sottoservizi

Prof. Ing. Rudy Gargano

via A.Falcone, 260/B1 | 80127 | Napoli | tel. 081 578 5790 | gargano@unicas.it

### Geologia

Dott. Roberto Landolfi

Via Marc'Antonio, 23 | 80125 | Napoli | tel/fax 0815935235 | geolan@libero.it

### Indagini strutturali e sulla consistenza del patrimonio architettonico

Studio associato di ingegneria Russo&Verde

via S.D'acquisto, 5 | 81031 | Aversa (Ce) | tel.0815039283 | studioruve@gmail.com

### Fattibilità economica e costi

Ing. Lucia Rossi

via Popilia, 21 | 84025 | Eboli (Sa) | tel. 08280620133 | ing.luciarossi@libero.it

### Aspetti giuridico amministrativi

Avv. Marcello Fortunato

via Santi Martiri Salernitani, 31 | 84123 | Salerno | tel. 089250770 | fax0892574070 | marcello.fortunato@studiolegalefortunato.it

**RELAZIONE  
GEOLOGICA-GEOTECNICA**

**GEO**

**R.5**

RIF. SETTORE

NUM. ELABORATO

SCALA: -

FORMATO: A4

COD. FILE: R.5

DATA: LUGLIO 2014

AGGIORN.: APRILE 2016

STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

## **STUDIO GEOLOGICO– GEOTECNICO**

**PIANO URBANISTICO ATTUATIVO PER IL POLO  
URBANO INTEGRATO DI VIA BOTTEGHELLE - AMBITO  
43 DEL P.R.G. DI NAPOLI**

ART.26 DELLA LEGGE URBANISTICA REGIONALE “ NORME SUL GOVERNO DEL  
TERRITORIO “ N.16 DEL 22/12/2004 E SMI; ART.7 (RIQUALIFICAZIONE AREE URBANE  
DEGRADATE ) DELLA LEGGE REGIONALE N.19 DEL 28/12/2009 E SMI

**COMMITTENTE: FINGESTIM S.R.L.- SEDE LEGALE VIA ARMANDO DIAZ 102 -80026  
CASORIA (NA) –P.IVA 04928120965**

**NAPOLI ,  
AGGIORNAMENTO APRILE 2016**

**IL GEOLOGO  
DOTT.ROBERTO LANDOLFI**

## PREMESSA

Per incarico conferitogli dalla Fingestim s.r.l. nel mese di luglio 2012 ,e successivamente nel mese di aprile 2016 per aggiornamenti , il sottoscritto Dott.Geol.Roberto Landolfi ha eseguito, in ottemperanza alla normativa vigente (D.M. dell'11/03/88 – L.R. n.9/83- Norme di Attuazione del P.R.G. , Regolamento Edilizio , O.P.C.M. 3274/2003, Norme Tecniche di costruzione di cui al D.M. del 14/01/08 ;Norme di Attuazione del Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico (P.S.A.I.) dell' attuale Autorità di Bacino Campania Centrale , uno studio geologico-geotecnico dell'area , (di qui in seguito denominata : " area di interesse" e contornata con un tratto di colore celeste nell'allegato A1 presente nell'allegato A- Tavola unica ) collocata in Napoli alla strada provinciale Botteghelle nell'ambito 43 (come da variante al PRG di Napoli ) dove si intende progettare un Piano Urbanistico Attuativo (P.U.A) per la realizzazione di un Polo Urbano Integrato in variante al P.U.A. già approvato dal Comune di Napoli .

Il presente studio geologico-geotecnico , eseguito mediante rilevamento geologico-geomorfologico di superficie, indagini geognostiche in situ e prove di laboratorio geotecnico , intende fornire :

A) una **modellazione geologica** volta a definire le caratteristiche geomorfologiche , geolitologiche e idrogeologiche dell'area di interesse sia rispetto allo stato attuale dei luoghi (stato di fatto ) sia rispetto allo stato di progetto del Piano . In particolare la stessa modellazione sarà elaborata sulla base dei risultati delle suddette indagini geognostiche effettuate , della consultazione della letteratura geologica della zona e della relazione geologica redatta per il P.U.A. già approvato , del rilevamento geologico e geomorfologico di superficie. La stessa

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

modellazione sarà illustrata , nel rispetto della normativa vigente (L.R. 9/83), con le seguenti carte tematiche e relative sezioni : Carta geomorfologica e della stabilità con ubicazione delle indagini geognostiche eseguite , elaborata sull'attuale rilievo plano-altimetrico (all.A2); Carta geolitologica con ubicazione delle indagini geognostiche eseguite e con sezioni , elaborata sia sull'attuale rilievo plano-altimetrico sia sul progetto di Piano (quest'ultimo semplificato per motivi tecnici) all.ti A3-A6; carta idrogeologica con ubicazione dei delle indagini geognostiche eseguite elaborata sia sull'attuale rilievo plano-altimetrico (questa carta prevede sezioni ) sia sul progetto di Piano (quest'ultimo semplificato per motivi tecnici) All.ti A4-4.1-4.2-A7,tav.un. ;

B) Una **modellazione geotecnica**, che, ottenuta soprattutto sulla base dei risultati delle indagini geognostiche e delle prove di laboratorio geotecnico effettuate, è volta a caratterizzare dal punto di vista geomeccanico i terreni riconosciuti nella modellazione geologica suddetta e a formulare delle considerazioni di natura geologico-tecnica che siano condizione necessaria **per il rispetto dell'equilibrio dinamico del sistema terreno-opera di fondazione- strutture di progetto e delle condizioni geomorfologiche , idrologiche , idrogeologiche dell'area di interesse** . La stessa modellazione sarà illustrata con l'elaborazione di una : Carta della zonazione geologico-geotecnica elaborata sul progetto di Piano e indicativa di modelli geologico- geotecnici elaborati per raffigurare gli spessori medi dei litotipi che costituiscono il sottosuolo dell'area di interesse e dei valori medi delle loro caratteristiche geomeccaniche . All.ti A9-A9.1-A9.2-A9.3-A9.4-A9.5

C) Una **modellazione geosismica** volta a valutare la pericolosità sismica dell'area di interesse , la risposta sismica locale e le categorie di sottosuolo alla quale quest' ultima appartiene . La stessa

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

modellazione sarà illustrata con l'elaborazione di una Carta della zonazione in prospettiva sismica con ubicazione dei sondaggi condizionati per indagini sismiche tipo down-hole , elaborata sia sull'attuale rilievo plano-altimetrico ( con sezioni geosismiche ) sia sul progetto di Piano: All.ti.A5-A5.1-A5.2-A8

**Lo studio comprende :**

- 1) Inquadramento geologico-geomorfologico generale**
- 2) Modellazione geomorfologica allo stato di fatto e modellazione geolitologica e idrogeologica dell'area di interesse sia allo stato di fatto che allo stato di progetto**
- 3) Modellazione geotecnica del sottosuolo dell'area di interesse allo stato di progetto**
- 4) Modellazione geosismica del sottosuolo dell'area di interesse sia allo stato di fatto che allo stato di progetto**
- 5) Considerazioni geologico-geotecniche di ausilio alla calcolazione geotecnica per l'equilibrio del sistema terreno di fondazione - strutture di progetto esecutivo nell'ambito dell'area di interesse**
- 6) Considerazioni geologico-geotecniche sulla compatibilità del progetto di Piano con i vincoli idrogeologici presenti sull'area di interesse**
- 7) Conclusioni**

**ALLEGATI :**

**A) Tavola Unica :**

**Elaborati allo stato di fatto**

- **A1) Stralcio aerofotogrammetrico dei Fogli n.56 e n.57 della Carta Napoli che racchiudono l'area di interesse (scala 1:3000) .**
- **A2) Carta geomorfologica e della stabilità con ubicazione delle indagini geognostiche sull'attuale rilievo plano- altimetrico dell'area di interesse (scala 1:2000).**
- **A3) Carta geolitologica con ubicazione delle indagini geognostiche sull'attuale rilievo plano-altimetrico dell'area di interesse (scala 1:1000) con sezioni geolitologiche con raffigurazione esemplificata dei litotipi che costituiscono il sottosuolo dell'area di interesse :sezione A-A' longitudinale (scala 1:1000;all.A3.1) e sez B-B'' (scala 1:1000 all.A3.2) trasversale all'area di interesse .**
- **A4 ) Carta idrogeologica con ubicazione delle indagini geognostiche sull'attuale rilievo plano-altimetrico dell'area di interesse (scala 1:2000) con sezioni idrogeologiche con raffigurazione esemplificata dei complessi idrogeologici (comp) che costituiscono il sottosuolo dell'area di interesse :sezione A-A' longitudinale (scala 1:1000;all.A4.1) e sez B-B'' (scala 1:1000 all.A4.2) trasversale all'area di interesse .**
- **A5) Carta della zonazione in prospettiva sismica dell'area di interesse con ubicazione delle indagini sismiche di tipo down-hole sull'attuale rilievo plano-altimetrico (scala 1:2000).Sezioni geosismiche con raffigurazione esemplificata dei sismostrati (sism) che costituiscono il sottosuolo dell'area di interesse (scala 1:1000-all.A7.1-tav.un.) e sez B-B'' (scala 1:1000- all.A7.2-tav.un.) trasversale all'area di interesse**

**Elaborati allo stato di progetto**

- **A6)Carta geolitologica ( con ubicazione delle indagini geognostiche )dell'area di interesse come da progetto (semplificato) ; (scala 1:1000)**
- **A7) Carta idrogeologica con ubicazione delle indagini geognostiche dell'area di interesse come da progetto ( semplificato) ; (scala 1:2000)**
- **A8) Carta della zonazione in prospettiva sismica dell'area di interesse con ubicazione indagini sismiche di tipo down-hole come da progetto (semplificato);(scala 1:2000).**
- **A9)Carta della zonazione geologico-geotecnica dell'area di interesse come da progetto (scala 1:2000).Modelli geologico-geotecnici esemplificativi (scala 1:150) degli spessori medi degli strati e dei valori medi delle caratteristiche geomeccaniche dei litotipi che costituiscono il sottosuolo delle subzone alfa(all.A9.1) ,beta (all.A9.2) ,gamma (A9.3), delta (A9.4) della zona A dell'area di interesse e modello geologico-geotecnico esemplificativo (scala 1:150) dei valori medi (con riferimento ad unica verticale di investigazione –sondaggio S8) delle caratteristiche geomeccaniche delle piroclastiti indifferenziate (PI) che costituiscono il sottosuolo dell'intera area di interesse (All.A9.5)**
- **A10) Carta di sovrapposizione dello stralcio della Carta del Rischio di frana (RF447121) del Piano di Assetto Idrogeologico (P.S.A.I.-aggiornamento 2015) dell'Autorita di Bacino Campania centrale , sull'area di interesse come da progetto (semplificato);(scala 1:2000)**
- **A11) Carta di sovrapposizione dello stralcio della Carta dei vincoli geomorfologici (tavola 12-quadrante 4 della cartografia allegata alla**

**Variante al Piano Regolatore Generale del Comune di Napoli) sull'area di interesse come da progetto (semplificato); (scala 1:2000)**

• **A12) Documentazione fotografica**

**B) INDAGINI GEOGNOSTICHE IN SITU E PROVE DI LABORATORIO GEOTENICO**

**B1) Indagini geognostiche in situ : sondaggi meccanici , prove penetrometriche statiche (CPT) , prove penetrometriche dinamiche in foro (SPT) , prove sismiche in foro (down-hole) documentazione certificata rispettivamente da ditta Trivel sondaggi s.r.l. e ditte autorizzate dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti :**

- **n.13 Sondaggi meccanici (S1-S2-S3-S4-S5-S6-S7-S8-S9-S10-S11-S12-S13) :** stratigrafia con illustrazione delle prove penetrometriche SPT in foro . In questi sondaggi sono stati prelevati n.17 campioni indisturbati ( **S1-C1 ;S1-C2;S2-C1; S2-C2;S3-C1;S3-C2;S4-C1;S5-C1;S5-C2;S6-C1;S6-C2;S7-C1;S7-C2;S8-C1;S8-C2;S9-C1;S11-C1;**) e n. 4 campioni disturbati (**S1-CR1; S5-CR1; S5CR2; S8CR1**) quest'ultimi utilizzati solo per il riconoscimento e l' analisi granulometrica .
- **n.54 Prove dinamiche in foro SPT** eseguite nei fori di tutti i sondaggi meccanici suddetti : elaborazione dati (all.B1) ed interpretazione parametri geomeccanici (cap.2)
- **n.16 Prove penetrometriche statiche CPT (cpt 1;cpt 2;cpt 3; cpt 3 bis ; cpt4; cpt5; cpt 6; cpt7; cpt8; cpt9; cpt10; cpt11; cpt12; cpt13; cpt14;**

**cpt15** : elaborazione dati (all.B1) ed interpretazione parametri geomeccanici (cap.2)

- **n.4 prove sismiche in foro** dei sondaggi meccanici (S2-S5-S6-S9-) di tipo down-hole : elaborazione dati ed interpretazione parametri geomeccanici.(all.B1)

**B2) Determinazioni e prove di laboratorio geotecnico (documentazione certificata dalla ditta Ilag s.r.l.)**

- **n.9 determinazioni delle caratteristiche fisiche generali** : contenuto d'acqua ,umidità , peso specifico dei grani, peso volume naturale , peso volume secco ,porosità ,indice di porosità,grado di saturazione e determinazione del contenuto delle sostanze organiche nei campioni prelevati indisturbati **S1-C1; S2-C1;S3-C1 ;S3-C2;S5-C2 ; S6-C1; S8-C1;S9-C1.;S11-C1**. Sul campione **S8-C2** c'è stato il solo riconoscimento litologico
- **n.13 analisi granulometriche di cui n.9 analisi sono state effettuate sugli stessi campioni di cui sopra le restanti n. 4 analisi granulometriche sui campioni disturbati :S1-CR1 ; S5-CR1; S5-CR2; S8-CR1** .Sul campione **S8-C2** c'è stata il solo riconoscimento litologico .
- **n.5 prove di compressione edometrica** su campioni di terreno prelevati indisturbati dai sondaggi meccanici : **S2-C2;S3-C1;S3-C2;S6-C1;S11-C1** .
- **n.6 prove di taglio diretto** su campioni di terreno prelevati indisturbati dai sondaggi meccanici : **S1-C1;S3-C2;S5-C2;S6-C1;S8-C1;S11-C1**.

## 1.INQUADRAMENTO GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICO GENERALE

\*\*\*\*\*

Dal punto di vista geologico la città di Napoli è compresa nella Piana Campana che rappresenta un profondo graben carbonatico originatosi con le fasi tettoniche plio-quadernarie. Lo stesso graben fu colmato da depositi piroclastici ed alluvionali associati a frequenti depositi marini e palustri . Pertanto l'assetto geolitologico del territorio napoletano deriva , oltre che da processi tettonici , anche da attività vulcanica generata dai Campi-Flegrei e dal Vesuvio. I litotipi che hanno colmato il suddetto graben sono costituiti nella parte basale da lembi residui della serie cenozoica, quindi da prodotti del Roccamonfina e della prima attività dei Campi Flegrei, nonché dai prodotti coevi dell'attività erosiva delle acque continentali che sfociavano nel braccio di mare che si estendeva tra i monti calcarei e l'attuale edificio del Somma-Vesuvio. Successivamente si depositarono gli attuali terreni più superficiali , costituiti dall'attività più recente dei vulcani dei Campi Flegrei e del Somma-Vesuvio.

Il territorio napoletano si colloca , dal punto di vista geologico-vulcanologico, tra il dominio flegreo e quello vesuviano. In particolare l'area di interesse si colloca nella zona orientale di Napoli, ad una quota media di circa 13.00 m s.l.m. .

La zona orientale di Napoli è delimitata ad ovest dalla congiungente l' ex Forte del Carmine con P.zza carlo III , a nord-ovest dalla Terra di Lavoro, ad est dalle pendici del Somma-Vesuvio , a sud dal mare. Tale zona si estende tra quote medie poco sopra al livello del mare fino a quote di 19 m s.l.m. nella parte più settentrionale in cui ricade l' "area di interesse ".

Morfologicamente la suddetta zona è denominata "Depressione del Sebeto " , tale area era soprannominata dagli antichi "Clanis" , toponimo diffuso in Campania per indicare corsi d'acqua a deflusso lento . Nel complesso il sistema fluvio-torrentizio che caratterizza la suddetta zona è organizzato in una serie di piccoli impluvi e profonde incisioni, quasi sempre stravolte da interventi antropici .Proprio qui scorreva l'unico corso d'acqua perenne , Il Sebeto, che , nascendo dalle sorgenti della Bolla (fiume di

## STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

risorgiva ) presso Tavernanova , a sud di Casalnuovo , scendeva fino allo sbocco a mare al Ponte della Maddalena. In seguito , sia a causa dello scavo del Fosso Reale, che incanalò parte delle acque verso i mulini distribuiti nella zona , sia dell'emungimento ai pozzi di Lufrano che abbassò notevolmente il livello della falda, e comportò l'estinzione delle sorgenti, il Sebeto fu privato dell'alimentazione , e quindi delle sue acque.

Attualmente il Sebeto è adibito a collettore fognario.

Il Fiume si insediò nella depressione che si creò per abbassamento della zona orientale rispetto alla retrostante Terra di Lavoro ad opera di una probabile tettonica post-tufo giallo . Questa, dopo il secondo periodo flegreo , ribassò il tufo giallo di circa 90 m , formando il golfo del Sebeto. Si sottolinea come la piana del Sebeto non fosse alluvionale essendo lo stesso fiume di risorgiva.

Fenomeni di subsidenza e tettonici sono da attribuirsi anche a periodi precedenti alla deposizione del tufo giallo napoletano e posteriori alla deposizione dell'ignimbrite campana come dimostrano i potenti depositi marini costieri .

Il golfo del sebeto circa 10.000 Y.b.p occupava una vasta area della zona orientale di napoli, poi col tempo andò interrandosi via via sia per l'accumulo di sabbie marine, riconosciute dalla presenza in esse di gusci di lamellibranchi e vermetuli di ambiente salmastro di transizione (sabbie marine sono state ritrovate pure nei carotaggi eseguiti nella zona di interesse come vedremo in seguito ) sia per l'apporto di materiali delle zone più interne (argille e ghiaie provenienti dall'appennino retrostante), sia di prodotti eruttivi (pozzolane , pomici e lapilli ) di origine sia flegrea sia del Somma- Vesuvio anche quest'ultimi ritrovati nei carotaggi eseguiti nella zona di interesse come in seguito si approfondirà.

Il gradino di faglia che ha originato la depressione è ancora visibile appena alla sorgente di Bolla ma diviene più marcato avvicinandosi alla zona urbana di Napoli dove in località Poggioreale –S.Maria del Pianto è chiaramente visibile con un salto di circa 70 m .

### **Aspetti geologici**

Per quanto riguarda l'attività vulcanica dei Campi Flegrei è possibile suddividerla in quattro cicli principali :

#### **1° Ciclo : depositi vulcanici pre-ignimbrite Campana (> 37000 anni )**

Formazione di cupole laviche , tufi antichi costituiti da intercalazioni di tufi litoidi e semilitoidi , livelli cineritici stratificati e massivi , associati localmente a breccie , livelli pomicei e paleosuoli.

#### **2° Ciclo : Ignimbrite Campana (37000 anni b.p.)**

Nota anche come tufo grigio campano : Sono depositi rappresentati da tufi di colore grigio violaceo , , più o meno saldati , ricchi di scorie nere.

#### **3° Ciclo : Tufo giallo napoletano (12.000 anni b.p.)**

I prodotti dell'eruzione (circa 40 kmc) presentano un meccanismo deposizionale 12da flusso piroclastico in facies gialla litoide , dovuta a processi di zeolitizzazione delle sostanze vetrose , ed una facies grigio chiaro incoerente o parzialmente litoide.

#### **4° Ciclo : Depositi vulcanici , sedimenti marini, transizionali e palustri (< 12.000 anni )**

Si riconoscono in questo ciclo i prodotti di quattro eruzioni flegree di maggiore intensità e con tipologie eruttive e 12deposizionali12 diverse che costituiscono la "Serie Urbana Recente : Gauro (10.000 anni ) : Minopoli e Pomici Principali di Agnano (9000 anni ) , Monte Spina (4300 anni ),Astroni (3750 anni ) .

### **Aspetti idrologici e idrogeologici**

Dal punto di vista idrogeologico nel territorio napoletano si distinguono tre fondamentali aree idrogeologiche : Occidentale Flegrea, Centrale-alluvionale, Orientale-Vesuviana .

## STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

L'area occidentale flegrea rappresenta una struttura vulcanica eterogenea con assetto strutturale-stratigrafico variabile di zona in zona ne deriva pertanto uno schema di circolazione idrica sotterranea per "falde sovrapposte", ma tra loro interconnesse sia per interdigitazione di depositi a vario grado di permeabilità sia tramite flussi verticali di "drenanza". Ciò nonostante si è osservato che le falde maggiormente produttive sono localizzate nei prodotti piroclastici sciolti giustapposti al tufo giallo napoletano e che i loro livelli piezometrici non si discostano in modo rilevante tra loro, ne consegue che lo schema di circolazione suddetto può essere definito come a "falda unica" costituito da vari orizzonti idraulicamente interconnessi per la mancanza di veri e propri impermeabili di una certa rilevanza.

Nell'area "Centrale alluvionale", corrispondente al bacino del Fosso Volla, dove ricade anche l'area di interesse, si è dimostrato che l'acquifero è costituito principalmente da piroclastiti flegree e vesuviane, più o meno rimaneggiate in ambiente alluvionale dove sono intercalati localmente sedimenti marini e palustri. In essa affluiscono le acque provenienti dai settori "Occidentale -flegreo" ed Orientale-Vesuviano. Per quest'area si ha, allo stesso modo dell'area occidentale, una circolazione idrica per falde sovrapposte ma idraulicamente interagenti a formare un'unica falda. Rimane poi il settore "Orientale Vesuviano", quello relativo all'acquifero alle pendici del Somma-vesuvio insediatosi nell'alternanza tra lave e depositi piroclastici: anche in questo acquifero ci sono falde sovrapposte che possiamo considerare però un unico corpo idrico.

L'area di interesse quindi ricade nell'unità idrogeologica del Sebeto -Bacino del fosso di Volla. In generale la litologia del sottosuolo è costituita da depositi piroclastici con frequenti intercalazioni di depositi di origine marina e palustre con spessore di diverse centinaia di metri. Con questo assetto si sviluppa, come già detto, nella stessa unità una circolazione idrica a falde sovrapposte, contenute nei livelli piroclastici a granulometria più grossolana, che sono interconnesse tra loro attraverso i "flussi di drenanza".

In generale questo sistema idrico, come da letteratura, può essere ricondotto ad un sistema a due falde principali sovrapposte separate dalla formazione del tufo grigio campano (ignimbrite) che si presenta a scarsa permeabilità: la prima falda più

## STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

superficiale al disopra dello stesso tufo grigio allocata , la seconda più profonda al di sotto.:in condizioni di equilibrio idrogeologico normali, la falda profonda alimenterebbe per “drenanza” quella superficiale in quanto è dimostrato in letteratura (analisi del livello nei pozzi artesiani presenti in zona ) che il carico piezometrico della falda profonda è più elevato di quello della falda superficiale. Si sottolinea come con questo sistema la falda profonda sia più protetta da eventuali contaminazioni e subisce ricambi lenti. Certo è che il proliferare di pozzi abusivi realizzati senza alcun tipo di cementazione tra pareti di foro e rivestimento hanno accentuato la possibilità di interscambio tra la falda superficiale e quella profonda contaminando quest’ultima attraverso quella più superficiale che si sa più inquinata.Lo stesso proliferare di pozzi nella zona di interesse e nelle aree circostanti (Lufrano ) ha provocato nel tempo un progressivo abbassamento della falda . Nel 1946 il livello piezometrico della stessa era rinvenibile sui 14 m s.l.m. , nel 1977 si era portata a 10 m s.l.m. .Oggi , come risulta dai piezometri da noi installati nei sondaggi S1,S3,S4,S8, si rinviene intorno ai 11 m s.l.m. (misura estiva) (all.ti A4-A5)

L’area di interesse , dal punto di vista idrologico e idrogeologico, ricade nel territorio delle Padule . Esso , estendendosi ai piedi delle alture napoletane e del Vesuvio è costituito da un grande impluvio naturale formato da acque sotterranee e superficiali , la ricchezza della falda è testimoniata da numerosi pozzi a scopo irriguo e da quelli , scavati in località Lufrano, utilizzati fino a qualche tempo fa dall’acquedotto di Napoli.

Il sistema è formato da una complessa rete di corsi d’acqua composta da canali e pozzetti di drenaggio con funzioni di prosciugare i terreni superficiali ; “canali scolatizi “ che convogliano le acque piovane e sorgive nei canali principali; canali irrigatori regolati con vasche di sedimentazione . Tutti questi corsi d’acqua andavano a costituire alcuni canali-fiumi tra i quali i principali a partire da nord sono : il Volla Corsea-II Canale Cozzone o Fiumitello, il Fiume Reale –Canale S.Severino; il fiume di Casoria-Canale Lamia ,il Canale Sbauzone , il collettore dello Sperone e il fiume Sebeto .

Il fiume Reale scorreva vicinissimo la nostra area di interesse aggirando le strutture di bassa collina (alture) allora presenti. In particolare le alture dove sorgeva

## STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

la contrada Arpino (in cui ricade l'attuale area di interesse ) e quella della Castelluccia situata poco più a sud-sud/est . Questo fiume nasceva dalla Fontana Salzano e dalle acque meteoriche che provenivano dalla Cupa Casoria per poi essere arricchito dalle sorgenti dette di S.Andrea . Lo stesso fiume veniva arricchito dalle acque calanti provenienti dalle alture di S.Pietro a Patierno e di contrada Arpino drenate prima in apposite vasche naturali di sedimentazione .Si sottolinea come l'area di interesse ricada proprio nei pressi di quella che allora era l'altura di Arpino e come la stessa area possa essere stata interessata da zone con presenza vasche di sedimentazione di questi canali o affluenti poi successivamente colmate così come di seguito sarà illustrato.

E' interessante sottolineare come il sistema dei canali delle acque della Volla avevano origine dalla Casa dell'Acqua ove erano convogliate le acque della falda della Bolla o Volla provenienti da sorgenti e pozzi scavati presso la Masseria Preziosa Benincasa e Tamburiello. In questo sistema le acque erano ripartite in questo modo : per metà incanalate nel sottosuolo nell' antico acquedotto della Bolla che riforniva Napoli e per metà venivano convogliate in un canale che riforniva numerosi mulini della zona .

Il fiume Sebeto invece costituiva l'ultimo corso d'acqua che convogliava a mare le acque che calavano dai Ponti Rossi, per unirsi a quelle provenienti da nord dalla contrada delle Paludi e passanti sotto il ponte della Maddalena .

**2.MODELLAZIONE GEOMORFOLOGICA ALLO STATO DI FATTO E  
MODELLAZIONE GEOLITOLOGICA E IDROGEOLOGICA DELL'AREA DI  
INTERESSE SIA ALLO STATO DI FATTO CHE ALLO STATO DI PROGETTO**  
\*\*\*\*\*

**2.1 CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE**

L ' "area d'interesse" (circoscritta col tratto di colore blu ,all.A1-tav.un) sarà utile di qui in seguito per motivi logistici suddividerla in due zone :zona A e zona B (all.A1-tav,unica ) .

Ebbene la stessa area nella sua interezza è stata oggetto , come da notizie storiche , di svariati interventi antropici di sbancamento e di una modellazione a terrazzi delle alture preesistenti nel corso dell'ultimo secolo ;interventi quest'ultimi dovuti sia a motivi di estrazione di materiale vulcanico ( pozzolane e breccia vulcanica ) sia per far spazio ad una zona subpianeggiante , da raccordare con la stessa quota assoluta della preesistente stazione ferroviaria di Napoli, per poi destinarla a magazzini delle ferrovie dello stato . Il risultato di questa modellazione antropica ,che di fatto ha alterato completamente il vecchio originario assetto geomorfologico delle colline a bassa quota preesistenti ( soprattutto quella riferita alla antica località Arpino ) , "svuotandole" di centinaia di metri cubi (nella zona a sud dell'area di interesse il volume sbancato si ipotizza in linea generale che abbia avuto un altezza di circa 1-2 m mentre nella zona a nord di circa 4-5 m ,almeno per quanto si evince da un calcolo puramente generico e in relazione alle dimensioni delle sottofondazioni a cui , causa lo sbancamento , si è dovuto ricorrere per ridimensionare il preesistente vecchio muro in pietra di tufo che separa il lato est dell'area di interesse dalle altre proprietà )

## STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

,ci porta a distinguere due diverse zone dell'area di interesse: la zona A , dove , come da progetto di Piano , saranno insediate le nuove costruzioni e che presenta una morfologia pianeggiante senza rilievi collinari o relitti degli stessi e la zona B dove , invece, si ritrovano dei relitti collinari dovuti ad interventi antropici di sbancamento .

Le stesse zone possiamo identificarle con due diversi ambiti geomorfologici che qui denominiamo per motivi logistici ambito GmA per la zona A e ambito GmB per la zona B caratterizzati sulla carta geomorfologica e della stabilità (all A2-Tav.un) : il primo ambito (GmA) come una zona completamente stabile; il secondo ambito (GmB) invece risulta : in alcune aree a instabilità bassa mentre in altre aree a instabilità alta rispettivamente se si tratta di aree terrazzate o di aree corrispondenti alle scarpate di versante . Ebbene l' ambito geomorfologico GmB si può suddividere in due sub-zone : la prima costituita da una sottile lingua larga circa una decina di metri che corre lungo il lato ovest dell' area di interesse a confine con l'attuale via Vialone ed è costituita da un relitto di una struttura collinare la cui cresta si trova mediamente tra i 27 m e i 31 m s.l.m. e si presenta con un unico versante (parete di scavo antropico dovuta allo sbancamento ) sub-verticale prospiciente la zona A (ambito GmA) dove sono previsti i nuovi insediamenti come da progetto .Questa sub-zona è caratterizzata , così come da carta geomorfologica e della stabilità elaborata e allegata alla presente (all.A2-tav.un.) , da aree di scarpata ad instabilità alta causa la pendenza elevata ; la seconda sub-zona indicata come quella situata a nord dell'area di interesse è costituita attualmente da un relitto collinare che è il risultato di un modellamento antropico a gradoni , a scopo estrattivo, della preesistente struttura di bassa collina (altura ). La stessa sub-zona è infatti caratterizzata da una più vasta area costituita da due salti di pendenza con altrettanti terrazzi antropici (di cava) sub-pianeggianti e relative scarpate : Il primo terrazzo , quello più alto , si trova a quote variabili mediamente tra i 26m-27m s.l.m. (con eccezione di alcuni punti prossimi al ciglio dove le quote sono più elevate ) ,il secondo terrazzo si trova invece tra quota 21 m e 22 m s.l.m..

In particolare la zona A sub-pianeggiante ( una zona dove si intendono realizzare le nuove costruzioni e ristrutturare le preesistenti ) è stata classificata stabile data la sua pendenza molto minore del 5% . Mentre le aree, ricadenti nella zona B ricoperte dai terrazzi antropici (quote 26m-27 m ; 21m -22m ) sono state , data

## STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

la loro pendenza tra il 5% e 10 % , classificate con una bassa instabilità ;mentre la parte dei versanti costituenti le rotture di pendenza con i suddetti terrazzi sono state classificate , data l'elevata pendenza oltre 20 % , come aree ad alta instabilità. ( carta geomorfologica e della stabilità ,all.A2-tav.un.)

Si sottolinea come nella zona A (zona di insediamento delle strutture a realizzarsi e delle strutture preesistenti ) essendo una zona sub-pianeggiante non sono stati riscontrati fenomeni franosi in atto o potenzialmente in atto o segni geomorfologici premonitori degli stessi fenomeni .Nella zona B invece le superfici di scarpata e le zone al piede delle stesse , essendo, data l'elevata pendenza , soggette ad erosione le prime, e ad invasione le seconde , sono da considerarsi potenzialmente in frana .

Pertanto il progetto di Piano per la suddetta zona B (zona tra l'altro perimetrata come aree a rischio di frana elevato (R3) come da Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico dell'Autorità Bacino Campania Centrale e come zone ad instabilità media e alta come da tav.12 quadrante 4 –Tavola dei vincoli geomorfologici , parte integrante della Variante al Piano Regolatore Generale comunale), sarà cura del progettista prevedere, in fase di progetto esecutivo delle stesse strutture , le necessarie opere di contenimento e/o di consolidamento del versante che , a difesa di quest'ultime, dovranno essere progettate alla luce di uno studio di compatibilità geologica correlato da indagini geognostiche puntuali ed eseguito nel rispetto delle condizioni geomorfologiche e geotecniche dei terreni .

In sintesi dal punto di vista geomorfologico l'area interessata dal progetto (denominata area di interesse , all.A1-tav.un.) è stata suddivisa in due zone A e B . La zona A si presenta attualmente con una morfologia ottenuta a partire dalla scelta iniziale di individuare una zona sub-pianeggiante che si trovava al piede di tre alture preesistenti in tempi storici : la prima altura era costituita dal rilievo di cui oggi rimangono i relitti collinari (zona B) , la seconda altura da una struttura collinare sbancata del tutto e che si trovava a sud –ovest dell'area di interesse , la terza altura che , denominata della Castelluccia, si ergeva a sud-est .

L'area di interesse si ipotizza che, in tempi storici, fu poi sbancata lungo il suo perimetro lasciando inalterata la zona centrale e interessando le zone al piede delle tre colline suddette.

Il risultato è che oggi non tutta l'area di interesse è stata oggetto di sbancamento o alterazione antropica .Infatti se la zona B lo è stata quasi totalmente come si evince dai tagli delle colline (versante sotto la strada via Vialone ) o dai terrazzamenti (all.A2-tav.un) , la zona A lo è stata in parte .Quest'ultima sembra , dall'ipotesi di ricostruzione geomorfologica , essere stata sbancata per lo piu su tutti i lati lungo il perimetro , ma non nella parte centrale .

Questa parte infatti si ipotizza coincidere con un basso morfologico che era contraddistinto come zona situata al piede delle tre alture sopracitate . Naturalmente è solo un'ipotesi costruita con le carte tematiche storiche ma anche con l'ausilio delle caratteristiche geolitologiche così come ipotizzate e interpretate nella successiva modellazione geologica elaborata grazie ai risultati delle indagini geognostiche e prove di laboratorio (all.A-tavola unica).

## **2.2 CARATTERISTICHE GEOLITOLOGICHE**

### **Indagini geognostiche e prove di laboratorio geotecnico**

A seguito di accurati sopralluoghi nell'area di interesse (all.A1-tav.un) e soprattutto in funzione dell'ubicazione delle strutture a costruirsi e a ristrutturarsi previste dal progetto di Piano Urbanistico Attuativo (P.U.A) e dopo aver effettuato un rilevamento geologico e geomorfologico di dettaglio, esteso anche all'intorno della stessa area, sono state programmate ed eseguite le seguenti indagini geognostiche in situ (all.A6-tav.un.) , determinazioni e prove di laboratorio geotecnico :

### **INDAGINI GEOGNOSTICHE IN SITU**

**Le indagini geognostiche in situ relative ai sondaggi meccanici a carotaggio continuo, alle prove penetrometriche dinamiche in foro di tipo SPT , alle prove penetrometriche statiche di tipo CPT ,alle prove di permeabilità a carico variabile tipo Le Franc sono state eseguite nell'ambito di una campagna**

di indagini che si sono svolte dal 23/08/12 al 07/09/12. In particolare secondo queste modalità :

### **SONDAGGI MECCANICI A CAROTAGGIO CONTINUO**

**N° 13 sondaggi geognostici (S1-S2-S3-S4-S5-S6-S7-S8-S9-S10-S11-S12-S13) meccanici** a carotaggio continuo rispettivamente alle profondità di : 30m in S1 ,eseguito a quota 13.04 m s.l.m. ; 35m in S2 ,eseguito a quota 13.15 m s.l.m. ; 30 m in S3 e in S4 ,eseguiti rispettivamente a quota 13.31 m e a quota 13.07 m s.l.m. ; 35m in S5 e in S6 ,eseguiti rispettivamente a quota 13.15 m e a quota 13.13 m s.l.m. ;30 m in S7 e in S8 , eseguiti entrambi a quota 13.20 m s.l.m. ; 35 m in S9 eseguito a quota 13.11 m s.l.m. ;12 m in S10 eseguito a quota 13.16 m s.l.m. ; 16.50 m in S11 eseguito a quota 12.84 m s.l.m. ;30 m in S12 eseguito a quota 18.20 m s.l.m. ;10 m in S13 eseguito a quota 13.10 m s.l.m. e realizzati allo scopo di determinare le caratteristiche lito-stratigrafiche del sottosuolo dell'area di interesse in particolare della sua zona A dove si prevede la realizzazione di nuove strutture (all.A6-tav.un) . Le quote assolute (intese sul livello del mare , s.l.m. ) dei sondaggi meccanici suddetti sono rispettivamente S1 (13 .04 m ) , S2 ( 13.15 m ) ,S3 (13.31 m) , S4 ( 13.07 m ) , S5 (13.15 m) , S6 (13.13 m), S7 (13.20 m) , S8 (13.20m) ,S9 ( 13.11 m), S10 ( 13.16 m) ,S11 ( 12.84 m) ,S12 (18.20 m), S13 (13.10m) . Le perforazioni sono state eseguite dalla Trivel Sondaggi S.r.l. (ditta autorizzata dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Decreto n.1271 del 08/02/2011 ai sensi della NTC 2008 e successive circolari dell'art.59 del DPR 380/01 ) a carotaggio continuo con sonda a rotazione CMV MK . Talvolta durante le perforazioni è stata usata la circolazione d'acqua allo scopo di rimaneggiare quanto meno possibile i campioni di terreno estratti. La campionatura così ricavata, che è stata posta in cassette catalogatrici in pvc (foto d'insieme all.A;foto stratigrafie all.B1), ha consentito di ricostruire la stratigrafia dei terreni investigati che è stata certificata dalla Trivel sondaggi S.r.l. (all.B1).A fine sondaggio tutti i fori sono stati protetti con un chiusino di ferro con catenaccio. Di questi tredici sondaggi quattro

## STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

dei fori sono stati condizionati a piezometro con tubazione in pvc con diametro 40 mm in parte cieca e in parte micro fessurata per misurare il livello della falda e quattro fori sono stati condizionati con tubazione rigida in pvc del diametro 80 mm in modo da poter eseguire successivamente prove sismiche di tipo down-hole . In particolare sono stati condizionati a piezometro i fori dei sondaggi S1-S3-S8- S4 e condizionati per le prove sismiche i fori dei sondaggi S2-S5-S6-S9 .

Dai sondaggi effettuati poi sono stati prelevati n.17 campioni indisturbati ( S1-C1 ;S1-C2;S2-C1;S2-C2; S3-C1;S3-C2;S4-C1;S5-C1;S5-C2;S6-C1;S6-C2; S7-C1;S7-C2;S8-C1;S8-C2;S9-C1;S11-C1;) depositati in apposite fustelle sigillate . Di questi 17 campioni sono stati opportunamente scelti , in base ad una prima analisi della geolitologia del sottosuolo dell'area di interesse , n. 9 campioni ( S1-C1; S2-C1;S3-C1 ;S3-C2;S5-C2 ; S6-C1; S8-C1; S9-C1.;S11-C1) che sono stati successivamente forniti al laboratorio geotecnico Ilag s.r.l. per le prove e determinazioni come da pianificazione di indagini e sono altresì stati prelevati direttamente dalle cassette n. 4 campioni disturbati (S1-CR1; S5-CR1; S5CR2; S8CR1) forniti allo stesso laboratorio e sui quali sono state effettuate determinazioni per il solo per il riconoscimento e analisi granulometriche .

In particolare nel sondaggio S1 sono stati prelevati i campioni:

- Campione indisturbato S1-C1 alla profondità di m 13.00- m 13.50 fornito al laboratorio Ilag per le prove
- Campione indisturbato S1-C2 alla profondità di m 16.00- m 16.50
- Campione disturbato S1-CR1 alla profondità di m 18.00- m 18.50

Nel sondaggio S2 sono stati prelevati i seguenti campioni :

- Campione indisturbato S2-C1 alla profondità di m 4.00- m 4.50 fornito al laboratorio Ilag per le prove
- Campione indisturbato S2-C2 alla profondità di m 10.00- m 10.50

Nel sondaggio S3 sono stati prelevati i seguenti campioni entrambi forniti al laboratorio Ilag per le prove :

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

- Campione indisturbato S3C1 alla profondità di m 5.00- m 5.50
- Campione indisturbato S3C2 alla profondità di m 8.50- m 9.00

Nel sondaggio S4 è stato prelevato il seguente campione

- Campione indisturbato S4-C1 alla profondità di m 21.00- m 21.50

Nel sondaggio S5 sono stati prelevati i seguenti campioni

- Campione indisturbato S5-C1 alla profondità di m 2.50- m 3.00
- Campione indisturbato S5-C2 alla profondità di m 15.00- m 15.50 fornito al laboratorio Ilag per le prove
- Campione disturbato S5-CR1 alla profondità di m 7.50- m 8.00
- Campione disturbato S5-CR2 alla profondità di m 16.50- m 17.00

Nel sondaggio S6 sono stati prelevati i seguenti n.2 campioni indisturbati

- Campione indisturbato S6-C1 alla profondità di m 3.30- m 3.80 fornito al laboratorio Ilag per le prove
- Campione indisturbato S6-C2 alla profondità di m 12.00- m 12.50

Nel sondaggio S7 sono stati prelevati i seguenti n.2 campioni indisturbati

- Campione indisturbato S7-C1 alla profondità di m 6.00- m 6.50
- Campione indisturbato S7-C2 alla profondità di m 20.00- m 20.50

Nel sondaggio S8 sono stati prelevati i seguenti n.3 campioni di cui due indisturbati (S8-C1 e S8-C2) ed uno disturbato (S8-CR1)

## STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

- Campione indisturbato S8-C1 alla profondità di m 18.50- m 19.00 fornito al laboratorio Ilag per le prove
- Campione indisturbato S8-C2 alla profondità di m 24.00- m 24.50 fornito al laboratorio Ilag per le prove
- Campione disturbato S8-CR1 alla profondità di m 19.50- m 20.00

Nel sondaggio S9 è stato prelevato il seguente n.1 campione indisturbato fornito al laboratorio Ilag per le prove

- Campione indisturbato S9-C1 alla profondità di m 23.00- m 23.50

Nel sondaggio S11 è stato prelevato n.1 campione indisturbato fornito al laboratorio Ilag per le prove

- Campione indisturbato S11-C1 alla profondità di m 1.50- m 2.00

### **PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE TIPO S.P.T.**

**N° 54 prove penetrometriche dinamiche in foro S.P.T. (Standard Penetration Test)** eseguite durante l'esecuzione dei sondaggi meccanici (S1-S2-S3-S4-S5-S6-S7-S8-S9-S10-S11-S12-S13) con attrezzatura standardizzata a sganciamento automatico di un maglio dal peso di 63.5 Kg dall'altezza di 76 cm . All'estremità della batteria di aste collegata al dispositivo di sganciamento del maglio è applicato un campionatore Raymond munito di valvola sommitale a sfera . Sono stati misurati il numero di colpi del maglio necessari per infiggere tre tratti di 15 cm del campionatore Raymond , apribile longitudinalmente . Dallo stesso campionatore Raymond sono stati estratti i contenuti di terreno e sigillati in sacchetti di cellophane (foto all.B1). In sintesi ecco le prove SPT eseguite e certificate dalla Trivel Sondaggi S.r.l. : nel

## STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

sondaggio S1(piano campagna quota 13.04 m s.l.m.) prova n. 1 alla profondità di 3.50 m dal p.c. con numero di colpi (3-4-6); prova n. 2 alla profondità di 10.00 m dal p.c. con numero di colpi (6-6-9) ; prova n. 3 alla profondità di 13.50 m dal p.c. con numero di colpi (5-8-9); prova n.4 alla profondità di 16.50 dal p.c. con n.colpi (6-9-10). Nel sondaggio n.2 (piano campagna quota 13.15 m s.l.m. ) : prova n. 1 alla profondità di 4.50 m dal p.c. con numero di colpi (5-7-8); prova n. 2 alla profondità di m 6.00 dal p.c. con numero di colpi (4-5-6); prova n. 3 alla profondità di m 8.00 dal p.c. con numero di colpi (5-7-8) ; prova n.4 alla profondità di m 18.00 con numero di colpi (9-15-16). Nel sondaggio meccanico n.3 (piano campagna quota 13.31 m s.l.m.): prova n.1 alla profondità di 5.50 m dal p.c. con un numero di colpi (4-6-8) ;prova n. 2 alla profondità di 7.50 m dal p.c. con un numero di colpi (6-8-10) ; prova n.3 alla profondità di 9 m dal p.c. con numero di colpi (6-7-8) ; prova n.4 alla profondità di 11.00 m dal p.c. con un numero di colpi (5-8-9) . Nel sondaggio n.4 (piano campagna quota assoluta 13.07 m s.l.m.) : prova n.1 alla profondità di 5.00 m dal p.c. con numero di colpi (3-4-5) ;; prova n.2 alla profondità di 8 mt dal p.c. con numero di colpi (4-6-7) ; prova n.3 alla profondità di 21.50 m dal p.c. con numero di colpi (6-8-10) ; prova n.4 alla profondità di 24.00 m dal p.c. con numero di colpi (8-9-12) . Nel sondaggio n.5 (piano campagna quota assoluta 13.15 m s.l.m.) : prova n.1 alla profondità di 2.80 m dal p.c. con numero di colpi (3-4-5) ; prova n.2 alla profondità di 6.50 mt dal p.c. con numero di colpi (6-9-12) ; prova n.3 alla profondità di 12.00 m dal p.c. con numero di colpi (6-8-13) ; prova n.4 alla profondità di 17.50 m dal p.c. con numero di colpi (8-11-14) . Nel sondaggio n.6 (piano campagna quota assoluta 13.13 m s.l.m.) : prova n.1 alla profondità di 5.00 m dal p.c. con numero di colpi (6-9-9) ;; prova n.2 alla profondità di 10.00 m dal p.c. con numero di colpi (9-10-12) ; prova n.3 alla profondità di 15.00 m dal p.c. con numero di colpi (8-11-14) ; prova n.4 alla profondità di 20.00 m dal p.c. con numero di colpi (11-14-16) . Nel sondaggio n.7 (piano campagna quota assoluta 13.20 m s.l.m.) : prova n.1 alla profondità di 4.00 m dal p.c. con numero di colpi (4-6-8) ; prova n.2 alla profondità di 6.50 mt dal p.c. con numero di colpi (3-5-7) ; prova n.3 alla profondità di 14.00 m dal p.c. con numero di colpi (6-8-8) ; prova n.4 alla profondità di 20.50 m dal p.c. con numero di colpi (6-7-10).Nel sondaggio n.8 (piano campagna quota assoluta 13.20 m s.l.m.) : prova n.1

## STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

alla profondità di 4.00 m dal p.c. con numero di colpi (5-9-12); prova n.2 alla profondità di 7.00 mt dal p.c. con numero di colpi (5-8-12); prova n.3 alla profondità di 19.00 m dal p.c. con numero di colpi (8-14-15). Nel sondaggio n 9 (piano campagna quota assoluta 13.11 m s.l.m.) : prova n.1 alla profondità di 3.00 m dal p.c. con numero di colpi (3-4-4); prova n.2 alla profondità di 6.00 mt dal p.c. con numero di colpi (6-8-9); prova n.3 alla profondità di 9.00 m dal p.c. con numero di colpi (5-9-10); prova n.4 alla profondità di 15.00 m dal p.c. con numero di colpi (7-9-9); prova n.5 alla profondità di 23.50 m dal p.c. con numero di colpi (8-10-12). Nel sondaggio n.10 (piano campagna quota assoluta 13.16 m s.l.m.) : prova n.1 alla profondità di 9.00 m dal p.c. con numero di colpi (8-7-8). Nel sondaggio n.11 (piano campagna quota assoluta 12.84 m s.l.m.) : prova n.1 alla profondità di 2.50 m dal p.c. con numero di colpi (5-4-4); prova n.2 alla profondità di 16.50 mt dal p.c. con numero di colpi (7-8-10). Nel sondaggio n.12 (piano campagna quota assoluta 18.20 m s.l.m.) : prova n.1 alla profondità di 5.00 m dal p.c. con numero di colpi (9-14-19); prova n.2 alla profondità di 23 mt dal p.c. con numero di colpi (7-9-11). Nel sondaggio n.13 (piano campagna quota assoluta 13.10 m s.l.m.) : prova n.1 alla profondità di 2.60 m dal p.c. con numero di colpi (3-4-3); prova n.2 alla profondità di 5.50 mt dal p.c. con numero di colpi (1-1-1).

Da note correlazione esistenti tra il numero dei colpi necessari all'avanzamento della punta, e le caratteristiche meccaniche dei terreni investigati, si sono calcolati, secondo teorie di vari autori, parametri geomeccanici dei terreni investigati quali: angolo d'attrito, modulo edometrico, modulo di Young, densità relativa, peso volume etc. i quali possono essere consultati successivamente nell'ambito del capitolo dedicato al modello geotecnico. Qui di seguito si riporta l'elaborato dei suddetti calcoli che sarà un elaborato di integrazione all'interno della presente relazione :

**INTREPRETAZIONE DEI VALORI MEDI DELLE  
CARATTERISTICHE GEOMECCANICHE IN FUNZIONE DEI  
RISULTATI DELLE PROVE PENETROMETRICHE  
DINAMICA DI TIPO SPT**

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: CAMPIONATORE RAYMOND FORO

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

**PROVE SPT NEL SONDAGGIO MECCANICO S.1**

Strumento utilizzato...CAMPIONATORE RAYMOND FORO

Prova eseguita in data

Falda rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi
3,65	3
3,80	4
3,95	6

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

10,15	6
10,30	6
10,45	9
13,65	5
13,80	8
13,95	9
16,65	6
16,80	9
16,95	10

## TERRENI INCOERENTI

### Densità relativa

	Intestazione NSPTS	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] -	9,26	3,95	35,01	67,13	75,02	31,33
[2] -	13,89	10,45	33,65	63,73	63,66	40,96
[3] -	15,742	13,95	28,84	56,46	57,57	43,68
[4] -	17,594	16,95	26,43	53,17	55,37	45,31

### Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] -	9,26	3,95	9,26	29,65	22,65	30,59	32,04	33,39	0	<30	26,79	29,78	37,65	28,61
[2] -	13,89	10,45	13,89	30,97	23,97	31,89	29,73	35,09	36,92	30-32	29,43	31,17	38,9	31,67
[3] -	15,742	13,95	15,371	31,39	24,39	32,3	28,66	35,6	35,9	30-32	30,18	31,61	37,43	32,53
[4] -	17,594	16,95	16,297	31,66	24,66	32,56	28,19	35,9	35,44	30-32	30,64	31,89	36,37	33,05

### Modulo di Young (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] -	9,26	3,95	9,26	---	74,08	109,97	---	---
[2] -	13,89	10,45	13,89	266,02	111,12	164,60	284,17	144,45
[3] -	15,742	13,95	15,371	279,85	122,97	182,08	295,28	151,85
[4] -	17,594	16,95	16,297	288,15	130,38	193,00	302,23	156,49

### Modulo Edometrico (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] -	9,26	3,95	9,26	---	46,48	65,75	79,30
[2] -	13,89	10,45	13,89	83,34	56,00	98,62	99,95
[3] -	15,742	13,95	15,371	92,23	59,04	109,13	106,55
[4] -	17,594	16,95	16,297	97,78	60,94	115,71	110,68

### Classificazione AGI

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] -	9,26	3,95	9,26	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
[2] -	13,89	10,45	13,89	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
[3] -	15,742	13,95	15,371	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
[4] -	17,594	16,95	16,297	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO

## Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m <sup>3</sup> )
[1] -	9,26	3,95	9,26	Meyerhof ed altri	1,70
[2] -	13,89	10,45	13,89	Meyerhof ed altri	1,85
[3] -	15,742	13,95	15,371	Meyerhof ed altri	1,89
[4] -	17,594	16,95	16,297	Meyerhof ed altri	1,91

## Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m <sup>3</sup> )
[1] -	9,26	3,95	9,26	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,91
[2] -	13,89	10,45	13,89	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,94
[3] -	15,742	13,95	15,371	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,95
[4] -	17,594	16,95	16,297	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,96

## Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] -	9,26	3,95	9,26	(A.G.I.)	0,34
[2] -	13,89	10,45	13,89	(A.G.I.)	0,33
[3] -	15,742	13,95	15,371	(A.G.I.)	0,32
[4] -	17,594	16,95	16,297	(A.G.I.)	0,32

## Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] -	9,26	3,95	9,26	526,66	486,98
[2] -	13,89	10,45	13,89	771,00	623,88
[3] -	15,742	13,95	15,371	848,03	663,72
[4] -	17,594	16,95	16,297	895,97	687,87

## Velocità onde di taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] -	9,26	3,95	9,26	Ohta & Goto (1978) Limi	114,65
[2] -	13,89	10,45	13,89	Ohta & Goto (1978) Limi	157,86
[3] -	15,742	13,95	15,371	Ohta & Goto (1978) Limi	177,86
[4] -	17,594	16,95	16,297	Ohta & Goto (1978) Limi	188,05

## Liquefazione

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs Liquefazione
[1] -	9,26	3,95	9,26	Seed e Idriss (1971)	2,506
[2] -	13,89	10,45	13,89	Seed e Idriss (1971)	2,8
[3] -	15,742	13,95	15,371	Seed e Idriss (1971)	2,528
[4] -	17,594	16,95	16,297	Seed e Idriss (1971)	2,522

## Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[1] -	9,26	3,95	9,26		---
[2] -	13,89	10,45	13,89		---
[3] -	15,742	13,95	15,371		---
[4] -	17,594	16,95	16,297		---

## Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] -	9,26	3,95	9,26		---
[2] -	13,89	10,45	13,89		---
[3] -	15,742	13,95	15,371		---
[4] -	17,594	16,95	16,297		---

## PROVE SPT NEL SONDAGGIO MECCANICO S.2

Strumento utilizzato... CAMPIONATORE RAYMOND FORO  
 Prova eseguita in data  
 Falda rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi
4,65	5
4,80	7
4,95	8
6,15	4
6,30	5
6,45	6
8,15	5
8,30	7
8,45	8
18,15	9
18,30	15
18,45	16

## TERRENI INCOERENTI

### Densità relativa

	Intestazione NSPT\$	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] -	13,89	4,95	41,9	78,16	82,34	40,96
[2] -	10,186	6,45	29	56,93	57,29	33,4
[3] -	13,89	8,45	32,6	62,07	62,07	40,96
[4] -	28,706	18,45	33,21	62,98	64,76	53,88

### Angolo di resistenza al taglio

Nspt	Prof.	Nspt	Peck-	Meyerh	Sowers	Malcev	Meyerh	Schmert	Mitchell	Shioi-	Japanes	De	Owasaki
------	-------	------	-------	--------	--------	--------	--------	---------	----------	--------	---------	----	---------

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

		Strato (m)	corretto per presenza falda	Hanson-Thornburn-Meyerhof of 1956	of (1956)	(1961)	(1964)	of (1965)	mann (1977) Sabbie	& Katti (1981)	Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	e National Railway	Mello	& Iwasaki
[1] -	13,89	4,95	13,89	30,97	23,97	31,89	31,86	35,09	38,94	30-32	29,43	31,17	40,82	31,67
[2] -	10,186	6,45	10,186	29,91	22,91	30,85	29,58	33,74	35,97	<30	27,36	30,06	36,66	29,27
[3] -	13,89	8,45	13,89	30,97	23,97	31,89	29,52	35,09	36,69	30-32	29,43	31,17	38,59	31,67
[4] -	28,706	18,45	21,853	33,24	26,24	34,12	28,81	37,61	36,82	30-32	33,11	33,56	39,35	35,91

## Modulo di Young (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] -	13,89	4,95	13,89	266,02	111,12	164,60	284,17	144,45
[2] -	10,186	6,45	10,186	227,81	81,49	120,89	256,39	125,93
[3] -	13,89	8,45	13,89	266,02	111,12	164,60	284,17	144,45
[4] -	28,706	18,45	21,853	333,68	174,82	258,57	343,90	184,26

## Modulo Edometrico (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] -	13,89	4,95	13,89	83,34	56,00	98,62	99,95
[2] -	10,186	6,45	10,186	61,12	48,39	72,32	83,43
[3] -	13,89	8,45	13,89	83,34	56,00	98,62	99,95
[4] -	28,706	18,45	21,853	131,12	72,35	155,16	135,46

## Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] -	13,89	4,95	13,89	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
[2] -	10,186	6,45	10,186	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
[3] -	13,89	8,45	13,89	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
[4] -	28,706	18,45	21,853	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO

## Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m <sup>3</sup> )
[1] -	13,89	4,95	13,89	Meyerhof ed altri	1,85
[2] -	10,186	6,45	10,186	Meyerhof ed altri	1,74
[3] -	13,89	8,45	13,89	Meyerhof ed altri	1,85
[4] -	28,706	18,45	21,853	Meyerhof ed altri	2,03

## Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m <sup>3</sup> )
[1] -	13,89	4,95	13,89	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,94
[2] -	10,186	6,45	10,186	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,92
[3] -	13,89	8,45	13,89	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,94
[4] -	28,706	18,45	21,853	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,44

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

## Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] -	13,89	4,95	13,89	(A.G.I.)	0,33
[2] -	10,186	6,45	10,186	(A.G.I.)	0,33
[3] -	13,89	8,45	13,89	(A.G.I.)	0,33
[4] -	28,706	18,45	21,853	(A.G.I.)	0,31

## Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] -	13,89	4,95	13,89	771,00	623,88
[2] -	10,186	6,45	10,186	576,02	516,18
[3] -	13,89	8,45	13,89	771,00	623,88
[4] -	28,706	18,45	21,853	1180,47	822,91

## Velocità onde di taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] -	13,89	4,95	13,89	Ohta & Goto (1978) Limi	128,46
[2] -	10,186	6,45	10,186	Ohta & Goto (1978) Limi	143,02
[3] -	13,89	8,45	13,89	Ohta & Goto (1978) Limi	158,9
[4] -	28,706	18,45	21,853	Ohta & Goto (1978) Limi	192,62

## Liquefazione

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs Liquefazione
[1] -	13,89	4,95	13,89	Seed e Idriss (1971)	7,938
[2] -	10,186	6,45	10,186	Seed e Idriss (1971)	2,315
[3] -	13,89	8,45	13,89	Seed e Idriss (1971)	2,732
[4] -	28,706	18,45	21,853	Seed e Idriss (1971)	3,238

## Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[1] -	13,89	4,95	13,89		---
[2] -	10,186	6,45	10,186		---
[3] -	13,89	8,45	13,89		---
[4] -	28,706	18,45	21,853		---

## Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] -	13,89	4,95	13,89		---
[2] -	10,186	6,45	10,186		---
[3] -	13,89	8,45	13,89		---
[4] -	28,706	18,45	21,853		---

## PROVE SPT NEL SONDAGGIO MECCANICO S.3

Strumento utilizzato...  
Prova eseguita in data  
Falda rilevata

CAMPIONATORE RAYMOND FORO

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi
5,65	4
5,80	6
5,95	8
7,65	6
7,80	8
7,95	10
9,15	6
9,30	7
9,45	8
11,15	5
11,30	8
11,45	9

## TERRENI INCOERENTI

### Densità relativa

	Intestazione NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] -	12,964	5,95	39,37	73,69	76,53	39,17
[2] -	16,668	7,95	36,07	67,49	67,23	44,5
[3] -	13,89	9,45	30,66	59,12	59,4	40,96
[4] -	15,742	11,45	30,36	58,65	59,34	43,68

### Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] -	12,964	5,95	12,964	30,7	23,7	31,63	31,41	34,76	38,32	30-32	28,94	30,89	40,03	31,1
[2] -	16,668	7,95	15,834	31,52	24,52	32,43	29,87	35,75	37,45	30-32	30,41	31,75	39,95	32,8
[3] -	13,89	9,45	13,89	30,97	23,97	31,89	29,15	35,09	36,28	30-32	29,43	31,17	37,97	31,67
[4] -	15,742	11,45	15,371	31,39	24,39	32,3	28,91	35,6	36,21	30-32	30,18	31,61	38,03	32,53

### Modulo di Young (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] -	12,964	5,95	12,964	257,00	103,71	153,68	277,23	139,82
[2] -	16,668	7,95	15,834	284,03	126,67	187,54	298,76	154,17
[3] -	13,89	9,45	13,89	266,02	111,12	164,60	284,17	144,45
[4] -	15,742	11,45	15,371	279,85	122,97	182,08	295,28	151,85

### Modulo Edometrico (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] -	12,964	5,95	12,964	77,78	54,09	92,04	95,82
[2] -	16,668	7,95	15,834	95,00	59,99	112,42	108,62
[3] -	13,89	9,45	13,89	83,34	56,00	98,62	99,95
[4] -	15,742	11,45	15,371	92,23	59,04	109,13	106,55

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

## Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] -	12,964	5,95	12,964	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
[2] -	16,668	7,95	15,834	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
[3] -	13,89	9,45	13,89	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
[4] -	15,742	11,45	15,371	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO

## Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m <sup>3</sup> )
[1] -	12,964	5,95	12,964	Meyerhof ed altri	1,82
[2] -	16,668	7,95	15,834	Meyerhof ed altri	1,90
[3] -	13,89	9,45	13,89	Meyerhof ed altri	1,85
[4] -	15,742	11,45	15,371	Meyerhof ed altri	1,89

## Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m <sup>3</sup> )
[1] -	12,964	5,95	12,964	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,94
[2] -	16,668	7,95	15,834	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,95
[3] -	13,89	9,45	13,89	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,94
[4] -	15,742	11,45	15,371	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,95

## Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] -	12,964	5,95	12,964	(A.G.I.)	0,33
[2] -	16,668	7,95	15,834	(A.G.I.)	0,32
[3] -	13,89	9,45	13,89	(A.G.I.)	0,33
[4] -	15,742	11,45	15,371	(A.G.I.)	0,32

## Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] -	12,964	5,95	12,964	722,58	598,13
[2] -	16,668	7,95	15,834	872,02	675,86
[3] -	13,89	9,45	13,89	771,00	623,88
[4] -	15,742	11,45	15,371	848,03	663,72

## Velocità onde di taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] -	12,964	5,95	12,964	Ohta & Goto (1978) Limi	131,52
[2] -	16,668	7,95	15,834	Ohta & Goto (1978) Limi	160,38
[3] -	13,89	9,45	13,89	Ohta & Goto (1978) Limi	163,73
[4] -	15,742	11,45	15,371	Ohta & Goto (1978) Limi	172,63

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

## Liquefazione

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs Liquefazione
[1] -	12,964	5,95	12,964	Seed e Idriss (1971)	4,942
[2] -	16,668	7,95	15,834	Seed e Idriss (1971)	3,4
[3] -	13,89	9,45	13,89	Seed e Idriss (1971)	2,576
[4] -	15,742	11,45	15,371	Seed e Idriss (1971)	2,63

## Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[1] -	12,964	5,95	12,964		---
[2] -	16,668	7,95	15,834		---
[3] -	13,89	9,45	13,89		---
[4] -	15,742	11,45	15,371		---

## Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] -	12,964	5,95	12,964		---
[2] -	16,668	7,95	15,834		---
[3] -	13,89	9,45	13,89		---
[4] -	15,742	11,45	15,371		---

## PROVE SPT NEL SONDAGGIO MECCANICO S.4

Strumento utilizzato... CAMPIONATORE RAYMOND FORO  
 Prova eseguita in data  
 Falda rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi
5,15	3
5,30	4
5,45	5
8,15	4
8,30	6
8,45	7
21,65	6
21,80	8
21,95	10
24,15	8
24,30	9
24,45	12

## TERRENI INCOERENTI

### Densità relativa

	Intestazione NSPT\$	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] -	8,334	5,45	31,5	61,42	66,19	29,19
[2] -	12,038	8,45	31,86	61,1	61,23	37,32
[3] -	16,668	21,95	26,53	53,28	55,27	44,5
[4] -	19,446	24,45	21,23	46,66	51	46,87

Angolo di resistenza al taglio

Il presente documento è costituito da 224 pagine

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerh of 1956	Meyerh of (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerh of (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] -	8,334	5,45	8,334	29,38	22,38	30,33	31,24	33,03	0	<30	26,18	29,5	36,47	27,91
[2] -	12,038	8,45	12,038	30,44	23,44	31,37	29,74	34,43	36,55	30-32	28,44	30,61	37,98	30,52
[3] -	16,668	21,95	15,834	31,52	24,52	32,43	28,25	35,75	35,46	30-32	30,41	31,75	36,43	32,8
[4] -	19,446	24,45	17,223	31,92	24,92	32,82	27,38	36,21	34,53	30-32	31,07	32,17	33,25	33,56

## Modulo di Young (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] -	8,334	5,45	8,334	---	66,67	99,04	---	---
[2] -	12,038	8,45	12,038	247,66	96,30	142,75	270,29	135,19
[3] -	16,668	21,95	15,834	284,03	126,67	187,54	298,76	154,17
[4] -	19,446	24,45	17,223	296,23	137,78	203,93	309,17	161,11

## Modulo Edometrico (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] -	8,334	5,45	8,334	---	44,58	59,17	75,17
[2] -	12,038	8,45	12,038	72,23	52,19	85,47	91,69
[3] -	16,668	21,95	15,834	95,00	59,99	112,42	108,62
[4] -	19,446	24,45	17,223	103,34	62,84	122,28	114,81

## Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] -	8,334	5,45	8,334	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
[2] -	12,038	8,45	12,038	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
[3] -	16,668	21,95	15,834	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
[4] -	19,446	24,45	17,223	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO

## Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m <sup>3</sup> )
[1] -	8,334	5,45	8,334	Meyerhof ed altri	1,67
[2] -	12,038	8,45	12,038	Meyerhof ed altri	1,80
[3] -	16,668	21,95	15,834	Meyerhof ed altri	1,90
[4] -	19,446	24,45	17,223	Meyerhof ed altri	1,93

## Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m <sup>3</sup> )
[1] -	8,334	5,45	8,334	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,91
[2] -	12,038	8,45	12,038	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,93
[3] -	16,668	21,95	15,834	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,95
[4] -	19,446	24,45	17,223	Terzaghi-Peck 1948-	1,96

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

					1967
--	--	--	--	--	------

## Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] -	8,334	5,45	8,334	(A.G.I.)	0,34
[2] -	12,038	8,45	12,038	(A.G.I.)	0,33
[3] -	16,668	21,95	15,834	(A.G.I.)	0,32
[4] -	19,446	24,45	17,223	(A.G.I.)	0,32

## Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] -	8,334	5,45	8,334	477,00	456,62
[2] -	12,038	8,45	12,038	673,96	571,65
[3] -	16,668	21,95	15,834	872,02	675,86
[4] -	19,446	24,45	17,223	943,75	711,50

## Velocità onde di taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] -	8,334	5,45	8,334	Ohta & Goto (1978) Limi	119,8
[2] -	12,038	8,45	12,038	Ohta & Goto (1978) Limi	152,95
[3] -	16,668	21,95	15,834	Ohta & Goto (1978) Limi	186,53
[4] -	19,446	24,45	17,223	Ohta & Goto (1978) Limi	205,36

## Liquefazione

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs Liquefazione
[1] -	8,334	5,45	8,334	Seed e Idriss (1971)	2,233
[2] -	12,038	8,45	12,038	Seed e Idriss (1971)	2,461
[3] -	16,668	21,95	15,834	Seed e Idriss (1971)	2,481
[4] -	19,446	24,45	17,223	Seed e Idriss (1971)	2,593

## Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[1] -	8,334	5,45	8,334		---
[2] -	12,038	8,45	12,038		---
[3] -	16,668	21,95	15,834		---
[4] -	19,446	24,45	17,223		---

## Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] -	8,334	5,45	8,334		---
[2] -	12,038	8,45	12,038		---
[3] -	16,668	21,95	15,834		---
[4] -	19,446	24,45	17,223		---

## PROVE SPT NEL SONDAGGIO MECCANICO S.5

Strumento utilizzato...  
Prova eseguita in data  
Falda rilevata

CAMPIONATORE RAYMOND FORO

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi
2,95	3
3,10	4
3,25	5
6,65	6
6,80	9
6,95	12
12,15	6
12,30	8
12,45	13
17,65	8
17,80	11
17,95	14

## TERRENI INCOERENTI

### Densità relativa

	Intestazione NSPT\$	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] -	8,334	3,25	33,69	65,23	75,75	29,19
[2] -	19,446	6,95	41,84	77,32	77,29	46,87
[3] -	19,446	12,45	33,69	63,63	63,95	46,87
[4] -	23,15	17,95	28,91	56,71	59,08	49,83

### Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] -	8,334	3,25	8,334	29,38	22,38	30,33	32,36	33,03	0	<30	26,18	29,5	36,89	27,91
[2] -	19,446	6,95	17,223	31,92	24,92	32,82	30,83	36,21	38,82	30-32	31,07	32,17	41,68	33,56
[3] -	19,446	12,45	17,223	31,92	24,92	32,82	29,26	36,21	36,91	30-32	31,07	32,17	39,38	33,56
[4] -	23,15	17,95	19,075	32,45	25,45	33,34	28,36	36,79	35,94	30-32	31,92	32,72	37,46	34,53

### Modulo di Young (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] -	8,334	3,25	8,334	---	66,67	99,04	---	---
[2] -	19,446	6,95	17,223	296,23	137,78	203,93	309,17	161,11
[3] -	19,446	12,45	17,223	296,23	137,78	203,93	309,17	161,11
[4] -	23,15	17,95	19,075	311,75	152,60	225,79	323,06	170,38

### Modulo Edometrico (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] -	8,334	3,25	8,334	---	44,58	59,17	75,17
[2] -	19,446	6,95	17,223	103,34	62,84	122,28	114,81
[3] -	19,446	12,45	17,223	103,34	62,84	122,28	114,81
[4] -	23,15	17,95	19,075	114,45	66,65	135,43	123,07

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

## Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] -	8,334	3,25	8,334	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
[2] -	19,446	6,95	17,223	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
[3] -	19,446	12,45	17,223	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
[4] -	23,15	17,95	19,075	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO

## Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m <sup>3</sup> )
[1] -	8,334	3,25	8,334	Meyerhof ed altri	1,67
[2] -	19,446	6,95	17,223	Meyerhof ed altri	1,93
[3] -	19,446	12,45	17,223	Meyerhof ed altri	1,93
[4] -	23,15	17,95	19,075	Meyerhof ed altri	1,98

## Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m <sup>3</sup> )
[1] -	8,334	3,25	8,334	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,91
[2] -	19,446	6,95	17,223	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,96
[3] -	19,446	12,45	17,223	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,96
[4] -	23,15	17,95	19,075	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,38

## Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] -	8,334	3,25	8,334	(A.G.I.)	0,34
[2] -	19,446	6,95	17,223	(A.G.I.)	0,32
[3] -	19,446	12,45	17,223	(A.G.I.)	0,32
[4] -	23,15	17,95	19,075	(A.G.I.)	0,32

## Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] -	8,334	3,25	8,334	477,00	456,62
[2] -	19,446	6,95	17,223	943,75	711,50
[3] -	19,446	12,45	17,223	943,75	711,50
[4] -	23,15	17,95	19,075	1038,84	757,31

## Velocità onde di taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] -	8,334	3,25	8,334	Ohta & Goto (1978) Limi	108,42
[2] -	19,446	6,95	17,223	Ohta & Goto (1978) Limi	153,3
[3] -	19,446	12,45	17,223	Ohta & Goto (1978) Limi	173,55
[4] -	23,15	17,95	19,075	Ohta & Goto (1978) Limi	192,64

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

## Liquefazione

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs Liquefazione
[1] -	8,334	3,25	8,334	Seed e Idriss (1971)	2,2
[2] -	19,446	6,95	17,223	Seed e Idriss (1971)	7,204
[3] -	19,446	12,45	17,223	Seed e Idriss (1971)	3,017
[4] -	23,15	17,95	19,075	Seed e Idriss (1971)	2,784

## Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[1] -	8,334	3,25	8,334		---
[2] -	19,446	6,95	17,223		---
[3] -	19,446	12,45	17,223		---
[4] -	23,15	17,95	19,075		---

## Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] -	8,334	3,25	8,334		---
[2] -	19,446	6,95	17,223		---
[3] -	19,446	12,45	17,223		---
[4] -	23,15	17,95	19,075		---

## PROVE SPT NEL SONDAGGIO MECCANICO S.6

Strumento utilizzato... CAMPIONATORE RAYMOND FORO  
 Prova eseguita in data  
 Falda rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi
5,15	6
5,30	9
5,45	9
10,15	9
10,30	10
10,45	12
15,15	8
15,30	11
15,45	14
20,15	11
20,30	14
20,45	16

## TERRENI INCOERENTI

### Densità relativa

	Intestazione NSPT\$	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] -	16,668	5,45	43,95	81,57	84,42	44,5
[2] -	20,372	10,45	35,89	67,08	67	47,64
[3] -	23,15	15,45	30,58	59,05	60,85	49,83
[4] -	27,78	20,45	27,58	55,05	58,75	53,24

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

## Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerh of 1956	Meyerh of (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerh of (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] -	16,668	5,45	15,834	31,52	24,52	32,43	31,76	35,75	39,42	30-32	30,41	31,75	41,79	32,8
[2] -	20,372	10,45	17,686	32,05	25,05	32,95	29,58	36,35	37,39	30-32	31,29	32,31	40,15	33,81
[3] -	23,15	15,45	19,075	32,45	25,45	33,34	28,61	36,79	36,27	30-32	31,92	32,72	38,23	34,53
[4] -	27,78	20,45	21,39	33,11	26,11	33,99	28,05	37,48	35,71	30-32	32,91	33,42	36,57	35,68

## Modulo di Young (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] -	16,668	5,45	15,834	284,03	126,67	187,54	298,76	154,17
[2] -	20,372	10,45	17,686	300,18	141,49	209,39	312,65	163,43
[3] -	23,15	15,45	19,075	311,75	152,60	225,79	323,06	170,38
[4] -	27,78	20,45	21,39	330,12	171,12	253,10	340,42	181,95

## Modulo Edometrico (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] -	16,668	5,45	15,834	95,00	59,99	112,42	108,62
[2] -	20,372	10,45	17,686	106,12	63,79	125,57	116,88
[3] -	23,15	15,45	19,075	114,45	66,65	135,43	123,07
[4] -	27,78	20,45	21,39	128,34	71,40	151,87	133,40

## Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] -	16,668	5,45	15,834	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
[2] -	20,372	10,45	17,686	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
[3] -	23,15	15,45	19,075	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
[4] -	27,78	20,45	21,39	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO

## Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m <sup>3</sup> )
[1] -	16,668	5,45	15,834	Meyerhof ed altri	1,90
[2] -	20,372	10,45	17,686	Meyerhof ed altri	1,95
[3] -	23,15	15,45	19,075	Meyerhof ed altri	1,98
[4] -	27,78	20,45	21,39	Meyerhof ed altri	2,02

## Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m <sup>3</sup> )
[1] -	16,668	5,45	15,834	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,95
[2] -	20,372	10,45	17,686	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,97
[3] -	23,15	15,45	19,075	Terzaghi-Peck 1948-	2,38

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

				1967	
[4] -	27,78	20,45	21,39	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,42

## Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] -	16,668	5,45	15,834	(A.G.I.)	0,32
[2] -	20,372	10,45	17,686	(A.G.I.)	0,32
[3] -	23,15	15,45	19,075	(A.G.I.)	0,32
[4] -	27,78	20,45	21,39	(A.G.I.)	0,31

## Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] -	16,668	5,45	15,834	872,02	675,86
[2] -	20,372	10,45	17,686	967,58	723,12
[3] -	23,15	15,45	19,075	1038,84	757,31
[4] -	27,78	20,45	21,39	1156,94	812,21

## Velocità onde di taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] -	16,668	5,45	15,834	Ohta & Goto (1978) Limi	133,87
[2] -	20,372	10,45	17,686	Ohta & Goto (1978) Limi	167,78
[3] -	23,15	15,45	19,075	Ohta & Goto (1978) Limi	186,77
[4] -	27,78	20,45	21,39	Ohta & Goto (1978) Limi	202,9

## Liquefazione

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs Liquefazione
[1] -	16,668	5,45	15,834	Seed e Idriss (1971)	>10
[2] -	20,372	10,45	17,686	Seed e Idriss (1971)	3,509
[3] -	23,15	15,45	19,075	Seed e Idriss (1971)	2,886
[4] -	27,78	20,45	21,39	Seed e Idriss (1971)	2,912

## Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[1] -	16,668	5,45	15,834		---
[2] -	20,372	10,45	17,686		---
[3] -	23,15	15,45	19,075		---
[4] -	27,78	20,45	21,39		---

## Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] -	16,668	5,45	15,834		---
[2] -	20,372	10,45	17,686		---
[3] -	23,15	15,45	19,075		---
[4] -	27,78	20,45	21,39		---

## PROVE SPT NEL SONDAGGIO MECCANICO S.7

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

Strumento utilizzato... CAMPIONATORE RAYMOND FORO  
 Prova eseguita in data  
 Falda rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi
4,15	4
4,30	6
4,45	8
6,65	3
6,80	5
6,95	7
14,15	6
14,30	8
14,45	8
20,65	6
20,80	7
20,95	10

## TERRENI INCOERENTI

### Densità relativa

	Intestazione NSPTS	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] -	12,964	4,45	41,14	77,01	82,56	39,17
[2] -	11,112	6,95	30,98	59,85	60,14	35,39
[3] -	14,816	14,45	29,54	57,45	58,2	42,68
[4] -	15,742	20,95	23	48,66	51,63	43,68

### Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] -	12,964	4,45	12,964	30,7	23,7	31,63	32,04	34,76	38,78	30-32	28,94	30,89	40,36	31,1
[2] -	11,112	6,95	11,112	30,17	23,17	31,11	29,78	34,09	36,38	<30	27,91	30,33	37,48	29,91
[3] -	14,816	14,45	14,816	31,23	24,23	32,15	28,83	35,41	36,04	30-32	29,91	31,44	37,67	32,21
[4] -	15,742	20,95	15,371	31,39	24,39	32,3	27,75	35,6	34,81	30-32	30,18	31,61	34,64	32,53

### Modulo di Young (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] -	12,964	4,45	12,964	257,00	103,71	153,68	277,23	139,82
[2] -	11,112	6,95	11,112	237,94	88,90	131,82	263,34	130,56
[3] -	14,816	14,45	14,816	274,75	118,53	175,53	291,12	149,08
[4] -	15,742	20,95	15,371	279,85	122,97	182,08	295,28	151,85

### Modulo Edometrico (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] -	12,964	4,45	12,964				
[2] -	11,112	6,95	11,112				
[3] -	14,816	14,45	14,816				
[4] -	15,742	20,95	15,371				

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

[1] -	12,964	4,45	12,964	77,78	54,09	92,04	95,82
[2] -	11,112	6,95	11,112	66,67	50,29	78,90	87,56
[3] -	14,816	14,45	14,816	88,90	57,90	105,19	104,08
[4] -	15,742	20,95	15,371	92,23	59,04	109,13	106,55

## Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] -	12,964	4,45	12,964	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
[2] -	11,112	6,95	11,112	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
[3] -	14,816	14,45	14,816	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
[4] -	15,742	20,95	15,371	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO

## Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m <sup>3</sup> )
[1] -	12,964	4,45	12,964	Meyerhof ed altri	1,82
[2] -	11,112	6,95	11,112	Meyerhof ed altri	1,77
[3] -	14,816	14,45	14,816	Meyerhof ed altri	1,88
[4] -	15,742	20,95	15,371	Meyerhof ed altri	1,89

## Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m <sup>3</sup> )
[1] -	12,964	4,45	12,964	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,94
[2] -	11,112	6,95	11,112	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,92
[3] -	14,816	14,45	14,816	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,95
[4] -	15,742	20,95	15,371	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,95

## Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] -	12,964	4,45	12,964	(A.G.I.)	0,33
[2] -	11,112	6,95	11,112	(A.G.I.)	0,33
[3] -	14,816	14,45	14,816	(A.G.I.)	0,33
[4] -	15,742	20,95	15,371	(A.G.I.)	0,32

## Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] -	12,964	4,45	12,964	722,58	598,13
[2] -	11,112	6,95	11,112	625,11	544,36
[3] -	14,816	14,45	14,816	819,22	648,97
[4] -	15,742	20,95	15,371	848,03	663,72

## Velocità onde di taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] -	12,964	4,45	12,964	Ohta & Goto (1978) Limi	124,35
[2] -	11,112	6,95	11,112	Ohta & Goto (1978) Limi	145,19

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

[3] -	14,816	14,45	14,816	Ohta & Goto (1978) Limi	172,32
[4] -	15,742	20,95	15,371	Ohta & Goto (1978) Limi	191,11

## Liquefazione

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs Liquefazione
[1] -	12,964	4,45	12,964	Seed e Idriss (1971)	5,89
[2] -	11,112	6,95	11,112	Seed e Idriss (1971)	2,463
[3] -	14,816	14,45	14,816	Seed e Idriss (1971)	2,545
[4] -	15,742	20,95	15,371	Seed e Idriss (1971)	2,422

## Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[1] -	12,964	4,45	12,964		---
[2] -	11,112	6,95	11,112		---
[3] -	14,816	14,45	14,816		---
[4] -	15,742	20,95	15,371		---

## Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] -	12,964	4,45	12,964		---
[2] -	11,112	6,95	11,112		---
[3] -	14,816	14,45	14,816		---
[4] -	15,742	20,95	15,371		---

## PROVE SPT NEL SONDAGGIO MECCANICO S.8

Strumento utilizzato... CAMPIONATORE RAYMOND FORO  
 Prova eseguita in data  
 Falda rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi
4,15	5
4,30	9
4,45	12
7,15	5
7,30	8
7,45	12
19,15	8
19,30	14
19,45	15
24,65	5
24,80	8
24,95	10
26,15	6
26,30	9
26,45	11

## TERRENI INCOERENTI

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

## Densità relativa

	Intestazione NSPTS	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] -	19,446	4,45	47,08	87,44	92	46,87
[2] -	18,52	7,45	38	70,62	70,24	46,1
[3] -	26,854	19,45	31,51	60,46	62,56	52,58
[4] -	16,668	24,95	18,48	43,3	47,96	44,5
[5] -	18,52	26,45	17,3	42,08	47,52	46,1

## Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] -	19,446	4,45	17,223	31,92	24,92	32,82	32,27	36,21	40,24	30-32	31,07	32,17	42,73	33,56
[2] -	18,52	7,45	16,76	31,79	24,79	32,69	30,1	36,06	37,89	30-32	30,86	32,03	40,64	33,31
[3] -	26,854	19,45	20,927	32,98	25,98	33,86	28,62	37,34	36,46	30-32	32,72	33,28	38,61	35,46
[4] -	16,668	24,95	15,834	31,52	24,52	32,43	27,07	35,75	34,06	30-32	30,41	31,75	31,62	32,8
[5] -	18,52	26,45	16,76	31,79	24,79	32,69	26,86	36,06	33,89	30-32	30,86	32,03	30,41	33,31

## Modulo di Young (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] -	19,446	4,45	17,223	296,23	137,78	203,93	309,17	161,11
[2] -	18,52	7,45	16,76	292,22	134,08	198,47	305,70	158,80
[3] -	26,854	19,45	20,927	326,53	167,42	247,64	336,95	179,63
[4] -	16,668	24,95	15,834	284,03	126,67	187,54	298,76	154,17
[5] -	18,52	26,45	16,76	292,22	134,08	198,47	305,70	158,80

## Modulo Edometrico (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] -	19,446	4,45	17,223	103,34	62,84	122,28	114,81
[2] -	18,52	7,45	16,76	100,56	61,89	119,00	112,75
[3] -	26,854	19,45	20,927	125,56	70,45	148,58	131,33
[4] -	16,668	24,95	15,834	95,00	59,99	112,42	108,62
[5] -	18,52	26,45	16,76	100,56	61,89	119,00	112,75

## Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] -	19,446	4,45	17,223	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
[2] -	18,52	7,45	16,76	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
[3] -	26,854	19,45	20,927	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
[4] -	16,668	24,95	15,834	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
[5] -	18,52	26,45	16,76	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO

## Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m <sup>3</sup> )
--	------	------------------	----------------------------------	--------------	---------------------------

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

[1] -	19,446	4,45	17,223	Meyerhof ed altri	1,93
[2] -	18,52	7,45	16,76	Meyerhof ed altri	1,92
[3] -	26,854	19,45	20,927	Meyerhof ed altri	2,01
[4] -	16,668	24,95	15,834	Meyerhof ed altri	1,90
[5] -	18,52	26,45	16,76	Meyerhof ed altri	1,92

## Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m³)
[1] -	19,446	4,45	17,223	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,96
[2] -	18,52	7,45	16,76	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,96
[3] -	26,854	19,45	20,927	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,41
[4] -	16,668	24,95	15,834	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,95
[5] -	18,52	26,45	16,76	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,96

## Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] -	19,446	4,45	17,223	(A.G.I.)	0,32
[2] -	18,52	7,45	16,76	(A.G.I.)	0,32
[3] -	26,854	19,45	20,927	(A.G.I.)	0,31
[4] -	16,668	24,95	15,834	(A.G.I.)	0,32
[5] -	18,52	26,45	16,76	(A.G.I.)	0,32

## Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] -	19,446	4,45	17,223	943,75	711,50
[2] -	18,52	7,45	16,76	919,88	699,75
[3] -	26,854	19,45	20,927	1133,39	801,42
[4] -	16,668	24,95	15,834	872,02	675,86
[5] -	18,52	26,45	16,76	919,88	699,75

## Velocità onde di taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] -	19,446	4,45	17,223	Ohta & Goto (1978) Limi	130,62
[2] -	18,52	7,45	16,76	Ohta & Goto (1978) Limi	157,18
[3] -	26,854	19,45	20,927	Ohta & Goto (1978) Limi	191,18
[4] -	16,668	24,95	15,834	Ohta & Goto (1978) Limi	200,68
[5] -	18,52	26,45	16,76	Ohta & Goto (1978) Limi	208,47

## Liquefazione

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs Liquefazione
[1] -	19,446	4,45	17,223	Seed e Idriss (1971)	>10
[2] -	18,52	7,45	16,76	Seed e Idriss (1971)	4,229
[3] -	26,854	19,45	20,927	Seed e Idriss (1971)	3,061
[4] -	16,668	24,95	15,834	Seed e Idriss (1971)	2,482
[5] -	18,52	26,45	16,76	Seed e Idriss (1971)	2,609

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

## Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[1] -	19,446	4,45	17,223		---
[2] -	18,52	7,45	16,76		---
[3] -	26,854	19,45	20,927		---
[4] -	16,668	24,95	15,834		---
[5] -	18,52	26,45	16,76		---

## Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] -	19,446	4,45	17,223		---
[2] -	18,52	7,45	16,76		---
[3] -	26,854	19,45	20,927		---
[4] -	16,668	24,95	15,834		---
[5] -	18,52	26,45	16,76		---

## PROVE SPT NEL SONDAGGIO MECCANICO S.9

Strumento utilizzato... CAMPIONATORE RAYMOND FORO  
 Prova eseguita in data  
 Falda rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi
3,15	3
3,30	4
3,45	4
6,15	6
6,30	8
6,45	9
9,15	5
9,30	9
9,45	10
15,15	7
15,30	9
15,45	9
23,65	8
23,80	10
23,95	12

## TERRENI INCOERENTI

### Densità relativa

	Intestazione NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] -	7,408	3,45	31,19	61,36	71,17	26,97
[2] -	15,742	6,45	40,06	74,39	74,82	43,68
[3] -	17,594	9,45	35,69	66,84	66,63	45,31
[4] -	16,668	15,45	28,87	56,51	57,77	44,5
[5] -	20,372	23,95	23,78	49,84	53,49	47,64

### Angolo di resistenza al taglio

Nspt	Prof.	Nspt	Peck-	Meyerh	Sowers	Malcev	Meyerh	Schmert	Mitchell	Shioi-	Japanes	De	Owasaki
------	-------	------	-------	--------	--------	--------	--------	---------	----------	--------	---------	----	---------

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

		Strato (m)	corretto per presenza falda	Hanson-Thornburn-Meyerhof of 1956	of (1956)	(1961)	(1964)	of (1965)	mann (1977) Sabbie	& Katti (1981)	Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	e National Railway	Mello	& Iwasaki
[1] -	7,408	3,45	7,408	29,12	22,12	30,07	32,12	32,66	0	<30	25,54	29,22	35,85	27,17
[2] -	15,742	6,45	15,371	31,39	24,39	32,3	30,83	35,6	38,41	30-32	30,18	31,61	40,86	32,53
[3] -	17,594	9,45	16,297	31,66	24,66	32,56	29,73	35,9	37,36	30-32	30,64	31,89	39,91	33,05
[4] -	16,668	15,45	15,834	31,52	24,52	32,43	28,61	35,75	35,91	30-32	30,41	31,75	37,46	32,8
[5] -	20,372	23,95	17,686	32,05	25,05	32,95	27,72	36,35	34,98	30-32	31,29	32,31	34,81	33,81

## Modulo di Young (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] -	7,408	3,45	7,408	---	59,26	---	---	---
[2] -	15,742	6,45	15,371	279,85	122,97	182,08	295,28	151,85
[3] -	17,594	9,45	16,297	288,15	130,38	193,00	302,23	156,49
[4] -	16,668	15,45	15,834	284,03	126,67	187,54	298,76	154,17
[5] -	20,372	23,95	17,686	300,18	141,49	209,39	312,65	163,43

## Modulo Edometrico (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] -	7,408	3,45	7,408	---	42,68	52,60	71,04
[2] -	15,742	6,45	15,371	92,23	59,04	109,13	106,55
[3] -	17,594	9,45	16,297	97,78	60,94	115,71	110,68
[4] -	16,668	15,45	15,834	95,00	59,99	112,42	108,62
[5] -	20,372	23,95	17,686	106,12	63,79	125,57	116,88

## Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] -	7,408	3,45	7,408	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
[2] -	15,742	6,45	15,371	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
[3] -	17,594	9,45	16,297	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
[4] -	16,668	15,45	15,834	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
[5] -	20,372	23,95	17,686	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO

## Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m <sup>3</sup> )
[1] -	7,408	3,45	7,408	Meyerhof ed altri	1,64
[2] -	15,742	6,45	15,371	Meyerhof ed altri	1,89
[3] -	17,594	9,45	16,297	Meyerhof ed altri	1,91
[4] -	16,668	15,45	15,834	Meyerhof ed altri	1,90
[5] -	20,372	23,95	17,686	Meyerhof ed altri	1,95

## Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m <sup>3</sup> )
[1] -	7,408	3,45	7,408	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,90

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

[2] -	15,742	6,45	15,371	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,95
[3] -	17,594	9,45	16,297	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,96
[4] -	16,668	15,45	15,834	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,95
[5] -	20,372	23,95	17,686	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,97

## Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] -	7,408	3,45	7,408	(A.G.I.)	0,34
[2] -	15,742	6,45	15,371	(A.G.I.)	0,32
[3] -	17,594	9,45	16,297	(A.G.I.)	0,32
[4] -	16,668	15,45	15,834	(A.G.I.)	0,32
[5] -	20,372	23,95	17,686	(A.G.I.)	0,32

## Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] -	7,408	3,45	7,408	427,00	424,91
[2] -	15,742	6,45	15,371	848,03	663,72
[3] -	17,594	9,45	16,297	895,97	687,87
[4] -	16,668	15,45	15,834	872,02	675,86
[5] -	20,372	23,95	17,686	967,58	723,12

## Velocità onde di taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] -	7,408	3,45	7,408	Ohta & Goto (1978) Limi	107,47
[2] -	15,742	6,45	15,371	Ohta & Goto (1978) Limi	149,44
[3] -	17,594	9,45	16,297	Ohta & Goto (1978) Limi	165,42
[4] -	16,668	15,45	15,834	Ohta & Goto (1978) Limi	179,48
[5] -	20,372	23,95	17,686	Ohta & Goto (1978) Limi	199,89

## Liquefazione

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs Liquefazione
[1] -	7,408	3,45	7,408	Seed e Idriss (1971)	1,976
[2] -	15,742	6,45	15,371	Seed e Idriss (1971)	5,162
[3] -	17,594	9,45	16,297	Seed e Idriss (1971)	3,271
[4] -	16,668	15,45	15,834	Seed e Idriss (1971)	2,567
[5] -	20,372	23,95	17,686	Seed e Idriss (1971)	2,605

## Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[1] -	7,408	3,45	7,408		---
[2] -	15,742	6,45	15,371		---
[3] -	17,594	9,45	16,297		---
[4] -	16,668	15,45	15,834		---
[5] -	20,372	23,95	17,686		---

## Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Il presente documento è costituito da 224 pagine

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] -	7,408	3,45	7,408		---
[2] -	15,742	6,45	15,371		---
[3] -	17,594	9,45	16,297		---
[4] -	16,668	15,45	15,834		---
[5] -	20,372	23,95	17,686		---

## PROVE SPT NEL SONDAGGIO MECCANICO S.10

Strumento utilizzato... CAMPIONATORE RAYMOND FORO  
 Prova eseguita in data  
 Falda rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi
9,15	8
9,30	7
9,45	8

## TERRENI INCOERENTI

### Densità relativa

	Intestazione NSPTS	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] -	13,89	9,45	36,99	69,26	69,53	40,96

### Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof of 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] -	13,89	9,45	13,89	30,97	23,97	31,89	30,46	35,09	37,7	30-32	29,43	31,17	39,78	31,67

### Modulo di Young (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] -	13,89	9,45	13,89	266,02	111,12	164,60	284,17	144,45

### Modulo Edometrico (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] -	13,89	9,45	13,89	83,34	56,00	98,62	99,95

### Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] -	13,89	9,45	13,89	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

Il presente documento è costituito da 224 pagine

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m <sup>3</sup> )
[1] -	13,89	9,45	13,89	Meyerhof ed altri	1,85

## Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m <sup>3</sup> )
[1] -	13,89	9,45	13,89	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,94

## Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] -	13,89	9,45	13,89	(A.G.I.)	0,33

## Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] -	13,89	9,45	13,89	771,00	623,88

## Velocità onde di taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] -	13,89	9,45	13,89	Ohta & Goto (1978) Limi	145,54

## Liquefazione

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs Liquefazione
[1] -	13,89	9,45	13,89	Seed e Idriss (1971)	3,663

## Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[1] -	13,89	9,45	13,89		---

## Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] -	13,89	9,45	13,89		---

## PROVE SPT NEL SONDAGGIO MECCANICO N. S11

Strumento utilizzato...

CAMPIONATORE RAYMOND FORO

Prova eseguita in data

Falda rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi
2,65	5
2,80	4
2,95	4
16,65	7
16,80	8

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

16,95	10
-------	----

## TERRENI INCOERENTI

### Densità relativa

	Intestazione NSPT\$	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] -	7,408	2,95	31,69	62,24	74,14	26,97
[2] -	16,668	16,95	31,89	60,91	61,34	44,5

### Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] -	7,408	2,95	7,408	29,12	22,12	30,07	32,46	32,66	0	<30	25,54	29,22	35,94	27,17
[2] -	16,668	16,95	15,834	31,52	24,52	32,43	29,11	35,75	36,53	30-32	30,41	31,75	38,62	32,8

### Modulo di Young (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] -	7,408	2,95	7,408	---	59,26	---	---	---
[2] -	16,668	16,95	15,834	284,03	126,67	187,54	298,76	154,17

### Modulo Edometrico (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] -	7,408	2,95	7,408	---	42,68	52,60	71,04
[2] -	16,668	16,95	15,834	95,00	59,99	112,42	108,62

### Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] -	7,408	2,95	7,408	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
[2] -	16,668	16,95	15,834	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO

### Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m <sup>3</sup> )
[1] -	7,408	2,95	7,408	Meyerhof ed altri	1,64
[2] -	16,668	16,95	15,834	Meyerhof ed altri	1,90

### Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m <sup>3</sup> )
[1] -	7,408	2,95	7,408	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,90
[2] -	16,668	16,95	15,834	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,95

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

## Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] -	7,408	2,95	7,408	(A.G.I.)	0,34
[2] -	16,668	16,95	15,834	(A.G.I.)	0,32

## Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] -	7,408	2,95	7,408	427,00	424,91
[2] -	16,668	16,95	15,834	872,02	675,86

## Velocità onde di taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] -	7,408	2,95	7,408	Ohta & Goto (1978) Limi	104,27
[2] -	16,668	16,95	15,834	Ohta & Goto (1978) Limi	171,88

## Liquefazione

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs Liquefazione
[1] -	7,408	2,95	7,408	Seed e Idriss (1971)	1,97
[2] -	16,668	16,95	15,834	Seed e Idriss (1971)	2,745

## Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[1] -	7,408	2,95	7,408		---
[2] -	16,668	16,95	15,834		---

## Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] -	7,408	2,95	7,408		---
[2] -	16,668	16,95	15,834		---

## PROVE SPT NEL SONDAGGIO MECCANICO S.12

Strumento utilizzato...

CAMPIONATORE RAYMOND FORO

Prova eseguita in data

Falda rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi
5,15	9
5,30	14
5,45	19
23,15	7
23,30	9
23,45	11

TERRENI INCOERENTI

Il presente documento è costituito da 224 pagine

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

## Densità relativa

	Intestazione NSPT\$	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] -	30,558	5,45	51,72	95,77	97,26	55,13
[2] -	18,52	23,45	26,04	52,68	55,19	46,1

## Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] -	30,558	5,45	22,779	33,51	26,51	34,38	32,08	37,87	41,41	30-32	33,48	33,83	44,79	36,34
[2] -	18,52	23,45	16,76	31,79	24,79	32,69	28,1	36,06	35,38	30-32	30,86	32,03	36,15	33,31

## Modulo di Young (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] -	30,558	5,45	22,779	340,67	182,23	269,49	350,84	188,89
[2] -	18,52	23,45	16,76	292,22	134,08	198,47	305,70	158,80

## Modulo Edometrico (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] -	30,558	5,45	22,779	136,67	74,25	161,73	139,59
[2] -	18,52	23,45	16,76	100,56	61,89	119,00	112,75

## Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] -	30,558	5,45	22,779	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO
[2] -	18,52	23,45	16,76	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO

## Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m <sup>3</sup> )
[1] -	30,558	5,45	22,779	Meyerhof ed altri	2,04
[2] -	18,52	23,45	16,76	Meyerhof ed altri	1,92

## Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m <sup>3</sup> )
[1] -	30,558	5,45	22,779	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,45
[2] -	18,52	23,45	16,76	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,96

## Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] -	30,558	5,45	22,779	(A.G.I.)	0,31

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

[2] -	18,52	23,45	16,76	(A.G.I.)	0,32
-------	-------	-------	-------	----------	------

## Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] -	30,558	5,45	22,779	1227,43	844,04
[2] -	18,52	23,45	16,76	919,88	699,75

## Velocità onde di taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] -	30,558	5,45	22,779	Ohta & Goto (1978) Limi	142,56
[2] -	18,52	23,45	16,76	Ohta & Goto (1978) Limi	186,54

## Liquefazione

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs Liquefazione
[1] -	30,558	5,45	22,779	Seed e Idriss (1971)	>10
[2] -	18,52	23,45	16,76	Seed e Idriss (1971)	2,592

## Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[1] -	30,558	5,45	22,779		---
[2] -	18,52	23,45	16,76		---

## Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] -	30,558	5,45	22,779		---
[2] -	18,52	23,45	16,76		---

## PROVE SPT NEL SONDAGGIO MECCANICO S13

Strumento utilizzato... CAMPIONATORE RAYMOND FORO  
 Prova eseguita in data  
 Falda rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi
2,75	3
2,90	4
3,05	3
5,65	0
5,80	0
5,95	1

## TERRENI INCOERENTI

### Densità relativa

Intestazione NSPT\$	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

[1] -	6,482	3,05	29,06	58,3	69,87	24,68
[2] -	0,926	5,95	0	19,53	21,39	9,13

## Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerh of 1956	Meyerh of (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerh of (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] -	6,482	3,05	6,482	28,85	21,85	29,81	32,28	32,28	0	<30	24,86	28,94	34,78	26,39
[2] -	0,926	5,95	0,926	27,26	20,26	28,26	27,03	29,89	0	<30	18,73	27,28	16,92	19,3

## Modulo di Young (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] -	6,482	3,05	6,482	---	51,86	---	---	---
[2] -	0,926	5,95	0,926	---	7,41	---	---	---

## Modulo Edometrico (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] -	6,482	3,05	6,482	---	40,78	46,02	66,91
[2] -	0,926	5,95	0,926	---	29,37	6,57	42,13

## Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] -	6,482	3,05	6,482	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
[2] -	0,926	5,95	0,926	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO

## Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m <sup>3</sup> )
[1] -	6,482	3,05	6,482	Meyerhof ed altri	1,60
[2] -	0,926	5,95	0,926	Meyerhof ed altri	1,35

## Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m <sup>3</sup> )
[1] -	6,482	3,05	6,482	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,90
[2] -	0,926	5,95	0,926	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,86

## Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] -	6,482	3,05	6,482	(A.G.I.)	0,34
[2] -	0,926	5,95	0,926	(A.G.I.)	0,35

## Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm<sup>2</sup>)

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] -	6,482	3,05	6,482	376,63	391,62
[2] -	0,926	5,95	0,926	60,47	119,26

## Velocità onde di taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] -	6,482	3,05	6,482	Ohta & Goto (1978) Limi	102,55
[2] -	0,926	5,95	0,926	Ohta & Goto (1978) Limi	90,24

## Liquefazione

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs Liquefazione
[1] -	6,482	3,05	6,482	Seed e Idriss (1971)	1,768
[2] -	0,926	5,95	0,926	Seed e Idriss (1971)	0,628

## Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[1] -	6,482	3,05	6,482		---
[2] -	0,926	5,95	0,926		---

## Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] -	6,482	3,05	6,482		---
[2] -	0,926	5,95	0,926		---

## PROVE PENETROMETRICHE STATICHE C.P.T.

N°16 prove penetrometriche statiche con penetrometro superpesante del tipo Pagani T 200 : CPT1- CPT2- CPT3-CPT4-CPT5-CPT6-CPT7-CPT8-CPT9- CPT10-CPT11-CPT12-CPT13-CPT13BIS-CPT14-CPT15 eseguite e certificate sempre dalla Trivel Sondaggi S.r.l. e ubicate in quindici punti significativi dell'area di progetto, sia in vicinanza dei sondaggi meccanici in modo da tararne la stratigrafia ,sia in modo da ricoprire le sue aree dove sono previste le strutture a realizzarsi di una certa entità (all.A6-tav.un.). Nelle prove penetrometriche la profondità di investigazione raggiunta è rispettivamente : di 20 m dal piano campagna per le

57

## STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

prove CPT1-CPT2-CPT4-CPT5- CPT7-CPT8-CPT9-CPT10-CPT11-CPT12-CPT13-CPT14-CPT15, di 18.60 m per la prova CPT6 . Per le prove CPT 3 e CPT3bis che sono andate a rifiuto si è raggiunta rispettivamente la profondità di 9.20 m e 9.00 m dal p.c. (quota 13.00 ms.l.m.) In particolare la sola prova CPT13 bis è una prova che è stata eseguita in sostituzione e in adiacenza della CPT13 , in quanto quest'ultima era andata rifiuto a circa 9.20 m probabilmente per aver trovato un ostacolo in qualche proietto vetroso della formazione delle breccie vulcaniche che di seguito descriveremo. Poi anche la prova CPT 13 bis , è andata a rifiuto tecnico a circa 9 m consolidando l'ipotesi della presenza di abbondanti proietti nelle breccie vulcaniche a circa 9 m di profondità dal piano campagna tra l'altro suffragata dalle stratigrafie del sondaggio meccanico adiacente S10 eseguito proprio al fine di verificare il tipo di problematica che si era creata . Le quote altimetriche sul livello del mare delle suddette prove variano intorno ai 13.00 m , comunque le stesse prove sono state , insieme ai sondaggi meccanici , alle prove sismiche down-hole, ai piezometri , alle prove LE Franc , illustrate nella carte tematiche allegate (allegato A6-tav.un.) .In queste prove penetrometriche statiche il penetrometro arriva fino a 200 KN di spinta , previo ancoraggio di due trivelle che vengono infisse contemporaneamente dal penetrometro stesso e recuperate a prova terminata. Lo stesso penetrometro , mediante l'utilizzo di una punta meccanica di tipo Begemann di 10 cmq di sezione, misura , ogni venti centimetri, la resistenza alla punta ( $Q_c$ ) , la resistenza laterale locale ( $R_{ll}$ ) , la resistenza totale ( $R_t$ ) . Tali valori sono rilevati mediante cella di carico di sommità , (classe 0.2) e visualizzati da una centralina elettronica. . Da note correlazione esistenti tra il numero dei colpi necessari all'avanzamento della punta, e le caratteristiche meccaniche dei terreni investigati, si sono calcolati, secondo teorie di vari autori , alcuni parametri geomeccanici dei terreni investigati quali: angolo d'attrito , modulo edometrico , modulo di Young , densità relativa, peso volume etc.. Qui di seguito si riporta l'elaborato dei suddetti calcoli che sarà un elaborato di integrazione all'interno della presente relazione:

**INTREPRETAZIONE DEI VALORI MEDI DELLE  
CARATTERISTICHE GEOMECCANICHE IN FUNZIONE DEI  
RISULTATI DELLE PROVE PENETROMETRICHE  
STATICHE DI TIPO CPT**

**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

**PROVA ...CPTM-021-12 (P2)**

mittente: FINGESTIM SRL  
 strumento utilizzato: PAGANI TG 63 (200 kN)  
 prova eseguita in data: 24/08/2012  
 profondità prova: 20,00 mt

Località: VIA BOTTEGHELLE

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	κ100 (Schmertmann)
0,20	0,0	0,0	0,1	0,0		0,0
0,40	0,0	0,0	0,1	0,0		0,0
0,60	0,0	0,0	0,1	0,0		0,0
0,80	0,0	0,0	0,1	0,0		0,0
1,00	0,0	0,0	0,1	0,0		0,0
1,20	0,0	0,0	0,3	0,0		0,0
1,40	0,0	0,0	0,3	0,0		0,0
1,60	0,0	0,0	0,3	1,7	0,2	566,7

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

1,80	97,0	123,0	97,3	1,8	54,1	1,8
2,00	51,0	78,0	51,3	0,9	57,0	1,8
2,20	35,0	48,0	35,4	1,2	29,5	3,4
2,40	33,0	51,0	33,4	1,2	27,8	3,6
2,60	33,0	51,0	33,4	0,9	37,1	2,7
2,80	29,0	42,0	29,4	0,9	32,7	3,1
3,00	37,0	50,0	37,4	1,3	28,8	3,5
3,20	35,0	55,0	35,6	1,1	32,4	3,1
3,40	38,0	55,0	38,6	1,1	35,1	2,8
3,60	34,0	50,0	34,6	1,3	26,6	3,8
3,80	35,0	55,0	35,6	1,5	23,7	4,2
4,00	21,0	44,0	21,6	1,2	18,0	5,6
4,20	30,0	48,0	30,7	1,1	27,9	3,6
4,40	34,0	51,0	34,7	0,9	38,6	2,6
4,60	29,0	42,0	29,7	1,1	27,0	3,7
4,80	16,0	33,0	16,7	1,8	9,3	10,8
5,00	20,0	47,0	20,7	1,8	11,5	8,7
5,20	20,0	47,0	20,8	1,9	10,9	9,1
5,40	42,0	70,0	42,8	1,7	25,2	4,0
5,60	88,0	113,0	88,8	1,9	46,7	2,1
5,80	40,0	69,0	40,8	1,2	34,0	2,9
6,00	36,0	54,0	36,8	1,2	30,7	3,3
6,20	36,0	54,0	37,0	1,1	33,6	3,0
6,40	41,0	58,0	42,0	1,1	38,2	2,6
6,60	28,0	45,0	29,0	0,7	41,4	2,4
6,80	24,0	35,0	25,0	0,4	62,5	1,6
7,00	37,0	43,0	38,0	1,1	34,5	2,9
7,20	15,0	32,0	16,1	1,0	16,1	6,2
7,40	30,0	45,0	31,1	1,7	18,3	5,5
7,60	11,0	36,0	12,1	1,1	11,0	9,1
7,80	28,0	45,0	29,1	0,9	32,3	3,1
8,00	33,0	47,0	34,1	1,2	28,4	3,5
8,20	36,0	54,0	37,2	0,9	41,3	2,4
8,40	43,0	57,0	44,2	0,9	49,1	2,0
8,60	31,0	45,0	32,2	1,5	21,5	4,7
8,80	30,0	53,0	31,2	1,1	28,4	3,5
9,00	39,0	56,0	40,2	1,9	21,2	4,7
9,20	20,0	48,0	21,4	1,4	15,3	6,5
9,40	85,0	106,0	86,4	1,1	78,5	1,3
9,60	96,0	113,0	97,4	1,3	74,9	1,3
9,80	109,0	128,0	110,4	1,7	64,9	1,5
10,00	79,0	104,0	80,4	2,8	28,7	3,5
10,20	80,0	122,0	81,5	1,1	74,1	1,3
10,40	15,0	32,0	16,5	1,5	11,0	9,1
10,60	20,0	42,0	21,5	1,0	21,5	4,7
10,80	48,0	63,0	49,5	1,4	35,4	2,8
11,00	65,0	86,0	66,5	1,9	35,0	2,9
11,20	66,0	95,0	67,7	1,6	42,3	2,4
11,40	60,0	84,0	61,7	1,9	32,5	3,1
11,60	66,0	94,0	67,7	1,9	35,6	2,8
11,80	66,0	94,0	67,7	0,8	84,6	1,2
12,00	49,0	61,0	50,7	0,8	63,4	1,6
12,20	49,0	61,0	50,8	1,5	33,9	3,0
12,40	51,0	73,0	52,8	2,0	26,4	3,8
12,60	40,0	70,0	41,8	1,5	27,9	3,6
12,80	44,0	67,0	45,8	1,3	35,2	2,8
13,00	46,0	65,0	47,8	1,5	31,9	3,1
13,20	71,0	93,0	72,9	1,2	60,8	1,6
13,40	85,0	103,0	86,9	2,3	37,8	2,6
13,60	65,0	99,0	66,9	1,3	51,5	1,9

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

13,80	59,0	78,0	60,9	1,3	46,8	2,1
14,00	59,0	78,0	60,9	1,6	38,1	2,6
14,20	77,0	101,0	79,1	2,2	36,0	2,8
14,40	62,0	95,0	64,1	2,0	32,1	3,1
14,60	56,0	86,0	58,1	1,5	38,7	2,6
14,80	53,0	75,0	55,1	1,6	34,4	2,9
15,00	47,0	71,0	49,1	2,0	24,6	4,1
15,20	65,0	95,0	67,2	1,3	51,7	1,9
15,40	107,0	126,0	109,2	2,1	52,0	1,9
15,60	110,0	141,0	112,2	2,2	51,0	2,0
15,80	107,0	140,0	109,2	1,8	60,7	1,6
16,00	174,0	201,0	176,2	2,5	70,5	1,4
16,20	151,0	188,0	153,3	2,5	61,3	1,6
16,40	87,0	124,0	89,3	1,7	52,5	1,9
16,60	48,0	74,0	50,3	1,1	45,7	2,2
16,80	66,0	82,0	68,3	2,4	28,5	3,5
17,00	69,0	105,0	71,3	3,7	19,3	5,2
17,20	118,0	173,0	120,5	3,1	38,9	2,6
17,40	146,0	193,0	148,5	4,9	30,3	3,3
17,60	182,0	256,0	184,5	2,0	92,3	1,1
17,80	245,0	275,0	247,5	3,0	82,5	1,2
18,00	177,0	222,0	179,5	2,5	71,8	1,4
18,20	145,0	183,0	147,6	1,3	113,5	0,9
18,40	75,0	95,0	77,6	1,1	70,5	1,4
18,60	54,0	70,0	56,6	1,3	43,5	2,3
18,80	64,0	84,0	66,6	2,5	26,6	3,8
19,00	64,0	101,0	66,6	1,7	39,2	2,6
19,20	73,0	98,0	75,8	1,4	54,1	1,8
19,40	76,0	97,0	78,8	1,7	46,4	2,2
19,60	87,0	113,0	89,8	2,5	35,9	2,8
19,80	70,0	107,0	72,8	2,1	34,7	2,9
20,00	86,0	118,0	88,8	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> )	Comp. Geotecnico	Descrizione
1,60	0,2	0,2125	1,0	Incoerente	Torbe ed argille torbose
6,20	38,4	1,3087	2,1	Incoerente	Limi e argille.
9,40	34,3	1,125	2,0	Incoerente	Limi sabbiosi e Sabbie limose
15,20	62,0	1,5793	2,1	Incoerente	Limi sabbiosi e Sabbie limose
18,60	123,6	2,3059	2,3	Incoerente	Limi sabbiosi e Sabbie limose
20,20	77,0	1,7	2,2	Incoerente	Limi sabbiosi e Sabbie limose

## TERRENI INCOERENTI I

Densità relativa (%)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Baldi 1978 - Schmertmann 1976	Schmertmann	Harman	Lancellotta 1983	Jamiolkowski 1985
Strato 1	1,60	0,2	0,2125	< 5	< 5	5	5	5
Strato 2	6,20	38,4	1,3087	49,63	56,43	57,64	50,32	52,5
Strato 3	9,40	34,3	1,125	37,36	35,15	38,42	37,95	26,04
Strato 4	15,20	62,0	1,5793	47,99	45,08	48,27	48,66	28,78
Strato 5	18,60	123,6	2,3059	62,83	61,31	63,91	63,63	38,49

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

Strato 6	20,20	77,0	1,7	47,18	39,83	43,93	47,85	20,47
----------	-------	------	-----	-------	-------	-------	-------	-------

Angolo di resistenza al taglio (°)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Durgunou glu-Mitchell 1973	Caquot	Koppejan	De Beer	Schmertmann	Robertson & Campanella 1983	Herminier	Meyerhof 1951
Strato 1	1,60	0,2	0,2125	18,04	14,34	10,57	10,26	28,7	10,64	20,3	17,09
Strato 2	6,20	38,4	1,3087	35,38	31,71	28,82	26,93	35,9	39,7	26,69	34,24
Strato 3	9,40	34,3	1,125	31,96	27,99	24,91	23,36	32,92	35,37	23,79	32,4
Strato 4	15,20	62,0	1,5793	32,84	28,76	25,72	24,1	34,31	36,31	24,3	44,84
Strato 5	18,60	123,6	2,3059	34,65	30,52	27,57	25,79	36,58	38,37	25,65	45
Strato 6	20,20	77,0	1,7	31,68	27,41	24,3	22,8	33,58	34,64	23,56	45

Modulo di Young (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Schmertmann	Robertson & Campanella (1983)	ISOPT-1 1988 Ey(50)
Strato 1	1,60	0,2	0,2125	0,50	0,40	3,08
Strato 2	6,20	38,4	1,3087	96,00	76,80	354,37
Strato 3	9,40	34,3	1,125	85,75	68,60	404,12
Strato 4	15,20	62,0	1,5793	155,00	124,00	656,60
Strato 5	18,60	123,6	2,3059	309,00	247,20	1068,25
Strato 6	20,20	77,0	1,7	192,50	154,00	863,97

Modulo Edometrico (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Robertson & Campanella da Schmertmann	Lunne-Christoffersen 1983 - Robertson and Powell 1997	Kulhawy-Mayne 1990	Mitchell & Gardner 1975	Buisman - Sanglerat
Strato 1	1,60	0,2	0,2125	4,89	0,78	-7,26	0,40	1,60
Strato 2	6,20	38,4	1,3087	51,15	150,63	300,04	76,80	115,20
Strato 3	9,40	34,3	1,125	39,05	134,55	257,43	68,60	102,90
Strato 4	15,20	62,0	1,5793	53,33	243,20	477,45	105,40	93,00
Strato 5	18,60	123,6	2,3059	74,31	262,42	977,16	185,40	185,40
Strato 6	20,20	77,0	1,7	59,66	302,04	588,03	130,90	115,50

Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	1,60	0,2	0,2125	Imai & Tomauchi	10,47
Strato 2	6,20	38,4	1,3087	Imai & Tomauchi	260,13
Strato 3	9,40	34,3	1,125	Imai & Tomauchi	242,79
Strato 4	15,20	62,0	1,5793	Imai & Tomauchi	348,59
Strato 5	18,60	123,6	2,3059	Imai & Tomauchi	531,35
Strato 6	20,20	77,0	1,7	Imai & Tomauchi	397,93

Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Stress-History	Piacentini Righi 1978	Larsson 1991 S.G.I.	Ladd e Foot 1977
Strato 1	1,60	0,2	0,2125	<0.5	3,52	<0.5	<0.5
Strato 2	6,20	38,4	1,3087	1,93	>9	1,51	>9
Strato 3	9,40	34,3	1,125	0,91	>9	<0.5	6,16
Strato 4	15,20	62,0	1,5793	1,06	>9	<0.5	6,97
Strato 5	18,60	123,6	2,3059	1,52	>9	1,82	>9
Strato 6	20,20	77,0	1,7	0,81	7,34	<0.5	4,81

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

## Modulo di reazione Ko

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Ko
Strato 1	1,60	0,2	0,2125	Kulhawy & Mayne (1990)	0,00
Strato 2	6,20	38,4	1,3087	Kulhawy & Mayne (1990)	0,54
Strato 3	9,40	34,3	1,125	Kulhawy & Mayne (1990)	0,33
Strato 4	15,20	62,0	1,5793	Kulhawy & Mayne (1990)	0,36
Strato 5	18,60	123,6	2,3059	Kulhawy & Mayne (1990)	0,46
Strato 6	20,20	77,0	1,7	Kulhawy & Mayne (1990)	0,31

## Fattori di compressibilità C Crm

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	C	Crm
Strato 1	1,60	0,2	0,2125	6,717	0,87321
Strato 2	6,20	38,4	1,3087	0,11311	0,0147
Strato 3	9,40	34,3	1,125	0,11684	0,01519
Strato 4	15,20	62,0	1,5793	0,10093	0,01312
Strato 5	18,60	123,6	2,3059	0,09391	0,01221
Strato 6	20,20	77,0	1,7	0,09728	0,01265

## Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	1,60	0,2	0,2125	Meyerhof	1,80
Strato 2	6,20	38,4	1,3087	Meyerhof	1,80
Strato 3	9,40	34,3	1,125	Meyerhof	1,80
Strato 4	15,20	62,0	1,5793	Meyerhof	1,80
Strato 5	18,60	123,6	2,3059	Meyerhof	1,80
Strato 6	20,20	77,0	1,7	Meyerhof	1,80

## Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	1,60	0,2	0,2125	Meyerhof	--
Strato 2	6,20	38,4	1,3087	Meyerhof	--
Strato 3	9,40	34,3	1,125	Meyerhof	--
Strato 4	15,20	62,0	1,5793	Meyerhof	--
Strato 5	18,60	123,6	2,3059	Meyerhof	--
Strato 6	20,20	77,0	1,7	Meyerhof	--

Liquefazione - Accelerazione sismica massima (g)=0,06

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Fattore di sicurezza a liquefazione
Strato 1	1,60	0,2	0,2125	Robertson & Wride 1997	1,309
Strato 2	6,20	38,4	1,3087	Robertson & Wride 1997	30,158
Strato 3	9,40	34,3	1,125	Robertson & Wride 1997	6,423
Strato 4	15,20	62,0	1,5793	Robertson & Wride 1997	15,021
Strato 5	18,60	123,6	2,3059	Robertson & Wride 1997	76,929
Strato 6	20,20	77,0	1,7	Robertson & Wride 1997	10,223

## Permeabilità

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Permeabilità (cm/s)
Strato 1	1,60	0,2	0,2125	Piacentini-Righi 1988	1E-11
Strato 2	6,20	38,4	1,3087	Piacentini-Righi 1988	8,466316E-07
Strato 3	9,40	34,3	1,125	Piacentini-Righi 1988	1,72785E-06
Strato 4	15,20	62,0	1,5793	Piacentini-Righi 1988	3,43041E-05
Strato 5	18,60	123,6	2,3059	Piacentini-Righi 1988	5,576233E-04
Strato 6	20,20	77,0	1,7	Piacentini-Righi 1988	1,445918E-04

## Coefficiente di consolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Coefficiente di consolidazione (cm <sup>2</sup> /s)
Strato 1	1,60	0,2	0,2125	Piacentini-Righi 1988	6E-09
Strato 2	6,20	38,4	1,3087	Piacentini-Righi 1988	9,753197E-02
Strato 3	9,40	34,3	1,125	Piacentini-Righi 1988	0,1777958
Strato 4	15,20	62,0	1,5793	Piacentini-Righi 1988	6,380562
Strato 5	18,60	123,6	2,3059	Piacentini-Righi 1988	0
Strato 6	20,20	77,0	1,7	Piacentini-Righi 1988	0

## PROVA ...CPTM-022-12 (P3)

Committente: FINGESTIM SRL

Strumento utilizzato: PAGANI TG 63 (200 kN)

Prova eseguita in data: 24/08/2012

Profondità prova: 9,20 mt

Località: VIA BOTTEGHELLE

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	0,0	0,0	0,1	0,0		0,0
0,40	0,0	0,0	0,1	0,0		0,0
0,60	0,0	0,0	0,1	0,0		0,0
0,80	0,0	0,0	0,1	0,0		0,0
1,00	0,0	0,0	0,1	0,0		0,0
1,20	0,0	0,0	0,3	0,0		0,0
1,40	0,0	0,0	0,3	0,0		0,0
1,60	0,0	0,0	0,3	2,3	0,1	766,7
1,80	115,0	150,0	115,3	2,7	42,7	2,3
2,00	25,0	65,0	25,3	1,1	23,0	4,3
2,20	11,0	28,0	11,4	0,7	16,3	6,1

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

2,40	14,0	25,0	14,4	1,5	9,6	10,4
2,60	39,0	61,0	39,4	0,9	43,8	2,3
2,80	36,0	50,0	36,4	1,3	28,0	3,6
3,00	34,0	54,0	34,4	1,3	26,5	3,8
3,20	34,0	54,0	34,6	1,1	31,5	3,2
3,40	19,0	36,0	19,6	1,0	19,6	5,1
3,60	29,0	44,0	29,6	1,0	29,6	3,4
3,80	35,0	50,0	35,6	1,5	23,7	4,2
4,00	43,0	65,0	43,6	0,9	48,4	2,1
4,20	49,0	63,0	49,7	1,2	41,4	2,4
4,40	40,0	58,0	40,7	1,8	22,6	4,4
4,60	98,0	125,0	98,7	1,7	58,1	1,7
4,80	57,0	83,0	57,7	1,7	33,9	2,9
5,00	57,0	83,0	57,7	1,2	48,1	2,1
5,20	28,0	46,0	28,8	1,3	22,2	4,5
5,40	27,0	47,0	27,8	1,8	15,4	6,5
5,60	50,0	77,0	50,8	2,5	20,3	4,9
5,80	100,0	137,0	100,8	1,6	63,0	1,6
6,00	109,0	133,0	109,8	2,7	40,7	2,5
6,20	80,0	120,0	81,0	2,4	33,8	3,0
6,40	62,0	98,0	63,0	1,8	35,0	2,9
6,60	50,0	77,0	51,0	1,2	42,5	2,4
6,80	48,0	66,0	49,0	1,1	44,5	2,2
7,00	50,0	67,0	51,0	1,1	46,4	2,2
7,20	50,0	67,0	51,1	1,6	31,9	3,1
7,40	40,0	64,0	41,1	1,5	27,4	3,6
7,60	43,0	65,0	44,1	1,4	31,5	3,2
7,80	45,0	66,0	46,1	1,4	32,9	3,0
8,00	59,0	80,0	60,1	3,5	17,2	5,8
8,20	134,0	187,0	135,2	5,3	25,5	3,9
8,40	159,0	238,0	160,2	2,5	64,1	1,6
8,60	107,0	144,0	108,2	4,7	23,0	4,3
8,80	194,0	265,0	195,2	8,5	23,0	4,4
9,00	395,0	522,0	396,2	5,5	72,0	1,4
9,20	594,0	676,0	595,4	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> )	Comp. Geotecnico	Descrizione
1,60	0,2	0,2875	1,0	Coesivo	Torbe ed argille torbose
8,00	50,0	1,5469	2,1	Incoerente	Limi sabbiosi e Sabbie limose
9,40	265,1	4,4167	2,4	Incoerente	Sabbie e sabbie con ghiaia

## STIMA PARAMETRI GEOTECNICI CPTM-022-12 (P3)

### TERRENI COESIVI I

Coesione non drenata (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Lunne & Eide	Sunda Relazione Sperimentale	Lunne T.- Kleven A. 1981	Kjekstad. 1978 - Lunne, Robertson and Powell 1977	Lunne, Robertson and Powell 1977	Terzaghi
Strato 1	1,60	0,2	0,3	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

## Modulo Edometrico (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Mitchell & Gardner (1975)	Metodo generale del modulo edometrico	Buismann	Buismann Sanglerat
Strato 1	1,60	0,2	0,2875	1,60	1,31	3,00	0,60

## Modulo di deformazione non drenato Eu (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Cancelli 1980	Ladd 1977 (30)
Strato 1	1,60	0,2	0,2875	4,50	0,30

## Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Modulo di deformazione a taglio (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	1,60	0,2	0,2875	Imai & Tomauchi	10,47

## Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Stress-History
Strato 1	1,60	0,2	0,2875	<0.5

## Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	1,60	0,2	0,2875	Meyerhof	1,11

## Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	1,60	0,2	0,2875	Meyerhof	1,19

## TERRENI INCOERENTI I

### Densità relativa (%)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Baldi 1978 - Schmertmann 1976	Schmertmann	Harman	Lancellotta 1983	Jamiolkowski 1985
Strato 2	8,00	50,0	1,5469	54,38	60,88	62,05	55,11	52,68
Strato 3	9,40	265,1	4,4167	93,43	100	100	94,49	80,49

### Angolo di resistenza al taglio (°)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Durgunou glu-Mitchell 1973	Caquot	Koppejan	De Beer	Schmertmann	Robertson & Campanella 1983	Herminier	Meyerhof 1951
Strato 2	8,00	50,0	1,5469	35,77	32,06	29,18	27,26	36,52	40,08	27,1	39,45
Strato 3	9,40	265,1	4,4167	41,13	37,42	34,81	32,4	42	45	36,26	45

## Modulo di Young (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Schmertmann	Robertson & Campanella (1983)	ISOPT-1 1988 Ey(50)
Strato 2	8,00	50,0	1,5469	125,00	100,00	434,72
Strato 3	9,40	265,1	4,4167	662,75	530,20	1060,40

## Modulo Edometrico (Kg/cm<sup>2</sup>)

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Robertson & Campanella da Schmertmann	Lunne- Christoffersen 1983 - Robertson and Powell 1997	Kulhawy- Mayne 1990	Mitchell & Gardner 1975	Buisman - Sanglerat
Strato 2	8,00	50,0	1,5469	56,17	196,13	393,42	100,00	75,00
Strato 3	9,40	265,1	4,4167	98,79	539,95	2159,65	397,65	397,65

## Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 2	8,00	50,0	1,5469	Imai & Tomauchi	305,65
Strato 3	9,40	265,1	4,4167	Imai & Tomauchi	846,96

## Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Stress-History	Piacentini Righi 1978	Larsson 1991 S.G.I.	Ladd e Foot 1977
Strato 2	8,00	50,0	1,5469	2,07	>9	1,43	>9
Strato 3	9,40	265,1	4,4167	6,09	>9	0,67	>9

## Modulo di reazione Ko

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Ko
Strato 2	8,00	50,0	1,5469	Kulhawy & Mayne (1990)	0,56
Strato 3	9,40	265,1	4,4167	Kulhawy & Mayne (1990)	1,13

## Fattori di compressibilità C Crm

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	C	Crm
Strato 2	8,00	50,0	1,5469	0,10569	0,01374
Strato 3	9,40	265,1	4,4167	-0,00288	-0,00037

## Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato 2	8,00	50,0	1,5469	Meyerhof	1,80
Strato 3	9,40	265,1	4,4167	Meyerhof	1,90

## Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato 2	8,00	50,0	1,5469	Meyerhof	2,10
Strato 3	9,40	265,1	4,4167	Meyerhof	2,20

## Liquefazione - Accelerazione sismica massima (g)=0

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Fattore di sicurezza a liquefazione
Strato 2	8,00	50,0	1,5469	Robertson & Wride 1997	0
Strato 3	9,40	265,1	4,4167	Robertson & Wride 1997	0

## Permeabilità

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Permeabilità (cm/s)
Strato 1	1,60	0,2	0,2875	Piacentini-Righi 1988	1E-11
Strato 2	8,00	50,0	1,5469	Piacentini-Righi 1988	3,009816E-06
Strato 3	9,40	265,1	4,4167	Piacentini-Righi 1988	9,950192E-04

Coefficiente di consolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Coefficiente di consolidazione (cm <sup>2</sup> /s)
Strato 1	1,60	0,2	0,2875	Piacentini-Righi 1988	6E-09
Strato 2	8,00	50,0	1,5469	Piacentini-Righi 1988	0,4514723
Strato 3	9,40	265,1	4,4167	Piacentini-Righi 1988	0

## PROVA ...CPTM-023-12 (P3 BIS)

Committente: FINGESTIM SRL

Strumento utilizzato: PAGANI TG 63 (200 kN)

Prova eseguita in data: 24/08/2012

Profondità prova: 9,00 mt

Località: VIA BOTTEGHELLE

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 (Schmertman n)
0,20	0,0	0,0	0,1	0,0		0,0
0,40	0,0	0,0	0,1	0,0		0,0
0,60	0,0	0,0	0,1	0,0		0,0
0,80	0,0	0,0	0,1	0,0		0,0
1,00	0,0	0,0	0,1	0,0		0,0
1,20	0,0	0,0	0,3	0,0		0,0
1,40	0,0	0,0	0,3	2,2	0,1	733,3
1,60	129,0	162,0	129,3	1,2	107,8	0,9
1,80	103,0	121,0	103,3	1,4	73,8	1,4
2,00	70,0	91,0	70,3	1,9	37,0	2,7
2,20	49,0	78,0	49,4	1,9	26,0	3,8
2,40	68,0	96,0	68,4	1,3	52,6	1,9
2,60	66,0	86,0	66,4	1,1	60,4	1,7
2,80	22,0	38,0	22,4	0,6	37,3	2,7
3,00	28,0	37,0	28,4	0,8	35,5	2,8
3,20	36,0	48,0	36,6	1,0	36,6	2,7
3,40	16,0	31,0	16,6	1,1	15,1	6,6
3,60	16,0	33,0	16,6	0,8	20,8	4,8
3,80	38,0	50,0	38,6	1,5	25,7	3,9
4,00	40,0	63,0	40,6	0,9	45,1	2,2
4,20	36,0	50,0	36,7	1,0	36,7	2,7
4,40	30,0	45,0	30,7	1,0	30,7	3,3
4,60	52,0	67,0	52,7	1,5	35,1	2,8
4,80	33,0	56,0	33,7	1,1	30,6	3,3
5,00	44,0	61,0	44,7	0,8	55,9	1,8
5,20	49,0	61,0	49,8	1,2	41,5	2,4
5,40	110,0	128,0	110,8	2,3	48,2	2,1
5,60	44,0	78,0	44,8	1,5	29,9	3,3
5,80	45,0	67,0	45,8	1,4	32,7	3,1
6,00	17,0	38,0	17,8	0,7	25,4	3,9
6,20	20,0	30,0	21,0	1,0	21,0	4,8

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

6,40	25,0	40,0	26,0	1,2	21,7	4,6
6,60	19,0	37,0	20,0	0,5	40,0	2,5
6,80	25,0	33,0	26,0	1,2	21,7	4,6
7,00	47,0	65,0	48,0	0,9	53,3	1,9
7,20	47,0	60,0	48,1	1,2	40,1	2,5
7,40	34,0	52,0	35,1	0,9	39,0	2,6
7,60	28,0	42,0	29,1	0,7	41,6	2,4
7,80	32,0	42,0	33,1	0,9	36,8	2,7
8,00	77,0	90,0	78,1	1,6	48,8	2,0
8,20	100,0	124,0	101,2	8,9	11,4	8,8
8,40	240,0	374,0	241,2	4,0	60,3	1,7
8,60	180,0	240,0	181,2	2,0	90,6	1,1
8,80	84,0	114,0	85,2	15,7	5,4	18,4
9,00	312,0	547,0	313,2	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> )	Comp. Geotecnico	Descrizione
1,40	0,2	0,3143	1,0	Incoerente	Torbe ed argille torbose
8,20	47,7	1,3824	2,1	Incoerente	Limi sabbiosi e Sabbie limose
9,00	205,2	5,425	2,3	Incoerente	Limi sabbiosi e Sabbie limose

## TERRENI INCOERENTI I

Densità relativa (%)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Baldi 1978 - Schmertmann 1976	Schmertmann	Harman	Lancellotta 1983	Jamiolkowski 1985
Strato 1	1,40	0,2	0,3143	< 5	< 5	5	5	5
Strato 2	8,20	47,7	1,3824	52,5	58,12	59,51	53,21	50,59
Strato 3	9,00	205,2	5,425	86,18	96,79	96,46	87,18	73,36

Angolo di resistenza al taglio (°)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Durgunou glu-Mitchell 1973	Caquot	Koppejan	De Beer	Schmertmann	Robertson & Campanella 1983	Herminier	Meyerhof 1951
Strato 1	1,40	0,2	0,3143	18,64	15,01	11,27	10,9	28,7	12,14	20,19	17,09
Strato 2	8,20	47,7	1,3824	35,37	31,64	28,74	26,86	36,14	39,62	26,64	38,42
Strato 3	9,00	205,2	5,425	39,91	36,16	33,49	31,19	41,55	44,25	33,61	45

Modulo di Young (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Schmertmann	Robertson & Campanella (1983)	ISOPT-1 1988 Ey(50)
Strato 1	1,40	0,2	0,3143	0,50	0,40	3,08
Strato 2	8,20	47,7	1,3824	119,25	95,40	430,52
Strato 3	9,00	205,2	5,425	513,00	410,40	899,84

Modulo Edometrico (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Robertson & Campanella da Schmertmann	Lunne-Christoffersen 1983 - Robertson and Powell 1997	Kulhawy-Mayne 1990	Mitchell & Gardner 1975	Buisman - Sanglerat
Strato 1	1,40	0,2	0,3143	4,78	0,78	-7,18	0,40	1,60

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

Strato 2	8,20	47,7	1,3824	54,18	187,11	374,42	95,40	71,55
Strato 3	9,00	205,2	5,425	94,44	422,46	1665,65	307,80	307,80

## Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	1,40	0,2	0,3143	Imai & Tomauchi	10,47
Strato 2	8,20	47,7	1,3824	Imai & Tomauchi	296,98
Strato 3	9,00	205,2	5,425	Imai & Tomauchi	724,27

## Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Stress-History	Piacentini Righi 1978	Larsson 1991 S.G.I.	Ladd e Foot 1977
Strato 1	1,40	0,2	0,3143	<0.5	4,24	<0.5	<0.5
Strato 2	8,20	47,7	1,3824	1,9	>9	1,52	>9
Strato 3	9,00	205,2	5,425	4,72	>9	0,81	>9

## Modulo di reazione Ko

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Ko
Strato 1	1,40	0,2	0,3143	Kulhawy & Mayne (1990)	0,00
Strato 2	8,20	47,7	1,3824	Kulhawy & Mayne (1990)	0,53
Strato 3	9,00	205,2	5,425	Kulhawy & Mayne (1990)	0,96

## Fattori di compressibilità C Crm

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	C	Crm
Strato 1	1,40	0,2	0,3143	6,717	0,87321
Strato 2	8,20	47,7	1,3824	0,10688	0,01389
Strato 3	9,00	205,2	5,425	0,11897	0,01547

## Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	1,40	0,2	0,3143	Meyerhof	1,80
Strato 2	8,20	47,7	1,3824	Meyerhof	1,80
Strato 3	9,00	205,2	5,425	Meyerhof	1,80

## Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	1,40	0,2	0,3143	Meyerhof	--
Strato 2	8,20	47,7	1,3824	Meyerhof	--
Strato 3	9,00	205,2	5,425	Meyerhof	--

## Liquefazione - Accelerazione sismica massima (g)=0,06

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Fattore di sicurezza a liquefazione
Strato 1	1,40	0,2	0,3143	Robertson & Wride 1997	1,308

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

Strato 2	8,20	47,7	1,3824	Robertson & Wride 1997	29,101
Strato 3	9,00	205,2	5,425	Robertson & Wride 1997	248,518

## Permeabilità

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Permeabilità (cm/s)
Strato 1	1,40	0,2	0,3143	Piacentini-Righi 1988	1E-11
Strato 2	8,20	47,7	1,3824	Piacentini-Righi 1988	7,977275E-06
Strato 3	9,00	205,2	5,425	Piacentini-Righi 1988	4,480645E-06

## Coefficiente di consolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Coefficiente di consolidazione (cm <sup>2</sup> /s)
Strato 1	1,40	0,2	0,3143	Piacentini-Righi 1988	6E-09
Strato 2	8,20	47,7	1,3824	Piacentini-Righi 1988	1,141548
Strato 3	9,00	205,2	5,425	Piacentini-Righi 1988	2,758285

## PROVA ...CPTM-024-12 (P6)

Committente: FINGESTIM SRL

Strumento utilizzato: PAGANI TG 63 (200 kN)

Prova eseguita in data: 24/08/2012

Profondità prova: 18,60 mt

Località: VIA BOTTEGHELLE

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 (Schmertm ann)
0,20	0,0	0,0	0,1	0,0		0,0
0,40	0,0	0,0	0,1	0,0		0,0
0,60	0,0	0,0	0,1	0,0		0,0
0,80	0,0	0,0	0,1	0,0		0,0
1,00	0,0	0,0	0,1	0,0		0,0
1,20	0,0	0,0	0,3	0,0		0,0
1,40	0,0	0,0	0,3	1,0	0,3	333,3
1,60	28,0	43,0	28,3	1,5	18,9	5,3
1,80	33,0	55,0	33,3	1,1	30,3	3,3
2,00	77,0	94,0	77,3	1,0	77,3	1,3
2,20	18,0	33,0	18,4	1,1	16,7	6,0
2,40	40,0	57,0	40,4	1,1	36,7	2,7
2,60	32,0	49,0	32,4	0,7	46,3	2,2
2,80	29,0	40,0	29,4	0,9	32,7	3,1
3,00	24,0	37,0	24,4	1,0	24,4	4,1
3,20	32,0	47,0	32,6	1,2	27,2	3,7
3,40	30,0	48,0	30,6	0,8	38,3	2,6
3,60	31,0	43,0	31,6	1,0	31,6	3,2
3,80	37,0	52,0	37,6	1,2	31,3	3,2
4,00	38,0	56,0	38,6	1,1	35,1	2,8
4,20	38,0	54,0	38,7	1,4	27,6	3,6
4,40	37,0	58,0	37,7	1,3	29,0	3,4
4,60	30,0	50,0	30,7	1,2	25,6	3,9
4,80	32,0	50,0	32,7	1,1	29,7	3,4
5,00	29,0	46,0	29,7	1,1	27,0	3,7

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

5,20	27,0	44,0	27,8	1,3	21,4	4,7
5,40	38,0	58,0	38,8	0,8	48,5	2,1
5,60	38,0	50,0	38,8	1,3	29,8	3,4
5,80	38,0	58,0	38,8	0,9	43,1	2,3
6,00	33,0	46,0	33,8	0,9	37,6	2,7
6,20	33,0	46,0	34,0	1,3	26,2	3,8
6,40	39,0	59,0	40,0	0,9	44,4	2,3
6,60	32,0	46,0	33,0	1,5	22,0	4,5
6,80	35,0	58,0	36,0	1,5	24,0	4,2
7,00	45,0	68,0	46,0	1,3	35,4	2,8
7,20	49,0	69,0	50,1	1,5	33,4	3,0
7,40	49,0	72,0	50,1	1,5	33,4	3,0
7,60	47,0	70,0	48,1	1,7	28,3	3,5
7,80	41,0	66,0	42,1	1,3	32,4	3,1
8,00	85,0	104,0	86,1	0,5	172,2	0,6
8,20	27,0	34,0	28,2	1,0	28,2	3,5
8,40	59,0	74,0	60,2	0,6	100,3	1,0
8,60	52,0	61,0	53,2	1,4	38,0	2,6
8,80	40,0	61,0	41,2	1,3	31,7	3,2
9,00	42,0	61,0	43,2	1,1	39,3	2,5
9,20	48,0	65,0	49,4	0,9	54,9	1,8
9,40	36,0	49,0	37,4	1,5	24,9	4,0
9,60	54,0	76,0	55,4	1,5	36,9	2,7
9,80	54,0	76,0	55,4	1,9	29,2	3,4
10,00	40,0	69,0	41,4	1,0	41,4	2,4
10,20	37,0	52,0	38,5	0,9	42,8	2,3
10,40	42,0	55,0	43,5	1,5	29,0	3,4
10,60	39,0	62,0	40,5	2,3	17,6	5,7
10,80	36,0	71,0	37,5	2,3	16,3	6,1
11,00	36,0	71,0	37,5	0,7	53,6	1,9
11,20	54,0	64,0	55,7	2,1	26,5	3,8
11,40	62,0	93,0	63,7	2,1	30,3	3,3
11,60	42,0	73,0	43,7	2,1	20,8	4,8
11,80	66,0	97,0	67,7	2,3	29,4	3,4
12,00	111,0	145,0	112,7	2,7	41,7	2,4
12,20	124,0	165,0	125,8	2,7	46,6	2,1
12,40	90,0	131,0	91,8	1,3	70,6	1,4
12,60	81,0	100,0	82,8	0,9	92,0	1,1
12,80	88,0	101,0	89,8	4,8	18,7	5,3
13,00	100,0	172,0	101,8	1,5	67,9	1,5
13,20	79,0	101,0	80,9	3,5	23,1	4,3
13,40	116,0	169,0	117,9	2,1	56,1	1,8
13,60	27,0	58,0	28,9	2,4	12,0	8,3
13,80	197,0	233,0	198,9	4,3	46,3	2,2
14,00	110,0	175,0	111,9	2,5	44,8	2,2
14,20	108,0	145,0	110,1	2,1	52,4	1,9
14,40	98,0	130,0	100,1	2,3	43,5	2,3
14,60	88,0	123,0	90,1	3,6	25,0	4,0
14,80	96,0	150,0	98,1	3,7	26,5	3,8
15,00	100,0	155,0	102,1	2,1	48,6	2,1
15,20	98,0	130,0	100,2	2,0	50,1	2,0
15,40	98,0	128,0	100,2	2,7	37,1	2,7
15,60	144,0	185,0	146,2	2,2	66,5	1,5
15,80	116,0	149,0	118,2	3,1	38,1	2,6
16,00	102,0	148,0	104,2	1,9	54,8	1,8
16,20	100,0	129,0	102,3	4,3	23,8	4,2
16,40	131,0	195,0	133,3	1,7	78,4	1,3
16,60	159,0	185,0	161,3	2,4	67,2	1,5
16,80	151,0	187,0	153,3	2,9	52,9	1,9
17,00	82,0	125,0	84,3	1,6	52,7	1,9

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

17,20	60,0	84,0	62,5	3,1	20,2	5,0
17,40	157,0	203,0	159,5	3,9	40,9	2,4
17,60	144,0	203,0	146,5	3,6	40,7	2,5
17,80	141,0	195,0	143,5	4,0	35,9	2,8
18,00	193,0	253,0	195,5	4,1	47,7	2,1
18,20	185,0	246,0	187,6	3,2	58,6	1,7
18,40	304,0	352,0	306,6	6,3	48,7	2,1
18,60	220,0	315,0	222,6	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> )	Comp. Geotecnico	Descrizione
1,40	0,2	0,1429	1,0	Incoerente	Torbe ed argille torbose
11,60	41,0	1,2588	2,1	Incoerente	Limi sabbiosi e Sabbie limose
17,80	110,5	2,7161	2,2	Incoerente	Limi sabbiosi e Sabbie limose
18,60	228,1	3,4	2,4	Incoerente	Sabbie e sabbie con ghiaia

## TERRENI INCOERENTI I

Densità relativa (%)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Baldi 1978 - Schmertmann 1976	Schmertmann	Harman	Lancellotta 1983	Jamiolkowski 1985
Strato 1	1,40	0,2	0,1429	< 5	< 5	5	5	5
Strato 2	11,60	41,0	1,2588	44,25	45,11	47,62	44,89	36,24
Strato 3	17,80	110,5	2,7161	61,15	60,07	62,62	61,94	39
Strato 4	18,60	228,1	3,4	78,57	80,57	82,13	79,51	53,09

Angolo di resistenza al taglio (°)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Durgunou glu-Mitchell 1973	Caquot	Koppejan	De Beer	Schmertmann	Robertson & Campanella 1983	Herminier	Meyerhof 1951
Strato 1	1,40	0,2	0,1429	18,64	15,01	11,27	10,9	28,7	12,14	20,19	17,09
Strato 2	11,60	41,0	1,2588	33,4	29,51	26,5	24,81	34,32	37,2	24,76	35,41
Strato 3	17,80	110,5	2,7161	34,59	30,49	27,54	25,76	36,41	38,34	25,62	45
Strato 4	18,60	228,1	3,4	37,06	32,98	30,14	28,14	39,28	41,06	28,35	45

Modulo di Young (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Schmertmann	Robertson & Campanella (1983)	ISOPT-1 1988 Ey(50)
Strato 1	1,40	0,2	0,1429	0,50	0,40	3,08
Strato 2	11,60	41,0	1,2588	102,50	82,00	434,06
Strato 3	17,80	110,5	2,7161	276,25	221,00	971,47
Strato 4	18,60	228,1	3,4	570,25	456,20	1444,24

Modulo Edometrico (Kg/cm<sup>2</sup>)

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Robertson & Campanella da Schmertmann	Lunne-Christoffersen 1983 - Robertson and Powell 1997	Kulhawy-Mayne 1990	Mitchell & Gardner 1975	Buisman - Sanglerat
Strato 1	1,40	0,2	0,1429	4,78	0,78	-7,18	0,40	1,60
Strato 2	11,60	41,0	1,2588	45,89	160,83	315,30	82,00	123,00
Strato 3	17,80	110,5	2,7161	70,71	236,73	872,82	165,75	165,75
Strato 4	18,60	228,1	3,4	95,44	467,38	1836,47	342,15	342,15

## Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	1,40	0,2	0,1429	Imai & Tomauchi	10,47
Strato 2	11,60	41,0	1,2588	Imai & Tomauchi	270,75
Strato 3	17,80	110,5	2,7161	Imai & Tomauchi	496,20
Strato 4	18,60	228,1	3,4	Imai & Tomauchi	772,63

## Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Stress-History	Piacentini Righi 1978	Larsson 1991 S.G.I.	Ladd e Foot 1977
Strato 1	1,40	0,2	0,1429	<0.5	3,78	<0.5	<0.5
Strato 2	11,60	41,0	1,2588	1,24	>9	2,75	>9
Strato 3	17,80	110,5	2,7161	1,51	>9	1,83	>9
Strato 4	18,60	228,1	3,4	2,49	>9	1,24	>9

## Modulo di reazione Ko

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Ko
Strato 1	1,40	0,2	0,1429	Kulhawy & Mayne (1990)	0,00
Strato 2	11,60	41,0	1,2588	Kulhawy & Mayne (1990)	0,40
Strato 3	17,80	110,5	2,7161	Kulhawy & Mayne (1990)	0,46
Strato 4	18,60	228,1	3,4	Kulhawy & Mayne (1990)	0,63

## Fattori di compressibilità C Crm

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	C	Crm
Strato 1	1,40	0,2	0,1429	6,717	0,87321
Strato 2	11,60	41,0	1,2588	0,1111	0,01444
Strato 3	17,80	110,5	2,7161	0,09398	0,01222
Strato 4	18,60	228,1	3,4	0,18531	0,02409

## Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	1,40	0,2	0,1429	Meyerhof	1,80
Strato 2	11,60	41,0	1,2588	Meyerhof	1,80

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

Strato 3	17,80	110,5	2,7161	Meyerhof	1,80
Strato 4	18,60	228,1	3,4	Meyerhof	1,90

Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	1,40	0,2	0,1429	Meyerhof	--
Strato 2	11,60	41,0	1,2588	Meyerhof	--
Strato 3	17,80	110,5	2,7161	Meyerhof	--
Strato 4	18,60	228,1	3,4	Meyerhof	--

Liquefazione - Accelerazione sismica massima (g)=0,06

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Fattore di sicurezza a liquefazione
Strato 1	1,40	0,2	0,1429	Robertson & Wride 1997	1,307
Strato 2	11,60	41,0	1,2588	Robertson & Wride 1997	16,406
Strato 3	17,80	110,5	2,7161	Robertson & Wride 1997	86,046
Strato 4	18,60	228,1	3,4	Robertson & Wride 1997	254,96

Permeabilità

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Permeabilità (cm/s)
Strato 1	1,40	0,2	0,1429	Piacentini-Righi 1988	1E-11
Strato 2	11,60	41,0	1,2588	Piacentini-Righi 1988	3,994212E-06
Strato 3	17,80	110,5	2,7161	Piacentini-Righi 1988	3,409092E-05
Strato 4	18,60	228,1	3,4	Piacentini-Righi 1988	2,471653E-03

Coefficiente di consolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Coefficiente di consolidazione (cm <sup>2</sup> /s)
Strato 1	1,40	0,2	0,1429	Piacentini-Righi 1988	6E-09
Strato 2	11,60	41,0	1,2588	Piacentini-Righi 1988	0,491288
Strato 3	17,80	110,5	2,7161	Piacentini-Righi 1988	11,30114
Strato 4	18,60	228,1	3,4	Piacentini-Righi 1988	0

## PROVA ...CPTM-020-12 (P9)

Committente: FINGESTIM SRL

Strumento utilizzato: PAGANI TG 63 (200 kN)

Prova eseguita in data: 23/08/2012

Profondità prova: 20,00 mt

Località: VIA BOTTEGHELLE

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	0,0	0,0	0,1	0,0		0,0
0,40	0,0	0,0	0,1	0,0		0,0

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

0,60	0,0	0,0	0,1	0,0		0,0
0,80	0,0	0,0	0,1	0,0		0,0
1,00	0,0	0,0	0,1	0,0		0,0
1,20	0,0	0,0	0,3	0,0		0,0
1,40	0,0	0,0	0,3	1,3	0,2	433,3
1,60	35,0	54,0	35,3	1,6	22,1	4,5
1,80	33,0	57,0	33,3	1,7	19,6	5,1
2,00	35,0	60,0	35,3	2,2	16,0	6,2
2,20	42,0	75,0	42,4	1,5	28,3	3,5
2,40	83,0	105,0	83,4	0,5	166,8	0,6
2,60	82,0	90,0	82,4	1,2	68,7	1,5
2,80	75,0	93,0	75,4	0,6	125,7	0,8
3,00	85,0	94,0	85,4	0,7	122,0	0,8
3,20	85,0	95,0	85,6	0,9	95,1	1,1
3,40	82,0	96,0	82,6	3,5	23,6	4,2
3,60	41,0	93,0	41,6	3,9	10,7	9,4
3,80	35,0	94,0	35,6	3,3	10,8	9,3
4,00	47,0	97,0	47,6	1,5	31,7	3,2
4,20	87,0	110,0	87,7	1,4	62,6	1,6
4,40	95,0	116,0	95,7	3,9	24,5	4,1
4,60	51,0	109,0	51,7	1,7	30,4	3,3
4,80	95,0	120,0	95,7	1,3	73,6	1,4
5,00	99,0	118,0	99,7	1,2	83,1	1,2
5,20	110,0	128,0	110,8	2,2	50,4	2,0
5,40	79,0	112,0	79,8	1,1	72,5	1,4
5,60	99,0	115,0	99,8	1,5	66,5	1,5
5,80	119,0	142,0	119,8	2,9	41,3	2,4
6,00	84,0	128,0	84,8	6,0	14,1	7,1
6,20	36,0	126,0	37,0	3,7	10,0	10,0
6,40	75,0	130,0	76,0	1,8	42,2	2,4
6,60	87,0	114,0	88,0	2,9	30,3	3,3
6,80	58,0	101,0	59,0	2,4	24,6	4,1
7,00	76,0	112,0	77,0	2,8	27,5	3,6
7,20	84,0	126,0	85,1	1,0	85,1	1,2
7,40	86,0	101,0	87,1	1,3	67,0	1,5
7,60	83,0	103,0	84,1	0,9	93,4	1,1
7,80	91,0	104,0	92,1	2,0	46,1	2,2
8,00	90,0	120,0	91,1	1,6	56,9	1,8
8,20	70,0	94,0	71,2	1,9	37,5	2,7
8,40	95,0	123,0	96,2	1,7	56,6	1,8
8,60	84,0	109,0	85,2	1,9	44,8	2,2
8,80	86,0	115,0	87,2	2,5	34,9	2,9
9,00	86,0	123,0	87,2	1,3	67,1	1,5
9,20	84,0	104,0	85,4	1,3	65,7	1,5
9,40	84,0	104,0	85,4	1,3	65,7	1,5
9,60	85,0	104,0	86,4	1,3	66,5	1,5
9,80	84,0	103,0	85,4	1,3	65,7	1,5
10,00	68,0	88,0	69,4	1,0	69,4	1,4
10,20	88,0	103,0	89,5	1,4	63,9	1,6
10,40	80,0	101,0	81,5	2,2	37,0	2,7
10,60	79,0	112,0	80,5	2,5	32,2	3,1
10,80	112,0	150,0	113,5	2,3	49,3	2,0
11,00	120,0	155,0	121,5	1,5	81,0	1,2
11,20	122,0	145,0	123,7	1,7	72,8	1,4
11,40	124,0	150,0	125,7	2,2	57,1	1,8
11,60	128,0	161,0	129,7	2,0	64,9	1,5
11,80	138,0	168,0	139,7	2,5	55,9	1,8
12,00	128,0	165,0	129,7	2,1	61,8	1,6
12,20	134,0	166,0	135,8	1,9	71,5	1,4
12,40	162,0	191,0	163,8	2,7	60,7	1,6

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

12,60	153,0	193,0	154,8	1,9	81,5	1,2
12,80	195,0	223,0	196,8	3,1	63,5	1,6
13,00	144,0	190,0	145,8	2,1	69,4	1,4
13,20	167,0	199,0	168,9	1,7	99,4	1,0
13,40	174,0	199,0	175,9	2,7	65,1	1,5
13,60	160,0	201,0	161,9	2,9	55,8	1,8
13,80	181,0	225,0	182,9	2,1	87,1	1,1
14,00	170,0	201,0	171,9	2,8	61,4	1,6
14,20	158,0	200,0	160,1	2,2	72,8	1,4
14,40	147,0	180,0	149,1	4,4	33,9	3,0
14,60	122,0	188,0	124,1	3,0	41,4	2,4
14,80	123,0	168,0	125,1	2,7	46,3	2,2
15,00	147,0	188,0	149,1	2,7	55,2	1,8
15,20	147,0	187,0	149,2	4,0	37,3	2,7
15,40	150,0	210,0	152,2	3,9	39,0	2,6
15,60	92,0	151,0	94,2	3,7	25,5	3,9
15,80	97,0	152,0	99,2	0,9	110,2	0,9
16,00	113,0	127,0	115,2	1,9	60,6	1,6
16,20	128,0	157,0	130,3	2,3	56,7	1,8
16,40	100,0	135,0	102,3	1,8	56,8	1,8
16,60	120,0	147,0	122,3	0,7	174,7	0,6
16,80	97,0	107,0	99,3	1,9	52,3	1,9
17,00	132,0	161,0	134,3	2,3	58,4	1,7
17,20	130,0	165,0	132,5	2,3	57,6	1,7
17,40	126,0	160,0	128,5	1,5	85,7	1,2
17,60	82,0	104,0	84,5	1,2	70,4	1,4
17,80	86,0	104,0	88,5	2,9	30,5	3,3
18,00	82,0	125,0	84,5	1,7	49,7	2,0
18,20	197,0	223,0	199,6	3,4	58,7	1,7
18,40	201,0	252,0	203,6	3,4	59,9	1,7
18,60	146,0	197,0	148,6	2,7	55,0	1,8
18,80	184,0	225,0	186,6	2,3	81,1	1,2
19,00	181,0	216,0	183,6	6,4	28,7	3,5
19,20	195,0	291,0	197,8	2,0	98,9	1,0
19,40	275,0	305,0	277,8	4,8	57,9	1,7
19,60	170,0	242,0	172,8	4,1	42,1	2,4
19,80	149,0	211,0	151,8	3,7	41,0	2,4
20,00	213,0	269,0	215,8	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> )	Comp. Geotecnico	Descrizione
1,40	0,2	0,1857	1,0	Incoerente	Torbe ed argille torbose
6,20	72,0	2,0833	2,2	Incoerente	Limi sabbiosi e Sabbie limose
10,80	84,5	1,7652	2,2	Incoerente	Limi sabbiosi e Sabbie limose
15,60	147,2	2,6042	2,3	Incoerente	Limi sabbiosi e Sabbie limose
18,20	117,0	1,9077	2,3	Incoerente	Sabbie e sabbie con ghiaia
20,00	193,2	3,2667	2,3	Incoerente	Limi sabbiosi e Sabbie limose

## TERRENI INCOERENTI I

Densità relativa (%)

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Baldi 1978 - Schmertmann 1976	Schmertmann	Harman	Lancellotta 1983	Jamiolkowski 1985
Strato 1	1,40	0,2	0,1857	< 5	< 5	5	5	5
Strato 2	6,20	72,0	2,0833	66,46	77,48	77,48	67,3	69,43
Strato 3	10,80	84,5	1,7652	60,25	62,97	64,77	61,03	47,21
Strato 4	15,60	147,2	2,6042	69,76	71,43	73,24	70,63	49,26
Strato 5	18,20	117,0	1,9077	59,6	56,14	59,2	60,38	34,98
Strato 6	20,00	193,2	3,2667	72,07	71,11	73,41	72,95	45,59

## Angolo di resistenza al taglio (°)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Durgunou glu- Mitchell 1973	Caquot	Koppejan	De Beer	Schmertm ann	Robertson & Campanel la 1983	Herminier	Meyerhof 1951
Strato 1	1,40	0,2	0,1857	18,64	15,01	11,27	10,9	28,7	12,14	20,19	17,09
Strato 2	6,20	72,0	2,0833	38,07	34,47	31,71	29,58	38,85	42,6	30,46	45
Strato 3	10,80	84,5	1,7652	35,43	31,51	28,6	26,73	36,82	39,48	26,56	45
Strato 4	15,60	147,2	2,6042	36,11	32,08	29,2	27,28	38	40,1	27,22	45
Strato 5	18,20	117,0	1,9077	33,85	29,67	26,67	24,97	35,86	37,39	24,96	45
Strato 6	20,00	193,2	3,2667	35,69	31,53	28,63	26,75	37,96	39,5	26,64	45

## Modulo di Young (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Schmertmann	Robertson & Campanella (1983)	ISOPT-1 1988 Ey(50)
Strato 1	1,40	0,2	0,1857	0,50	0,40	3,08
Strato 2	6,20	72,0	2,0833	180,00	144,00	482,57
Strato 3	10,80	84,5	1,7652	211,25	169,00	713,48
Strato 4	15,60	147,2	2,6042	368,00	294,40	1093,46
Strato 5	18,20	117,0	1,9077	292,50	234,00	1083,79
Strato 6	20,00	193,2	3,2667	483,00	386,40	1442,59

## Modulo Edometrico (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Robertson & Campanella da Schmertmann	Lunne- Christoffersen 1983 - Robertson and Powell 1997	Kulhawy- Mayne 1990	Mitchell & Gardner 1975	Buisman - Sanglerat
Strato 1	1,40	0,2	0,1857	4,78	0,78	-7,18	0,40	1,60
Strato 2	6,20	72,0	2,0833	69,20	282,43	577,42	122,40	108,00
Strato 3	10,80	84,5	1,7652	64,71	331,46	669,86	143,65	126,75
Strato 4	15,60	147,2	2,6042	80,15	308,71	1177,83	220,80	220,80
Strato 5	18,20	117,0	1,9077	72,79	249,48	921,48	175,50	175,50
Strato 6	20,00	193,2	3,2667	90,25	398,93	1545,88	289,80	289,80

## Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	1,40	0,2	0,1857	Imai & Tomauchi	10,47
Strato 2	6,20	72,0	2,0833	Imai & Tomauchi	381,93
Strato 3	10,80	84,5	1,7652	Imai & Tomauchi	421,18
Strato 4	15,60	147,2	2,6042	Imai & Tomauchi	591,22
Strato 5	18,20	117,0	1,9077	Imai & Tomauchi	513,83
Strato 6	20,00	193,2	3,2667	Imai & Tomauchi	698,09

## Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Stress-History	Piacentini Righi 1978	Larsson 1991 S.G.I.	Ladd e Foot 1977

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

Strato 1	1,40	0,2	0,1857	<0,5	3,96	<0,5	<0,5
Strato 2	6,20	72,0	2,0833	3,36	>9	1,03	>9
Strato 3	10,80	84,5	1,7652	1,85	>9	1,54	>9
Strato 4	15,60	147,2	2,6042	2,07	>9	1,4	>9
Strato 5	18,20	117,0	1,9077	1,28	>9	2,31	>9
Strato 6	20,00	193,2	3,2667	1,86	>9	1,52	>9

## Modulo di reazione Ko

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Ko
Strato 1	1,40	0,2	0,1857	Kulhawy & Mayne (1990)	0,00
Strato 2	6,20	72,0	2,0833	Kulhawy & Mayne (1990)	0,77
Strato 3	10,80	84,5	1,7652	Kulhawy & Mayne (1990)	0,52
Strato 4	15,60	147,2	2,6042	Kulhawy & Mayne (1990)	0,56
Strato 5	18,20	117,0	1,9077	Kulhawy & Mayne (1990)	0,41
Strato 6	20,00	193,2	3,2667	Kulhawy & Mayne (1990)	0,52

## Fattori di compressibilità C Crm

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	C	Crm
Strato 1	1,40	0,2	0,1857	6,717	0,87321
Strato 2	6,20	72,0	2,0833	0,09829	0,01278
Strato 3	10,80	84,5	1,7652	0,09607	0,01249
Strato 4	15,60	147,2	2,6042	0,09535	0,0124
Strato 5	18,20	117,0	1,9077	0,09387	0,0122
Strato 6	20,00	193,2	3,2667	0,10887	0,01415

## Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	1,40	0,2	0,1857	Meyerhof	1,80
Strato 2	6,20	72,0	2,0833	Meyerhof	1,80
Strato 3	10,80	84,5	1,7652	Meyerhof	1,80
Strato 4	15,60	147,2	2,6042	Meyerhof	1,80
Strato 5	18,20	117,0	1,9077	Meyerhof	1,90
Strato 6	20,00	193,2	3,2667	Meyerhof	1,80

## Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	1,40	0,2	0,1857	Meyerhof	--
Strato 2	6,20	72,0	2,0833	Meyerhof	--
Strato 3	10,80	84,5	1,7652	Meyerhof	--
Strato 4	15,60	147,2	2,6042	Meyerhof	--
Strato 5	18,20	117,0	1,9077	Meyerhof	--
Strato 6	20,00	193,2	3,2667	Meyerhof	--

## Liquefazione - Accelerazione sismica massima (g)=0,06

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Fattore di sicurezza a liquefazione
Strato 1	1,40	0,2	0,1857	Robertson & Wride	1,307

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

					1997	
Strato 2	6,20	72,0	2,0833	Robertson & Wride	1997	51,605
Strato 3	10,80	84,5	1,7652	Robertson & Wride	1997	37,732
Strato 4	15,60	147,2	2,6042	Robertson & Wride	1997	98,721
Strato 5	18,20	117,0	1,9077	Robertson & Wride	1997	46,714
Strato 6	20,00	193,2	3,2667	Robertson & Wride	1997	204,387

## Permeabilità

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Permeabilità (cm/s)
Strato 1	1,40	0,2	0,1857	Piacentini-Righi 1988	1E-11
Strato 2	6,20	72,0	2,0833	Piacentini-Righi 1988	5,637278E-06
Strato 3	10,80	84,5	1,7652	Piacentini-Righi 1988	2,371492E-04
Strato 4	15,60	147,2	2,6042	Piacentini-Righi 1988	8,080264E-04
Strato 5	18,20	117,0	1,9077	Piacentini-Righi 1988	1,607069E-03
Strato 6	20,00	193,2	3,2667	Piacentini-Righi 1988	1,037078E-03

## Coefficiente di consolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Coefficiente di consolidazione (cm <sup>2</sup> /s)
Strato 1	1,40	0,2	0,1857	Piacentini-Righi 1988	6E-09
Strato 2	6,20	72,0	2,0833	Piacentini-Righi 1988	1,217652
Strato 3	10,80	84,5	1,7652	Piacentini-Righi 1988	0
Strato 4	15,60	147,2	2,6042	Piacentini-Righi 1988	0
Strato 5	18,20	117,0	1,9077	Piacentini-Righi 1988	0
Strato 6	20,00	193,2	3,2667	Piacentini-Righi 1988	0

## PROVA ...CPTM-019-12 (P7)

Committente: FINGESTIM SRL

Strumento utilizzato: PAGANI TG 63 (200 kN)

Prova eseguita in data: 23/08/2012

Profondità prova: 20,00 mt

Località: VIA BOTTEGHELLE

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 (Schmertman n)
0,20	0,0	0,0	0,1	0,0		0,0
0,40	0,0	0,0	0,1	0,0		0,0
0,60	0,0	0,0	0,1	0,0		0,0
0,80	0,0	0,0	0,1	0,0		0,0
1,00	0,0	0,0	0,1	0,0		0,0
1,20	0,0	0,0	0,3	0,0		0,0
1,40	0,0	0,0	0,3	0,0		0,0
1,60	0,0	0,0	0,3	0,3	1,0	100,0
1,80	10,0	15,0	10,3	0,4	25,8	3,9
2,00	8,0	14,0	8,3	1,1	7,5	13,3
2,20	21,0	37,0	21,4	0,9	23,8	4,2

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

2,40	27,0	41,0	27,4	0,7	39,1	2,6
2,60	31,0	41,0	31,4	1,7	18,5	5,4
2,80	20,0	45,0	20,4	2,1	9,7	10,3
3,00	100,0	132,0	100,4	2,3	43,7	2,3
3,20	61,0	96,0	61,6	3,6	17,1	5,8
3,40	99,0	153,0	99,6	1,5	66,4	1,5
3,60	87,0	110,0	87,6	1,7	51,5	1,9
3,80	127,0	153,0	127,6	1,5	85,1	1,2
4,00	220,0	243,0	220,6	5,3	41,6	2,4
4,20	89,0	168,0	89,7	2,9	30,9	3,2
4,40	67,0	111,0	67,7	2,1	32,2	3,1
4,60	70,0	101,0	70,7	2,9	24,4	4,1
4,80	70,0	114,0	70,7	1,7	41,6	2,4
5,00	87,0	113,0	87,7	1,1	79,7	1,3
5,20	97,0	114,0	97,8	1,9	51,5	1,9
5,40	98,0	127,0	98,8	1,5	65,9	1,5
5,60	97,0	120,0	97,8	2,1	46,6	2,1
5,80	101,0	133,0	101,8	2,4	42,4	2,4
6,00	121,0	157,0	121,8	1,8	67,7	1,5
6,20	104,0	131,0	105,0	1,3	80,8	1,2
6,40	110,0	130,0	111,0	1,9	58,4	1,7
6,60	113,0	142,0	114,0	2,1	54,3	1,8
6,80	96,0	127,0	97,0	2,3	42,2	2,4
7,00	118,0	152,0	119,0	2,0	59,5	1,7
7,20	123,0	153,0	124,1	3,2	38,8	2,6
7,40	120,0	168,0	121,1	2,0	60,6	1,7
7,60	142,0	172,0	143,1	2,9	49,3	2,0
7,80	133,0	176,0	134,1	2,3	58,3	1,7
8,00	118,0	153,0	119,1	2,3	51,8	1,9
8,20	99,0	133,0	100,2	2,2	45,5	2,2
8,40	83,0	116,0	84,2	2,6	32,4	3,1
8,60	73,0	112,0	74,2	1,7	43,6	2,3
8,80	61,0	87,0	62,2	1,5	41,5	2,4
9,00	74,0	96,0	75,2	2,1	35,8	2,8
9,20	74,0	105,0	75,4	2,4	31,4	3,2
9,40	89,0	125,0	90,4	2,4	37,7	2,7
9,60	89,0	125,0	90,4	1,5	60,3	1,7
9,80	74,0	97,0	75,4	1,6	47,1	2,1
10,00	87,0	111,0	88,4	1,6	55,3	1,8
10,20	87,0	111,0	88,5	1,9	46,6	2,1
10,40	89,0	118,0	90,5	1,9	47,6	2,1
10,60	89,0	118,0	90,5	1,5	60,3	1,7
10,80	85,0	107,0	86,5	2,5	34,6	2,9
11,00	102,0	139,0	103,5	3,3	31,4	3,2
11,20	115,0	165,0	116,7	2,6	44,9	2,2
11,40	108,0	147,0	109,7	1,6667	65,8	1,5
11,60	118,0	143,0	119,7	2,4	49,9	2,0
11,80	112,0	148,0	113,7	1,8	63,2	1,6
12,00	111,0	138,0	112,7	2,2	51,2	2,0
12,20	110,0	143,0	111,8	2,5	44,7	2,2
12,40	116,0	153,0	117,8	2,7	43,6	2,3
12,60	120,0	161,0	121,8	2,4	50,8	2,0
12,80	144,0	180,0	145,8	2,4	60,8	1,6
13,00	140,0	176,0	141,8	2,4	59,1	1,7
13,20	132,0	168,0	133,9	2,2	60,9	1,6
13,40	120,0	153,0	121,9	2,8667	42,5	2,4
13,60	114,0	157,0	115,9	2,2	52,7	1,9
13,80	120,0	153,0	121,9	2,3	53,0	1,9
14,00	152,0	187,0	153,9	2,1	73,3	1,4
14,20	168,0	200,0	170,1	3,3	51,5	1,9

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

14,40	152,0	201,0	154,1	3,5	44,0	2,3
14,60	150,0	202,0	152,1	3,0	50,7	2,0
14,80	122,0	167,0	124,1	2,5	49,6	2,0
15,00	150,0	188,0	152,1	2,3	66,1	1,5
15,20	142,0	177,0	144,2	2,9	49,7	2,0
15,40	129,0	172,0	131,2	3,6	36,4	2,7
15,60	145,0	199,0	147,2	3,5	42,1	2,4
15,80	167,0	220,0	169,2	5,2	32,5	3,1
16,00	89,0	167,0	91,2	5,2	17,5	5,7
16,20	89,0	167,0	91,3	4,1	22,3	4,5
16,40	80,0	142,0	82,3	1,4	58,8	1,7
16,60	104,0	125,0	106,3	3,4	31,3	3,2
16,80	142,0	193,0	144,3	4,0	36,1	2,8
17,00	134,0	194,0	136,3	1,9	71,7	1,4
17,20	110,0	139,0	112,5	2,6	43,3	2,3
17,40	150,0	189,0	152,5	2,6	58,7	1,7
17,60	150,0	189,0	152,5	2,8	54,5	1,8
17,80	113,0	155,0	115,5	3,0	38,5	2,6
18,00	97,0	142,0	99,5	3,0	33,2	3,0
18,20	97,0	142,0	99,6	1,9	52,4	1,9
18,40	118,0	146,0	120,6	3,9	30,9	3,2
18,60	99,0	157,0	101,6	3,7	27,5	3,6
18,80	127,0	182,0	129,6	3,3	39,3	2,5
19,00	173,0	222,0	175,6	3,3	53,2	1,9
19,20	230,0	280,0	232,8	3,3	70,5	1,4
19,40	285,0	335,0	287,8	6,5	44,3	2,3
19,60	140,0	237,0	142,8	4,5	31,7	3,2
19,80	267,0	335,0	269,8	4,5	60,0	1,7
20,00	248,0	315,0	250,8	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> )	Comp. Geotecnico	Descrizione
1,60	0,2	0,0375	1,0	Incoerente	Torbe ed argille torbose
8,60	90,5	2,0571	2,2	Incoerente	Limi sabbiosi e Sabbie limose
11,00	84,7	2,0167	2,2	Incoerente	Limi sabbiosi e Sabbie limose
16,00	131,8	2,7893	2,3	Incoerente	Limi sabbiosi e Sabbie limose
18,80	117,5	2,9714	2,3	Incoerente	Limi sabbiosi e Sabbie limose
20,00	226,6	3,6833	2,4	Incoerente	Sabbie e sabbie con ghiaia

## TERRENI INCOERENTI I

Densità relativa (%)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Baldi 1978 - Schmertmann 1976	Schmertmann	Harman	Lancellotta 1983	Jamiolko wski 1985
Strato 1	1,60	0,2	0,0375	< 5	< 5	5	5	5
Strato 2	8,60	90,5	2,0571	69,62	79,52	79,69	70,48	66,5
Strato 3	11,00	84,7	2,0167	58,65	59,9	62,03	59,42	43,17
Strato 4	16,00	131,8	2,7893	66,51	67,17	69,26	67,35	45,65
Strato 5	18,80	117,5	2,9714	59,46	55,81	58,91	60,24	34,4
Strato 6	20,00	226,6	3,6833	76,49	76,74	78,7	77,41	49,83

Angolo di resistenza al taglio (°)

Il presente documento è costituito da 224 pagine

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Durgunou glu-Mitchell 1973	Caquot	Koppejan	De Beer	Schmertmann	Robertson & Campanella 1983	Herminier	Meyerhof 1951
Strato 1	1,60	0,2	0,0375	18,04	14,34	10,57	10,26	28,7	10,64	20,3	17,09
Strato 2	8,60	90,5	2,0571	38,1	34,44	31,68	29,54	39,13	42,57	30,43	45
Strato 3	11,00	84,7	2,0167	34,91	30,94	28	26,19	36,39	38,84	26	45
Strato 4	16,00	131,8	2,7893	35,54	31,49	28,58	26,71	37,4	39,46	26,58	45
Strato 5	18,80	117,5	2,9714	33,79	29,6	26,6	24,9	35,81	37,3	24,91	45
Strato 6	20,00	226,6	3,6833	36,42	32,28	29,42	27,48	38,74	40,32	27,48	45

## Modulo di Young (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Schmertmann	Robertson & Campanella (1983)	ISOPT-1 1988 Ey(50)
Strato 1	1,60	0,2	0,0375	0,50	0,40	3,08
Strato 2	8,60	90,5	2,0571	226,25	181,00	584,41
Strato 3	11,00	84,7	2,0167	211,75	169,40	746,38
Strato 4	16,00	131,8	2,7893	329,50	263,60	1046,44
Strato 5	18,80	117,5	2,9714	293,75	235,00	1093,08
Strato 6	20,00	226,6	3,6833	566,50	453,20	1538,89

## Modulo Edometrico (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Robertson & Campanella da Schmertmann	Lunne-Christoffersen 1983 - Robertson and Powell 1997	Kulhawy-Mayne 1990	Mitchell & Gardner 1975	Buisman - Sanglerat
Strato 1	1,60	0,2	0,0375	4,89	0,78	-7,26	0,40	1,60
Strato 2	8,60	90,5	2,0571	72,91	355,00	726,77	153,85	135,75
Strato 3	11,00	84,7	2,0167	63,83	332,25	669,00	143,99	127,05
Strato 4	16,00	131,8	2,7893	76,48	278,50	1050,32	197,70	197,70
Strato 5	18,80	117,5	2,9714	73,00	250,46	924,78	176,25	176,25
Strato 6	20,00	226,6	3,6833	95,92	464,44	1820,97	339,90	339,90

## Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	1,60	0,2	0,0375	Imai & Tomauchi	10,47
Strato 2	8,60	90,5	2,0571	Imai & Tomauchi	439,21
Strato 3	11,00	84,7	2,0167	Imai & Tomauchi	421,79
Strato 4	16,00	131,8	2,7893	Imai & Tomauchi	552,62
Strato 5	18,80	117,5	2,9714	Imai & Tomauchi	515,17
Strato 6	20,00	226,6	3,6833	Imai & Tomauchi	769,52

## Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Stress-History	Piacentini Righi 1978	Larsson 1991 S.G.I.	Ladd e Foot 1977
Strato 1	1,60	0,2	0,0375	<0.5	2,11	<0.5	<0.5
Strato 2	8,60	90,5	2,0571	3,34	>9	1,03	>9
Strato 3	11,00	84,7	2,0167	1,65	>9	1,69	>9
Strato 4	16,00	131,8	2,7893	1,84	>9	1,53	>9
Strato 5	18,80	117,5	2,9714	1,26	>9	2,38	8,95
Strato 6	20,00	226,6	3,6833	2,16	>9	1,36	>9

## Modulo di reazione Ko

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Ko
Strato 1	1,60	0,2	0,0375	Kulhawy & Mayne	0,00

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

				(1990)	
Strato 2	8,60	90,5	2,0571	Kulhawy & Mayne (1990)	0,77
Strato 3	11,00	84,7	2,0167	Kulhawy & Mayne (1990)	0,48
Strato 4	16,00	131,8	2,7893	Kulhawy & Mayne (1990)	0,52
Strato 5	18,80	117,5	2,9714	Kulhawy & Mayne (1990)	0,41
Strato 6	20,00	226,6	3,6833	Kulhawy & Mayne (1990)	0,58

## Fattori di compressibilità C Crm

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	C	Crm
Strato 1	1,60	0,2	0,0375	6,717	0,87321
Strato 2	8,60	90,5	2,0571	0,09533	0,01239
Strato 3	11,00	84,7	2,0167	0,09604	0,01249
Strato 4	16,00	131,8	2,7893	0,09417	0,01224
Strato 5	18,80	117,5	2,9714	0,09387	0,0122
Strato 6	20,00	226,6	3,6833	0,17527	0,02279

## Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	1,60	0,2	0,0375	Meyerhof	1,80
Strato 2	8,60	90,5	2,0571	Meyerhof	1,80
Strato 3	11,00	84,7	2,0167	Meyerhof	1,80
Strato 4	16,00	131,8	2,7893	Meyerhof	1,80
Strato 5	18,80	117,5	2,9714	Meyerhof	1,80
Strato 6	20,00	226,6	3,6833	Meyerhof	1,90

## Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	1,60	0,2	0,0375	Meyerhof	--
Strato 2	8,60	90,5	2,0571	Meyerhof	--
Strato 3	11,00	84,7	2,0167	Meyerhof	--
Strato 4	16,00	131,8	2,7893	Meyerhof	--
Strato 5	18,80	117,5	2,9714	Meyerhof	--
Strato 6	20,00	226,6	3,6833	Meyerhof	--

## Liquefazione - Accelerazione sismica massima (g)=0,06

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Fattore di sicurezza a liquefazione
Strato 1	1,60	0,2	0,0375	Robertson & Wride 1997	1,306
Strato 2	8,60	90,5	2,0571	Robertson & Wride 1997	47,645
Strato 3	11,00	84,7	2,0167	Robertson & Wride 1997	44,451
Strato 4	16,00	131,8	2,7893	Robertson & Wride 1997	95,099
Strato 5	18,80	117,5	2,9714	Robertson & Wride 1997	75,886
Strato 6	20,00	226,6	3,6833	Robertson & Wride	289,294

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

					1997
--	--	--	--	--	------

## Permeabilità

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Permeabilità (cm/s)
Strato 1	1,60	0,2	0,0375	Piacentini-Righi 1988	1E-11
Strato 2	8,60	90,5	2,0571	Piacentini-Righi 1988	9,842399E-05
Strato 3	11,00	84,7	2,0167	Piacentini-Righi 1988	6,153169E-05
Strato 4	16,00	131,8	2,7893	Piacentini-Righi 1988	1,649317E-04
Strato 5	18,80	117,5	2,9714	Piacentini-Righi 1988	2,207514E-05
Strato 6	20,00	226,6	3,6833	Piacentini-Righi 1988	1,316641E-03

## Coefficiente di consolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Coefficiente di consolidazione (cm <sup>2</sup> /s)
Strato 1	1,60	0,2	0,0375	Piacentini-Righi 1988	6E-09
Strato 2	8,60	90,5	2,0571	Piacentini-Righi 1988	0
Strato 3	11,00	84,7	2,0167	Piacentini-Righi 1988	0
Strato 4	16,00	131,8	2,7893	Piacentini-Righi 1988	0
Strato 5	18,80	117,5	2,9714	Piacentini-Righi 1988	7,781488
Strato 6	20,00	226,6	3,6833	Piacentini-Righi 1988	0

## PROVA ...CPTM-025-12 (P1)

Committente: FINGESTIM SRL

Strumento utilizzato: PAGANI TG 63 (200 kN)

Prova eseguita in data: 27/08/2012

Profondità prova: 20,00 mt

Località: VIA BOTTEGHELLE

Profondità (m)	Letture punta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Letture 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	0,0	0,0	0,1	0,0		0,0
0,40	0,0	0,0	0,1	0,0		0,0
0,60	0,0	0,0	0,1	0,0		0,0
0,80	0,0	0,0	0,1	0,0		0,0
1,00	0,0	0,0	0,1	0,0		0,0
1,20	0,0	0,0	0,3	0,0		0,0
1,40	0,0	0,0	0,3	0,0		0,0
1,60	0,0	0,0	0,3	1,0	0,3	333,3
1,80	35,0	50,0	35,3	0,5	70,6	1,4
2,00	29,0	37,0	29,3	0,8	36,6	2,7
2,20	22,0	34,0	22,4	0,1	224,0	0,4
2,40	32,0	34,0	32,4	0,5	64,8	1,5
2,60	24,0	32,0	24,4	0,5	48,8	2,0
2,80	27,0	34,0	27,4	0,5	54,8	1,8
3,00	36,0	43,0	36,4	1,1	33,1	3,0
3,20	71,0	88,0	71,6	2,1	34,1	2,9

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

3,40	85,0	116,0	85,6	1,8	47,6	2,1
3,60	159,0	186,0	159,6	1,8	88,7	1,1
3,80	159,0	186,0	159,6	1,9	84,0	1,2
4,00	86,0	115,0	86,6	3,2	27,1	3,7
4,20	70,0	118,0	70,7	1,5	47,1	2,1
4,40	51,0	74,0	51,7	1,7	30,4	3,3
4,60	32,0	58,0	32,7	1,5	21,8	4,6
4,80	64,0	86,0	64,7	1,7	38,1	2,6
5,00	64,0	90,0	64,7	0,5	129,4	0,8
5,20	48,0	56,0	48,8	1,1	44,4	2,3
5,40	33,0	49,0	33,8	1,9	17,8	5,6
5,60	52,0	80,0	52,8	1,3	40,6	2,5
5,80	47,0	67,0	47,8	1,1	43,5	2,3
6,00	59,0	76,0	59,8	1,1	54,4	1,8
6,20	60,0	77,0	61,0	0,9	67,8	1,5
6,40	69,0	82,0	70,0	1,2	58,3	1,7
6,60	79,0	97,0	80,0	1,1	72,7	1,4
6,80	83,0	100,0	84,0	1,7	49,4	2,0
7,00	75,0	100,0	76,0	2,4	31,7	3,2
7,20	189,0	225,0	190,1	2,5	76,0	1,3
7,40	187,0	225,0	188,1	2,0	94,1	1,1
7,60	241,0	271,0	242,1	2,6	93,1	1,1
7,80	86,0	125,0	87,1	1,7	51,2	2,0
8,00	269,0	294,0	270,1	3,4	79,4	1,3
8,20	197,0	248,0	198,2	1,7	116,6	0,9
8,40	124,0	150,0	125,2	1,9	65,9	1,5
8,60	129,0	157,0	130,2	1,6	81,4	1,2
8,80	128,0	152,0	129,2	2,5	51,7	1,9
9,00	119,0	157,0	120,2	1,8	66,8	1,5
9,20	96,0	123,0	97,4	1,7	57,3	1,7
9,40	103,0	129,0	104,4	1,7	61,4	1,6
9,60	107,0	132,0	108,4	1,9	57,1	1,8
9,80	127,0	155,0	128,4	2,5	51,4	1,9
10,00	148,0	186,0	149,4	2,5	59,8	1,7
10,20	139,0	177,0	140,5	1,8	78,1	1,3
10,40	177,0	204,0	178,5	2,7	66,1	1,5
10,60	162,0	202,0	163,5	3,5	46,7	2,1
10,80	125,0	178,0	126,5	2,6	48,7	2,1
11,00	138,0	177,0	139,5	2,4	58,1	1,7
11,20	152,0	188,0	153,7	2,8	54,9	1,8
11,40	161,0	203,0	162,7	2,9	56,1	1,8
11,60	156,0	199,0	157,7	2,3	68,6	1,5
11,80	143,0	177,0	144,7	2,0	72,4	1,4
12,00	118,0	148,0	119,7	1,9	63,0	1,6
12,20	108,0	136,0	109,8	1,3	84,5	1,2
12,40	113,0	133,0	114,8	2,7	42,5	2,4
12,60	125,0	166,0	126,8	3,7	34,3	2,9
12,80	101,0	156,0	102,8	1,6	64,3	1,6
13,00	136,0	160,0	137,8	2,9	47,5	2,1
13,20	146,0	189,0	147,9	2,4	61,6	1,6
13,40	187,0	223,0	188,9	2,8	67,5	1,5
13,60	136,0	178,0	137,9	2,8	49,3	2,0
13,80	136,0	178,0	137,9	1,7	81,1	1,2
14,00	101,0	126,0	102,9	1,4	73,5	1,4
14,20	119,0	140,0	121,1	1,9	63,7	1,6
14,40	115,0	143,0	117,1	1,9	61,6	1,6
14,60	115,0	143,0	117,1	1,3	90,1	1,1
14,80	102,0	122,0	104,1	2,1	49,6	2,0
15,00	118,0	150,0	120,1	2,7	44,5	2,2
15,20	138,0	178,0	140,2	2,1	66,8	1,5

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

15,40	101,0	132,0	103,2	2,9	35,6	2,8
15,60	89,0	132,0	91,2	2,7	33,8	3,0
15,80	96,0	136,0	98,2	2,3	42,7	2,3
16,00	96,0	130,0	98,2	1,9	51,7	1,9
16,20	126,0	155,0	128,3	2,1	61,1	1,6
16,40	180,0	211,0	182,3	2,1	86,8	1,2
16,60	180,0	211,0	182,3	2,7	67,5	1,5
16,80	149,0	190,0	151,3	1,7	89,0	1,1
17,00	292,0	317,0	294,3	2,4	122,6	0,8
17,20	174,0	210,0	176,5	2,5	70,6	1,4
17,40	187,0	224,0	189,5	4,9	38,7	2,6
17,60	265,0	338,0	267,5	4,5	59,4	1,7
17,80	167,0	235,0	169,5	1,7	99,7	1,0
18,00	116,0	142,0	118,5	4,3	27,6	3,6
18,20	238,0	302,0	240,6	4,9	49,1	2,0
18,40	198,0	272,0	200,6	2,7	74,3	1,3
18,60	148,0	189,0	150,6	1,4	107,6	0,9
18,80	226,0	247,0	228,6	4,2	54,4	1,8
19,00	267,0	330,0	269,6	2,1	128,4	0,8
19,20	226,0	258,0	228,8	2,9	78,9	1,3
19,40	134,0	177,0	136,8	2,1	65,1	1,5
19,60	171,0	202,0	173,8	2,9	59,9	1,7
19,80	228,0	271,0	230,8	2,9	79,6	1,3
20,00	228,0	271,0	230,8	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> )	Comp. Geotecnico	Descrizione
1,60	0,2	0,125	1,0	Incoerente	Torbe ed argille torbose
3,00	29,7	0,5714	2,0	Incoerente	Limi sabbiosi e Sabbie limose
4,40	97,9	2,0	2,2	Incoerente	Limi sabbiosi e Sabbie limose
7,00	59,7	1,3462	2,1	Incoerente	Limi sabbiosi e Sabbie limose
8,60	178,9	2,175	2,3	Incoerente	Sabbie e sabbie con ghiaia
16,40	129,6	2,2769	2,3	Incoerente	Limi sabbiosi e Sabbie limose
20,20	202,2	2,8222	2,4	Incoerente	Sabbie e sabbie con ghiaia

## TERRENI INCOERENTI I

Densità relativa (%)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Baldi 1978 - Schmertmann 1976	Schmertmann	Harman	Lancellotta 1983	Jamiolkowski 1985
Strato 1	1,60	0,2	0,125	< 5	< 5	5	5	5
Strato 2	3,00	29,7	0,5714	49,48	60,56	60,91	50,17	66,99
Strato 3	4,40	97,9	2,0	77,15	92,43	91,35	78,07	81,6
Strato 4	7,00	59,7	1,3462	57,11	63,01	64,24	57,87	51,9
Strato 5	8,60	178,9	2,175	83,79	94,63	94,31	84,78	72,75

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

Strato 6	16,40	129,6	2,2769	67,32	68,99	70,86	68,16	47,78
Strato 7	20,20	202,2	2,8222	74,12	74,21	76,25	75,01	48,36

## Angolo di resistenza al taglio (°)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Durgunou glu-Mitchell 1973	Caquot	Koppejan	De Beer	Schmertmann	Robertson & Campanella 1983	Herminier	Meyerhof 1951
Strato 1	1,60	0,2	0,125	18,04	14,34	10,57	10,26	28,7	10,64	20,3	17,09
Strato 2	3,00	29,7	0,5714	36,41	32,93	30,1	28,1	36,48	41,02	28,1	30,34
Strato 3	4,40	97,9	2,0	40,16	36,68	34,03	31,69	40,94	44,74	34,61	45
Strato 4	7,00	59,7	1,3462	35,89	32,14	29,26	27,34	36,82	40,17	27,21	43,81
Strato 5	8,60	178,9	2,175	39,73	36,01	33,33	31,05	41,25	44,11	33,3	45
Strato 6	16,40	129,6	2,2769	35,87	31,85	28,97	27,06	37,66	39,86	26,96	45
Strato 7	20,20	202,2	2,8222	36,15	32,02	29,14	27,22	38,39	40,04	27,17	45

## Modulo di Young (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Schmertmann	Robertson & Campanella (1983)	ISOPT-1 1988 Ey(50)
Strato 1	1,60	0,2	0,125	0,50	0,40	3,08
Strato 2	3,00	29,7	0,5714	74,25	59,40	259,36
Strato 3	4,40	97,9	2,0	244,75	195,80	480,53
Strato 4	7,00	59,7	1,3462	149,25	119,40	503,80
Strato 5	8,60	178,9	2,175	447,25	357,80	830,88
Strato 6	16,40	129,6	2,2769	324,00	259,20	1000,67
Strato 7	20,20	202,2	2,8222	505,50	404,40	1434,57

## Modulo Edometrico (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Robertson & Campanella da Schmertmann	Lunne-Christoffersen 1983 - Robertson and Powell 1997	Kulhawy-Mayne 1990	Mitchell & Gardner 1975	Buisman - Sangle rat
Strato 1	1,60	0,2	0,125	4,89	0,78	-7,26	0,40	1,60
Strato 2	3,00	29,7	0,5714	52,01	116,50	233,71	59,40	148,50
Strato 3	4,40	97,9	2,0	81,03	384,03	791,48	166,43	146,85
Strato 4	7,00	59,7	1,3462	59,30	234,18	471,36	101,49	89,55
Strato 5	8,60	178,9	2,175	90,75	370,88	1450,30	268,35	268,35
Strato 6	16,40	129,6	2,2769	76,16	274,19	1034,19	194,40	194,40
Strato 7	20,20	202,2	2,8222	91,51	416,58	1621,79	303,30	303,30

## Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	1,60	0,2	0,125	Imai & Tomauchi	10,47
Strato 2	3,00	29,7	0,5714	Imai & Tomauchi	222,34
Strato 3	4,40	97,9	2,0	Imai & Tomauchi	460,81
Strato 4	7,00	59,7	1,3462	Imai & Tomauchi	340,63
Strato 5	8,60	178,9	2,175	Imai & Tomauchi	666,04
Strato 6	16,40	129,6	2,2769	Imai & Tomauchi	546,97
Strato 7	20,20	202,2	2,8222	Imai & Tomauchi	717,78

## Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato	qc	fs	Stress-History	Piacentini Righi	Larsson 1991	Ladd e
--	--------------	----	----	----------------	------------------	--------------	--------

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

	(m)	(Kg/cm <sup>2</sup> )	(Kg/cm <sup>2</sup> )		1978	S.G.I.	Foot 1977
Strato 1	1,60	0,2	0,125	<0.5	3,2	<0.5	<0.5
Strato 2	3,00	29,7	0,5714	2,47	>9	1,27	>9
Strato 3	4,40	97,9	2,0	5,25	>9	0,76	>9
Strato 4	7,00	59,7	1,3462	2,1	>9	1,41	>9
Strato 5	8,60	178,9	2,175	4,58	>9	0,83	>9
Strato 6	16,40	129,6	2,2769	1,98	>9	1,45	>9
Strato 7	20,20	202,2	2,8222	2,05	>9	1,41	>9

## Modulo di reazione Ko

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Ko
Strato 1	1,60	0,2	0,125	Kulhawy & Mayne (1990)	0,00
Strato 2	3,00	29,7	0,5714	Kulhawy & Mayne (1990)	0,63
Strato 3	4,40	97,9	2,0	Kulhawy & Mayne (1990)	1,03
Strato 4	7,00	59,7	1,3462	Kulhawy & Mayne (1990)	0,57
Strato 5	8,60	178,9	2,175	Kulhawy & Mayne (1990)	0,94
Strato 6	16,40	129,6	2,2769	Kulhawy & Mayne (1990)	0,55
Strato 7	20,20	202,2	2,8222	Kulhawy & Mayne (1990)	0,56

## Fattori di compressibilità C Crm

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	C	Crm
Strato 1	1,60	0,2	0,125	6,717	0,87321
Strato 2	3,00	29,7	0,5714	0,11178	0,01453
Strato 3	4,40	97,9	2,0	0,09464	0,0123
Strato 4	7,00	59,7	1,3462	0,10168	0,01322
Strato 5	8,60	178,9	2,175	0,10207	0,01327
Strato 6	16,40	129,6	2,2769	0,09407	0,01223
Strato 7	20,20	202,2	2,8222	0,11586	0,01506

## Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	1,60	0,2	0,125	Meyerhof	1,80
Strato 2	3,00	29,7	0,5714	Meyerhof	1,80
Strato 3	4,40	97,9	2,0	Meyerhof	1,80
Strato 4	7,00	59,7	1,3462	Meyerhof	1,80
Strato 5	8,60	178,9	2,175	Meyerhof	1,90
Strato 6	16,40	129,6	2,2769	Meyerhof	1,80
Strato 7	20,20	202,2	2,8222	Meyerhof	1,90

## Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	1,60	0,2	0,125	Meyerhof	--
Strato 2	3,00	29,7	0,5714	Meyerhof	--
Strato 3	4,40	97,9	2,0	Meyerhof	--
Strato 4	7,00	59,7	1,3462	Meyerhof	--
Strato 5	8,60	178,9	2,175	Meyerhof	--
Strato 6	16,40	129,6	2,2769	Meyerhof	--

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

Strato 7	20,20	202,2	2,8222	Meyerhof	--
----------	-------	-------	--------	----------	----

## Liquefazione - Accelerazione sismica massima (g)=0,06

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Fattore di sicurezza a liquefazione
Strato 1	1,60	0,2	0,125	Robertson & Wride 1997	1,308
Strato 2	3,00	29,7	0,5714	Robertson & Wride 1997	13,002
Strato 3	4,40	97,9	2,0	Robertson & Wride 1997	49,147
Strato 4	7,00	59,7	1,3462	Robertson & Wride 1997	24,713
Strato 5	8,60	178,9	2,175	Robertson & Wride 1997	96,792
Strato 6	16,40	129,6	2,2769	Robertson & Wride 1997	76,852
Strato 7	20,20	202,2	2,8222	Robertson & Wride 1997	200,289

## Permeabilità

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Permeabilità (cm/s)
Strato 1	1,60	0,2	0,125	Piacentini-Righi 1988	1E-11
Strato 2	3,00	29,7	0,5714	Piacentini-Righi 1988	6,006454E-04
Strato 3	4,40	97,9	2,0	Piacentini-Righi 1988	2,743659E-04
Strato 4	7,00	59,7	1,3462	Piacentini-Righi 1988	1,302819E-04
Strato 5	8,60	178,9	2,175	Piacentini-Righi 1988	8,655171E-03
Strato 6	16,40	129,6	2,2769	Piacentini-Righi 1988	8,95625E-04
Strato 7	20,20	202,2	2,8222	Piacentini-Righi 1988	3,918246E-03

## Coefficiente di consolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Coefficiente di consolidazione (cm <sup>2</sup> /s)
Strato 1	1,60	0,2	0,125	Piacentini-Righi 1988	6E-09
Strato 2	3,00	29,7	0,5714	Piacentini-Righi 1988	0
Strato 3	4,40	97,9	2,0	Piacentini-Righi 1988	0
Strato 4	7,00	59,7	1,3462	Piacentini-Righi 1988	0
Strato 5	8,60	178,9	2,175	Piacentini-Righi 1988	0
Strato 6	16,40	129,6	2,2769	Piacentini-Righi 1988	0
Strato 7	20,20	202,2	2,8222	Piacentini-Righi 1988	0

## PROVA ...CPTM-026-12 (P8)

Committente: FINGESTIM SRL

Strumento utilizzato: PAGANI TG 63 (200 kN)

Prova eseguita in data: 27/08/2012

Profondità prova: 20,00 mt

Località: VIA BOTTEGHELLE

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	0,0	0,0	0,1	0,0		0,0
0,40	0,0	0,0	0,1	0,0		0,0
0,60	0,0	0,0	0,1	0,0		0,0

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

0,80	0,0	0,0	0,1	0,0		0,0
1,00	0,0	0,0	0,1	0,0		0,0
1,20	0,0	0,0	0,3	0,0		0,0
1,40	0,0	0,0	0,3	0,0		0,0
1,60	0,0	0,0	0,3	1,0	0,3	333,3
1,80	56,0	71,0	56,3	1,3	43,3	2,3
2,00	50,0	70,0	50,3	1,2	41,9	2,4
2,20	36,0	54,0	36,4	1,0	36,4	2,7
2,40	39,0	54,0	39,4	1,2	32,8	3,0
2,60	36,0	54,0	36,4	0,6	60,7	1,6
2,80	36,0	45,0	36,4	0,8	45,5	2,2
3,00	29,0	41,0	29,4	1,1	26,7	3,7
3,20	49,0	66,0	49,6	1,1	45,1	2,2
3,40	45,0	61,0	45,6	1,1	41,5	2,4
3,60	45,0	61,0	45,6	1,1	41,5	2,4
3,80	42,0	59,0	42,6	0,9	47,3	2,1
4,00	32,0	45,0	32,6	1,1	29,6	3,4
4,20	34,0	51,0	34,7	0,7	49,6	2,0
4,40	36,0	46,0	36,7	1,9	19,3	5,2
4,60	26,0	54,0	26,7	1,9	14,1	7,1
4,80	26,0	54,0	26,7	0,9	29,7	3,4
5,00	34,0	48,0	34,7	0,9	38,6	2,6
5,20	12,0	26,0	12,8	1,1	11,6	8,6
5,40	37,0	54,0	37,8	1,0	37,8	2,6
5,60	28,0	43,0	28,8	1,3	22,2	4,5
5,80	42,0	61,0	42,8	1,4	30,6	3,3
6,00	76,0	97,0	76,8	1,5	51,2	2,0
6,20	97,0	119,0	98,0	1,9	51,6	1,9
6,40	83,0	111,0	84,0	1,5	56,0	1,8
6,60	73,0	96,0	74,0	1,4	52,9	1,9
6,80	76,0	97,0	77,0	1,6	48,1	2,1
7,00	70,0	94,0	71,0	1,7	41,8	2,4
7,20	70,0	95,0	71,1	1,6	44,4	2,3
7,40	79,0	103,0	80,1	0,7	114,4	0,9
7,60	96,0	107,0	97,1	0,9	107,9	0,9
7,80	76,0	90,0	77,1	1,1	70,1	1,4
8,00	90,0	106,0	91,1	2,0	45,6	2,2
8,20	67,0	97,0	68,2	0,6	113,7	0,9
8,40	62,0	71,0	63,2	0,9	70,2	1,4
8,60	56,0	70,0	57,2	0,7	81,7	1,2
8,80	62,0	73,0	63,2	0,9	70,2	1,4
9,00	61,0	75,0	62,2	1,5	41,5	2,4
9,20	80,0	103,0	81,4	1,7	47,9	2,1
9,40	116,0	141,0	117,4	2,3	51,0	2,0
9,60	122,0	156,0	123,4	1,6	77,1	1,3
9,80	126,0	150,0	127,4	1,6	79,6	1,3
10,00	106,0	130,0	107,4	1,1	97,6	1,0
10,20	104,0	121,0	105,5	1,6	65,9	1,5
10,40	126,0	150,0	127,5	2,7	47,2	2,1
10,60	128,0	168,0	129,5	2,0	64,8	1,5
10,80	115,0	145,0	116,5	2,3	50,7	2,0
11,00	124,0	159,0	125,5	2,1	59,8	1,7
11,20	181,0	212,0	182,7	1,9	96,2	1,0
11,40	142,0	170,0	143,7	2,3	62,5	1,6
11,60	140,0	175,0	141,7	2,4	59,0	1,7
11,80	141,0	177,0	142,7	2,1	68,0	1,5
12,00	143,0	175,0	144,7	2,4	60,3	1,7
12,20	118,0	154,0	119,8	2,3	52,1	1,9
12,40	137,0	171,0	138,8	3,8	36,5	2,7
12,60	161,0	218,0	162,8	3,1	52,5	1,9

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

12,80	126,0	173,0	127,8	2,7	47,3	2,1
13,00	104,0	144,0	105,8	2,5	42,3	2,4
13,20	105,0	142,0	106,9	3,0	35,6	2,8
13,40	136,0	181,0	137,9	-2,2	-62,7	-1,6
13,60	199,0	166,0	200,9	1,9	105,7	0,9
13,80	116,0	145,0	117,9	2,5	47,2	2,1
14,00	174,0	212,0	175,9	2,5	70,4	1,4
14,20	174,0	212,0	176,1	1,3	135,5	0,7
14,40	96,0	115,0	98,1	1,9	51,6	1,9
14,60	79,0	107,0	81,1	3,9	20,8	4,8
14,80	99,0	157,0	101,1	1,3	77,8	1,3
15,00	125,0	144,0	127,1	1,7	74,8	1,3
15,20	109,0	135,0	111,2	0,9	123,6	0,8
15,40	98,0	111,0	100,2	1,9	52,7	1,9
15,60	103,0	131,0	105,2	1,7	61,9	1,6
15,80	78,0	103,0	80,2	1,3	61,7	1,6
16,00	88,0	107,0	90,2	1,2	75,2	1,3
16,20	93,0	111,0	95,3	1,3	73,3	1,4
16,40	116,0	135,0	118,3	2,2	53,8	1,9
16,60	96,0	129,0	98,3	1,1	89,4	1,1
16,80	104,0	121,0	106,3	2,1	50,6	2,0
17,00	110,0	142,0	112,3	7,0	16,0	6,2
17,20	180,0	285,0	182,5	5,3	34,4	2,9
17,40	232,0	311,0	234,5	6,9	34,0	2,9
17,60	301,0	405,0	303,5	3,7	82,0	1,2
17,80	386,0	441,0	388,5	3,7	105,0	1,0
18,00	386,0	441,0	388,5	6,9	56,3	1,8
18,20	303,0	406,0	305,6	2,6	117,5	0,9
18,40	197,0	236,0	199,6	2,7	73,9	1,4
18,60	108,0	148,0	110,6	3,8	29,1	3,4
18,80	111,0	168,0	113,6	3,1	36,6	2,7
19,00	100,0	146,0	102,6	2,3	44,6	2,2
19,20	177,0	212,0	179,8	2,5	71,9	1,4
19,40	108,0	146,0	110,8	2,1	52,8	1,9
19,60	104,0	135,0	106,8	2,7	39,6	2,5
19,80	200,0	241,0	202,8	2,1	96,6	1,0
20,00	252,0	283,0	254,8	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> )	Comp. Geotecnico	Descrizione
1,60	0,2	0,125	1,0	Incoerente	Torbe ed argille torbose
6,00	39,1	1,1409	2,1	Incoerente	Limi sabbiosi e Sabbie limose
9,20	76,0	1,2938	2,2	Incoerente	Limi sabbiosi e Sabbie limose
17,00	123,9	2,0846	2,3	Incoerente	Limi sabbiosi e Sabbie limose
18,80	247,4	4,3	2,4	Incoerente	Limi sabbiosi e Sabbie limose
20,20	159,6	1,95	2,3	Incoerente	Sabbie e sabbie con ghiaia

## TERRENI INCOERENTI I

Densità relativa (%)

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Baldi 1978 - Schmertmann 1976	Schmertmann	Harman	Lancellotta 1983	Jamiolko wski 1985

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

Strato 1	1,60	0,2	0,125	< 5	< 5	5	5	5
Strato 2	6,00	39,1	1,1409	50,49	57,74	58,84	51,18	53,97
Strato 3	9,20	76,0	1,2938	59,81	63,96	65,49	60,59	49,04
Strato 4	17,00	123,9	2,0846	65,44	66,2	68,29	66,26	45,11
Strato 5	18,80	247,4	4,3	80,32	82,47	83,97	81,27	54,99
Strato 6	20,20	159,6	1,95	66,53	63,92	66,66	67,37	39,72

## Angolo di resistenza al taglio (°)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Durgunou glu-Mitchell 1973	Caquot	Koppejan	De Beer	Schmertmann	Robertson & Campanella 1983	Herminier	Meyerhof 1951
Strato 1	1,60	0,2	0,125	18,04	14,34	10,57	10,26	28,7	10,64	20,3	17,09
Strato 2	6,00	39,1	1,1409	35,57	31,92	29,04	27,13	36,08	39,93	26,91	34,56
Strato 3	9,20	76,0	1,2938	35,73	31,88	28,99	27,09	36,95	39,89	26,95	45
Strato 4	17,00	123,9	2,0846	35,46	31,42	28,51	26,65	37,27	39,38	26,5	45
Strato 5	18,80	247,4	4,3	37,27	33,18	30,36	28,34	39,55	41,28	28,63	45
Strato 6	20,20	159,6	1,95	34,74	30,55	27,59	25,81	36,95	38,4	25,69	45

## Modulo di Young (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Schmertmann	Robertson & Campanella (1983)	ISOPT-1 1988 Ey(50)
Strato 1	1,60	0,2	0,125	0,50	0,40	3,08
Strato 2	6,00	39,1	1,1409	97,75	78,20	354,68
Strato 3	9,20	76,0	1,2938	190,00	152,00	632,68
Strato 4	17,00	123,9	2,0846	309,75	247,80	998,14
Strato 5	18,80	247,4	4,3	618,50	494,80	1510,03
Strato 6	20,20	159,6	1,95	399,00	319,20	1329,40

## Modulo Edometrico (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Robertson & Campanella da Schmertmann	Lunne-Christoffersen 1983 - Robertson and Powell 1997	Kulhawy-Mayne 1990	Mitchell & Gardner 1975	Buisman - Sangle rat
Strato 1	1,60	0,2	0,125	4,89	0,78	-7,26	0,40	1,60
Strato 2	6,00	39,1	1,1409	52,08	153,38	306,09	78,20	117,30
Strato 3	9,20	76,0	1,2938	63,17	298,12	601,78	129,20	114,00
Strato 4	17,00	123,9	2,0846	74,56	263,01	986,05	185,85	185,85
Strato 5	18,80	247,4	4,3	98,52	505,23	1995,59	371,10	371,10
Strato 6	20,20	159,6	1,95	83,77	333,03	1268,11	239,40	239,40

## Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	1,60	0,2	0,125	Imai & Tomauchi	10,47
Strato 2	6,00	39,1	1,1409	Imai & Tomauchi	263,01
Strato 3	9,20	76,0	1,2938	Imai & Tomauchi	394,76
Strato 4	17,00	123,9	2,0846	Imai & Tomauchi	532,14
Strato 5	18,80	247,4	4,3	Imai & Tomauchi	811,94
Strato 6	20,20	159,6	1,95	Imai & Tomauchi	621,17

## Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Stress-History	Piacentini Righi 1978	Larsson 1991 S.G.I.	Ladd e Foot 1977
Strato 1	1,60	0,2	0,125	<0.5	3,2	<0.5	<0.5
Strato 2	6,00	39,1	1,1409	2,01	>9	1,46	>9
Strato 3	9,20	76,0	1,2938	1,99	>9	1,45	>9

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

Strato 4	17,00	123,9	2,0846	1,82	>9	1,55	>9
Strato 5	18,80	247,4	4,3	2,59	>9	1,2	>9
Strato 6	20,20	159,6	1,95	1,52	>9	1,8	>9

## Modulo di reazione Ko

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Ko
Strato 1	1,60	0,2	0,125	Kulhawy & Mayne (1990)	0,00
Strato 2	6,00	39,1	1,1409	Kulhawy & Mayne (1990)	0,55
Strato 3	9,20	76,0	1,2938	Kulhawy & Mayne (1990)	0,55
Strato 4	17,00	123,9	2,0846	Kulhawy & Mayne (1990)	0,52
Strato 5	18,80	247,4	4,3	Kulhawy & Mayne (1990)	0,65
Strato 6	20,20	159,6	1,95	Kulhawy & Mayne (1990)	0,46

## Fattori di compressibilità C Crm

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	C	Crm
Strato 1	1,60	0,2	0,125	6,717	0,87321
Strato 2	6,00	39,1	1,1409	0,11254	0,01463
Strato 3	9,20	76,0	1,2938	0,09746	0,01267
Strato 4	17,00	123,9	2,0846	0,09391	0,01221
Strato 5	18,80	247,4	4,3	-0,31766	-0,0413
Strato 6	20,20	159,6	1,95	0,09711	0,01262

## Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	1,60	0,2	0,125	Meyerhof	1,80
Strato 2	6,00	39,1	1,1409	Meyerhof	1,80
Strato 3	9,20	76,0	1,2938	Meyerhof	1,80
Strato 4	17,00	123,9	2,0846	Meyerhof	1,80
Strato 5	18,80	247,4	4,3	Meyerhof	1,80
Strato 6	20,20	159,6	1,95	Meyerhof	1,90

## Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	1,60	0,2	0,125	Meyerhof	--
Strato 2	6,00	39,1	1,1409	Meyerhof	--
Strato 3	9,20	76,0	1,2938	Meyerhof	--
Strato 4	17,00	123,9	2,0846	Meyerhof	--
Strato 5	18,80	247,4	4,3	Meyerhof	--
Strato 6	20,20	159,6	1,95	Meyerhof	--

## Liquefazione - Accelerazione sismica massima (g)=0,06

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Fattore di sicurezza a liquefazione
Strato 1	1,60	0,2	0,125	Robertson & Wride 1997	1,308
Strato 2	6,00	39,1	1,1409	Robertson & Wride 1997	24,431

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

Strato 3	9,20	76,0	1,2938	Robertson & Wride 1997	23,488
Strato 4	17,00	123,9	2,0846	Robertson & Wride 1997	68,577
Strato 5	18,80	247,4	4,3	Robertson & Wride 1997	356,804
Strato 6	20,20	159,6	1,95	Robertson & Wride 1997	104,885

## Permeabilità

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Permeabilità (cm/s)
Strato 1	1,60	0,2	0,125	Piacentini-Righi 1988	1E-11
Strato 2	6,00	39,1	1,1409	Piacentini-Righi 1988	8,317103E-06
Strato 3	9,20	76,0	1,2938	Piacentini-Righi 1988	1,296634E-03
Strato 4	17,00	123,9	2,0846	Piacentini-Righi 1988	1,26308E-03
Strato 5	18,80	247,4	4,3	Piacentini-Righi 1988	7,21387E-04
Strato 6	20,20	159,6	1,95	Piacentini-Righi 1988	8,561308E-03

## Coefficiente di consolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Coefficiente di consolidazione (cm <sup>2</sup> /s)
Strato 1	1,60	0,2	0,125	Piacentini-Righi 1988	6E-09
Strato 2	6,00	39,1	1,1409	Piacentini-Righi 1988	0,9755962
Strato 3	9,20	76,0	1,2938	Piacentini-Righi 1988	0
Strato 4	17,00	123,9	2,0846	Piacentini-Righi 1988	0
Strato 5	18,80	247,4	4,3	Piacentini-Righi 1988	0
Strato 6	20,20	159,6	1,95	Piacentini-Righi 1988	0

## PROVA ...CPTM-027-12 (P4)

Committente: FINGESTIM SRL  
 Strumento utilizzato: PAGANI TG 63 (200 kN)  
 Prova eseguita in data: 27/08/2012  
 Profondità prova: 20,00 mt

Località: VIA BOTTEGHELLE

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	0,0	0,0	0,1	0,0		0,0
0,40	0,0	0,0	0,1	0,0		0,0
0,60	0,0	0,0	0,1	0,0		0,0
0,80	0,0	0,0	0,1	0,0		0,0
1,00	0,0	0,0	0,1	0,0		0,0
1,20	0,0	0,0	0,3	0,0		0,0
1,40	0,0	0,0	0,3	0,0		0,0
1,60	0,0	0,0	0,3	1,5	0,2	500,0
1,80	65,0	87,0	65,3	1,5	43,5	2,3
2,00	65,0	87,0	65,3	2,6	25,1	4,0
2,20	85,0	124,0	85,4	2,1	40,7	2,5
2,40	127,0	158,0	127,4	2,9	43,9	2,3
2,60	112,0	155,0	112,4	2,3	48,9	2,0

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

2,80	93,0	128,0	93,4	1,9	49,2	2,0
3,00	98,0	127,0	98,4	2,7	36,4	2,7
3,20	62,0	102,0	62,6	1,2	52,2	1,9
3,40	30,0	48,0	30,6	1,8	17,0	5,9
3,60	69,0	96,0	69,6	1,5	46,4	2,2
3,80	93,0	116,0	93,6	1,9	49,3	2,0
4,00	55,0	83,0	55,6	1,5	37,1	2,7
4,20	98,0	121,0	98,7	1,7	58,1	1,7
4,40	82,0	108,0	82,7	1,1	75,2	1,3
4,60	73,0	90,0	73,7	1,7	43,4	2,3
4,80	60,0	86,0	60,7	1,3	46,7	2,1
5,00	56,0	76,0	56,7	1,2	47,3	2,1
5,20	57,0	75,0	57,8	1,2	48,2	2,1
5,40	68,0	86,0	68,8	0,9	76,4	1,3
5,60	72,0	86,0	72,8	1,6	45,5	2,2
5,80	68,0	92,0	68,8	1,6	43,0	2,3
6,00	68,0	92,0	68,8	1,4	49,1	2,0
6,20	57,0	78,0	58,0	1,0	58,0	1,7
6,40	73,0	88,0	74,0	1,1	67,3	1,5
6,60	64,0	81,0	65,0	1,3	50,0	2,0
6,80	54,0	74,0	55,0	1,3	42,3	2,4
7,00	54,0	73,0	55,0	1,5	36,7	2,7
7,20	56,0	79,0	57,1	1,4	40,8	2,5
7,40	89,0	110,0	90,1	2,1	42,9	2,3
7,60	107,0	138,0	108,1	1,7	63,6	1,6
7,80	87,0	112,0	88,1	2,3	38,3	2,6
8,00	85,0	119,0	86,1	1,9	45,3	2,2
8,20	77,0	105,0	78,2	1,9	41,2	2,4
8,40	88,0	117,0	89,2	0,5	178,4	0,6
8,60	110,0	117,0	111,2	2,3	48,3	2,1
8,80	146,0	180,0	147,2	7,1	20,7	4,8
9,00	369,0	475,0	370,2	13,3	27,8	3,6
9,20	338,0	538,0	339,4	2,9	117,0	0,9
9,40	270,0	313,0	271,4	2,1	129,2	0,8
9,60	168,0	200,0	169,4	2,1	80,7	1,2
9,80	138,0	170,0	139,4	2,9	48,1	2,1
10,00	136,0	180,0	137,4	1,7	80,8	1,2
10,20	140,0	165,0	141,5	2,7	52,4	1,9
10,40	126,0	166,0	127,5	3,8	33,6	3,0
10,60	201,0	258,0	202,5	4,2	48,2	2,1
10,80	206,0	269,0	207,5	3,3	62,9	1,6
11,00	193,0	243,0	194,5	2,3	84,6	1,2
11,20	187,0	222,0	188,7	2,7	69,9	1,4
11,40	185,0	225,0	186,7	3,6	51,9	1,9
11,60	168,0	222,0	169,7	3,4	49,9	2,0
11,80	185,0	236,0	186,7	3,2	58,3	1,7
12,00	158,0	206,0	159,7	3,3	48,4	2,1
12,20	172,0	222,0	173,8	3,1	56,1	1,8
12,40	175,0	222,0	176,8	3,5	50,5	2,0
12,60	168,0	220,0	169,8	4,5	37,7	2,7
12,80	171,0	238,0	172,8	2,9	59,6	1,7
13,00	189,0	233,0	190,8	2,3	83,0	1,2
13,20	204,0	239,0	205,9	3,3	62,4	1,6
13,40	144,0	193,0	145,9	1,9	76,8	1,3
13,60	105,0	133,0	106,9	1,7	62,9	1,6
13,80	135,0	160,0	136,9	2,1	65,2	1,5
14,00	138,0	169,0	139,9	1,9	73,6	1,4
14,20	127,0	155,0	129,1	1,9	67,9	1,5
14,40	158,0	187,0	160,1	2,3	69,6	1,4
14,60	105,0	140,0	107,1	2,5	42,8	2,3

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

14,80	89,0	126,0	91,1	1,5	60,7	1,6
15,00	99,0	122,0	101,1	1,7	59,5	1,7
15,20	120,0	145,0	122,2	2,7	45,3	2,2
15,40	100,0	140,0	102,2	2,0	51,1	2,0
15,60	111,0	141,0	113,2	1,0	113,2	0,9
15,80	104,0	119,0	106,2	1,7	62,5	1,6
16,00	128,0	153,0	130,2	2,1	62,0	1,6
16,20	137,0	168,0	139,3	1,9	73,3	1,4
16,40	151,0	180,0	153,3	2,0	76,7	1,3
16,60	130,0	160,0	132,3	2,3	57,5	1,7
16,80	121,0	156,0	123,3	1,8	68,5	1,5
17,00	78,0	105,0	80,3	3,6	22,3	4,5
17,20	180,0	234,0	182,5	1,9	96,1	1,0
17,40	168,0	196,0	170,5	1,5	113,7	0,9
17,60	158,0	180,0	160,5	3,3	48,6	2,1
17,80	114,0	164,0	116,5	2,7	43,1	2,3
18,00	194,0	235,0	196,5	4,3	45,7	2,2
18,20	181,0	245,0	183,6	3,2	57,4	1,7
18,40	268,0	316,0	270,6	1,9	142,4	0,7
18,60	188,0	217,0	190,6	3,6	52,9	1,9
18,80	145,0	199,0	147,6	4,4	33,5	3,0
19,00	201,0	267,0	203,6	3,5	58,2	1,7
19,20	195,0	247,0	197,8	4,1	48,2	2,1
19,40	216,0	277,0	218,8	5,2	42,1	2,4
19,60	208,0	286,0	210,8	4,5	46,8	2,1
19,80	167,0	234,0	169,8	2,9	58,6	1,7
20,00	147,0	190,0	149,8	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> )	Comp. Geotecnico	Descrizione
1,60	0,2	0,1875	1,0	Incoerente	Torbe ed argille torbose
8,60	76,7	1,6543	2,2	Incoerente	Limi sabbiosi e Sabbie limose
9,80	239,5	5,0667	2,4	Incoerente	Limi sabbiosi e Sabbie limose
13,60	170,8	3,0211	2,3	Incoerente	Limi sabbiosi e Sabbie limose
17,80	128,5	2,1143	2,3	Incoerente	Sabbie e sabbie con ghiaia
20,00	194,5	3,4182	2,4	Incoerente	Limi sabbiosi e Sabbie limose

## TERRENI INCOERENTI I

Densità relativa (%)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Baldi 1978 - Schmertmann 1976	Schmertmann	Harman	Lancellotta 1983	Jamiolkowski 1985
Strato 1	1,60	0,2	0,1875	< 5	< 5	5	5	5
Strato 2	8,60	76,7	1,6543	64,92	73,47	74	65,74	61,76
Strato 3	9,80	239,5	5,0667	88,93	99,33	98,99	89,95	74,77
Strato 4	13,60	170,8	3,0211	75,68	80,07	81,21	76,59	57,23
Strato 5	17,80	128,5	2,1143	63,27	61,48	64,13	64,08	39,86
Strato 6	20,00	194,5	3,4182	72,29	71,41	73,69	73,17	45,96

Angolo di resistenza al taglio (°)

	Prof. Strato	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Durgunou glu-	Caquot	Koppejan	De Beer	Schmertmann	Robertson &	Herminier	Meyerhof
--	--------------	--------------------------	--------------------------	---------------	--------	----------	---------	-------------	-------------	-----------	----------

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

	(m)			Mitchell 1973					Campanell a 1983		1951
Strato 1	1,60	0,2	0,1875	18,04	14,34	10,57	10,26	28,7	10,64	20,3	17,09
Strato 2	8,60	76,7	1,6543	37,31	33,62	30,82	28,76	38,29	41,73	29,15	45
Strato 3	9,80	239,5	5,0667	40,13	36,35	33,69	31,38	41,91	44,43	34,01	45
Strato 4	13,60	170,8	3,0211	37,36	33,4	30,59	28,55	39,21	41,51	28,91	45
Strato 5	17,80	128,5	2,1143	34,62	30,48	27,53	25,75	36,61	38,33	25,63	45
Strato 6	20,00	194,5	3,4182	35,74	31,57	28,67	26,8	38	39,55	26,69	45

## Modulo di Young (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Schmertmann	Robertson & Campanella (1983)	ISOPT-1 1988 Ey(50)
Strato 1	1,60	0,2	0,1875	0,50	0,40	3,08
Strato 2	8,60	76,7	1,6543	191,75	153,40	550,98
Strato 3	9,80	239,5	5,0667	598,75	479,00	977,26
Strato 4	13,60	170,8	3,0211	427,00	341,60	1091,69
Strato 5	17,80	128,5	2,1143	321,25	257,00	1107,98
Strato 6	20,00	194,5	3,4182	486,25	389,00	1445,29

## Modulo Edometrico (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Robertson & Campanella da Schmertmann	Lunne- Christoffersen 1983 - Robertson and Powell 1997	Kulhawy- Mayne 1990	Mitchell & Gardner 1975	Buisman - Sanglerat
Strato 1	1,60	0,2	0,1875	4,89	0,78	-7,26	0,40	1,60
Strato 2	8,60	76,7	1,6543	67,71	300,87	612,92	130,39	115,05
Strato 3	9,80	239,5	5,0667	98,92	489,74	1947,25	359,25	359,25
Strato 4	13,60	170,8	3,0211	85,52	355,00	1375,44	256,20	256,20
Strato 5	17,80	128,5	2,1143	75,65	272,03	1018,63	192,75	192,75
Strato 6	20,00	194,5	3,4182	90,47	401,48	1556,87	291,75	291,75

## Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	1,60	0,2	0,1875	Imai & Tomauchi	10,47
Strato 2	8,60	76,7	1,6543	Imai & Tomauchi	396,98
Strato 3	9,80	239,5	5,0667	Imai & Tomauchi	796,00
Strato 4	13,60	170,8	3,0211	Imai & Tomauchi	647,45
Strato 5	17,80	128,5	2,1143	Imai & Tomauchi	544,12
Strato 6	20,00	194,5	3,4182	Imai & Tomauchi	700,95

## Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Stress-History	Piacentini Righi 1978	Larsson 1991 S.G.I.	Ladd e Foot 1977
Strato 1	1,60	0,2	0,1875	<0.5	3,45	<0.5	<0.5
Strato 2	8,60	76,7	1,6543	2,83	>9	1,15	>9
Strato 3	9,80	239,5	5,0667	4,91	>9	0,79	>9
Strato 4	13,60	170,8	3,0211	2,71	>9	1,17	>9
Strato 5	17,80	128,5	2,1143	1,51	>9	1,83	>9
Strato 6	20,00	194,5	3,4182	1,88	>9	1,51	>9

## Modulo di reazione Ko

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Ko
Strato 1	1,60	0,2	0,1875	Kulhawy & Mayne (1990)	0,00
Strato 2	8,60	76,7	1,6543	Kulhawy & Mayne (1990)	0,69
Strato 3	9,80	239,5	5,0667	Kulhawy & Mayne	0,98

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

				(1990)	
Strato 4	13,60	170,8	3,0211	Kulhawy & Mayne (1990)	0,67
Strato 5	17,80	128,5	2,1143	Kulhawy & Mayne (1990)	0,46
Strato 6	20,00	194,5	3,4182	Kulhawy & Mayne (1990)	0,53

## Fattori di compressibilità C Crm

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	C	Crm
Strato 1	1,60	0,2	0,1875	6,717	0,87321
Strato 2	8,60	76,7	1,6543	0,09733	0,01265
Strato 3	9,80	239,5	5,0667	0,53413	0,06944
Strato 4	13,60	170,8	3,0211	0,09957	0,01294
Strato 5	17,80	128,5	2,1143	0,09403	0,01222
Strato 6	20,00	194,5	3,4182	0,10971	0,01426

## Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	1,60	0,2	0,1875	Meyerhof	1,80
Strato 2	8,60	76,7	1,6543	Meyerhof	1,80
Strato 3	9,80	239,5	5,0667	Meyerhof	1,80
Strato 4	13,60	170,8	3,0211	Meyerhof	1,80
Strato 5	17,80	128,5	2,1143	Meyerhof	1,90
Strato 6	20,00	194,5	3,4182	Meyerhof	1,80

## Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	1,60	0,2	0,1875	Meyerhof	--
Strato 2	8,60	76,7	1,6543	Meyerhof	--
Strato 3	9,80	239,5	5,0667	Meyerhof	--
Strato 4	13,60	170,8	3,0211	Meyerhof	--
Strato 5	17,80	128,5	2,1143	Meyerhof	--
Strato 6	20,00	194,5	3,4182	Meyerhof	--

## Liquefazione - Accelerazione sismica massima (g)=0,06

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Fattore di sicurezza a liquefazione
Strato 1	1,60	0,2	0,1875	Robertson & Wride 1997	1,309
Strato 2	8,60	76,7	1,6543	Robertson & Wride 1997	34,486
Strato 3	9,80	239,5	5,0667	Robertson & Wride 1997	295,403
Strato 4	13,60	170,8	3,0211	Robertson & Wride 1997	128,743
Strato 5	17,80	128,5	2,1143	Robertson & Wride 1997	75,27
Strato 6	20,00	194,5	3,4182	Robertson & Wride 1997	214,702

## Permeabilità

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Permeabilità (cm/s)
Strato 1	1,60	0,2	0,1875	Piacentini-Righi 1988	1E-11
Strato 2	8,60	76,7	1,6543	Piacentini-Righi 1988	1,821258E-04
Strato 3	9,80	239,5	5,0667	Piacentini-Righi 1988	9,586557E-05
Strato 4	13,60	170,8	3,0211	Piacentini-Righi 1988	7,592055E-04
Strato 5	17,80	128,5	2,1143	Piacentini-Righi 1988	1,471177E-03
Strato 6	20,00	194,5	3,4182	Piacentini-Righi 1988	7,521628E-04

## Coefficiente di consolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Coefficiente di consolidazione (cm <sup>2</sup> /s)
Strato 1	1,60	0,2	0,1875	Piacentini-Righi 1988	6E-09
Strato 2	8,60	76,7	1,6543	Piacentini-Righi 1988	0
Strato 3	9,80	239,5	5,0667	Piacentini-Righi 1988	0
Strato 4	13,60	170,8	3,0211	Piacentini-Righi 1988	0
Strato 5	17,80	128,5	2,1143	Piacentini-Righi 1988	0
Strato 6	20,00	194,5	3,4182	Piacentini-Righi 1988	0

## PROVA ... CPTM 034-12 (P5)

Committente: FINGESTIM SRL

Strumento utilizzato: PAGANI TG 63 (200 kN)

Prova eseguita in data: 30/08/2012

Profondità prova: 20,00 mt

Località: VIA BOTTEGHELLE

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 (Schmertman n)
0,20	0,0	0,0	0,0	0,0		
0,40	0,0	0,0	0,0	0,0		
0,60	0,0	0,0	0,0	0,0		
0,80	0,0	0,0	0,0	0,0		
1,00	0,0	0,0	0,0	0,0		
1,20	0,0	0,0	0,0	0,0		
1,40	0,0	0,0	0,0	0,0		
1,60	0,0	0,0	0,0	0,0	2,2	0,0
1,80	73,0	106,0	73,3	1,8	40,7	2,5
2,00	70,0	97,0	70,3	2,0667	34,0	2,9
2,20	89,0	120,0	89,4	2,4	37,3	2,7
2,40	87,0	123,0	87,4	2,4	36,4	2,7
2,60	89,0	125,0	89,4	2,5333	35,3	2,8
2,80	78,0	116,0	78,4	2,0	39,2	2,6
3,00	97,0	127,0	97,4	2,0	48,7	2,1
3,20	97,0	127,0	97,6	1,0	97,6	1,0
3,40	65,0	80,0	65,6	1,0	65,6	1,5
3,60	60,0	75,0	60,6	1,0	60,6	1,7
3,80	60,0	75,0	60,6	1,1333	53,5	1,9
4,00	25,0	42,0	25,6	1,3333	19,2	5,2
4,20	25,0	45,0	25,7	1,0	25,7	3,9
4,40	21,0	36,0	21,7	0,9333	23,3	4,3
4,60	23,0	37,0	23,7	0,6	39,5	2,5
4,80	19,0	28,0	19,7	0,7333	26,9	3,7
5,00	25,0	36,0	25,7	1,2	21,4	4,7
5,20	34,0	52,0	34,8	0,8667	40,2	2,5

100

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

5,40	42,0	55,0	42,8	0,8	53,5	1,9
5,60	38,0	50,0	38,8	0,6	64,7	1,5
5,80	38,0	47,0	38,8	0,7333	52,9	1,9
6,00	38,0	49,0	38,8	0,5333	72,8	1,4
6,20	38,0	46,0	39,0	0,8	48,8	2,1
6,40	36,0	48,0	37,0	2,2667	16,3	6,1
6,60	64,0	98,0	65,0	1,1333	57,4	1,7
6,80	22,0	39,0	23,0	1,1333	20,3	4,9
7,00	22,0	39,0	23,0	1,5333	15,0	6,7
7,20	15,0	38,0	16,1	1,5333	10,5	9,5
7,40	40,0	63,0	41,1	0,9333	44,0	2,3
7,60	25,0	39,0	26,1	0,8667	30,1	3,3
7,80	33,0	46,0	34,1	1,2	28,4	3,5
8,00	34,0	52,0	35,1	0,8	43,9	2,3
8,20	44,0	56,0	45,2	2,2667	19,9	5,0
8,40	75,0	109,0	76,2	1,5333	49,7	2,0
8,60	68,0	91,0	69,2	1,5333	45,1	2,2
8,80	55,0	78,0	56,2	1,9333	29,1	3,4
9,00	72,0	101,0	73,2	0,7333	99,8	1,0
9,20	43,0	54,0	44,4	1,1333	39,2	2,6
9,40	40,0	57,0	41,4	1,0	41,4	2,4
9,60	40,0	55,0	41,4	0,8667	47,8	2,1
9,80	56,0	69,0	57,4	1,4	41,0	2,4
10,00	46,0	67,0	47,4	1,4667	32,3	3,1
10,20	56,0	78,0	57,5	1,5333	37,5	2,7
10,40	60,0	83,0	61,5	1,5333	40,1	2,5
10,60	60,0	83,0	61,5	1,8667	32,9	3,0
10,80	31,0	59,0	32,5	2,0	16,3	6,2
11,00	43,0	73,0	44,5	2,0667	21,5	4,6
11,20	33,0	64,0	34,7	1,3333	26,0	3,8
11,40	37,0	57,0	38,7	1,5333	25,2	4,0
11,60	50,0	73,0	51,7	0,8667	59,7	1,7
11,80	69,0	82,0	70,7	1,4667	48,2	2,1
12,00	64,0	86,0	65,7	2,1333	30,8	3,2
12,20	72,0	104,0	73,8	1,2	61,5	1,6
12,40	42,0	60,0	43,8	1,4667	29,9	3,3
12,60	29,0	51,0	30,8	1,8667	16,5	6,1
12,80	42,0	70,0	43,8	1,0667	41,1	2,4
13,00	29,0	45,0	30,8	1,5333	20,1	5,0
13,20	36,0	59,0	37,9	2,0667	18,3	5,5
13,40	74,0	105,0	75,9	2,1333	35,6	2,8
13,60	83,0	115,0	84,9	0,8	106,1	0,9
13,80	68,0	80,0	69,9	0,8	87,4	1,1
14,00	68,0	80,0	69,9	2,0	35,0	2,9
14,20	64,0	94,0	66,1	1,0667	62,0	1,6
14,40	29,0	45,0	31,1	1,1333	27,4	3,6
14,60	20,0	37,0	22,1	2,6667	8,3	12,1
14,80	43,0	83,0	45,1	1,8667	24,2	4,1
15,00	46,0	74,0	48,1	1,2	40,1	2,5
15,20	58,0	76,0	60,2	1,6	37,6	2,7
15,40	30,0	54,0	32,2	1,6	20,1	5,0
15,60	30,0	54,0	32,2	1,3333	24,2	4,1
15,80	25,0	45,0	27,2	2,4	11,3	8,8
16,00	31,0	67,0	33,2	2,2	15,1	6,6
16,20	35,0	68,0	37,3	0,6667	55,9	1,8
16,40	37,0	47,0	39,3	0,4667	84,2	1,2
16,60	39,0	46,0	41,3	2,8667	14,4	6,9
16,80	36,0	79,0	38,3	2,2	17,4	5,7
17,00	33,0	66,0	35,3	0,8	44,1	2,3
17,20	17,0	29,0	19,5	0,6667	29,2	3,4

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

17,40	18,0	28,0	20,5	1,4	14,6	6,8
17,60	23,0	44,0	25,5	1,2667	20,1	5,0
17,80	25,0	44,0	27,5	0,5333	51,6	1,9
18,00	16,0	24,0	18,5	0,6667	27,7	3,6
18,20	10,0	20,0	12,6	2,4	5,3	19,0
18,40	13,0	49,0	15,6	0,4	39,0	2,6
18,60	7,0	13,0	9,6	0,8	12,0	8,3
18,80	18,0	30,0	20,6	2,4	8,6	11,7
19,00	209,0	245,0	211,6	3,8	55,7	1,8
19,20	178,0	235,0	180,8	3,9333	46,0	2,2
19,40	206,0	265,0	208,8	2,7333	76,4	1,3
19,60	158,0	199,0	160,8	3,2	50,3	2,0
19,80	131,0	179,0	133,8	2,8	47,8	2,1
20,00	140,0	182,0	142,8	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> )	Comp. Geotecnico	Descrizione
1,60	0,0	0,275	0,0		Stima non eseguibile
4,00	74,6	1,7222	2,2	Incoerente	Terreni incoerenti a grana grossa (Ghiaie-Sabbie grossolane)
14,60	45,3	1,3245	2,1	Incoerente	Terreni incoerenti a grana grossa e fine
18,80	30,5	1,4159	2,0	Incoerente-Coesivo	Terreni coesivi ed incoerenti a grana fine
20,00	173,1	2,7444	2,3	Incoerente	Terreni incoerenti a grana grossa (Ghiaie-Sabbie grossolane)

## STIMA PARAMETRI GEOTECNICI CPTM 034-12 (P5)

### TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Lunne & Eide	Sunda Relazione Sperimentale	Lunne T.-Kleven A. 1981	Kjekstad. 1978 - Lunne, Robertson and Powell 1977	Lunne, Robertson and Powell 1977	Terzaghi
Strato 4	18,80	30,5	1,4	1,39	1,65	1,82	1,61	1,44	1,52

Modulo Edometrico (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Mitchell & Gardner (1975)	Metodo generale del modulo edometrico	Buismann	Buismann Sanglerat
Strato 4	18,80	30,5	1,4159	76,25	61,00	91,50	91,50

Modulo di deformazione non drenato Eu (Kg/cm<sup>2</sup>)

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Cancelli 1980	Ladd 1977 (30)
Strato 4	18,80	30,5	1,4159	1079,47	45,60

## Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Modulo di deformazione a taglio (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 4	18,80	30,5	1,4159	Imai & Tomauchi	225,98

## Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Stress-History
Strato 4	18,80	30,5	1,4159	<0.5

## Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato 4	18,80	30,5	1,4159	Meyerhof	2,03

## Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato 4	18,80	30,5	1,4159	Meyerhof	2,11

## TERRENI INCOERENTI I

### Densità relativa (%)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Baldi 1978 - Schmertmann 1976	Schmertmann	Harman	Lancellotta 1983	Jamiolkow ski 1985
Strato 2	4,00	74,6	1,7222	80,87	100	100	81,82	97,05
Strato 3	14,60	45,3	1,3245	44,55	43,98	46,77	45,2	30,38
Strato 4	18,80	30,5	1,4159	< 5	12,79	18,24	24,96	5
Strato 5	20,00	173,1	2,7444	71,62	72,16	74,16	72,5	45,26

### Angolo di resistenza al taglio (°)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Durgunou glu- Mitchell 1973	Caquot	Koppejan	De Beer	Schmertm ann	Robertson & Campanell a 1983	Herminier	Meyer hof 1951
Strato 2	4,00	74,6	1,7222	42,48	39,32	36,81	34,23	42	45	40,17	45
Strato 3	14,60	45,3	1,3245	33,07	29,12	26,1	24,44	34,16	36,74	24,49	37,34
Strato 4	18,80	30,5	1,4159	28,38	24,08	20,8	19,6	29,79	30,25	22,31	30,69
Strato 5	20,00	173,1	2,7444	36,01	31,92	29,04	27,13	38,1	39,93	27,05	45

### Modulo di Young (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Schmertmann	Robertson & Campanella (1983)	ISOPT-1 1988 Ey(50)
Strato 2	4,00	74,6	1,7222	186,50	149,20	298,40
Strato 3	14,60	45,3	1,3245	113,25	90,60	485,72
Strato 4	18,80	30,5	1,4159	76,25	61,00	441,19
Strato 5	20,00	173,1	2,7444	432,75	346,20	1270,69

### Modulo Edometrico (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Robertson & Campanella da	Lunne- Christoffersen	Kulhawy- Mayne 1990	Mitchell & Gardner 1975	Buisman -
--	---------------------	-----------------------------	-----------------------------	------------------------------	--------------------------	------------------------	----------------------------	-----------

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

				Schmertmann	1983 - Robertson and Powell 1997			Sangle rat
Strato 2	4,00	74,6	1,7222	83,51	292,63	602,05	126,82	111,90
Strato 3	14,60	45,3	1,3245	46,88	177,70	345,49	90,60	67,95
Strato 4	18,80	30,5	1,4159	31,07	119,64	210,16	61,00	91,50
Strato 5	20,00	173,1	2,7444	85,62	359,51	1381,91	259,65	259,65

## Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 2	4,00	74,6	1,7222	Imai & Tomauchi	390,30
Strato 3	14,60	45,3	1,3245	Imai & Tomauchi	287,76
Strato 4	18,80	30,5	1,4159	Imai & Tomauchi	225,98
Strato 5	20,00	173,1	2,7444	Imai & Tomauchi	652,77

## Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Stress-History	Piacentini Righi 1978	Larsson 1991 S.G.I.	Ladd e Foot 1977
Strato 2	4,00	74,6	1,7222	8,94	>9	<0.5	>9
Strato 3	14,60	45,3	1,3245	1,14	>9	<0.5	7,49
Strato 4	18,80	30,5	1,4159	<0.5	6,4	<0.5	1,91
Strato 5	20,00	173,1	2,7444	2,01	>9	1,43	>9

## Modulo di reazione Ko

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Ko
Strato 2	4,00	74,6	1,7222	Kulhawy & Mayne (1990)	1,45
Strato 3	14,60	45,3	1,3245	Kulhawy & Mayne (1990)	0,38
Strato 4	18,80	30,5	1,4159	Kulhawy & Mayne (1990)	0,00
Strato 5	20,00	173,1	2,7444	Kulhawy & Mayne (1990)	0,55

## Fattori di compressibilità C Crm

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	C	Crm
Strato 2	4,00	74,6	1,7222	0,09774	0,01271
Strato 3	14,60	45,3	1,3245	0,10825	0,01407
Strato 4	18,80	30,5	1,4159	0,1211	0,01574
Strato 5	20,00	173,1	2,7444	0,10021	0,01303

## Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato 2	4,00	74,6	1,7222	Meyerhof	1,80
Strato 3	14,60	45,3	1,3245	Meyerhof	1,80
Strato 4	18,80	30,5	1,4159	Meyerhof	1,80
Strato 5	20,00	173,1	2,7444	Meyerhof	1,90

## Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato 2	4,00	74,6	1,7222	Meyerhof	2,10
Strato 3	14,60	45,3	1,3245	Meyerhof	2,10

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

Strato 4	18,80	30,5	1,4159	Meyerhof	2,10
Strato 5	20,00	173,1	2,7444	Meyerhof	2,20

## Liquefazione - Accelerazione sismica massima (g)=0,06

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Fattore di sicurezza a liquefazione
Strato 2	4,00	74,6	1,7222	Robertson & Wride 1997	37,437
Strato 3	14,60	45,3	1,3245	Robertson & Wride 1997	14,113
Strato 4	18,80	30,5	1,4159	Robertson & Wride 1997	2,767
Strato 5	20,00	173,1	2,7444	Robertson & Wride 1997	137,87

## Permeabilità

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Permeabilità (cm/s)
Strato 1	1,60	0,0	0,275	Piacentini-Righi 1988	0
Strato 2	4,00	74,6	1,7222	Piacentini-Righi 1988	9,283469E-05
Strato 3	14,60	45,3	1,3245	Piacentini-Righi 1988	7,343118E-06
Strato 4	18,80	30,5	1,4159	Piacentini-Righi 1988	1,942177E-09
Strato 5	20,00	173,1	2,7444	Piacentini-Righi 1988	1,758101E-03

## Coefficiente di consolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Coefficiente di consolidazione (cm <sup>2</sup> /s)
Strato 1	1,60	0,0	0,275	Piacentini-Righi 1988	0
Strato 2	4,00	74,6	1,7222	Piacentini-Righi 1988	0
Strato 3	14,60	45,3	1,3245	Piacentini-Righi 1988	0,9979297
Strato 4	18,80	30,5	1,4159	Piacentini-Righi 1988	1,777092E-04
Strato 5	20,00	173,1	2,7444	Piacentini-Righi 1988	0

## PROVA ...CPTM 033-12 (P11)

Committente: FINGESTIM SRL

Strumento utilizzato: PAGANI TG 63 (200 kN)

Prova eseguita in data: 30/08/2012

Profondità prova: 20,00 mt

Località: VIA BOTTEGHELLE

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	0,0	0,0	0,0	0,0		
0,40	0,0	0,0	0,0	0,0		
0,60	0,0	0,0	0,0	0,0		
0,80	0,0	0,0	0,0	0,0		
1,00	0,0	0,0	0,0	0,0		
1,20	0,0	0,0	0,0	0,0		
1,40	0,0	0,0	0,0	0,0		
1,60	0,0	0,0	0,0	1,9333	0,0	
1,80	48,0	77,0	48,3	1,6667	29,0	3,5
2,00	99,0	124,0	99,3	1,8	55,2	1,8
2,20	84,0	111,0	84,4	3,0667	27,5	3,6
2,40	97,0	143,0	97,4	1,8667	52,2	1,9

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

2,60	105,0	133,0	105,4	2,6667	39,5	2,5
2,80	124,0	164,0	124,4	2,6667	46,6	2,1
3,00	124,0	164,0	124,4	1,7333	71,8	1,4
3,20	239,0	265,0	239,6	6,6667	35,9	2,8
3,40	194,0	294,0	194,6	3,7333	52,1	1,9
3,60	119,0	175,0	119,6	2,3333	51,3	2,0
3,80	108,0	143,0	108,6	2,4667	44,0	2,3
4,00	117,0	154,0	117,6	2,0667	56,9	1,8
4,20	95,0	126,0	95,7	1,5333	62,4	1,6
4,40	110,0	133,0	110,7	2,0	55,4	1,8
4,60	134,0	164,0	134,7	1,8667	72,2	1,4
4,80	143,0	171,0	143,7	2,0	71,9	1,4
5,00	126,0	156,0	126,7	2,2	57,6	1,7
5,20	123,0	156,0	123,8	2,7333	45,3	2,2
5,40	128,0	169,0	128,8	2,6	49,5	2,0
5,60	141,0	180,0	141,8	2,8667	49,5	2,0
5,80	145,0	188,0	145,8	2,8667	50,9	2,0
6,00	153,0	196,0	153,8	2,7333	56,3	1,8
6,20	156,0	197,0	157,0	3,2667	48,1	2,1
6,40	149,0	198,0	150,0	2,6	57,7	1,7
6,60	154,0	193,0	155,0	3,0	51,7	1,9
6,80	145,0	190,0	146,0	3,3333	43,8	2,3
7,00	151,0	201,0	152,0	3,4667	43,8	2,3
7,20	149,0	201,0	150,1	3,0	50,0	2,0
7,40	158,0	203,0	159,1	3,6667	43,4	2,3
7,60	168,0	223,0	169,1	3,2667	51,8	1,9
7,80	180,0	229,0	181,1	3,2667	55,4	1,8
8,00	175,0	224,0	176,1	2,8	62,9	1,6
8,20	168,0	210,0	169,2	4,3333	39,0	2,6
8,40	166,0	231,0	167,2	3,7333	44,8	2,2
8,60	168,0	224,0	169,2	4,0667	41,6	2,4
8,80	125,0	186,0	126,2	2,8	45,1	2,2
9,00	108,0	150,0	109,2	3,0	36,4	2,7
9,20	106,0	151,0	107,4	3,0	35,8	2,8
9,40	106,0	151,0	107,4	2,8667	37,5	2,7
9,60	200,0	243,0	201,4	2,6667	75,5	1,3
9,80	197,0	237,0	198,4	2,8	70,9	1,4
10,00	201,0	243,0	202,4	3,4667	58,4	1,7
10,20	124,0	176,0	125,5	2,2	57,0	1,8
10,40	117,0	150,0	118,5	2,0	59,3	1,7
10,60	118,0	148,0	119,5	2,1333	56,0	1,8
10,80	114,0	146,0	115,5	2,1333	54,1	1,8
11,00	96,0	128,0	97,5	2,0667	47,2	2,1
11,20	104,0	135,0	105,7	2,4	44,0	2,3
11,40	112,0	148,0	113,7	1,8667	60,9	1,6
11,60	88,0	116,0	89,7	1,7333	51,8	1,9
11,80	103,0	129,0	104,7	2,1333	49,1	2,0
12,00	108,0	140,0	109,7	3,2667	33,6	3,0
12,20	154,0	203,0	155,8	3,5333	44,1	2,3
12,40	136,0	189,0	137,8	3,5333	39,0	2,6
12,60	136,0	189,0	137,8	2,4	57,4	1,7
12,80	130,0	166,0	131,8	2,9333	44,9	2,2
13,00	122,0	166,0	123,8	2,9333	42,2	2,4
13,20	122,0	166,0	123,9	1,5333	80,8	1,2
13,40	108,0	131,0	109,9	2,2	50,0	2,0
13,60	115,0	148,0	116,9	2,2667	51,6	1,9
13,80	132,0	166,0	133,9	3,4	39,4	2,5
14,00	142,0	193,0	143,9	3,8	37,9	2,6
14,20	151,0	208,0	153,1	2,4	63,8	1,6
14,40	149,0	185,0	151,1	3,4	44,4	2,3

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

14,60	147,0	198,0	149,1	3,4	43,9	2,3
14,80	160,0	211,0	162,1	3,0667	52,9	1,9
15,00	173,0	219,0	175,1	3,7333	46,9	2,1
15,20	180,0	236,0	182,2	4,0	45,6	2,2
15,40	180,0	240,0	182,2	3,3333	54,7	1,8
15,60	153,0	203,0	155,2	3,4667	44,8	2,2
15,80	160,0	212,0	162,2	2,0	81,1	1,2
16,00	170,0	200,0	172,2	2,8667	60,1	1,7
16,20	158,0	201,0	160,3	2,9333	54,6	1,8
16,40	186,0	230,0	188,3	3,2667	57,6	1,7
16,60	163,0	212,0	165,3	2,7333	60,5	1,7
16,80	170,0	211,0	172,3	2,7333	63,0	1,6
17,00	170,0	211,0	172,3	2,5333	68,0	1,5
17,20	153,0	191,0	155,5	2,5333	61,4	1,6
17,40	153,0	191,0	155,5	2,9333	53,0	1,9
17,60	112,0	156,0	114,5	1,6	71,6	1,4
17,80	84,0	108,0	86,5	3,7333	23,2	4,3
18,00	178,0	234,0	180,5	2,2	82,0	1,2
18,20	130,0	163,0	132,6	1,8	73,7	1,4
18,40	111,0	138,0	113,6	2,1333	53,3	1,9
18,60	170,0	202,0	172,6	1,7333	99,6	1,0
18,80	138,0	164,0	140,6	3,0667	45,8	2,2
19,00	150,0	196,0	152,6	2,7333	55,8	1,8
19,20	222,0	263,0	224,8	4,1333	54,4	1,8
19,40	232,0	294,0	234,8	2,6667	88,0	1,1
19,60	194,0	234,0	196,8	4,1333	47,6	2,1
19,80	185,0	247,0	187,8	3,6	52,2	1,9
20,00	265,0	319,0	267,8	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> )	Comp. Geotecnico	Descrizione
1,60	0,0	0,2417	0,0		Stima non eseguibile
10,40	140,2	2,8349	2,3	Incoerente	Terreni incoerenti a grana grossa (Ghiaie-Sabbie grossolane)
13,80	119,3	2,498	2,3	Incoerente	Terreni incoerenti a grana grossa (Ghiaie-Sabbie grossolane)
17,60	161,7	2,986	2,3	Incoerente	Terreni incoerenti a grana grossa (Ghiaie-Sabbie grossolane)
20,00	174,3	2,6611	2,3	Incoerente	Terreni incoerenti a grana grossa (Ghiaie-Sabbie grossolane)

## TERRENI INCOERENTI I

Densità relativa (%)

Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Baldi 1978 - Schmertmann	Schmertmann	Harman	Lancellotta 1983	Jamiolowski
------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	-------------	--------	------------------	-------------

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

				1976				1985
Strato 2	10,40	140,2	2,8349	82,24	95,89	95,03	83,21	76,62
Strato 3	13,80	119,3	2,498	65,97	67,87	69,72	66,8	47,07
Strato 4	17,60	161,7	2,986	70,56	71,31	73,29	71,42	47,33
Strato 5	20,00	174,3	2,6611	69,93	68,84	71,21	70,8	43,79

## Angolo di resistenza al taglio (°)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Durgunou glu-Mitchell 1973	Caquot	Koppejan	De Beer	Schmertmann	Robertson & Campanella 1983	Herminier	Meyerhof 1951
Strato 2	10,40	140,2	2,8349	40,26	36,67	34,03	31,69	41,42	44,74	34,62	45
Strato 3	13,80	119,3	2,498	35,79	31,8	28,9	27,01	37,5	39,79	26,89	45
Strato 4	17,60	161,7	2,986	35,96	31,89	29	27,1	37,98	39,89	27,01	45
Strato 5	20,00	174,3	2,6611	35,45	31,3	28,38	26,53	37,64	39,24	26,4	45

## Modulo di Young (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Schmertmann	Robertson & Campanella (1983)	ISOPT-1 1988 Ey(50)
Strato 2	10,40	140,2	2,8349	350,50	280,40	629,95
Strato 3	13,80	119,3	2,498	298,25	238,60	937,17
Strato 4	17,60	161,7	2,986	404,25	323,40	1203,50
Strato 5	20,00	174,3	2,6611	435,75	348,60	1348,94

## Modulo Edometrico (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Robertson & Campanella da Schmertmann	Lunne-Christoffersen 1983 - Robertson and Powell 1997	Kulhawy-Mayne 1990	Mitchell & Gardner 1975	Buisman - Sanglerat
Strato 2	10,40	140,2	2,8349	87,24	294,98	1134,88	210,30	210,30
Strato 3	13,80	119,3	2,498	73,75	253,99	950,22	178,95	178,95
Strato 4	17,60	161,7	2,986	83,22	337,15	1293,06	242,55	242,55
Strato 5	20,00	174,3	2,6611	86,36	361,86	1391,06	261,45	261,45

## Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 2	10,40	140,2	2,8349	Imai & Tomauchi	573,88
Strato 3	13,80	119,3	2,498	Imai & Tomauchi	519,98
Strato 4	17,60	161,7	2,986	Imai & Tomauchi	626,15
Strato 5	20,00	174,3	2,6611	Imai & Tomauchi	655,53

## Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Stress-History	Piacentini Righi 1978	Larsson 1991 S.G.I.	Ladd e Foot 1977
Strato 2	10,40	140,2	2,8349	5,24	>9	0,75	>9
Strato 3	13,80	119,3	2,498	1,96	>9	1,46	>9
Strato 4	17,60	161,7	2,986	2	>9	1,44	>9
Strato 5	20,00	174,3	2,6611	1,77	>9	1,57	>9

## Modulo di reazione Ko

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Ko
Strato 2	10,40	140,2	2,8349	Kulhawy & Mayne (1990)	1,03
Strato 3	13,80	119,3	2,498	Kulhawy & Mayne (1990)	0,54
Strato 4	17,60	161,7	2,986	Kulhawy & Mayne (1990)	0,55

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

Strato 5	20,00	174,3	2,6611	Kulhawy & Mayne (1990)	0,51
----------	-------	-------	--------	---------------------------	------

## Fattori di compressibilità C Crm

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	C	Crm
Strato 2	10,40	140,2	2,8349	0,09469	0,01231
Strato 3	13,80	119,3	2,498	0,09387	0,0122
Strato 4	17,60	161,7	2,986	0,0975	0,01268
Strato 5	20,00	174,3	2,6611	0,10056	0,01307

## Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato 2	10,40	140,2	2,8349	Meyerhof	1,80
Strato 3	13,80	119,3	2,498	Meyerhof	1,80
Strato 4	17,60	161,7	2,986	Meyerhof	1,80
Strato 5	20,00	174,3	2,6611	Meyerhof	1,90

## Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato 2	10,40	140,2	2,8349	Meyerhof	--
Strato 3	13,80	119,3	2,498	Meyerhof	--
Strato 4	17,60	161,7	2,986	Meyerhof	--
Strato 5	20,00	174,3	2,6611	Meyerhof	--

## Liquefazione - Accelerazione sismica massima (g)=0,06

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Fattore di sicurezza a liquefazione
Strato 2	10,40	140,2	2,8349	Robertson & Wride 1997	87,094
Strato 3	13,80	119,3	2,498	Robertson & Wride 1997	70,954
Strato 4	17,60	161,7	2,986	Robertson & Wride 1997	131,636
Strato 5	20,00	174,3	2,6611	Robertson & Wride 1997	146,801

## Permeabilità

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Permeabilità (cm/s)
Strato 1	1,60	0,0	0,2417	Piacentini-Righi 1988	0
Strato 2	10,40	140,2	2,8349	Piacentini-Righi 1988	2,511429E-04
Strato 3	13,80	119,3	2,498	Piacentini-Righi 1988	1,956725E-04
Strato 4	17,60	161,7	2,986	Piacentini-Righi 1988	5,391013E-04
Strato 5	20,00	174,3	2,6611	Piacentini-Righi 1988	2,281698E-03

## Coefficiente di consolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Coefficiente di consolidazione (cm <sup>2</sup> /s)
Strato 1	1,60	0,0	0,2417	Piacentini-Righi 1988	0
Strato 2	10,40	140,2	2,8349	Piacentini-Righi 1988	0
Strato 3	13,80	119,3	2,498	Piacentini-Righi 1988	0
Strato 4	17,60	161,7	2,986	Piacentini-Righi 1988	0

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

Strato 5	20,00	174,3	2,6611	Piacentini-Righi 1988	0
----------	-------	-------	--------	-----------------------	---

## PROVA ... CPTM 030-12 (P12)

Committente: FINGESTIM SRL  
 Strumento utilizzato: PAGANI TG 63 (200 kN)  
 Prova eseguita in data: 29/08/2012  
 Profondità prova: 20,00 mt  
 Località: VIA BOTTEGHELLE

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	0,0	0,0	0,0	0,0		
0,40	0,0	0,0	0,0	0,0		
0,60	0,0	0,0	0,0	0,0		
0,80	0,0	0,0	0,0	0,0		
1,00	0,0	0,0	0,0	0,0		
1,20	0,0	0,0	0,0	0,0		
1,40	0,0	0,0	0,0	0,0		
1,60	0,0	0,0	0,0	2,3333	0,0	
1,80	202,0	237,0	202,3	1,2	168,6	0,6
2,00	102,0	120,0	102,3	0,2667	383,6	0,3
2,20	38,0	42,0	38,4	1,5333	25,0	4,0
2,40	22,0	45,0	22,4	1,0667	21,0	4,8
2,60	44,0	60,0	44,4	2,0	22,2	4,5
2,80	148,0	178,0	148,4	2,0667	71,8	1,4
3,00	57,0	88,0	57,4	3,5333	16,2	6,2
3,20	80,0	133,0	80,6	2,3333	34,5	2,9
3,40	105,0	140,0	105,6	2,7333	38,6	2,6
3,60	111,0	152,0	111,6	2,6667	41,8	2,4
3,80	72,0	112,0	72,6	2,5333	28,7	3,5
4,00	80,0	118,0	80,6	2,5333	31,8	3,1
4,20	84,0	122,0	84,7	2,5333	33,4	3,0
4,40	84,0	122,0	84,7	2,4	35,3	2,8
4,60	117,0	153,0	117,7	2,3333	50,4	2,0
4,80	131,0	166,0	131,7	2,2	59,9	1,7
5,00	154,0	187,0	154,7	2,8667	54,0	1,9
5,20	151,0	194,0	151,8	1,4	108,4	0,9
5,40	120,0	141,0	120,8	1,4667	82,4	1,2
5,60	146,0	168,0	146,8	1,6	91,8	1,1
5,80	160,0	184,0	160,8	1,6667	96,5	1,0
6,00	178,0	203,0	178,8	2,6667	67,0	1,5
6,20	161,0	201,0	162,0	2,6667	60,7	1,6
6,40	170,0	210,0	171,0	1,6	106,9	0,9
6,60	187,0	211,0	188,0	3,0667	61,3	1,6
6,80	157,0	203,0	158,0	2,5333	62,4	1,6
7,00	170,0	208,0	171,0	2,6667	64,1	1,6
7,20	170,0	210,0	171,1	2,4	71,3	1,4
7,40	179,0	215,0	180,1	3,1333	57,5	1,7
7,60	197,0	244,0	198,1	3,2667	60,6	1,6
7,80	200,0	249,0	201,1	4,0667	49,5	2,0
8,00	203,0	264,0	204,1	3,0667	66,6	1,5
8,20	207,0	253,0	208,2	4,4	47,3	2,1
8,40	207,0	273,0	208,2	3,9333	52,9	1,9
8,60	230,0	289,0	231,2	3,9333	58,8	1,7
8,80	205,0	264,0	206,2	2,5333	81,4	1,2
9,00	242,0	280,0	243,2	3,0667	79,3	1,3

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

9,20	198,0	244,0	199,4	3,5333	56,4	1,8
9,40	183,0	236,0	184,4	4,2667	43,2	2,3
9,60	186,0	250,0	187,4	4,0667	46,1	2,2
9,80	205,0	266,0	206,4	3,4	60,7	1,6
10,00	235,0	286,0	236,4	4,6	51,4	1,9
10,20	158,0	227,0	159,5	3,2667	48,8	2,0
10,40	189,0	238,0	190,5	1,7333	109,9	0,9
10,60	163,0	189,0	164,5	2,7333	60,2	1,7
10,80	138,0	179,0	139,5	3,2667	42,7	2,3
11,00	130,0	179,0	131,5	3,0	43,8	2,3
11,20	130,0	175,0	131,7	2,2667	58,1	1,7
11,40	106,0	140,0	107,7	1,9333	55,7	1,8
11,60	112,0	141,0	113,7	3,3333	34,1	2,9
11,80	134,0	184,0	135,7	2,0	67,9	1,5
12,00	150,0	180,0	151,7	3,0	50,6	2,0
12,20	115,0	160,0	116,8	3,2	36,5	2,7
12,40	126,0	174,0	127,8	2,6667	47,9	2,1
12,60	174,0	214,0	175,8	2,2	79,9	1,3
12,80	171,0	204,0	172,8	3,6667	47,1	2,1
13,00	187,0	242,0	188,8	2,6	72,6	1,4
13,20	120,0	159,0	121,9	2,6667	45,7	2,2
13,40	126,0	166,0	127,9	2,9333	43,6	2,3
13,60	152,0	196,0	153,9	2,7333	56,3	1,8
13,80	170,0	211,0	171,9	2,8	61,4	1,6
14,00	184,0	226,0	185,9	2,8	66,4	1,5
14,20	173,0	215,0	175,1	3,0667	57,1	1,8
14,40	151,0	197,0	153,1	2,5333	60,4	1,7
14,60	173,0	211,0	175,1	3,3333	52,5	1,9
14,80	191,0	241,0	193,1	2,8	69,0	1,5
15,00	170,0	212,0	172,1	4,8667	35,4	2,8
15,20	185,0	258,0	187,2	4,8	39,0	2,6
15,40	181,0	253,0	183,2	3,6667	50,0	2,0
15,60	189,0	244,0	191,2	3,3333	57,4	1,7
15,80	193,0	243,0	195,2	5,2	37,5	2,7
16,00	160,0	238,0	162,2	3,5333	45,9	2,2
16,20	145,0	198,0	147,3	1,4	105,2	1,0
16,40	139,0	160,0	141,3	3,3333	42,4	2,4
16,60	156,0	206,0	158,3	5,9333	26,7	3,7
16,80	200,0	289,0	202,3	3,7333	54,2	1,8
17,00	187,0	243,0	189,3	4,0667	46,5	2,1
17,20	200,0	261,0	202,5	3,3333	60,8	1,6
17,40	140,0	190,0	142,5	1,7333	82,2	1,2
17,60	176,0	202,0	178,5	1,8667	95,6	1,0
17,80	112,0	140,0	114,5	2,6667	42,9	2,3
18,00	124,0	164,0	126,5	4,8667	26,0	3,8
18,20	186,0	259,0	188,6	5,1333	36,7	2,7
18,40	166,0	243,0	168,6	5,1333	32,8	3,0
18,60	166,0	243,0	168,6	1,3333	126,5	0,8
18,80	118,0	138,0	120,6	3,3333	36,2	2,8
19,00	215,0	265,0	217,6	3,8667	56,3	1,8
19,20	167,0	225,0	169,8	2,2667	74,9	1,3
19,40	115,0	149,0	117,8	1,5333	76,8	1,3
19,60	110,0	133,0	112,8	1,5333	73,6	1,4
19,80	110,0	133,0	112,8	2,8667	39,3	2,5
20,00	177,0	220,0	179,8	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> )	Comp. Geotecnico	Descrizione
1,60	0,0	0,2917	0,0		Stima non eseguibile

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

4,40	88,3	2,1	2,2	Incoerente	Terreni incoerenti a grana grossa (Ghiaie-Sabbie grossolane)
11,00	177,7	2,9212	2,3	Incoerente	Terreni incoerenti a grana grossa (Ghiaie-Sabbie grossolane)
20,00	158,5	3,0637	2,3	Incoerente	Terreni incoerenti a grana grossa (Ghiaie-Sabbie grossolane)

## TERRENI INCOERENTI I

Densità relativa (%)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Baldi 1978 - Schmertmann 1976	Schmertmann	Harman	Lancellotta 1983	Jamiolkowski 1985
Strato 2	4,40	88,3	2,1	84	100	100	84,98	97,47
Strato 3	11,00	177,7	2,9212	85,14	97,29	96,68	86,13	74,63
Strato 4	20,00	158,5	3,0637	70,4	71,37	73,31	71,27	47,42

Angolo di resistenza al taglio (°)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Durgunou glu-Mitchell 1973	Caquot	Koppejan	De Beer	Schmertmann	Robertson & Campanella 1983	Herminier	Meyerhof 1951
Strato 2	4,40	88,3	2,1	42,76	39,58	37,08	34,48	42	45	40,68	45
Strato 3	11,00	177,7	2,9212	40,19	36,51	33,85	31,53	41,62	44,58	34,31	45
Strato 4	20,00	158,5	3,0637	36	31,93	29,05	27,14	37,99	39,94	27,06	45

Modulo di Young (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Schmertmann	Robertson & Campanella (1983)	ISOPT-1 1988 Ey(50)
Strato 2	4,40	88,3	2,1	220,75	176,60	353,20
Strato 3	11,00	177,7	2,9212	444,25	355,40	768,59
Strato 4	20,00	158,5	3,0637	396,25	317,00	1178,54

Modulo Edometrico (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Robertson & Campanella da Schmertmann	Lunne-Christoffersen 1983 - Robertson and Powell 1997	Kulhawy-Mayne 1990	Mitchell & Gardner 1975	Buisman - Sanglerat
Strato 2	4,40	88,3	2,1	84,20	346,37	714,28	150,11	132,45
Strato 3	11,00	177,7	2,9212	91,73	368,53	1440,76	266,55	266,55
Strato 4	20,00	158,5	3,0637	82,54	330,87	1267,19	237,75	237,75

Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 2	4,40	88,3	2,1	Imai & Tomauchi	432,65
Strato 3	11,00	177,7	2,9212	Imai & Tomauchi	663,31
Strato 4	20,00	158,5	3,0637	Imai & Tomauchi	618,55

Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Stress-History	Piacentini Righi 1978	Larsson 1991 S.G.I.	Ladd e Foot 1977
Strato 2	4,40	88,3	2,1	>9	>9	<0,5	>9
Strato 3	11,00	177,7	2,9212	5,07	>9	0,77	>9
Strato 4	20,00	158,5	3,0637	2,02	>9	1,43	>9

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

## Modulo di reazione Ko

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Ko
Strato 2	4,40	88,3	2,1	Kulhawy & Mayne (1990)	0,00
Strato 3	11,00	177,7	2,9212	Kulhawy & Mayne (1990)	1,01
Strato 4	20,00	158,5	3,0637	Kulhawy & Mayne (1990)	0,55

## Fattori di compressibilità C Crm

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	C	Crm
Strato 2	4,40	88,3	2,1	0,09558	0,01243
Strato 3	11,00	177,7	2,9212	0,10165	0,01321
Strato 4	20,00	158,5	3,0637	0,09692	0,0126

## Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato 2	4,40	88,3	2,1	Meyerhof	1,80
Strato 3	11,00	177,7	2,9212	Meyerhof	1,90
Strato 4	20,00	158,5	3,0637	Meyerhof	1,80

## Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato 2	4,40	88,3	2,1	Meyerhof	--
Strato 3	11,00	177,7	2,9212	Meyerhof	--
Strato 4	20,00	158,5	3,0637	Meyerhof	--

## Liquefazione - Accelerazione sismica massima (g)=0,06

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Fattore di sicurezza a liquefazione
Strato 2	4,40	88,3	2,1	Robertson & Wride 1997	48,68
Strato 3	11,00	177,7	2,9212	Robertson & Wride 1997	119,576
Strato 4	20,00	158,5	3,0637	Robertson & Wride 1997	143,72

## Permeabilità

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Permeabilità (cm/s)
Strato 1	1,60	0,0	0,2917	Piacentini-Righi 1988	0
Strato 2	4,40	88,3	2,1	Piacentini-Righi 1988	6,064547E-05
Strato 3	11,00	177,7	2,9212	Piacentini-Righi 1988	1,335458E-03
Strato 4	20,00	158,5	3,0637	Piacentini-Righi 1988	3,597742E-04

## Coefficiente di consolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Coefficiente di consolidazione (cm <sup>2</sup> /s)
Strato 1	1,60	0,0	0,2917	Piacentini-Righi 1988	0
Strato 2	4,40	88,3	2,1	Piacentini-Righi	0

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

				1988	
Strato 3	11,00	177,7	2,9212	Piacentini-Righi 1988	0
Strato 4	20,00	158,5	3,0637	Piacentini-Righi 1988	0

## PROVA ...CPTM 031-12 (P14)

Committente: FINGESTIM SRL

Strumento utilizzato: PAGANI TG 63 (200 kN)

Prova eseguita in data: 29/08/2012

Profondità prova: 20,00 mt

Località: VIA BOTTEGHELLE

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	0,0	0,0	0,0	0,0		
0,40	0,0	0,0	0,0	0,0		
0,60	0,0	0,0	0,0	0,0		
0,80	0,0	0,0	0,0	0,0		
1,00	0,0	0,0	0,0	0,0		
1,20	0,0	0,0	0,0	0,0		
1,40	0,0	0,0	0,0	0,0		
1,60	0,0	0,0	0,0	1,6667	0,0	
1,80	59,0	84,0	59,3	1,6667	35,6	2,8
2,00	59,0	84,0	59,3	2,0667	28,7	3,5
2,20	58,0	89,0	58,4	0,9333	62,6	1,6
2,40	61,0	75,0	61,4	0,8667	70,8	1,4
2,60	54,0	67,0	54,4	1,8	30,2	3,3
2,80	78,0	105,0	78,4	1,7333	45,2	2,2
3,00	103,0	129,0	103,4	2,2667	45,6	2,2
3,20	100,0	134,0	100,6	2,4	41,9	2,4
3,40	126,0	162,0	126,6	2,4	52,8	1,9
3,60	139,0	175,0	139,6	2,6	53,7	1,9
3,80	152,0	191,0	152,6	2,5333	60,2	1,7
4,00	156,0	194,0	156,6	2,5333	61,8	1,6
4,20	174,0	212,0	174,7	3,8	46,0	2,2
4,40	184,0	241,0	184,7	3,6667	50,4	2,0
4,60	177,0	232,0	177,7	4,2	42,3	2,4
4,80	178,0	241,0	178,7	5,0667	35,3	2,8
5,00	168,0	244,0	168,7	2,7333	61,7	1,6
5,20	227,0	268,0	227,8	3,3333	68,3	1,5
5,40	181,0	231,0	181,8	3,8	47,8	2,1
5,60	179,0	236,0	179,8	5,3333	33,7	3,0
5,80	164,0	244,0	164,8	5,2667	31,3	3,2
6,00	164,0	243,0	164,8	2,7333	60,3	1,7
6,20	165,0	206,0	166,0	3,4667	47,9	2,1
6,40	181,0	233,0	182,0	4,4	41,4	2,4
6,60	171,0	237,0	172,0	3,8667	44,5	2,2
6,80	184,0	242,0	185,0	3,8667	47,8	2,1
7,00	184,0	242,0	185,0	3,1333	59,0	1,7
7,20	181,0	228,0	182,1	3,6	50,6	2,0
7,40	144,0	198,0	145,1	3,2667	44,4	2,3
7,60	252,0	301,0	253,1	3,5333	71,6	1,4
7,80	199,0	252,0	200,1	3,1333	63,9	1,6
8,00	195,0	242,0	196,1	3,1333	62,6	1,6
8,20	119,0	166,0	120,2	1,1333	106,1	0,9
8,40	188,0	205,0	189,2	3,7333	50,7	2,0
8,60	189,0	245,0	190,2	4,8667	39,1	2,6

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

8,80	194,0	267,0	195,2	4,0667	48,0	2,1
9,00	203,0	264,0	204,2	4,2	48,6	2,1
9,20	212,0	275,0	213,4	3,6	59,3	1,7
9,40	226,0	280,0	227,4	3,3333	68,2	1,5
9,60	210,0	260,0	211,4	3,3333	63,4	1,6
9,80	210,0	260,0	211,4	1,4667	144,1	0,7
10,00	218,0	240,0	219,4	2,7333	80,3	1,2
10,20	195,0	236,0	196,5	3,2667	60,2	1,7
10,40	162,0	211,0	163,5	2,5333	64,5	1,5
10,60	150,0	188,0	151,5	2,8667	52,8	1,9
10,80	142,0	185,0	143,5	3,2	44,8	2,2
11,00	154,0	202,0	155,5	2,6	59,8	1,7
11,20	141,0	180,0	142,7	2,6	54,9	1,8
11,40	112,0	151,0	113,7	2,6	43,7	2,3
11,60	112,0	151,0	113,7	3,3333	34,1	2,9
11,80	172,0	222,0	173,7	1,8	96,5	1,0
12,00	143,0	170,0	144,7	2,6	55,7	1,8
12,20	119,0	158,0	120,8	2,8	43,1	2,3
12,40	159,0	201,0	160,8	2,9333	54,8	1,8
12,60	128,0	172,0	129,8	2,9333	44,3	2,3
12,80	183,0	227,0	184,8	2,5333	72,9	1,4
13,00	193,0	231,0	194,8	2,3333	83,5	1,2
13,20	168,0	203,0	169,9	2,3333	72,8	1,4
13,40	168,0	203,0	169,9	3,0667	55,4	1,8
13,60	157,0	203,0	158,9	2,6667	59,6	1,7
13,80	146,0	186,0	147,9	3,0	49,3	2,0
14,00	151,0	196,0	152,9	2,3333	65,5	1,5
14,20	178,0	213,0	180,1	3,2	56,3	1,8
14,40	156,0	204,0	158,1	3,0	52,7	1,9
14,60	148,0	193,0	150,1	2,7333	54,9	1,8
14,80	154,0	195,0	156,1	2,4667	63,3	1,6
15,00	199,0	236,0	201,1	2,9333	68,6	1,5
15,20	153,0	197,0	155,2	2,1333	72,8	1,4
15,40	171,0	203,0	173,2	2,3333	74,2	1,3
15,60	144,0	179,0	146,2	3,2	45,7	2,2
15,80	154,0	202,0	156,2	2,8667	54,5	1,8
16,00	156,0	199,0	158,2	2,4	65,9	1,5
16,20	177,0	213,0	179,3	4,6667	38,4	2,6
16,40	178,0	248,0	180,3	4,6	39,2	2,6
16,60	187,0	256,0	189,3	2,2667	83,5	1,2
16,80	176,0	210,0	178,3	3,4667	51,4	1,9
17,00	152,0	204,0	154,3	3,0	51,4	1,9
17,20	182,0	227,0	184,5	3,4	54,3	1,8
17,40	192,0	243,0	194,5	3,4	57,2	1,7
17,60	192,0	243,0	194,5	1,6	121,6	0,8
17,80	128,0	152,0	130,5	2,2	59,3	1,7
18,00	135,0	168,0	137,5	3,4	40,4	2,5
18,20	152,0	203,0	154,6	3,4	45,5	2,2
18,40	152,0	203,0	154,6	2,6	59,5	1,7
18,60	129,0	168,0	131,6	3,6	36,6	2,7
18,80	179,0	233,0	181,6	4,5333	40,1	2,5
19,00	157,0	225,0	159,6	2,1333	74,8	1,3
19,20	91,0	123,0	93,8	2,6	36,1	2,8
19,40	174,0	213,0	176,8	2,6	68,0	1,5
19,60	174,0	213,0	176,8	3,0667	57,7	1,7
19,80	152,0	198,0	154,8	3,0667	50,5	2,0
20,00	154,0	200,0	156,8	0,0		0,0

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

Prof. Strato (m)	qc Media (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs Media (Kg/cm <sup>2</sup> )	Gamma Medio (t/m <sup>3</sup> )	Comp. Geotecnico	Descrizione
1,60	0,0	0,2083	0,0		Stima non eseguibile
2,60	58,6	1,4667	2,2	Incoerente	Terreni incoerenti a grana grossa (Ghiaie-Sabbie grossolane)
11,00	174,3	3,3032	2,3	Incoerente	Terreni incoerenti a grana grossa (Ghiaie-Sabbie grossolane)
20,20	159,5	2,8163	2,3	Incoerente	Terreni incoerenti a grana grossa (Ghiaie-Sabbie grossolane)

## TERRENI INCOERENTI I

Densità relativa (%)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Baldi 1978 - Schmertmann 1976	Schmertmann	Harman	Lancellotta 1983	Jamiolkowski 1985
Strato 2	2,60	58,6	1,4667	82,07	100	100	83,04	100
Strato 3	11,00	174,3	3,3032	86,43	100	99,13	87,43	78,32
Strato 4	20,20	159,5	2,8163	70,34	71,14	73,12	71,21	47,23

Angolo di resistenza al taglio (°)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Durgunou glu-Mitchell 1973	Caquot	Koppejan	De Beer	Schmertmann	Robertson & Campanella 1983	Herminier	Meyerhof 1951
Strato 2	2,60	58,6	1,4667	43,87	40,94	38,51	35,78	42	45	42,49	43,31
Strato 3	11,00	174,3	3,3032	40,68	37,05	34,43	32,06	42	45	35,45	45
Strato 4	20,20	159,5	2,8163	35,95	31,88	28,99	27,09	37,96	39,89	27	45

Modulo di Young (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Schmertmann	Robertson & Campanella (1983)	ISOPT-1 1988 Ey(50)
Strato 2	2,60	58,6	1,4667	146,50	117,20	234,40
Strato 3	11,00	174,3	3,3032	435,75	348,60	697,20
Strato 4	20,20	159,5	2,8163	398,75	319,00	1190,38

Modulo Edometrico (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Robertson & Campanella da Schmertmann	Lunne-Christoffersen 1983 - Robertson and Powell 1997	Kulhawy-Mayne 1990	Mitchell & Gardner 1975	Buisman - Sanglerat
Strato 2	2,60	58,6	1,4667	82,04	229,87	474,29	99,62	87,90
Strato 3	11,00	174,3	3,3032	92,61	361,86	1414,53	261,45	261,45
Strato 4	20,20	159,5	2,8163	82,75	332,83	1275,15	239,25	239,25

Modulo di deformazione a taglio

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 2	2,60	58,6	1,4667	Imai & Tomauchi	336,78
Strato 3	11,00	174,3	3,3032	Imai & Tomauchi	655,53
Strato 4	20,20	159,5	2,8163	Imai & Tomauchi	620,93

## Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Stress-History	Piacentini Righi 1978	Larsson 1991 S.G.I.	Ladd e Foot 1977
Strato 2	2,60	58,6	1,4667	>9	>9	<0.5	>9
Strato 3	11,00	174,3	3,3032	5,66	>9	0,71	>9
Strato 4	20,20	159,5	2,8163	1,99	>9	1,44	>9

## Modulo di reazione Ko

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Ko
Strato 2	2,60	58,6	1,4667	Kulhawy & Mayne (1990)	0,00
Strato 3	11,00	174,3	3,3032	Kulhawy & Mayne (1990)	1,08
Strato 4	20,20	159,5	2,8163	Kulhawy & Mayne (1990)	0,55

## Fattori di compressibilità C Crm

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	C	Crm
Strato 2	2,60	58,6	1,4667	0,10207	0,01327
Strato 3	11,00	174,3	3,3032	0,10056	0,01307
Strato 4	20,20	159,5	2,8163	0,0971	0,01262

## Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato 2	2,60	58,6	1,4667	Meyerhof	1,80
Strato 3	11,00	174,3	3,3032	Meyerhof	1,80
Strato 4	20,20	159,5	2,8163	Meyerhof	1,80

## Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato 2	2,60	58,6	1,4667	Meyerhof	--
Strato 3	11,00	174,3	3,3032	Meyerhof	--
Strato 4	20,20	159,5	2,8163	Meyerhof	--

## Liquefazione - Accelerazione sismica massima (g)=0,06

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Fattore di sicurezza a liquefazione
Strato 2	2,60	58,6	1,4667	Robertson & Wride 1997	40,309
Strato 3	11,00	174,3	3,3032	Robertson & Wride 1997	130,713
Strato 4	20,20	159,5	2,8163	Robertson & Wride 1997	135,953

## Permeabilità

	Prof. Strato	qc	fs	Correlazione	Permeabilità
--	--------------	----	----	--------------	--------------

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

	(m)	(Kg/cm <sup>2</sup> )	(Kg/cm <sup>2</sup> )		(cm/s)
Strato 1	1,60	0,0	0,2083	Piacentini-Righi 1988	0
Strato 2	2,60	58,6	1,4667	Piacentini-Righi 1988	4,341444E-05
Strato 3	11,00	174,3	3,3032	Piacentini-Righi 1988	4,090166E-04
Strato 4	20,20	159,5	2,8163	Piacentini-Righi 1988	7,941596E-04

Coefficiente di consolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Coefficiente di consolidazione (cm <sup>2</sup> /s)
Strato 1	1,60	0,0	0,2083	Piacentini-Righi 1988	0
Strato 2	2,60	58,6	1,4667	Piacentini-Righi 1988	7,632258
Strato 3	11,00	174,3	3,3032	Piacentini-Righi 1988	0
Strato 4	20,20	159,5	2,8163	Piacentini-Righi 1988	0

## PROVA ... CPTM 063-12 (P15)

Committente: FINGESTIM SRL

Strumento utilizzato: PAGANI TG 63 (200 kN)

Prova eseguita in data: 29/08/2012

Profondità prova: 20,00 mt

Località: VIA BOTTEGHELLE

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	0,0	0,0	0,0	0,0		
0,40	0,0	0,0	0,0	0,0		
0,60	0,0	0,0	0,0	0,0		
0,80	0,0	0,0	0,0	0,0		
1,00	0,0	0,0	0,0	0,0		
1,20	0,0	0,0	0,0	0,0		
1,40	0,0	0,0	0,0	0,0		
1,60	0,0	0,0	0,0	1,4	0,0	
1,80	58,0	79,0	58,3	1,4	41,6	2,4
2,00	58,0	79,0	58,3	1,9333	30,2	3,3
2,20	58,0	87,0	58,4	2,0667	28,3	3,5
2,40	58,0	89,0	58,4	1,6667	35,0	2,9
2,60	75,0	100,0	75,4	1,6667	45,2	2,2
2,80	78,0	103,0	78,4	2,0667	37,9	2,6
3,00	80,0	111,0	80,4	2,2667	35,5	2,8
3,20	102,0	136,0	102,6	2,4667	41,6	2,4
3,40	102,0	139,0	102,6	2,1333	48,1	2,1
3,60	91,0	123,0	91,6	4,4	20,8	4,8
3,80	180,0	246,0	180,6	2,4667	73,2	1,4
4,00	119,0	156,0	119,6	2,2	54,4	1,8
4,20	166,0	199,0	166,7	2,7333	61,0	1,6
4,40	170,0	211,0	170,7	2,7333	62,5	1,6
4,60	170,0	211,0	170,7	3,7333	45,7	2,2
4,80	100,0	156,0	100,7	1,4667	68,7	1,5
5,00	85,0	107,0	85,7	1,4667	58,4	1,7
5,20	85,0	107,0	85,8	3,1333	27,4	3,7
5,40	154,0	201,0	154,8	3,8667	40,0	2,5
5,60	181,0	239,0	181,8	4,2667	42,6	2,3
5,80	181,0	245,0	181,8	4,1333	44,0	2,3
6,00	161,0	223,0	161,8	4,0	40,5	2,5
6,20	190,0	250,0	191,0	4,0	47,8	2,1
6,40	190,0	250,0	191,0	1,4667	130,2	0,8

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

6,60	118,0	140,0	119,0	3,8	31,3	3,2
6,80	242,0	299,0	243,0	3,7333	65,1	1,5
7,00	265,0	321,0	266,0	3,2667	81,4	1,2
7,20	222,0	271,0	223,1	3,0667	72,7	1,4
7,40	222,0	268,0	223,1	3,0	74,4	1,3
7,60	198,0	243,0	199,1	3,1333	63,5	1,6
7,80	191,0	238,0	192,1	3,9333	48,8	2,0
8,00	206,0	265,0	207,1	3,4	60,9	1,6
8,20	185,0	236,0	186,2	2,8	66,5	1,5
8,40	140,0	182,0	141,2	3,0	47,1	2,1
8,60	140,0	185,0	141,2	2,5333	55,7	1,8
8,80	98,0	136,0	99,2	3,6667	27,1	3,7
9,00	200,0	255,0	201,2	3,7333	53,9	1,9
9,20	223,0	279,0	224,4	3,7333	60,1	1,7
9,40	223,0	279,0	224,4	2,7333	82,1	1,2
9,60	146,0	187,0	147,4	3,3333	44,2	2,3
9,80	111,0	161,0	112,4	5,4667	20,6	4,9
10,00	201,0	283,0	202,4	2,8	72,3	1,4
10,20	190,0	232,0	191,5	2,6667	71,8	1,4
10,40	190,0	230,0	191,5	3,7333	51,3	1,9
10,60	173,0	229,0	174,5	2,4667	70,7	1,4
10,80	152,0	189,0	153,5	2,6	59,0	1,7
11,00	160,0	199,0	161,5	2,1333	75,7	1,3
11,20	127,0	159,0	128,7	2,5333	50,8	2,0
11,40	119,0	157,0	120,7	2,6667	45,3	2,2
11,60	180,0	220,0	181,7	2,7333	66,5	1,5
11,80	166,0	207,0	167,7	2,7333	61,4	1,6
12,00	166,0	207,0	167,7	2,6	64,5	1,6
12,20	119,0	158,0	120,8	2,8	43,1	2,3
12,40	132,0	174,0	133,8	2,5333	52,8	1,9
12,60	132,0	170,0	133,8	3,0	44,6	2,2
12,80	152,0	197,0	153,8	3,0	51,3	2,0
13,00	157,0	202,0	158,8	3,0	52,9	1,9
13,20	157,0	202,0	158,9	2,2667	70,1	1,4
13,40	175,0	209,0	176,9	4,3333	40,8	2,4
13,60	210,0	275,0	211,9	3,1333	67,6	1,5
13,80	135,0	182,0	136,9	1,8667	73,3	1,4
14,00	197,0	225,0	198,9	2,1333	93,2	1,1
14,20	103,0	135,0	105,1	1,6667	63,1	1,6
14,40	112,0	137,0	114,1	1,5333	74,4	1,3
14,60	112,0	135,0	114,1	2,5333	45,0	2,2
14,80	157,0	195,0	159,1	2,1333	74,6	1,3
15,00	130,0	162,0	132,1	2,0667	63,9	1,6
15,20	180,0	211,0	182,2	1,8667	97,6	1,0
15,40	127,0	155,0	129,2	2,6667	48,4	2,1
15,60	199,0	239,0	201,2	3,7333	53,9	1,9
15,80	221,0	277,0	223,2	3,0	74,4	1,3
16,00	190,0	235,0	192,2	3,4	56,5	1,8
16,20	201,0	252,0	203,3	2,4	84,7	1,2
16,40	139,0	175,0	141,3	4,6667	30,3	3,3
16,60	178,0	248,0	180,3	5,6	32,2	3,1
16,80	162,0	246,0	164,3	2,1333	77,0	1,3
17,00	130,0	162,0	132,3	3,2667	40,5	2,5
17,20	149,0	198,0	151,5	3,2667	46,4	2,2
17,40	149,0	198,0	151,5	3,3333	45,5	2,2
17,60	190,0	240,0	192,5	1,9333	99,6	1,0
17,80	138,0	167,0	140,5	1,8667	75,3	1,3
18,00	138,0	166,0	140,5	2,2667	62,0	1,6
18,20	137,0	171,0	139,6	2,4667	56,6	1,8
18,40	174,0	211,0	176,6	2,7333	64,6	1,5

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

18,60	170,0	211,0	172,6	2,7333	63,1	1,6
18,80	150,0	191,0	152,6	3,0667	49,8	2,0
19,00	155,0	201,0	157,6	2,8667	55,0	1,8
19,20	140,0	183,0	142,8	2,3333	61,2	1,6
19,40	122,0	157,0	124,8	2,6667	46,8	2,1
19,60	177,0	217,0	179,8	3,1333	57,4	1,7
19,80	162,0	209,0	164,8	3,1333	52,6	1,9
20,00	162,0	209,0	164,8	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> )	Comp. Geotecnico	Descrizione
1,60	0,0	0,175	0,0		Stima non eseguibile
2,60	61,8	1,7467	2,2	Incoerente	Terreni incoerenti a grana grossa e fine
5,20	118,2	2,559	2,3	Incoerente	Terreni incoerenti a grana grossa (Ghiaie-Sabbie grossolane)
14,20	172,1	3,0993	2,3	Incoerente	Terreni incoerenti a grana grossa (Ghiaie-Sabbie grossolane)
20,20	159,4	2,7172	2,3	Incoerente	Terreni incoerenti a grana grossa (Ghiaie-Sabbie grossolane)

## TERRENI INCOERENTI I

Densità relativa (%)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Baldi 1978 - Schmertmann 1976	Schmertmann	Harman	Lancellotta 1983	Jamiolkowski 1985
Strato 2	2,60	61,8	1,7467	83,58	100	100	84,56	100
Strato 3	5,20	118,2	2,559	86,02	100	100	87,02	90,87
Strato 4	14,20	172,1	3,0993	80,06	88,23	88,52	81,01	65,16
Strato 5	20,20	159,4	2,7172	68,82	68,27	70,55	69,67	44,1

Angolo di resistenza al taglio (°)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Durgunou glu-Mitchell 1973	Caquot	Koppejan	De Beer	Schmertmann	Robertson & Campanella 1983	Herminier	Meyerhof 1951
Strato 2	2,60	61,8	1,7467	44,13	41,2	38,79	36,04	42	45	42,62	44,75
Strato 3	5,20	118,2	2,559	42,18	38,84	36,3	33,77	42	45	39,24	45
Strato 4	14,20	172,1	3,0993	38,71	34,89	32,16	29,98	40,35	43,02	31,24	45
Strato 5	20,20	159,4	2,7172	35,47	31,35	28,44	26,58	37,56	39,3	26,45	45

Modulo di Young (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Schmertmann	Robertson & Campanella (1983)	ISOPT-1 1988
--	------------------	--------------------------	--------------------------	-------------	-------------------------------	--------------

120

Il presente documento è costituito da 224 pagine

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

							Ey(50)
Strato 2	2,60	61,8	1,7467	154,50	123,60	247,20	
Strato 3	5,20	118,2	2,559	295,50	236,40	472,80	
Strato 4	14,20	172,1	3,0993	430,25	344,20	931,47	
Strato 5	20,20	159,4	2,7172	398,50	318,80	1244,53	

## Modulo Edometrico (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Robertson & Campanella da Schmertmann	Lunne-Christoffersen 1983 - Robertson and Powell 1997	Kulhawy-Mayne 1990	Mitchell & Gardner 1975	Buism an - Sangle rat
Strato 2	2,60	61,8	1,7467	82,14	242,42	500,69	105,06	92,70
Strato 3	5,20	118,2	2,559	86,51	251,83	958,24	177,30	177,30
Strato 4	14,20	172,1	3,0993	87,65	357,54	1390,55	258,15	258,15
Strato 5	20,20	159,4	2,7172	82,91	332,64	1271,26	239,10	239,10

## Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 2	2,60	61,8	1,7467	Imai & Tomauchi	347,90
Strato 3	5,20	118,2	2,559	Imai & Tomauchi	517,04
Strato 4	14,20	172,1	3,0993	Imai & Tomauchi	650,46
Strato 5	20,20	159,4	2,7172	Imai & Tomauchi	620,70

## Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Stress-History	Piacentini Righi 1978	Larsson 1991 S.G.I.	Ladd e Foot 1977
Strato 2	2,60	61,8	1,7467	>9	>9	<0.5	>9
Strato 3	5,20	118,2	2,559	8,11	>9	0,52	>9
Strato 4	14,20	172,1	3,0993	3,66	>9	0,97	>9
Strato 5	20,20	159,4	2,7172	1,79	>9	1,56	>9

## Modulo di reazione Ko

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Ko
Strato 2	2,60	61,8	1,7467	Kulhawy & Mayne (1990)	0,00
Strato 3	5,20	118,2	2,559	Kulhawy & Mayne (1990)	1,36
Strato 4	14,20	172,1	3,0993	Kulhawy & Mayne (1990)	0,81
Strato 5	20,20	159,4	2,7172	Kulhawy & Mayne (1990)	0,51

## Fattori di compressibilità C Crm

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	C	Crm
Strato 2	2,60	61,8	1,7467	0,10099	0,01313
Strato 3	5,20	118,2	2,559	0,09387	0,0122
Strato 4	14,20	172,1	3,0993	0,09992	0,01299
Strato 5	20,20	159,4	2,7172	0,09708	0,01262

## Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato 2	2,60	61,8	1,7467	Meyerhof	1,80

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

Strato 3	5,20	118,2	2,559	Meyerhof	1,80
Strato 4	14,20	172,1	3,0993	Meyerhof	1,80
Strato 5	20,20	159,4	2,7172	Meyerhof	1,80

Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato 2	2,60	61,8	1,7467	Meyerhof	--
Strato 3	5,20	118,2	2,559	Meyerhof	--
Strato 4	14,20	172,1	3,0993	Meyerhof	--
Strato 5	20,20	159,4	2,7172	Meyerhof	--

Liquefazione - Accelerazione sismica massima (g)=0,06

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Fattore di sicurezza a liquefazione
Strato 2	2,60	61,8	1,7467	Robertson & Wride 1997	51,781
Strato 3	5,20	118,2	2,559	Robertson & Wride 1997	66,438
Strato 4	14,20	172,1	3,0993	Robertson & Wride 1997	132,06
Strato 5	20,20	159,4	2,7172	Robertson & Wride 1997	131,692

Permeabilità

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Permeabilità (cm/s)
Strato 1	1,60	0,0	0,175	Piacentini-Righi 1988	0
Strato 2	2,60	61,8	1,7467	Piacentini-Righi 1988	9,14431E-06
Strato 3	5,20	118,2	2,559	Piacentini-Righi 1988	1,397717E-04
Strato 4	14,20	172,1	3,0993	Piacentini-Righi 1988	6,497446E-04
Strato 5	20,20	159,4	2,7172	Piacentini-Righi 1988	1,052932E-03

Coefficiente di consolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Coefficiente di consolidazione (cm <sup>2</sup> /s)
Strato 1	1,60	0,0	0,175	Piacentini-Righi 1988	0
Strato 2	2,60	61,8	1,7467	Piacentini-Righi 1988	1,695355
Strato 3	5,20	118,2	2,559	Piacentini-Righi 1988	0
Strato 4	14,20	172,1	3,0993	Piacentini-Righi 1988	0
Strato 5	20,20	159,4	2,7172	Piacentini-Righi 1988	0

## PROVA ...CPTM 028-12 (P10)

Committente: FINGESTIM SRL

Strumento utilizzato: PAGANI TG 63 (200 kN)

Prova eseguita in data: 28/08/2012

Profondità prova: 20,00 mt

Località: VIA BOTTEGHELLE

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	0,0	0,0	0,0	0,0		

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

0,40	0,0	0,0	0,0	0,0		
0,60	0,0	0,0	0,0	0,0		
0,80	0,0	0,0	0,0	0,0		
1,00	0,0	0,0	0,0	0,0		
1,20	0,0	0,0	0,0	0,0		
1,40	0,0	0,0	0,0	0,0		
1,60	0,0	0,0	0,0	0,3333	0,0	
1,80	16,0	21,0	16,3	0,3333	48,9	2,0
2,00	13,0	18,0	13,3	0,2667	49,9	2,0
2,20	10,0	14,0	10,4	0,3333	31,2	3,2
2,40	10,0	15,0	10,4	0,2667	39,0	2,6
2,60	12,0	16,0	12,4	1,7333	7,2	14,0
2,80	24,0	50,0	24,4	1,3333	18,3	5,5
3,00	27,0	47,0	27,4	1,3333	20,6	4,9
3,20	27,0	47,0	27,6	1,4	19,7	5,1
3,40	13,0	34,0	13,6	1,4667	9,3	10,8
3,60	130,0	152,0	130,6	0,9333	139,9	0,7
3,80	50,0	64,0	50,6	7,3333	6,9	14,5
4,00	335,0	445,0	335,6	1,5333	218,9	0,5
4,20	233,0	256,0	233,7	3,5333	66,1	1,5
4,40	99,0	152,0	99,7	1,8	55,4	1,8
4,60	90,0	117,0	90,7	1,4667	61,8	1,6
4,80	85,0	107,0	85,7	2,0667	41,5	2,4
5,00	105,0	136,0	105,7	1,8	58,7	1,7
5,20	138,0	165,0	138,8	2,2	63,1	1,6
5,40	126,0	159,0	126,8	2,2	57,6	1,7
5,60	161,0	194,0	161,8	3,6	44,9	2,2
5,80	145,0	199,0	145,8	1,9333	75,4	1,3
6,00	118,0	147,0	118,8	1,2667	93,8	1,1
6,20	148,0	167,0	149,0	2,6	57,3	1,7
6,40	142,0	181,0	143,0	1,7333	82,5	1,2
6,60	123,0	149,0	124,0	2,6	47,7	2,1
6,80	181,0	220,0	182,0	2,4	75,8	1,3
7,00	143,0	179,0	144,0	2,6667	54,0	1,9
7,20	158,0	198,0	159,1	2,0667	77,0	1,3
7,40	154,0	185,0	155,1	2,0	77,6	1,3
7,60	155,0	185,0	156,1	2,2	71,0	1,4
7,80	172,0	205,0	173,1	2,2	78,7	1,3
8,00	172,0	205,0	173,1	1,7333	99,9	1,0
8,20	164,0	190,0	165,2	2,8	59,0	1,7
8,40	162,0	204,0	163,2	2,8	58,3	1,7
8,60	162,0	204,0	163,2	2,7333	59,7	1,7
8,80	150,0	191,0	151,2	2,0	75,6	1,3
9,00	172,0	202,0	173,2	1,6667	103,9	1,0
9,20	178,0	203,0	179,4	2,4	74,8	1,3
9,40	140,0	176,0	141,4	3,4	41,6	2,4
9,60	77,0	128,0	78,4	2,4	32,7	3,1
9,80	113,0	149,0	114,4	2,7333	41,9	2,4
10,00	122,0	163,0	123,4	2,1333	57,8	1,7
10,20	152,0	184,0	153,5	3,2667	47,0	2,1
10,40	148,0	197,0	149,5	3,2667	45,8	2,2
10,60	148,0	197,0	149,5	2,4	62,3	1,6
10,80	111,0	147,0	112,5	2,8	40,2	2,5
11,00	134,0	176,0	135,5	2,8667	47,3	2,1
11,20	100,0	143,0	101,7	2,5333	40,1	2,5
11,40	130,0	168,0	131,7	2,9333	44,9	2,2
11,60	165,0	209,0	166,7	2,6667	62,5	1,6
11,80	148,0	188,0	149,7	3,0667	48,8	2,0
12,00	121,0	167,0	122,7	2,8	43,8	2,3
12,20	123,0	165,0	124,8	1,8667	66,9	1,5

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

12,40	145,0	173,0	146,8	2,6667	55,0	1,8
12,60	135,0	175,0	136,8	1,8667	73,3	1,4
12,80	147,0	175,0	148,8	2,4667	60,3	1,7
13,00	174,0	211,0	175,8	3,1333	56,1	1,8
13,20	174,0	221,0	175,9	2,2	80,0	1,3
13,40	170,0	203,0	171,9	2,7333	62,9	1,6
13,60	154,0	195,0	155,9	2,8	55,7	1,8
13,80	186,0	228,0	187,9	3,2	58,7	1,7
14,00	166,0	214,0	167,9	3,2667	51,4	1,9
14,20	183,0	232,0	185,1	3,0	61,7	1,6
14,40	163,0	208,0	165,1	2,7333	60,4	1,7
14,60	151,0	192,0	153,1	2,9333	52,2	1,9
14,80	156,0	200,0	158,1	1,8	87,8	1,1
15,00	176,0	203,0	178,1	2,8667	62,1	1,6
15,20	167,0	210,0	169,2	2,3333	72,5	1,4
15,40	176,0	211,0	178,2	2,8	63,6	1,6
15,60	152,0	194,0	154,2	2,0667	74,6	1,3
15,80	189,0	220,0	191,2	4,2667	44,8	2,2
16,00	213,0	277,0	215,2	4,2667	50,4	2,0
16,20	213,0	277,0	215,3	4,2	51,3	2,0
16,40	188,0	251,0	190,3	1,7333	109,8	0,9
16,60	147,0	173,0	149,3	1,7333	86,1	1,2
16,80	147,0	173,0	149,3	2,0	74,7	1,3
17,00	129,0	159,0	131,3	3,2667	40,2	2,5
17,20	136,0	185,0	138,5	1,0	138,5	0,7
17,40	108,0	123,0	110,5	0,6667	165,7	0,6
17,60	102,0	112,0	104,5	3,2667	32,0	3,1
17,80	165,0	214,0	167,5	1,6	104,7	1,0
18,00	128,0	152,0	130,5	1,6667	78,3	1,3
18,20	95,0	120,0	97,6	1,6667	58,6	1,7
18,40	95,0	120,0	97,6	2,2667	43,1	2,3
18,60	182,0	216,0	184,6	1,7333	106,5	0,9
18,80	186,0	212,0	188,6	3,8	49,6	2,0
19,00	137,0	194,0	139,6	3,0667	45,5	2,2
19,20	113,0	159,0	115,8	2,3333	49,6	2,0
19,40	265,0	300,0	267,8	4,8	55,8	1,8
19,60	180,0	252,0	182,8	9,0	20,3	4,9
19,80	165,0	300,0	167,8	3,6667	45,8	2,2
20,00	125,0	180,0	127,8	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> )	Comp. Geotecnico	Descrizione
1,60	0,0	0,0417	0,0		Stima non eseguibile
3,40	17,3	0,9407	1,9	Incoerente	Argille sensitive
4,40	170,0	3,0266	2,3	Incoerente	Terreni incoerenti a grana grossa (Ghiaie-Sabbie grossolane)
9,60	144,1	2,2667	2,3	Incoerente	Terreni incoerenti a grana grossa (Ghiaie-Sabbie grossolane)
12,80	135,5	2,6458	2,3	Incoerente	Terreni incoerenti a grana grossa (Ghiaie-Sabbie grossolane)

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

									grossolane)
17,00	172,3	2,8254	2,3	Incoerente	Terreni incoerenti a grana grossa (Ghiaie-Sabbie grossolane)				
20,00	148,1	2,7022	2,3	Incoerente	Terreni incoerenti a grana grossa (Ghiaie-Sabbie grossolane)				

## TERRENI INCOERENTI I

Densità relativa (%)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Baldi 1978 - Schmertmann 1976	Schmertmann	Harman	Lancellotta 1983	Jamiolkowski 1985
Strato 2	3,40	17,3	0,9407	44,91	61,21	60,61	45,56	67,61
Strato 3	4,40	170,0	3,0266	99,22	100	100	100	100
Strato 4	9,60	144,1	2,2667	81,76	94,49	93,83	82,72	73,25
Strato 5	12,80	135,5	2,6458	71,63	76,39	77,54	72,51	54,23
Strato 6	17,00	172,3	2,8254	73,76	76,28	77,84	74,65	51,51
Strato 7	20,00	148,1	2,7022	66,01	64,22	66,81	66,84	40,16

Angolo di resistenza al taglio (°)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Durgunou glu-Mitchell 1973	Caquot	Koppejan	De Beer	Schmertmann	Robertson & Campanella 1983	Herminier	Meyerhof 1951
Strato 2	3,40	17,3	0,9407	37,23	34,02	31,24	29,14	36,57	42,15	29,31	24,77
Strato 3	4,40	170,0	3,0266	44,83	41,64	39,25	36,46	42	45	42,55	45
Strato 4	9,60	144,1	2,2667	39,99	36,37	33,71	31,4	41,23	44,45	33,99	45
Strato 5	12,80	135,5	2,6458	37,05	33,14	30,31	28,3	38,69	41,23	28,53	45
Strato 6	17,00	172,3	2,8254	36,71	32,69	29,84	27,87	38,68	40,76	27,96	45
Strato 7	20,00	148,1	2,7022	34,89	30,74	27,79	25,99	36,99	38,61	25,85	45

Modulo di Young (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Schmertmann	Robertson & Campanella (1983)	ISOPT-1 1988 Ey(50)
Strato 2	3,40	17,3	0,9407	43,25	34,60	149,73
Strato 3	4,40	170,0	3,0266	425,00	340,00	680,00
Strato 4	9,60	144,1	2,2667	360,25	288,20	671,68
Strato 5	12,80	135,5	2,6458	338,75	271,00	925,90
Strato 6	17,00	172,3	2,8254	430,75	344,60	1179,63
Strato 7	20,00	148,1	2,7022	370,25	296,20	1228,28

Modulo Edometrico (Kg/cm<sup>2</sup>)

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Robertson & Campanella da Schmertmann	Lunne-Christoffersen 1983 - Robertson and Powell 1997	Kulhawy-Mayne 1990	Mitchell & Gardner 1975	Buisman - Sanglerat
Strato 2	3,40	17,3	0,9407	50,41	67,86	130,55	34,60	86,50
Strato 3	4,40	170,0	3,0266	87,34	353,43	1385,12	255,00	255,00
Strato 4	9,60	144,1	2,2667	86,93	302,63	1164,98	216,15	216,15
Strato 5	12,80	135,5	2,6458	78,76	285,76	1085,88	203,25	203,25
Strato 6	17,00	172,3	2,8254	85,40	357,94	1382,40	258,45	258,45
Strato 7	20,00	148,1	2,7022	80,62	310,47	1175,88	222,15	222,15

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

## Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 2	3,40	17,3	0,9407	Imai & Tomauchi	159,81
Strato 3	4,40	170,0	3,0266	Imai & Tomauchi	645,60
Strato 4	9,60	144,1	2,2667	Imai & Tomauchi	583,58
Strato 5	12,80	135,5	2,6458	Imai & Tomauchi	562,05
Strato 6	17,00	172,3	2,8254	Imai & Tomauchi	650,92
Strato 7	20,00	148,1	2,7022	Imai & Tomauchi	593,43

## Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Stress-History	Piacentini Righi 1978	Larsson 1991 S.G.I.	Ladd e Foot 1977
Strato 2	3,40	17,3	0,9407	3,07	>9	1,14	>9
Strato 3	4,40	170,0	3,0266	>9	>9	<0.5	>9
Strato 4	9,60	144,1	2,2667	4,93	>9	0,79	>9
Strato 5	12,80	135,5	2,6458	2,57	>9	1,22	>9
Strato 6	17,00	172,3	2,8254	2,35	>9	1,29	>9
Strato 7	20,00	148,1	2,7022	1,58	>9	1,74	>9

## Modulo di reazione Ko

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Ko
Strato 2	3,40	17,3	0,9407	Kulhawy & Mayne (1990)	0,73
Strato 3	4,40	170,0	3,0266	Kulhawy & Mayne (1990)	0,00
Strato 4	9,60	144,1	2,2667	Kulhawy & Mayne (1990)	0,99
Strato 5	12,80	135,5	2,6458	Kulhawy & Mayne (1990)	0,65
Strato 6	17,00	172,3	2,8254	Kulhawy & Mayne (1990)	0,61
Strato 7	20,00	148,1	2,7022	Kulhawy & Mayne (1990)	0,47

## Fattori di compressibilità C Crm

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	C	Crm
Strato 2	3,40	17,3	0,9407	0,14388	0,0187
Strato 3	4,40	170,0	3,0266	0,09936	0,01292
Strato 4	9,60	144,1	2,2667	0,09503	0,01235
Strato 5	12,80	135,5	2,6458	0,09436	0,01227
Strato 6	17,00	172,3	2,8254	0,09998	0,013
Strato 7	20,00	148,1	2,7022	0,09545	0,01241

## Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato 2	3,40	17,3	0,9407	Meyerhof	1,80
Strato 3	4,40	170,0	3,0266	Meyerhof	1,80
Strato 4	9,60	144,1	2,2667	Meyerhof	1,90
Strato 5	12,80	135,5	2,6458	Meyerhof	1,80
Strato 6	17,00	172,3	2,8254	Meyerhof	1,90
Strato 7	20,00	148,1	2,7022	Meyerhof	1,80

## Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Peso unità di volume saturo
--	------------------	--------------------------	--------------------------	--------------	-----------------------------

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

					(t/m <sup>3</sup> )
Strato 2	3,40	17,3	0,9407	Meyerhof	--
Strato 3	4,40	170,0	3,0266	Meyerhof	--
Strato 4	9,60	144,1	2,2667	Meyerhof	--
Strato 5	12,80	135,5	2,6458	Meyerhof	--
Strato 6	17,00	172,3	2,8254	Meyerhof	--
Strato 7	20,00	148,1	2,7022	Meyerhof	--

## Liquefazione - Accelerazione sismica massima (g)=0,06

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Fattore di sicurezza a liquefazione
Strato 2	3,40	17,3	0,9407	Robertson & Wride 1997	24,963
Strato 3	4,40	170,0	3,0266	Robertson & Wride 1997	106,792
Strato 4	9,60	144,1	2,2667	Robertson & Wride 1997	67,819
Strato 5	12,80	135,5	2,6458	Robertson & Wride 1997	79,601
Strato 6	17,00	172,3	2,8254	Robertson & Wride 1997	132,033
Strato 7	20,00	148,1	2,7022	Robertson & Wride 1997	116,938

## Permeabilità

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Permeabilità (cm/s)
Strato 1	1,60	0,0	0,0417	Piacentini-Righi 1988	0
Strato 2	3,40	17,3	0,9407	Piacentini-Righi 1988	9,778614E-11
Strato 3	4,40	170,0	3,0266	Piacentini-Righi 1988	7,20465E-04
Strato 4	9,60	144,1	2,2667	Piacentini-Righi 1988	1,958817E-03
Strato 5	12,80	135,5	2,6458	Piacentini-Righi 1988	3,569753E-04
Strato 6	17,00	172,3	2,8254	Piacentini-Righi 1988	1,376078E-03
Strato 7	20,00	148,1	2,7022	Piacentini-Righi 1988	6,237713E-04

## Coefficiente di consolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Coefficiente di consolidazione (cm <sup>2</sup> /s)
Strato 1	1,60	0,0	0,0417	Piacentini-Righi 1988	0
Strato 2	3,40	17,3	0,9407	Piacentini-Righi 1988	5,0751E-06
Strato 3	4,40	170,0	3,0266	Piacentini-Righi 1988	0
Strato 4	9,60	144,1	2,2667	Piacentini-Righi 1988	0
Strato 5	12,80	135,5	2,6458	Piacentini-Righi 1988	0
Strato 6	17,00	172,3	2,8254	Piacentini-Righi 1988	0
Strato 7	20,00	148,1	2,7022	Piacentini-Righi 1988	0

## PROVA ...CPTM 029-12 (P13)

Committente: FINGESTIM SRL  
 Strumento utilizzato: PAGANI TG 63 (200 kN)  
 Prova eseguita in data: 28/08/2012  
 Profondità prova: 20,00 mt

Località: VIA BOTTEGHELLE

Profondità	Lettura punta	Lettura laterale	qc	fs	qc/fs	fs/qcx100
------------	---------------	------------------	----	----	-------	-----------

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

(m)	(Kg/cm <sup>2</sup> )	(Kg/cm <sup>2</sup> )	(Kg/cm <sup>2</sup> )	(Kg/cm <sup>2</sup> )	Begemann	(Schmertmann)
0,20	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
0,40	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
0,60	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
0,80	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
1,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
1,20	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
1,40	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
1,60	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3333	0,0
1,80	23,0	43,0	23,3	1,4	16,6	6,0
2,00	23,0	44,0	23,3	1,8	12,9	7,7
2,20	11,0	38,0	11,4	0,9333	12,2	8,2
2,40	36,0	50,0	36,4	1,4667	24,8	4,0
2,60	57,0	79,0	57,4	1,9333	29,7	3,4
2,80	76,0	105,0	76,4	1,6	47,8	2,1
3,00	101,0	125,0	101,4	1,7333	58,5	1,7
3,20	238,0	264,0	238,6	2,5333	94,2	1,1
3,40	172,0	210,0	172,6	5,8667	29,4	3,4
3,60	273,0	361,0	273,6	3,2667	83,8	1,2
3,80	187,0	236,0	187,6	2,2	85,3	1,2
4,00	133,0	166,0	133,6	2,0667	64,6	1,5
4,20	106,0	137,0	106,7	1,6	66,7	1,5
4,40	75,0	99,0	75,7	1,8667	40,6	2,5
4,60	96,0	124,0	96,7	1,6667	58,0	1,7
4,80	87,0	112,0	87,7	1,9333	45,4	2,2
5,00	99,0	128,0	99,7	1,6	62,3	1,6
5,20	97,0	121,0	97,8	1,4667	66,7	1,5
5,40	108,0	130,0	108,8	1,4667	74,2	1,3
5,60	108,0	130,0	108,8	1,9333	56,3	1,8
5,80	119,0	148,0	119,8	1,8667	64,2	1,6
6,00	80,0	108,0	80,8	1,6	50,5	2,0
6,20	136,0	160,0	137,0	1,8	76,1	1,3
6,40	132,0	159,0	133,0	0,3333	399,0	0,3
6,60	137,0	142,0	138,0	2,0	69,0	1,4
6,80	148,0	178,0	149,0	2,0667	72,1	1,4
7,00	149,0	180,0	150,0	2,1333	70,3	1,4
7,20	129,0	161,0	130,1	3,2667	39,8	2,5
7,40	121,0	170,0	122,1	2,3333	52,3	1,9
7,60	145,0	180,0	146,1	1,9333	75,6	1,3
7,80	114,0	143,0	115,1	2,0	57,6	1,7
8,00	109,0	139,0	110,1	1,6667	66,1	1,5
8,20	120,0	145,0	121,2	1,8	67,3	1,5
8,40	107,0	134,0	108,2	2,2	49,2	2,0
8,60	112,0	145,0	113,2	1,4667	77,2	1,3
8,80	91,0	113,0	92,2	1,6	57,6	1,7
9,00	104,0	128,0	105,2	1,4	75,1	1,3
9,20	102,0	123,0	103,4	1,3333	77,6	1,3
9,40	77,0	97,0	78,4	1,2667	61,9	1,6
9,60	77,0	96,0	78,4	2,7333	28,7	3,5
9,80	85,0	126,0	86,4	2,0	43,2	2,3
10,00	93,0	123,0	94,4	1,0	94,4	1,1
10,20	80,0	95,0	81,5	1,0	81,5	1,2
10,40	80,0	95,0	81,5	1,1333	71,9	1,4
10,60	84,0	101,0	85,5	1,2667	67,5	1,5
10,80	109,0	128,0	110,5	1,5333	72,1	1,4
11,00	100,0	123,0	101,5	1,4667	69,2	1,4
11,20	126,0	148,0	127,7	1,8667	68,4	1,5
11,40	142,0	170,0	143,7	1,8667	77,0	1,3
11,60	142,0	170,0	143,7	1,1333	126,8	0,8
11,80	119,0	136,0	120,7	1,7333	69,6	1,4

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

12,00	100,0	126,0	101,7	2,3333	43,6	2,3
12,20	111,0	146,0	112,8	2,8667	39,3	2,5
12,40	123,0	166,0	124,8	3,0667	40,7	2,5
12,60	130,0	176,0	131,8	2,4667	53,4	1,9
12,80	167,0	204,0	168,8	2,9333	57,5	1,7
13,00	130,0	174,0	131,8	2,4667	53,4	1,9
13,20	119,0	156,0	120,9	2,2667	53,3	1,9
13,40	149,0	183,0	150,9	2,8	53,9	1,9
13,60	160,0	202,0	161,9	3,3333	48,6	2,1
13,80	152,0	202,0	153,9	3,3333	46,2	2,2
14,00	152,0	202,0	153,9	3,6	42,8	2,3
14,20	140,0	194,0	142,1	2,8	50,8	2,0
14,40	161,0	203,0	163,1	3,0	54,4	1,8
14,60	171,0	216,0	173,1	3,2	54,1	1,8
14,80	160,0	208,0	162,1	3,2	50,7	2,0
15,00	130,0	178,0	132,1	3,0	44,0	2,3
15,20	120,0	165,0	122,2	3,6667	33,3	3,0
15,40	143,0	198,0	145,2	2,6667	54,4	1,8
15,60	164,0	204,0	166,2	2,8667	58,0	1,7
15,80	162,0	205,0	164,2	3,7333	44,0	2,3
16,00	179,0	235,0	181,2	3,1333	57,8	1,7
16,20	64,0	111,0	66,3	2,2	30,1	3,3
16,40	68,0	101,0	70,3	2,8667	24,5	4,1
16,60	107,0	150,0	109,3	3,4	32,1	3,1
16,80	157,0	208,0	159,3	1,4	113,8	0,9
17,00	126,0	147,0	128,3	2,1333	60,1	1,7
17,20	109,0	141,0	111,5	2,4667	45,2	2,2
17,40	106,0	143,0	108,5	2,4667	44,0	2,3
17,60	106,0	143,0	108,5	2,3333	46,5	2,2
17,80	101,0	136,0	103,5	2,0667	50,1	2,0
18,00	83,0	114,0	85,5	1,4	61,1	1,6
18,20	100,0	121,0	102,6	1,1333	90,5	1,1
18,40	75,0	92,0	77,6	1,8667	41,6	2,4
18,60	183,0	211,0	185,6	3,9333	47,2	2,1
18,80	179,0	238,0	181,6	2,6	69,8	1,4
19,00	133,0	172,0	135,6	2,8	48,4	2,1
19,20	242,0	284,0	244,8	3,8667	63,3	1,6
19,40	194,0	252,0	196,8	3,6	54,7	1,8
19,60	272,0	326,0	274,8	5,3333	51,5	1,9
19,80	290,0	370,0	292,8	5,3333	54,9	1,8
20,00	290,0	370,0	292,8	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> )	Comp. Geotecnico	Descrizione
1,60	0,0	0,1667	0,0		ma non eseguibile
4,40	108,4	2,1619	2,2	Incoerente	erreni incoerenti a na grossa (Ghiaie-abbie grossolane)
10,80	108,5	1,7125	2,3	Incoerente	erreni incoerenti a na grossa (Ghiaie-abbie grossolane)
16,20	139,6	2,7037	2,3	Incoerente	erreni incoerenti a na grossa (Ghiaie-abbie grossolane)
18,60	112,5	2,2889	2,3	Incoerente	erreni incoerenti a na grossa (Ghiaie-abbie grossolane)
20,00	231,3	3,3619	2,4	Incoerente	incoerenti a rossa (Ghiaie-



# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

## Modulo di reazione Ko

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Ko
Strato 2	4,40	108,4	2,1619	hawy & Mayne (1990)	0,00
Strato 3	10,80	108,5	1,7125	hawy & Mayne (1990)	0,74
Strato 4	16,20	139,6	2,7037	hawy & Mayne (1990)	0,56
Strato 5	18,60	112,5	2,2889	hawy & Mayne (1990)	0,41
Strato 6	20,00	231,3	3,3619	hawy & Mayne (1990)	0,60

## Fattori di compressibilità C Crm

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	C	Crm
Strato 2	4,40	108,4	2,1619	0,09405	0,01223
Strato 3	10,80	108,5	1,7125	0,09405	0,01223
Strato 4	16,20	139,6	2,7037	0,09464	0,0123
Strato 5	18,60	112,5	2,2889	0,09393	0,01221
Strato 6	20,00	231,3	3,3619	0,21529	0,02799

## Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato 2	4,40	108,4	2,1619	Meyerhof	1,80
Strato 3	10,80	108,5	1,7125	Meyerhof	1,90
Strato 4	16,20	139,6	2,7037	Meyerhof	1,80
Strato 5	18,60	112,5	2,2889	Meyerhof	1,80
Strato 6	20,00	231,3	3,3619	Meyerhof	1,90

## Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato 2	4,40	108,4	2,1619	Meyerhof	--
Strato 3	10,80	108,5	1,7125	Meyerhof	--
Strato 4	16,20	139,6	2,7037	Meyerhof	--
Strato 5	18,60	112,5	2,2889	Meyerhof	--
Strato 6	20,00	231,3	3,3619	Meyerhof	--

## Liquefazione - Accelerazione sismica massima (g)=0,06

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Fattore di sicurezza a liquefazione
Strato 2	4,40	108,4	2,1619	Robertson & Wride 1997	55,292
Strato 3	10,80	108,5	1,7125	Robertson & Wride 1997	40,236
Strato 4	16,20	139,6	2,7037	Robertson & Wride 1997	95,375
Strato 5	18,60	112,5	2,2889	Robertson & Wride 1997	52,141
Strato 6	20,00	231,3	3,3619	Robertson & Wride 1997	277,537

## Permeabilità

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Permeabilità (cm/s)
Strato 1	1,60	0,0	0,1667	Piacentini-Righi 1988	0
Strato 2	4,40	108,4	2,1619	Piacentini-Righi 1988	3,273299E-04
Strato 3	10,80	108,5	1,7125	Piacentini-Righi 1988	2,041662E-03
Strato 4	16,20	139,6	2,7037	Piacentini-Righi 1988	3,789194E-04
Strato 5	18,60	112,5	2,2889	Piacentini-Righi 1988	2,671214E-04
Strato 6	20,00	231,3	3,3619	Piacentini-Righi 1988	2,915782E-03

## **PROVE DI PERMEABILITA' LE FRANC**

**N.4 prove di permeabilità variabile di tipo Le Franc** eseguite nei fori di sondaggio S8 e S13 (all.B1) durante la loro esecuzione con queste modalità :

Nel sondaggio S 8 è stata eseguita la prova P1 alla profondità di 1.00 m -1.60 m dal piano campagna (quota 13 .00 m s.l.m. ); la prova P2 alla profondità di 8.00m-8.80 m dal p.c ; la prova P3 alla profondità di 18.50 m-19.50 m dal p.c. ;

Nel sondaggio S13 è stata eseguita la prova n P1 alla profondità di 3.00 m-3.50 m dal p.c. ; la prova P2 alla profondità di 7.00 m-7.50 m dal p.c.

Tutte le prove sono state condotte a carico variabile , misurando la variazione nel tempo del livello dell'acqua nel foro dopo aver creato un temporaneo innalzamento riempiendo il foro d'acqua. Dalle suddette prove è stato possibile ricavare i coefficienti di permeabilità dei litotipi che costituiscono il sottosuolo dell'area di interesse per poi elaborare una carta idrogeologica . (all B1;all.ti A4-A7-tav.un.)

## **INDAGINI SISMICHE IN FORO TIPO DOWN-HOLE**

**N.4 Indagini sismiche in foro, tipo *down-hole***, eseguite nei fori di sondaggio : S2-S5-S6-S9 (ubicazione all.tiA5--A8 ,tav.un) dalla società s.a.s. Geofisica Geotecnica Idrogeologia del dott.Geol.Antonio D'Errico in data 31/08/12 per conto della società Trivel sondaggi . La profondità investigata nelle quattro prove è stata di 35 metri dal piano campagna ( assunto a quota circa 13.00 m s.l.m. ) . Le indagini sono state

## STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

eseguite utilizzando un sismografo a 12 canali della PASI di Torino, modello 16S12, con processore Pentium 200, display VGA a colori in LCD-TFT 10.4", trattamento del segnale a 16 bit, risoluzione di acquisizione a 16 bit, con funzione di incremento multiplo del segnale ed opzione per l'inversione di polarità, attivazione di filtri "passa alto", "passa basso" e "notch" e registrazione automatica dei dati. I risultati di campagna, e la loro interpretazione in chiave sismica, sono riportati nell'allegato B1. Nel suddetto allegato si riportano: un tabulato con i tempi registrati in campagna, i valori di velocità  $V_p$  e  $V_s$  alle varie profondità e, infine, i moduli elastici. Inoltre, si riportano i grafici tempi/profondità e velocità/profondità. E soprattutto il valore della velocità delle onde s cioè le  $V_s/30$  nei primi 35 m di sottosuolo e la categoria di suolo come da normativa .

### **PROVE E DETERMINAZIONI DI LABORATORIO GEOTECNICO**

Dai sondaggi meccanici effettuati sono stati prelevati n.17 campioni indisturbati ( S1-C1 ;S1-C2;S2-C1;S2-C2; S3-C1;S3-C2;S4-C1;S5-C1;S5-C2;S6-C1;S6-C2; S7-C1;S7-C2;S8-C1;S8-C2;S9-C1;S11-C1;) depositati in apposite fustelle sigillate . Di questi 17 campioni , in base ad una prima indagine preliminare della geolitologia del sottosuolo dell'area di interesse , ne sono stati opportunatamente scelti n.10 campioni ( S1-C1; S2-C1;S3-C1 ;S3-C2;S5-C2 ; S6-C1; S8-C1;S8-C2 ; S9-C1.;S11-C1) che sono stati successivamente forniti al laboratorio geotecnico Ilag s.r.l. per le prove e determinazioni come da pianificazione di indagini . Inoltre sono altresì stati prelevati direttamente dalle cassette n. 4 campioni disturbati (S1-CR1; S5-CR1; S5CR2; S8CR1) forniti allo stesso laboratorio solo per il riconoscimento e l'analisi granulometrica .

Queste le determinazioni e prove di laboratorio eseguite dal 28/08/12 al 08/09/12 dal Laboratorio Ilag sui suddetti campioni :

- **n.9 determinazioni delle caratteristiche fisiche generali** : contenuto d'acqua ,umidità , peso specifico dei grani, peso volume naturale , peso volume secco ,porosità ,indice di porosità, grado di saturazione e determinazione del contenuto delle sostanze organiche nei campioni prelevati indisturbati S1-C1; S2-C1;S3-C1 ;S3-C2;S5-C2 ; S6-C1; S8-C1;S9-C1.;S11-C1. Sul campione S8-C2 c'è stato il solo riconoscimento litologico.
- **n.13 analisi granulometriche** di cui n.9 analisi sono state effettuate sugli stessi campioni di cui sopra e le restanti n. 4 analisi granulometriche sui campioni disturbati :S1-CR1 ; S5-CR1; S5-CR2; S8-CR1 .Sul campione S8-C2 c'è stata il solo riconoscimento litologico .
- **n.5 prove di compressione edometrica** su campioni di terreno prelevati indisturbati dai sondaggi meccanici : S2-C2;S3-C1;S3-C2;S6-C1;S11-C1 .
- **n.6 prove di taglio diretto** su campioni di terreno prelevati indisturbati dai sondaggi meccanici : S1-C1;S3-C2;S5-C2;S6-C1;S8-C1;S11-C1.

## MODELLAZIONE GEOLITOLOGICA

I risultati delle indagini geognostiche e delle prove di laboratorio ( rispettivamente All.ti B1 e B2) eseguite hanno evidenziato che in generale nell'area di interesse sono presenti i seguenti litotipi e formazioni geologiche che sono state esemplificate nelle carte tematiche allegate alla presente (all.A-tav.un.) a partire dal più giovane si ha :

## STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

1) prodotti piroclastici sciolti di provenienza dalle vicine e preesistenti alture .Terreni rimaneggiati per frana e per trasporto fluviale ( (indicati rispettivamente con la lettera PRa e PRb nella carta geolitologica sia allo stato di fatto che di progetto ;all.ti A3-A6-tav.un.) di provenienza dalle vicine e preesistenti alture ;

2) prodotti piroclastici sciolti in sede (indicati con la lettera P nella carta geolitologica ,all.ti A3-A6) che costituiscono le attuali alture presenti nella zona B (all.A1-tav.un.) e costituivano le preesistenti alture oggi sbancate . Si tratta di terreni in sede di provenienza dalle eruzioni recenti (Formazione -Serie Urbana Recente ) dei Campi Flegrei

3) Breccia vulcanica (indicati con la lettera BrV nella carta geolitologica) di provenienza incerta che costituisce l'ossatura delle alture della zona B ed il sottosuolo della zona A;

4) prodotti piroclastici indifferenziati (indicati con la lettera PI nella carte geolitologica ed altre ;all.A tav.unica ,) costituiti da piroclastiti in sede e parte rimaneggiate provenienti da antiche eruzioni dei Campi flegrei e del Roccamonfina misti a terreni di ambiente alluvionale e marino costituenti rispettivamente l'antica piana del paleo-Sebeto e la facies di transizione di paleo estuario dello stesso fiume Sebeto quando sfociava nell'antico golfo del Sebeto .

Come si nota nell'elenco di questi litotipi manca la formazione del tufo grigio napoletano (ignimbrite campana) che in queste zone (Arpino ) era pur stata rilevata e cartografata così come si evince da alcune pubblicazioni scientifiche tra le quali :” Tectonis controls on the genesis of ignimbrites from Campanian Volcanic Zone, southern Italy “ (di G.Rolandi , F.Bellucci, M.T. Heizler,H.E.Belkin, B.De Vivo) . La formazione della breccia vulcanica (BrV) , date le sue caratteristiche litologiche e soprattutto giacitureali nell'area di interesse si ritrova al di sopra delle piroclastiti indifferenziate (PI) di cui sopra e quindi di età più giovane rispetto a ques'ultime , da ciò si evince che non puo essere interpretata come un litotipo appartenente alla formazione dell'ignimbrite campana la cui età è di circa 37.000 anni (II° periodo flegreo ) .

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

Data la complessa articolazione degli ambiti geologici e per definire in modo più specifico la successiva modellazione geologico , idrogeologica , geotecnica e geosismica dell'area di interesse è opportuno ricorrere ancora alla suddivisione (già descritta precedentemente) della stessa area nelle due zone come da progetto : zona A (zona di insediamento delle strutture edilizie) e zona B (zona collinare destinata a verde ) .Per comodità inizieremo dalla zona B essendo la zona di meno interesse in quanto il progetto di Piano in questa zona non prevede volumi edilizi.

## **Caratteristiche geologiche e idrogeologiche generali della Zona B dell'area di interesse**

Questa zona ,già ampiamente descritta per quanto riguarda le sue caratteristiche geomorfologiche che sono state evidenziate e sintetizzate nella carta geomorfologica e della stabilità (all.A2-tav.unica ) , è , così come da progetto di Piano (all.ti A6-A7-A8-A9) non interessata da strutture edilizie (volumi edilizi) ma per lo più destinata a verde tranne che nella parte sommitale della collina a confine con via Vialone dove si prevedono dei parcheggi a raso che comunque non costituiscono volumi . Per questo motivo in questa zona non sono state previste indagini geognostiche tranne che per il sondaggio S12 eseguito ad una quota di 18.20 m s.l.m. le cui risultanze stratigrafie , in uno con un attento rilevamento geologico-geomorfologico, sono state utilizzate per ricostruire le sue caratteristiche geomorfologiche , geologiche ed idrogeologiche generali , successivamente sintetizzate nelle seguenti carte geotematiche relative sia allo stato di fatto che di progetto :geolitologica, idrogeologica e della zonazione sismica (all.ti A3-A4-A5 per lo stato di fatto -A6-A7-A8 per lo stato di progetto ; all.A-tav.un ) .

Ebbene questa zona che si presenta per lo più a carattere collinare con quote variabili tra 20 m e tra 35 m è stata soggetta ad alterazione di natura antropica per escavazione di materiali da cava ; essa dal punto di vista geolitologico è costituita (come da carta geolitologica, all.tiA3-A6 ) da piroclastiti recenti in sede proveniente dai vulcani dei Campi Flegrei ( indicati con lettera P nella suddetta carta geolitologica ) che è la formazione più recente . Gli spessori e la giacitura , ottenuti con un attento

136

## STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

rilevamento geologico (foto,all.A12-tav.un) , di questa formazione , sono ipotizzabili in media circa m 6m-8 m , calcolando che la sommità di questa formazione l'abbiamo mediamente a circa 30m-35m s.l.m. e il contatto con la formazione delle breccie ( lettera BrV sulla carta geolitologica ,all.ti A3-A6) sottostanti (dal punto di vista stratigrafico ) si ha mediamente a circa m 20m-21m così come si evince anche dalle sezioni geolitologiche allo stato di fatto allegate ( all.ti A3.1-A3.2-tav.un ).

Le stesse piroclastiti sono costituite da alternanza di cineriti fini e medio-grosse con livelli di pomice .Probabilmente si tratta dei prodotti vulcanici più recenti dei Campi Flegrei .In particolare la loro genesi dovrebbe appartenere all'eruzione degli Astroni (anni 3750) e Monte Spina (4300 anni ) .Il rilevamento geomorfologico (foto all.A12-tav.un) , in uno con la stratigrafia scaturita dal sondaggio S12 (all.B1), ha permesso di definire al disotto delle piroclastiti (P) una formazione vulcanica , inedita per la zona , costituita da breccie vulcaniche ( simbolo sulle carte geotematiche BrV ,all.A-tav.un.). Si tratta di lapilli scoriacei e pomicei e proietti vetrosi con dimensioni fino a 50 cm ,talvolta sporadici talvolta abbondanti immersi in una matrice sabbioso-limosa e talvolta sabbioso-ghiaiosa . Gli spessori di questa formazione sono mediamente in questa zona nell'ordine dei 25-26 m m calcolando che il top della stessa l'abbiamo mediamente trovato a circa 21m -22m m s.l.m. e il contatto con la formazione delle piroclastiti indifferenziate (PI) si ha a circa a – 4 m s.l.m. . La provenienza delle breccie vulcaniche (BrV) è ad oggi difficile ipotizzare. Studi petrografici più specifici potranno in seguito identificare con precisione se questi prodotti vulcanici provenivano dai centri eruttivi dei Campi Flegrei , o dall'apparato vulcanico del Somma-Vesuvio o da qualche centro eruttivo locale . Al di sotto poi delle breccie vulcaniche alla profondità di circa – 4 m sl-m. si hanno le piroclastiti indifferenziate (denominati nella carte PI) . Sono prodotti dallo spessore indefinito , (essendo la profondità di investigazione delle indagini geognostiche arrivata a 35 m rispetto al piano campagna (quota 13.00 m s.l.m. ) .I dati di letteratura riportano per questa formazione spessori di diverse centinaia di metri . Si tratta di prodotti piroclastici (cineriti fini e medio-grosse ) in sede provenienti dalle antiche eruzioni dei Campi flegrei e del Roccamarina frammentati a sedimenti rimaneggiati per alluvione (sabbie e ghiaie

## STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

fluviali ) e a sedimenti marini (sabbie marine ) oltre che a depositi lacustro-palustri e di estuario (limi e tufite ) .Poiché gli stessi terreni (Pi) si ritrovano , come anche le breccie vulcaniche (BrV), anche nella zona A dell'area di interesse si rimanda la loro caratterizzazione litologica più specifica al paragrafo successivo.

Per quanto riguarda l'aspetto idrologico della zona B si può dire che non ci sono in quest'area corsi d'acqua di alcun tipo. Per l'aspetto idrogeologico poi, che è chiaramente connesso con la dinamica e la posizione della falda principale, al momento , visto che le indagini investigative tramite piezometri sono state effettuate nella zona A ,essendo quest'ultima che ospiterà , come già detto, tutte le strutture di progetto che caratterizzano il Piano e per questo in questa zona sono stati attrezzati a piezometri per la misura del livello della falda i sondaggi S1-S3-S4-S8 , si rimanda al paragrafo successivo per l'aspetto connesso con la dinamica e la posizione della falda principale . E' comunque doveroso sottolineare che in questa zona B, essendo più alta come quota (20m-35 m ) rispetto alla zona A situata mediamente intorno ai 13.00 m s.l.m. , la falda non è superficiale e rimane allocata , così come si evince anche dalla carta idrogeologica elaborata sia allo stato di fatto che di progetto (all.ti A4-A7-tav.un) e soprattutto dalle sezioni idrogeologiche (all.ti A4.1-A4.2. tav.un.), nelle breccie vulcaniche ad una quota sul livello del mare di circa 11 m-11.20m . Per quanto riguarda poi la dinamica della stessa falda e soprattutto per ciò che riguarda i complessi idrogeologici che si identificano in quei litotipi aventi lo stesso coefficiente di permeabilità K in questa zona sono stati presi in considerazione solo il complesso idrogeologico delle breccie vulcaniche (denominato nella carte idrogeologiche : compBrV, all.A4-A7-tav.un.) e quello delle piroclastiti indifferenziate (denominato nelle stesse carte idrogeologiche : comp PI ) i cui coefficienti di permeabilità saranno illustrati nel successivo paragrafo relativo alle caratteristiche geolitologiche e idrogeologiche della zona A poiché gli stessi complessi sono presenti con le stesse caratteristiche anche in questa zona .

### **Aspetti geologici e idrogeologici della Zona A dell'area di interesse**

### **Aspetti geologici**

La zona A dell'area di interesse è , come già detto, destinata agli insediamenti edilizi (ex novo e preesistenti) pertanto sarà opportuno per questa zona elaborare un modello geologico , e successivamente geotecnico e geosismico , del volume significativo subito al di sotto dei piani fondali (ipotizzati) delle strutture previste dal progetto di Piano. Si ricorda che la zona A è collocata tra i 13.00 m e i 13.50 m s.l.m. (all.A-tav.un.) e che su questa zona sono stati eseguite quasi tutte (tranne il sondaggio S12) le indagini geognostiche in sito (all B1 ) e le relative determinazioni e prove di laboratorio geotecnico (all.B2) effettuate sui campioni indisturbati prelevati dalle indagini suddette .

Pertanto volendo ricostruire un volume geologico significativo di sottosuolo che racchiude la zona A dell'area di interesse (all.A1-tav.un.) per conoscerne gli spessori medi e i valori medi delle caratteristiche geologico-geotecniche dei litotipi che lo costituiscono si è , innanzitutto, fatto riferimento alle quote altimetriche fornite dal rilievo plano-altimetrico (All.A;tav.un).La zona A si trova collocata tra le quote 13.00m e 13.50 m s.l.m. . Col rilievo plano-altimetrico dell'area di interesse si è provveduto anche a posizionare in quota assoluta sul livello del mare tutti i sondaggi meccanici , in uno con le prove penetrometriche dinamiche (Spt) in foro , e tutte le prove penetrometriche statiche (Cpt) . Si ricorda che la zona A , come del resto quasi tutta l'area di interesse , è stata oggetto di sbancamenti per motivi logistici e per motivi estrattivi , pertanto alcuni dei contatti tra terreni affioranti (all.tiA-tav.un.) non sono realmente di tipo geologico ma di fatto alterati antropicamente.

Ebbene il modello geologico generale per il sottosuolo di questa zona A dell'area di interesse , che potrà essere utilizzato, in linea generale , anche per il sottosuolo delle aree di sedime delle strutture in progetto , nei primi 35 metri (le verticali investigative dei sondaggi S2-S5-S6-S9 ,successivamente condizionati per le prove sismiche, hanno raggiunto questa profondità ) di profondità dal piano campagna (assumiamo un quota di 13.00 m s.l.m come riferimento ) comprende in generale i seguenti

#### **Litotipi affioranti :**

**1) una copertura di terreni piroclastici rimaneggiati provenienti dalle vicine alture preesistenti successivamente sbancate . Si tratta in particolare di piroclastiti rimaneggiate costituite da :**

1.1) ghiaia sabbiosa con inclusi pomicei subcentimetrici e lapilli millimetrici arrotondati (denominati con la lettera PRa nella carte geolitologiche ,all.ti A3-A6),frutto del rimaneggiamento per frana dei litotipi della formazione della Serie Urbana Recente e in particolare relativi alle recenti eruzioni dei Campi Flegrei( Astroni e/o MonteSpina) che costituivano e , costituiscono come già detto , l'ossatura delle colline circostanti l'area di interesse;

1.2) sabbie limose con inclusi pomicei millimetrici a spigoli arrotondati e scorie nerastre (denominati con la lettera PRb nella carte geolitologiche ,all.ti A3-A6) si tratta di detrito alluvionale di origine fluvio-lacustre che si ipotizza poter essere stato trasportato lentamente da un paleo-corso d'acqua che incideva tra le colline preesistenti per sfociare in area sub pianeggiante dove formava poi delle paludi (si è detto nei capitoli precedenti come questa zona e l'intera area di interesse fosse solcata da numerosi corsi d acqua e zone paludose dove si utilizzavano vasche di sedimentazione poi successivamente colmate )

**2) Breccie vulcaniche di origine incerta .**

Questo litotipo, la cui presenza in questa zona è inedita , risulta essere costituito , come già detto precedentemente, da lapilli scoriacei e pomicei e proietti vetrosi con dimensioni fino a 50 cm che si ritrovano a tratti sporadici e a tratti abbondanti immersi in una alternanza di livelli a matrice sabbioso-limosa e livelli a matrice sabbioso-ghiaiosa .Sono terreni che affiorano per gran parte della zona A dell'area di interesse (carte geologiche, all.ti A3-A6 ) ciò è dovuto agli sbancamenti effettuati nel tempo . Infatti lo stesso litotipo lo ritroviamo al di sotto delle piroclastiti della Serie Urbana Recente (denominate con lettera P nelle carte geolitologiche) che costituiscono le colline circostanti e che si trovano nella zona B precedentemente descritta. La provenienza di questa breccia vulcanica (BrV) è incerta .Potrebbero provenire dal Somma Vesuvio , o dai Campi Flegrei se non addirittura si potrebbe trattare di prodotti di un eruzione locale .Comunque per genesi , giacitura (si trova al

di sopra dei prodotti piroclastici indifferenziati (PI) più recenti della ignimbrite campana ) e caratteristiche litostratigrafiche non si dovrebbe trattare di ignimbrite campana. Naturalmente studi più specifici e approfonditi saranno in grado di definire meglio il suddetto litotipo .

**Litotipi che invece non si ritrovano affioranti nell'area di interesse (carte geolitologiche all.tiA3-A6-tav.un ) in quanto allocati al di sotto (più antichi ) delle breccie vulcaniche suddette . Costituiti da :**

3) **piroclastiti indifferenziate ( denominate PI nelle sezioni geolitologiche allegati A3.1-A3.2 )** . Si tratta di alternanza di livelli di prodotti piroclastici (cineriti medio-fini e cineriti medio-grosse ) in sede, e talvolta rimaneggiati, provenienti dalle antiche eruzioni ( Formazione Serie Urbana Recente –prodotti più antichi –inizio IV Periodo flegreo) dei Campi flegrei e del Roccamarina frammentati a livelli di sedimenti rimaneggiati per alluvione (sabbie e ghiaie fluviali ) e di sedimenti marini (sabbie marine ) oltre che a depositi di transizione di tipo lacustro-palustri talvolta di estuario (limi e tufite ). Il loro spessore , come già detto, non è stato definito in questo studio geologico , trattandosi di diverse centinaia di metri (si ricorda che questi terreni ricoprono gran parte del graben campano ) . Possiamo affermare che , poiché in tutta l'area di interesse la profondità di investigazione dei sondaggi è arrivata fino a 35 m , i suddetti terreni piroclastici li ritroviamo almeno fino a 35 m di profondità dal piano campagna (13.00 m s.l.m.) e stratigraficamente al di sotto delle breccie vulcaniche cioè generalmente fino a -22 m sotto l'attuale livello del mare. In particolare , dalle stratigrafie dei sondaggi effettuati questi prodotti piroclastici indifferenziati (PI-sez.) sono costituiti da :

3.1) alternanza tra cineriti medio-grosse in sede e talvolta rimaneggiate (denominate col simbolo PIa) e cineriti medio-fini in sede e talvolta rimaneggiate (denominate in col simbolo PIb) entrambe con pomici e lapilli millimetrici di ambiente continentale (riferimento modello geologico-geotecnico all.A 9.5)

3.2) Sabbie medio-grosse ( denominate col simbolo Plc1) e sabbie medio-fini (denominate col simbolo Plc2) di tipo alluvionale (trasporto fluviale lento) e di tipo marino . (riferimento modello geologico-geotecnico all.A 9.5)

3.3) Livelli centimetrici di limi molto alterati quasi con caratteristiche di paleosuoli e di tufite costituita da detrito rimaneggiato di tufo giallo semicoerente misto ad altri detriti anche calcarei. Si tratta di prodotti alluvionali in facies paustre i primi e prodotti alluvionali in facies di estuario i secondi.

Le sabbie marine ritrovate nelle stratigrafie di quasi tutti i sondaggi e la tufite ( facies di estuario ) ci farebbero pensare che l'area di interesse migliaia di anni fa si trovava quasi sulla linea di costa la quale poi avanzando ha lasciato arretrata la stessa area .

Poichè la tufite di cui prima nella zona A (quota 13.00 m s.l.m. ) maggiormente la si è riscontrata tra gli 11 m e i 13 m al di sotto del livello del mare attuale (come da stratigrafie dei sondaggi effettuati ,all.B1) ciò ci lascia ipotizzare che in quei tempi e in questa zona , lo stesso livello del mare fosse proprio 11m-13 m più basso di quello attuale. Ma sono solo ipotesi di massima naturalmente che andrebbero verificate con studi specifici di settore.

### **Aspetti idrogeologici**

Nella zona A sono stati opportunamente condizionati a piezometri quattro fori dei sondaggi meccanici S1 (quota 13.04 m s.l.m. )-S3(quota 13.30 m s.l.m.) -S8 (quota 13.20 m s.l.m. ) -S4 ( quota 13.07 m s.l.m. ) per la misura del livello piezometrico della falda . Ebbene sono state effettuate ,tramite freatimetro, due misure in periodi diversi :

#### **la prima misura in agosto ha riportato i seguenti valori :**

- nel foro di sondaggio S1 si ha un livello piezometrico a circa 2.20 m dal p.c collocato a 13.04 m s.l.m. e quindi un livello assoluto a circa 10.84 s.l.m. ;

## STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

- nel foro di sondaggio S3 si ha un livello piezometrico a circa 2.20m di profondità dal p.c. collocato a 13.31 s.l.m. e quindi un livello a circa 11.11m s.l.m. ;
- nel foro di sondaggio S4 si ha un livello piezometrico a circa 2.10 m di profondità dal p.c. collocato a 13.07 m s.l.m.e quindi un livello a circa 10.97 ms.l.m. ;
- nel foro di sondaggio S8 si ha un livello piezometrico a circa 1.98 m di profondità dal p.c. collocato a 13.20 s.l.m.e quindi un livello a circa 11.22 dal p.c. .

### **La seconda misura in novembre , (dopo un periodo piovoso ) ha riportato i seguenti valori :**

- nel foro di sondaggio S1 si ha un livello piezometrico a circa 1.90 m dal p.c collocato a 13.04 m s.l.m. e quindi un livello a circa 11.14 s.l.m. (livello piezometrico aumentato rispetto a agosto di circa 30 cm ) ;
- nel foro di sondaggio S3 si ha un livello piezometrico a circa 2.10 m di profondità dal p.c. collocato a 13.31 s.l.m. e quindi un livello a circa 11.21 s.l.m. ; (livello piezometrico aumentato rispetto a agosto di 10 cm ) ;
- nel foro di sondaggio S4 si ha un livello piezometrico a circa 1.90 m di profondità dal p.c. collocato a 13.07 m s.l.m.e quindi un livello a circa 11.17 m s.l.m. (livello piezometrico aumentato rispetto a agosto di 20 cm ) ;
- nel foro di sondaggio S8 si ha un livello piezometrico a circa 1.90 m di profondità dal p.c. collocato a 13.20 s.l.m.e quindi circa 11.30 s.l.m. (livello piezometrico aumentato rispetto ad agosto di 8 cm ) .

Dalle misure del livello piezometrico , in uno con la consultazione delle carte idrogeologiche della città di napoli e dei dati storici sulla variazione dello stesso livello di falda, si è evinto che :

1. il livello piezometrico medio della falda nella zona A va a diminuire spostandoci da nord a sud dell'area di interesse .In particolare il livello

## STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

piezometrico è di 11.22 m s.l.m. (periodo estivo ) e 11.30 m s.l.m. (periodo invernale) nella parte settentrionale (ubicazione piezometro S8,all), tra gli 11.11 m s.l.m. (periodo estivo ) e gli 11.21 m s.l.m. (periodo invernale ) nella parte centrale (ubicazione sondaggio S3) e tra gli 10.84 m s.l.m (periodo estivo) gli 11.14 m s.l.m. (periodo invernale ) nella parte meridionale .

2. Questa differenza di livello comporta un gradiente idraulico che permette il deflusso della falda in direzione quasi ovest-est e con verso a sud così come rappresentato dalla direttrice di deflusso della falda stessa in riferimento all'isopiezometrica degli 11 m s.l.m. considerando il livello piezometrico estivo (nel periodo invernale infatti la isofreatica degli 11m sarebbe risultata fuori la zona di interesse ( carte idrogeologiche sia allo stato di fatto che di progetto; all.ti A4-A7 –tav.un.)

In sintesi si può affermare che Il livello piezometrico della falda di fatto si colloca, nel periodo estivo mediamente a circa 2.20 m -2.10 m dall'attuale piano campagna (quota 13.00 m di riferimento) mentre nel periodo invernale (periodo piovoso) a circa 1.90 m s.l.m. .

Si può delineare quindi la presenza di una falda alquanto superficiale : per quanto riguarda la permeabilità dei terreni che costituiscono il sottosuolo della zona di interesse e in particolare quello della zona A sono state opportunamente effettuate , al fine di conoscerne il coefficiente di permeabilità K e di elaborare le carte idrogeologiche e le relative sezioni (all.A4.1-A4.2) illustrative dei complessi idrogeologici (sistema geolitologico costituito da litotipi con lo stesso coefficiente di permeabilità K ) , alcune prove di permeabilità Le Franc a carico variabile (all.B1) nei fori dei seguenti sondaggi

1. Sondaggio S 8: con P1 alla profondità di 1.00 m -1.60 m; P2 alla profondità di 8.00m-8.80 m ; con P3 alla profondità di 18.50 m-19.50 m ;
2. Sondaggio S13: con P1 alla profondità di 3.00 m-3.50 m ; con P2 alla profondità di 7.00 m-7.50 m

I risultati delle suddette prove Le Franc , eseguite dalla Trivel Sondaggi s.r.l. in data 06/09/12 e 13/09/12 , è possibile ritrovarli nell allegato B1.In sintesi di seguito si riportano, per il sottosuolo della zona A, i complessi idrogeologici con i coefficienti di permeabilità ipotizzati

- **Complesso idrogeologico Comp (PRa+PRb)** costituito da piroclastiti rimaneggiate : ghiaia sabbiosa con pomici e lapilli (PRa) e sabbie limose con pomici e scorie (PRb) così come indicati nelle carte geolitologiche allegate con un coefficiente di permeabilità per porosità medio-alto :  $2.95 \times 10^{-3} < K < 1.26 \times 10^{-3}$ ;
- **Complesso idrogeologico Comp (BrV)** costituito dalle breccie vulcaniche in matrice sabbioso-limosa o ghiaioso-limosa con un coefficiente di permeabilità per porosità medio :  $6.91 \times 10^{-4} < K < 2.15 \times 10^{-3}$
- **Complesso idrogeologico Comp (PI)** costituito da prodotti piroclastici indifferenziati : alternanza tra cineriti medio-grosse ( PIa) e cineriti medio-fini in sede e talvolta rimaneggiate ( PIb) entrambe con pomici e lapilli millimetrici di ambiente continentale, sabbie marine e fluviali , tufiti e limi con un coefficiente di permeabilità per porosità medio con  $8.94 \times 10^{-4} < K < 2.80 \times 10^{-3}$  .

I complessi idrogeologici con i loro coefficienti di permeabilità K , l'ubicazione dei quattro piezometri con la misura del livello piezometrico (misurato in agosto) della falda considerando le quote sul livello del mare medio , la direzione e il verso della isopiezometrica degli 11 m ., sono stati sintetizzati nella carte idrogeologiche (all.A4-A7) e le sezioni idrogeologiche (all.A4.1-A4.2) sia allo stato di fatto sia allo stato di progetto di Piano.

Per ora sono state descritte le caratteristiche geologiche e idrogeologiche in generale dei litotipi presenti nel sottosuolo della zona A , che sono tra l'altro state sintetizzate nella carta geolitologica e carta idrogeologica sia allo stato di fatto con le relative sezioni che allo stato di progetto . Adesso, visto che la zona A rispetto alla

## STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

zona B , è una zona dove sono previsti nuovi edifici anche di una certa rilevanza e quindi è prevista un'interazione geomeccanica e geosismica tra i terreni presenti nel suo sottosuolo e le fondazioni degli stessi edifici , entriamo nei particolari definendo gli spessori dei suddetti litotipi elaborandone prima cinque modelli geologici di dettaglio e ,definendo poi le loro caratteristiche geomeccaniche e geosismiche , successivamente con l'elaborazione di cinque modelli geologico-geotecnici e geosismici di dettaglio che saranno descritti successivamente e illustrati , in uno con quelli geologici, negli allegati A9.1-A9.2-A9.3-A9.4-A9.5 della tavola unica. .

Elaborarne cinque dei suddetti modelli , invece magari di uno solo , si è rilevato necessario in quanto il sottosuolo di questa zona A , come si evince dalle stratigrafie dei sondaggi meccanici eseguiti (all.B1) , è costituito da litotipi molto eterogenei sia in senso orizzontale che verticale. Pertanto al fine di delineare un volume significativo di sottosuolo della suddetta zona con altezza di 35 m ( costituito da : a)piroclastiti rimaneggiate del tipo sabbie ghiaiose (PRa); b) piroclastiti rimaneggiate del tipo sabbie limose (PRb); (c) brecce vulcaniche (BrV) ; d) piroclastiti indifferenziate in sede talvolta rimaneggiate (PI) ) , la zona A dell'area di interesse è stata opportunamente suddivisa in quattro sub-zone :alfa, beta , gamma, delta , ognuna con le stesse caratteristiche litostratigrafiche e con gli stessi spessori medi dei litotipi così come rappresentato nella carta della zonazione geologico-geotecnica di cui all'allegato A9 della tavola unica .Le quattro diverse sub-zone (con diversa profondità ) sono rappresentative (modelli A9.1-A9.2-A9.3-A9.4-tav.un.) di aree il cui sottosuolo è illustrato fino alla profondità mediamente di 16 m-18 m dal piano campagna (collocato a quota 13.00 m s.l.m. ), profondità alla quale cominciano a ritrovarsi le piroclastiti indifferenziate (PI) . Per quest'ultimi litotipi,data la loro eterogeneità sia in senso verticale che in senso orizzontale, non è stato possibile neanche racchiuderli in zone dalle stesse caratteristiche geomeccaniche così come invece è stato fatto per i restanti litotipi della zona A (PRa,PRb,BrV) .Comunque per avere almeno un riferimento geologico-geotecnico puntuale in modo da poter illustrare almeno in linee generali , quale è la stratigrafia di dettaglio di questa formazione delle piroclastiti indifferenziate (PI) , si è elaborato un modello , denominato delta, geologico-geotecnico (all.A9-

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

tav.un.) molto esemplificativo del sottosuolo dell'intera zona A a partire dalla profondità di 16 m dal pc. (quota 13 .00 m s.l.m. ) dove , al di sotto delle piroclastiti rimaneggiate (PRa e PRb) e delle breccie vulcaniche (BrV) , iniziano i suddetti terreni .

Le quattro zone di riferimento ai quattro modelli geologico-geotecnici, come già accennato , sono state illustrate sulla carta della zonazione geologico-geotecnica allo stato di progetto (semplificato per motivi logistici ) dove non compare il riferimento al modello delta in quanto, com già detto, le piroclastiti indifferenziate presenti in esso non affiorano . (all.A9) .

Ebbene in questo paragrafo saranno illustrate per primo le sole caratteristiche geologiche dei cinque modelli geologico-geotecnici suddetti che di fatto sono caratteristiche rappresentative delle condizioni stratigrafiche del sottosuolo della zona A dell'area di interesse .Nel capitolo successivo poi sulla base dei cinque modelli geologici elaborati saranno elaborati i successivi modelli geotecnici .

## **MODELLO GEOLOGICO ESEMPLIFICATIVO DEGLI SPESSORI MEDI DEGLI STRATI COSTITUENTI IL SOTTOSUOLO DELLA SUB-ZONA ALFA APPARTENENTE ALL' AREA DI INTERESSE FINO ALLA PROFONDITA' DI 18 M DAL P.C. (13.00 M S.L.M. )- ( ALL.A 9.1)**

**STRATO R (DA 0 m a 0.70 stabilizzato –terreni di riporto )** – Non ha valenza dal punto di vista geologico-geotecnico

**STRATO PRa (da 0.70 m a 2.00 m) : spessore 1.30 m - piroclastite rimaneggiata del tipo ghiaia sabbiosa con inclusi pomicei subcentimetrici a spigoli arrotondati .** Terreni di origine piroclastica flegrea (top della Serie Urbana Recente: eruzione degli Astroni e del Monte Spina) successivamente

147

## STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

rimaneggiati per frana e /o trasporto fluviale provenienti probabilmente da rilievi collinari preesistenti che successivamente sono stati oggetto di sbancamento.

**STRATO PRb (da 2.00 m a 10.00 m) –spessore 8 m** :piroclastite del tipo sabbie limose con inclusi pomicei millimetrici a spigoli arrotondati e scorie nerastre rimaneggiata per trasporto fluviale lento e successiva deposizione in facies lacustre –palustre .

**STRATO BrV : (da 10.00 m a 18.00 m)** : spessore 8 m - breccia vulcanica costituita da lapilli scoriacei , pomici e proietti vetrosi, talvolta in abbondanza, di diametro fino a 50 cm , immersi in una matrice sabbioso-limosa e talvolta sabbioso-ghiaiosa . Si tratta di terreni vulcanici inediti per la zona . Essi ritrovandosi sovrapposti alle sottostanti piroclastiti indifferenziate (PI) non possono essere ascrivibili all' ignimbrite campana che risulta sicuramente di età più vecchia rispetto a quest' ultimi .La loro provenienza ed esatta costituzione dovrà essere approfondita in studi più specifici di settore . Probabilmente gli stessi terreni vulcanici o provengono dai Campi Flegrei o dal Vesuvio o da un' eruzione locale .

### **MODELLO GEOLOGICO ESEMPLIFICATIVO DEGLI SPESSORI MEDI DEGLI STRATI COSTITUENTI IL SOTTOSUOLO DELLA SUB-ZONA BETA APPARTENENTE ALL' AREA DI INTERESSE FINO ALLA PROFONDITA' DI 17 M DAL P.C. (13.20 M S.L.M. )- ( ALL.A 9.2)**

**STRATO R (DA 0 m a A 0.70 - stabilizzato –terreni di riporto )** – Non ha valenza dal punto di vista geologico-geotecnico

**STRATO PRa : in questo modello manca**

**STRATO PRb (da 0.70 m a 9.00 m) : spessore 8.30 m - strato con lo stesso litotipo e dalle stesse caratteristiche litostratigrafiche dello strato PRb del modello precedente**

**STRATO BrV (da 9.00 m a 17.00 m) –spessore 8 m : strato con lo stesso litotipo e dalle stesse caratteristiche litostratigrafiche dello strato BrV del modello precedente**

**MODELLO GEOLOGICO ESEMPLIFICATIVO DEGLI SPESSORI MEDI DEGLI STRATI COSTITUENTI IL SOTTOSUOLO DELLA SUB-ZONA GAMMA APPARTENENTE ALL' AREA DI INTERESSE FINO ALLA PROFONDITA' DI 16 M DAL P.C. (QUOTA 13.35 M S.L.M. )- ( ALL.A 9.3)**

Si sottolinea che questo modello, ricavato soprattutto dalle risultanze della stratigrafia del sondaggio S. 11 (all.B1), è di riferimento specifico ad una zona che racchiude una delle strutture preesistenti che il progetto di Piano prevede di conservare (all.A-tav.un). Lo stesso sondaggio meccanico S11 infatti è stato eseguito anche per saggiare le caratteristiche litostratigrafiche e geomeccniche (prove di laboratorio su campione indisturbato C1-S11 ) dei terreni della fondazione di tipo plinto della medesima struttura. In particolare la quota di 12.84 m s.l.m. a cui è stato eseguito il sondaggio S11 è da

## STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

considerarsi, visto che è stato eseguito all'interno della struttura da conservare , al netto dello spessore (0.70 m ),costituito da massetto di stabilizzato e materiale di riporto, che generalente ritroviamo nella zona A all'esterno . Il presente modello naturalmente farà riferimento alla zona gamma in generale che , come da carta della zonazione geologico-geotecnica (all.A9-tav.un ), si intende collocata mediamente ad una quota (intesa esterna alle strutture ) di 13.20 m s.l.m. .

Questa la sequenza stratigrafica

**STRATO R (DA 0 m a A 0.70- stabilizzato –terreni di riporto ) – Non ha valenza dal punto di vista geologico-geotecnico**

**STRATO PRa : in questo modello manca**

**STRATO PRb (da 0.70 m a 1.65 m) : spessore 0.95 m - strato con lo stesso litotipo e dalle stesse caratteristiche litostratigrafiche dello strato PRb del modello precedente**

**STRATO BrV (da 1.65 m a 16.00 m) –spessore 14.35 m : strato con lo stesso itotipo e dalle stesse caratteristiche litostratigrafiche dello strato BRv del modello precedente**

**MODELLO GEOLOGICO ESEMPLIFICATIVO DEGLI SPESSORI MEDI DEGLI STRATI COSTITUENTI IL SOTTOSUOLO DELLA SUB-ZONA DELTA APPARTENENTE DELL' AREA DI INTERESSE FINO ALLA PROFONDITA' DI 16 M DAL P.C. (QUOTA 13.20 M S.L.M. )- ( ALL.A 9.4)**

**STRATO R (Da 0 m a 0.70 m -Massetto costituito da stabilizzato –terreni di riporto ) – Non ha valenza dal punto di vista geologico-geotecnico**

**STRATO PRa : in questo modello manca**

**STRATO PRb : in questo modello manca**

**STRATO BRv (da 0.70 m a 16.00 m) –spessore 15.30 m : strato con lo stesso itotipo e dalle stesse caratteristiche litostratigrafiche dello strato BRv del modello precedente**

**MODELLO GEOLOGICO ESEMPLIFICATIVO DEGLI SPESSORI MEDI DEGLI STRATI (CON RIFERIMENTO AD UN'UNICA VERTICALE DI INVESTIGAZIONE-SONDAGGIO S8) DI PIROCLASTITI INDIFFERENZIATE (PI) COSTITUENTI IL SOTTOSUOLO DELL' INTERA AREA DI INTERESSE DALLA PROFONDITA' DI 16 M A 30M DAL P.C. (QUOTA 13.20 M S.L.M. )- ( ALL.A 9.5)**

Prodotti piroclastici indifferenziati :piroclastiti prevalentemente in sede provenienti da centri eruttivi dei Campi flegrei (livelli più antichi della formazione della Serie Urbana Recente ) e del Roccamofina e piroclastiti rimaneggiate di tipo alluvionale proveniente dall'erosione dei vicini rilievi miste a piroclastiti rimaneggiate di ambiente di transizione di tipo marino-lacustre. Si ricorda che questo modello è rappresentativo esclusivamente dei livelli che costituiscono i prodotti piroclastici indifferenziati per la cui giacitura di tipo eterogenea sia in senso orizzontale che verticale si è ipotizzato di far riferimento non agli spessori medi riferiti ad una sub-zona ma ai livelli di una singola verticale investigata ritendendo più certo e specifico il

risultato . Nella fattispecie è stato scelto il sondaggio S8 ; ebbene lungo la verticale del suddetto sondaggio la stratigrafia riscontrata è la seguente :

**STRATO Plc1 (da 16 m a 17.00 m) – Spessore 1 m – Terreni in facies di transizione continentale-marina : Sabbie medio-grosse di deposizione per lo più fluviale .**

**STRATO Pla : ( da 17.00 m a 19.80 m )-Spessore 2.80 m - Piroclastiti in sede , talvolta rimaneggiate, provenienti dall'eruzione dei centri eruttivi dei Campi Flegrei , livelli più antichi della formazione della Serie Urbana recente costituite da cineriti medio-grosse : sabbie ghiaiose e limose con inclusi pomicei millimetrici**

**STRATO Plc2 : (da 19.80 m a 24 m) – Spessore 4.20 m - Terreni in facies di transizione continentale-marina : sabbie medio-fini di deposizione per lo più marina .**

**STRATO Pld (da 24.00 m a 25.00 m) –Spessore 1.00 m : Piroclastiti rimaneggiate di deposizione in ambiente palustre –lacustre costituite: da livelli di limi molto alterati e livelli di detriti di tufo giallo incoerente misto a detriti sciolti talvolta con gusci marini che prendono il nome di tufite .**

**STRATO Pla (da 25.00 m a 27.50 m)- Spessore 2.50 m – E' lo stesso litotipo dello strato Pla già descritto sopra.**

**STRATO Plb (da 27.50 m a 30.00 m )- Spessore 2.50 m – Piroclastiti in sede , talvolta rimaneggiate, provenienti dall'eruzione dei centri eruttivi dei Campi Flegrei , livelli più antichi della formazione della Serie Urbana recente costituite da cineriti medio-fini : sabbie limose con inclusi pomicei millimetrici.**

### **3.MODELLAZIONE GEOTECNICA DEL SOTTOSUOLO DELL ' AREA DI INTERESSE ALLO STATO DI PROGETTO**

\*\*\*\*\*

Dalle indagini geognostiche effettuate in situ (sondaggi meccanici ,prove penetrometriche statiche CPT e dinamiche SPT in foro ,prove sismiche in foro tipo down-hole ,all.B1 ) e dalle prove di laboratorio (analisi granulometriche, caratteristiche fisiche generali, prova di taglio e prova edometrica , all.B2) è stato possibile , nel rispetto dei cinque modelli geologici già elaborati , ipotizzare cinque modelli geotecnici ,che sulla tavola unica (all.A) sono stati illustrati come modelli unici del tipo geologico-geotecnico, di cui: quattro modelli di riferimento al sottosuolo (fino a profondità di 16m-18m dal p.c.; all.A9.1-A9.2-9.3-9.4- ) delle zone alfa,beta,gamma, delta della carta della zonazione geologico-geotecnica (all.A9-tv.un.), ed uno , senza denominazione, e senza riferimento ad una zona specifica ma solo di riferimento generale al sottosuolo dell'intera area di interesse dai 16m di profondità fino ai 30 m dal piano campagna (quota 13.00 m s.l.m.); all.A9.5 .Ebbene in questi cinque modelli geotecnici, in base all'interpretazione dei risultati delle indagini geognostiche (all.B1) e delle prove di laboratorio geotecnico (all.B2), sono stati ipotizzati , oltre che gli spessori medi già illustrati precedentemente (cap.2) ,i valori medi delle caratteristiche geomeccaniche in riferimento non solo al singolo litotipo ma anche , in modo più specifico (grazie soprattutto alle prove di laboratorio che sono di tipo puntuale), a quella profondità e in quelle condizioni geostatiche in cui lo stesso litotipo si trova . Alla luce di quanto sopra esposto si illustrano i seguenti cinque modelli geologico-geotecnici :

**MODELLO GEOLOGICO- GEOTECNICO ESEMPLIFICATIVO DEGLI SPESSORI MEDI DEGLI STRATI E DEI VALORI MEDI DELLE CARATTERISTICHE GEOMECCANICHE DEI LITOTIPI COSTITUENTI IL SOTTOSUOLO DELLA SUB-ZONA ALFA DELLA ZONA A DELL'AREA DI INTERESSE FINO ALLA PROFONDITA' DI 18 M DAL P.C. (13.00 M S.L.M. ) ALL.A9.1**

**STRATO R (DA 0 m a 0.70 Stabilizzato e riporto )** – Non ha valenza dal punto di vista geologico-geotecnico

**STRATO PRa (da 0.70 m a 2.00 m) : spessore 1.30 m - piroclastite rimaneggiata del tipo ghiaia sabbiosa con inclusi pomicei subcentimetrici a spigoli arrotondati .** si tratta di detriti sciolti "poco addensati " ( classificazione A.G.I.) costituiti da clasti eterometrici ed eterogenei di grandezza subcentimetrica in matrice sabbioso-limosa .Di questo strato , nonostante non interferirà probabilmente con il piano fondale delle strutture a realizzarsi (piano che nel caso di scelta di fondazioni superficiali si ipotizza a profondità maggiore dei 2 m considerando che il primo impalcato è previsto come da progetto generalmente a -1.50 dal piano campagna (13.00 m s.l.m. ) , sono stati ipotizzati, a seguito dell'interpretazione dei risultati delle indagini geognostiche in situ e soprattutto delle prove di laboratorio i seguenti valori medi delle caratteristiche fisico meccaniche . Laddove non compaiano i valori è perché, dai risultati delle indagini , non si è potuto ipotizzare dati certi e comunque tali valori possono essere estrapolati dagli stessi litotipi presenti nei modelli di altre subzone :

**Numero dei colpi medio (Nspt) =6 ; Angolo d'attrito ( $\phi$ ) = 35°: Peso volume naturale ( $\gamma$  ) = 14 kN/mc; Peso volume secco ( $\gamma_d$ ) = / ; Peso specifico dei**

**granuli ( $\gamma_s$ ) = / ; coesione efficace ( $C'$ ) = 0 ; contenuto d'acqua ( $W$ ) = / ;  
indice di porosità ( $n$ ) = / ; indice di porosità ( $e$ ) = / ; Densità relativa ( $Dr$ ) =  
23% ; Modulo edometrico ( $M$ ) = / ; Modulo elastico di Young ( $Y$ ) = 97  
MPa ; Grado di saturazione ( $S_r$ ) = / ; modulo di Poisson ( $P$ ) = 0.44 ;**

**STRATO PRb (da 2.00 m a 10.00 m) –spessore 8 m** :piroclastite del tipo  
sabbie limose con inclusi pomicei millimetrici a spigoli arrotondati e scorie  
.Terreni da “ poco addensati “ ( livelli piu superficiali) a “moderatamente  
addensati “ (livelli più profondi)- (classificazione AGI) La granulometria (come  
da analisi granulometriche all.B2) varia da una sabbia con limo debolmente  
argillosa e ghiaiosa (argilla al 6.84 %;limo al 37.95 %,sabbia al 48.91 %; ghiaia  
al 6.30%) fino ad una sabbia ghiaiosa e limosa debolmente argillosa (argilla al  
6.05 %; limo al 20.36 %;sabbia al 50.86 %; ghiaia al 22.74 %) .Queste le  
caratteristiche geomeccaniche puntuali per profondità in questa sub-zona alfa  
della zona A :

**Questo litotipo ,come da indagini in situ (all.B1), e soprattutto come  
da prove di laboratorio sui campioni prelevati indisturbati (all.B2) ,  
presenta nella sub-zona alfa queste caratteristiche geomeccaniche alle  
seguenti profondità :**

- **Alla profondità di 7 m dal p.c.**

**Numero dei colpi medio ( $N_{spt}$ ) =12 ; Angolo d'attrito ( $\phi$ ) = /: Peso  
volume naturale ( $\gamma$  ) = 17.01 kN/mc; Peso volume secco ( $\gamma_d$ ) = 12.08  
kN/mc/ ; Peso specifico dei granuli ( $\gamma_s$ ) = 26 kN/mc ; coesione efficace ( $C'$ )  
= / ; contenuto d'acqua ( $W$ ) = 0.41 ; porosità ( $n$ ) =0.54 ; indice di porosità  
( $e$ ) =1.15 ; Densità relativa ( $Dr$ ) = 35% ; Modulo edometrico ( $M$ ) = 10.7 MPa  
(da 147 a 294 kPa) ; 19 MPa (da 294 a 588 kPa) ; 31.4 MPa (da 588 a 1176**

**kPa) ; Modulo elastico di Young (Y) = 210 MPa ; Grado di saturazione (Sr) =0.92 ; modulo di Poisson (P) = 0.44 ;**

- **Alla profondità di 9.70 m :**

**Numero dei colpi medio (Nspt) =14 ; Angolo d'attrito ( $\phi$ ) = 33 °; Peso volume naturale ( $\gamma$ ) = 18.09 kN/mc; Peso volume secco ( $\gamma_d$ ) =13.34 kN/mc/ ; Peso specifico dei granuli ( $\gamma_s$ ) =25.9 kN/mc ; coesione efficace (C') = 86 kPa ; contenuto d'acqua (W) = 0.35 ; porosità (n) =0.48 ; indice di porosità (e) =0.94 ; Densità relativa (Dr) =39% ; Modulo edometrico (M) = 9.3 MPa (da 147 a 294 kPa) ; 15 MPa (da 294 a 588 kPa) ; 24.7 MPa (da 588 a 1176 kPa) ; Modulo elastico di Young (Y) = 200 MPa ; Grado di saturazione (Sr) =1.00 ; modulo di Poisson (P) = 0.44 ;**

**STRATO BRv : (da 10.00 m a 18.00 m) :** spessore 8 m - breccia vulcanica costituita da lapilli scoriacei , pomici e proietti vetrosi, talvolta in abbondanza, di diametro fino a 50 cm , immersi in una matrice con granulometria variabile da sabbia con limo ghiaiosa (3.42 %di argilla ; 27.50 %di limo ; 47.84 % di sabbia ; 21.24 % di ghiaia ) a sabbia limosa e ghiaiosa (14.44 % di limo ; 72.48 % di sabbia ; 13.08 % di ghiaia. Si tratta di terreni vulcanici “ moderatamente addensati “ (classificazione AGI) che risultano inusuali per la zona .

**Questo litotipo ,come da indagini in situ (all.B1), e soprattutto come da prove di laboratorio sui campioni prelevati indisturbati (all.B2) , presenta nella sub-zona alfa, queste caratteristiche geomeccaniche alle seguenti profondità :**

- **Alla profondità di 11.00 m :**

**Numero dei colpi medio (Nspt) =15 ; Angolo d'attrito ( $\phi$ ) = /; Peso volume naturale ( $\gamma$ ) = 14.88 kN/mc; Peso volume secco ( $\gamma_d$ ) = 10.17 kN/mc/ ; Peso specifico dei granuli ( $\gamma_s$ ) = 25.8 kN/mc ; coesione efficace (C') = / ; contenuto d'acqua (W) = 0.46 ; porosità (n) =0.60 ; indice di porosità (e) =1.53 ; Densità relativa (Dr) = 40% ; Modulo edometrico (M) = 14 MPa (da 147 a 294 kPa) ; 21.3 MPa (da 294 a 588 kPa) ; 32.1 MPa (da 588 a 1176 kPa); 41.4 MPa (da 1176 a 2451 kPa) ; Modulo elastico di Young (Y) = 720 MPa ; Grado di saturazione (Sr) =0.77 ; modulo di Poisson (P) = 0.42 ;**

- **Alla profondità di 13.00 m :**

**Numero dei colpi medio (Nspt) =18 ; Angolo d'attrito ( $\phi$ ) = 44 °; Peso volume naturale ( $\gamma$ ) = 12.10 kN/mc; Peso volume secco ( $\gamma_d$ ) =10.53 kN/mc/ ; Peso specifico dei granuli ( $\gamma_s$ ) =25.9 kN/mc ; coesione efficace (C') = 39 kPa ; contenuto d'acqua (W) = 0.43 ; porosità (n) =0.53 ; indice di porosità (e) =1.14 ; Densità relativa (Dr) =44% ; Modulo edometrico (M) = / ; Modulo elastico di Young (Y) = 1133 MPa ; Grado di saturazione (Sr) =1.00 ; modulo di Poisson (P) = 0.40 ;**

**MODELLO GEOLOGICO- GEOTECNICO ESEMPLIFICATIVO DEGLI SPESSORI MEDI E DEI VALORI MEDI DELLE CARATTERISTICHE GEOMECCANICHE DEI LITOTIPI COSTITUENTI IL SOTTOSUOLO DELLA SUB-ZONA BETA DELLA ZONA A DELL'AREA DI INTERESSE FINO ALLA PROFONDITA' DI 17 M DAL P.C. (13.00 M S.L.M.) ALL.9.2**

**STRATO R (DA 0 m a A 0.70 stabilizzato e riporto ) – Non ha valenza dal punto di vista geologico-geotecnico**

**STRATO PRa : in questo modello manca**

**STRATO PRb (da 0.70 m a 9.00 m) : spessore 8.30 m - strato con lo stesso litotipo e dalle stesse caratteristiche litostratigrafiche dello strato PRb del modello precedente.**

Questo litotipo ,come da indagini in situ (all.B1), e soprattutto come da prove di laboratorio sui campioni prelevati indisturbati (all.B2) , presenta nella sub-zona beta, queste caratteristiche geomeccaniche alle seguenti profondità

- **Alla profondità di 5.00 m :**

**Numero dei colpi medio (Nspt) =12 ; Angolo d'attrito ( $\varphi$ ) = /: Peso volume naturale ( $\gamma$  ) = 17.01 kN/mc; Peso volume secco ( $\gamma_d$ ) = 12.08 kN/mc/ ; Peso specifico dei granuli ( $\gamma_s$ ) = 26 kN/mc ; coesione efficace (C') = / ; contenuto d'acqua (W) = 0.40 ; porosità (n) =0.53 ; indice di porosità (e) =1.15 ; Densità relativa (Dr) = 35% ; Modulo edometrico (M) = 10.7 MPa (da 147 a 294 kPa) ; 19 MPa (da 294 a 588 kPa) ; 31.4 MPa (da 588 a 1176**

**kPa) ; Modulo elastico di Young (Y) = 210 MPa ; Grado di saturazione (Sr) =0.92 ; modulo di Poisson (P) = 0.44 ;**

- **Alla profondità di 8.5 m :**

**Numero dei colpi medio (Nspt) =14 ; Angolo d'attrito ( $\phi$ ) = 33 °; Peso volume naturale ( $\gamma$ ) = 18.09 kN/mc; Peso volume secco ( $\gamma_d$ ) =13.34 kN/mc/ ; Peso specifico dei granuli ( $\gamma_s$ ) =25.9 kN/mc ; coesione efficace (C') = 86 kPa ; contenuto d'acqua (W) = 0.35 ; porosità (n) =0.48 ; indice di porosità (e) =0.94 ; Densità relativa (Dr) =39% ; Modulo edometrico (M) = 9.3 MPa (da 147 a 294 kPa) ; 15 MPa (da 294 a 588 kPa) ; 24.7 MPa (da 588 a 1176 kPa) ; Modulo elastico di Young (Y) = 200 MPa ; Grado di saturazione (Sr) =1.00 ; modulo di Poisson (P) = 0.44 ;**

**STRATO BRv (da 9.00 m a 17.00 m) –spessore 8 m : strato con lo stesso litotipo e dalle stesse caratteristiche litostratigrafiche dello strato BRv del modello precedente.**

**Questo litotipo ,come da indagini in situ (all.B1), e soprattutto come da prove di laboratorio sui campioni prelevati indisturbati (all.B2) , presenta nella sub-zona beta , queste caratteristiche geomeccaniche alle seguenti profondità:**

- **Alla profondità di 10.00 m :**

**Numero dei colpi medio (Nspt) =15 ; Angolo d'attrito ( $\phi$ ) = /: Peso volume naturale ( $\gamma$ ) = 14.88 kN/mc; Peso volume secco ( $\gamma_d$ ) = 10.17 kN/mc/ ; Peso specifico dei granuli ( $\gamma_s$ ) = 25.8 kN/mc ; coesione efficace (C') = / ; contenuto d'acqua (W) = 0.46 ; porosità (n) =0.60 ; indice di porosità (e) =1.53 ; Densità relativa (Dr) = 40% ; Modulo edometrico (M) = 14 MPa (da 147 a 294 kPa) ; 21.3 MPa (da 294 a 588 kPa) ; 18.1 MPa (da 588 a 1176 kPa); 32.9 MPa (da 1176 a 2451 kPa) ; Modulo elastico di Young**

**(Y) = 720 MPa ; Grado di saturazione (Sr) =0.77 ; modulo di Poisson (P) = 0.42 ;**

- **Alla profondità di 13.00 m :**

**Numero dei colpi medio (Nspt) =18 ; Angolo d'attrito ( $\varphi$ ) = 44 °; Peso volume naturale ( $\gamma$ ) = 12.10 kN/mc; Peso volume secco ( $\gamma_d$ ) =10.53 kN/mc/ ; Peso specifico dei granuli ( $\gamma_s$ ) =25.9 kN/mc ; coesione efficace (C') = 39 kPa ; contenuto d'acqua (W) = 0.43 ; porosità (n) =0.53 ; indice di porosità (e) =1.14 ; Densità relativa (Dr) =44% ; Modulo edometrico (M) = / ; Modulo elastico di Young (Y) = 1133 MPa ; Grado di saturazione (Sr) =1.00 ; modulo di Poisson (P) = 0.40 ;**

**MODELLO GEOLOGICO-GEOTECNICO ESEMPLIFICATIVO DEGLI SPESSORI MEDI E DEI VALORI MEDI DELLE CARATTERISTICHE GEOMECCANICHE DEI LITOTIPI COSTITUENTI IL SOTTOSUOLO DELLA SUB-ZONA GAMMA DELLA ZONA A DELL'AREA DI INTERESSE FINO ALLA PROFONDITA' DI 16 M DAL P.C. (13.00 M S.L.M. ) ALL. A 9.3**

**STRATO R (Da 0 m a 0.70 m Stabilizzato e riporto ) – Non ha valenza dal punto di vista geologico-geotecnico**

**STRATO PRa : in questo modello manca**

**STRATO PRb (da 0.70 m a 1.65 m) : spessore 0.95 m - strato con lo stesso litotipo e dalle stesse caratteristiche litostratigrafiche dello strato PRb del modello precedente. Questo litotipo ,come da indagini in situ (all.B1), e**

soprattutto come da prove di laboratorio sui campioni prelevati indisturbati (all.B2) , presenta nella sub-zona gamma , queste caratteristiche geomeccaniche alle seguenti profondità:

- Alla profondità di 1.65 m :

Numero dei colpi medio (Nspt) =9 ; Angolo d'attrito ( $\phi$ ) =33°; Peso volume naturale ( $\gamma$ ) = 17.01 kN/mc; Peso volume secco ( $\gamma_d$ ) = 12.08 kN/mc/ ; Peso specifico dei granuli ( $\gamma_s$ ) = 26 kN/mc ; coesione efficace (C') = 0 kPa ; contenuto d'acqua (W) = 0.40 ; porosità (n) =0.53 ; indice di porosità (e) =1.15 ; Densità relativa (Dr) = 28% ; Modulo edometrico (M) = / ; Modulo elastico di Young (Y) = 180 MPa ; Grado di saturazione (Sr) =0.50 ; modulo di Poisson (P) = 0.44 ;

STRATO BRv (da 1.65 m a 16.00 m) –spessore 14.35 m : strato con lo stesso itotipo e dalle stesse caratteristiche litostratigrafiche dello strato BRv del modello precedente. Questo litotipo ,come da indagini in situ (all.B1), e soprattutto come da prove di laboratorio sui campioni prelevati indisturbati (all.B2) , presenta nella sub-zona gamma , queste caratteristiche geomeccaniche alle seguenti profondità:

- Alla profondità di 1.75 m :

Numero dei colpi medio (Nspt) =8 ; Angolo d'attrito ( $\phi$ ) =44°; Peso volume naturale ( $\gamma$ ) = 17.87 kN/mc; Peso volume secco ( $\gamma_d$ ) = 13.03 kN/mc ; Peso specifico dei granuli ( $\gamma_s$ ) = 25.9 kN/mc ; coesione efficace (C') = 1 kPa ; contenuto d'acqua (W) = 0.37 ; porosità (n) =0.49 ; indice di porosità (e) =0.98 ; Densità relativa (Dr) = 26% ; Modulo edometrico (M) = 5.3 MPa (da 78 a 147 kPa) ; 8.8 MPa (da 147 a 294 kPa) ; 15 MPa ( da 294 a 588 kPa); 24.4 MPa (da 588 a 1176 kPa) ; Modulo elastico di Young (Y) = 236 MPa ; Grado di saturazione (Sr) =0.97 ; modulo di Poisson (P) = 0.44 ;

- **Alla profondità di 5.50 m :**

**Numero dei colpi medio (Nspt) =10; Angolo d'attrito ( $\varphi$ ) = 44 °; Peso volume naturale ( $\gamma$ ) = 15.18 kN/mc; Peso volume secco ( $\gamma_d$ ) =13.3 kN/mc/ ; Peso specifico dei granuli ( $\gamma_s$ ) =25.8 kN/mc ; coesione efficace (C') = 34 kPa ; contenuto d'acqua (W) = 0.76 ; porosità (n) =0.66 ; indice di porosità (e) =1.99 ; Densità relativa (Dr) =32% ; Modulo edometrico (M) = 5.2 MPa (da 78 a 147 kPa) ; 8.2 MPa (da 147 a 294 kPa) ; 13 MPa ( da 294 a 588 kPa); 18.14 MPa (da 588 a 1176 kPa) / ; Modulo elastico di Young (Y) = 158 MPa ; Grado di saturazione (Sr) =0.98 ; modulo di Poisson (P) = 0.43 ;**

**MODELLO GEOLOGICO- GEOTECNICO ESEMPLIFICATIVO DEGLI SPESSORI MEDI E DEI VALORI MEDI DELLE CARATTERISTICHE GEOMECCANICHE DEI LITOTIPI COSTITUENTI IL SOTTOSUOLO DELLA SUBZONA DELTA DELLA ZONA A DELL'AREA DI INTERESSE FINO ALLA PROFONDITA' DI 16 M DAL P.C. (13.00 M S.L.M.) ALL. A9.4**

**STRATO R (Da 0 m a 0.70 m Stabilizzato e riporto) – Non ha valenza dal punto di vista geologico-geotecnico**

**STRATO PRa : in questo modello manca**

**STRATO PRb : in questo modello manca**

**STRATO BRv (da 0.70 m a 16.00 m) –spessore 15.30 m : strato con lo stesso litotipo e dalle stesse caratteristiche litostratigrafiche dello strato BRv del modello precedente. Questo litotipo ,come da indagini in situ (all.B1), e soprattutto come da prove di laboratorio sui campioni prelevati**

indisturbati (all.B2) , presenta nella sub-zona delta , queste caratteristiche geomeccaniche alle seguenti profondità:

- Alla profondità di 3.80 m :

Numero dei colpi medio (Nspt) =12; Angolo d'attrito ( $\varphi$ ) = 44 °; Peso volume naturale ( $\gamma$ ) = 15.18 kN/mc; Peso volume secco ( $\gamma_d$ ) =13.3 kN/mc/ ; Peso specifico dei granuli ( $\gamma_s$ ) =25.8 kN/mc ; coesione efficace (C') = 34 kPa ; contenuto d'acqua (W) = 0.76 ; porosità (n) =0.66 ; indice di porosità (e) =1.99 ; Densità relativa (Dr) =35% ; Modulo edometrico (M) = 5.2 MPa (da 78 a 147 kPa) ; 8.2 MPa (da 147 a 294 kPa) ; 13 MPa ( da 294 a 588 kPa); 18.14 MPa (da 588 a 1176 kPa) ; Modulo elastico di Young (Y) = 158 MPa ; Grado di saturazione (Sr) =0.98 ; modulo di Poisson (P) = 0.43 ;

- Alla profondità di 13.00 m :

Numero dei colpi medio (Nspt) =18 ; Angolo d'attrito ( $\varphi$ ) = 44 °; Peso volume naturale ( $\gamma$ ) = 12.10 kN/mc; Peso volume secco ( $\gamma_d$ ) =10.53 kN/mc/ ; Peso specifico dei granuli ( $\gamma_s$ ) =25.9 kN/mc ; coesione efficace (C') = 39 kPa ; contenuto d'acqua (W) = 0.43 ; porosità (n) =0.53 ; indice di porosità (e) =1.14 ; Densità relativa (Dr) =44% ; Modulo edometrico (M) = / ; Modulo elastico di Young (Y) = 1133 MPa ; Grado di saturazione (Sr) =1.00 ; modulo di Poisson (P) = 0.40 ;

**MODELLO GEOLOGICO- GEOTECNICO ESEMPLIFICATIVO DEGLI SPESSORI MEDI DEGLI STRATI E DEI VALORI MEDI DELLE CARATTERISTICHE GEOMECCANICHE (CON RIFERIMENTO AD UN'UNICA VERTICALE DI INVESTIGAZIONE-SONDAGGIO S8) DELLE PIROCLASTITI INDIFFERENZIATE (PI) COSTITUENTI IL SOTTOSUOLO DELL' INTERA AREA DI INTERESSE DALLA PROFONDITA' DI 16 M A 30M DAL P.C. (QUOTA 13.20 M S.L.M. )- ( ALL.A 9.5)**

Si ricorda che questo modello è rappresentativo delle caratteristiche geomeccaniche dei livelli che costituiscono i prodotti piroclastici indifferenziati (denominati PI nelle carte geolitologiche ;all.tiA3-A6) che ,essendo eterogenei sia in senso orizzontale sia verticale, non potendo pertanto ipotizzare un'ulteriore sub-zona dalle caratteristiche geolitologiche omogenee con riferimento agli spessori medi , si è riferiti ai singoli livelli litostratigrafici di un'unica verticale investigata ; nella fattispecie è stato scelto il sondaggio S8 .

Si sottolinea come in questi prodotti indifferenziati (PI) non sono state eseguite , data la profondità e l'eterogeneità in cui si trovano gli stessi terreni ,prove di laboratorio in numero significativo tali da caratterizzarle dal punto di vista geomeccanico in modo specifico e puntuale ( eccezion fatta per due prove di taglio sui campioni S5-C2 e S8-C1 prelevati indisturbati nello strato Plc1 (sabbie medio-grosse) ,rispettivamente alla profondità di 15.00m-15.50 m dal p.c. e alla profondità di 18.50m-19 m dal p.c. ) . Pertanto lungo la verticale del suddetto sondaggio (S8) si rileva la seguente stratigrafia con dati relativi alle caratteristiche geomeccaniche dei singoli strati in minor numero che naturalmente vanno presi con molta cautela poichè indicativi solo genericamente del sottosuolo dell'intera area di interesse a quelle profondità (valori specifici significativi e più rappresentativi dei volumi di

terreno al di sotto delle strutture a realizzarsi, così come previste dal progetto di Piano, potranno e dovranno essere calcolati attraverso indagini geognostiche in sito e prove di laboratorio puntuali eseguite nel rispetto dei futuri progetti esecutivi delle singole strutture ) . :

**STRATO Plc1 (da 16 m A 17.00 m) – Spessore 1 m - Sabbie medio-grosse di deposizione per lo più fluviale a granulometria (come da analisi granulometriche eseguite sui campioni disturbati S5-CR1 alla profondità di 7.50 m e S5-CR2 alla profondità di 16.50m ,all.B2) del tipo :sabbie con ghiaia debolmente limosa (limo al 6.87 %; sabbia al 64.34 %; ghiaia al 28.79 %).** Questi i valori delle caratteristiche geomeccaniche riferite , essendo generiche , a tutto lo strato a differenza degli altri modelli che invece presentavano valori puntuali per profondità:

- **Numero dei colpi medio (Nspt) =21 ; Angolo d'attrito ( $\phi$ ) =37°: Peso volume naturale ( $\gamma$ ) = 17 kN/mc; Peso volume secco ( $\gamma_d$ ) = / ; Peso specifico dei granuli ( $\gamma_s$ ) =/ ; coesione efficace ( $C'$ ) = 0 ; contenuto d'acqua (W) =/ ; porosità (n) = / ; indice di porosità (e) = / ; Densità relativa ( $D_r$ ) = / ; Modulo edometrico (M) = / ; Modulo elastico di Young dinamico (Y) = 931 MPa ; Grado di saturazione ( $S_r$ ) = / ; velocità delle onde S ( $V_s$ ) = 83 m/s ; modulo di Poisson (P) = 0.42 ;**

**STRATO Pla : ( da 17.00 m a 19.80 m )-Spessore 2.80 m - Piroclastiti in sede, talvolta rimaneggiate, del tipo cineriti medio-grosse costituite da sabbie ghiaiose con inclusi pomicei e litici millimetrici “ moderatamente addensate “ (classificazione AGI) .** Dal punto di vista granulometrico (come da analisi granulometriche ,all.B2) sono state classificate tra le sabbie ghiaiose e limose ( argilla al 3.77 %; limo al 17.98 %; sabbia al 57.66 %;ghiaia al 20.59 %) e tra le sabbie limose e ghiaiose (argilla al 3.35 % , limo al 20.42%, sabbia al 64.01 %,ghiaia al 12.21 %) . Questi i valori delle caratteristiche

geomeccaniche riferite , essendo generiche , a tutto lo strato a differenza degli altri modelli che invece presentavano valori puntuali per profondità:

- **Numero dei colpi medio (Nspt) =27 ; Angolo d'attrito ( $\phi$ ) = 39 °; Peso volume naturale ( $\gamma$ ) = 18 kN/mc; Peso volume secco ( $\gamma_d$ ) =13.7 kN/mc/ ; Peso specifico dei granuli ( $\gamma_s$ ) =26 kN/mc ; coesione efficace (C') = 26 kPa ; contenuto d'acqua (W) = 0.31 ; porosità (n) =0.46 ; indice di porosità (e) =0.89 ; Densità relativa (Dr) =50% ; Modulo edometrico (M) = / ; Modulo elastico di Young (Y) = 941 MPa ; Grado di saturazione (Sr) =/ ; modulo di Poisson (P) = 0.42 ;**

**STRATO Plc2 : (da 19.80 m a 24 m) – Spessore 4.20 m - Sono sabbie medio-fini di deposizione per lo più marina .Sono terreni a granulometria medio-fine del tipo (come da analisi granulometriche effettuate sui campioni disturbati S1-CR1 alla profondità di 18 .00 m e S8-Cr1 alla profondità di 19.50 m) variabili da sabbia debolmente ghiaiosa e limosa (limo al 5.96 %; sabbia al 85.08 %; ghiaia al 8.96 %) a sabbia debolmente limosa (limo al 6.85 %; sabbia al 90.44 %;ghiaia al 2.70 %) . Questi i valori delle caratteristiche geomeccaniche riferite , essendo generiche , a tutto lo strato a differenza degli altri modelli che invece presentavano valori puntuali per profondità:**

- **Numero dei colpi medio (Nspt) =20 ; Angolo d'attrito ( $\phi$ ) =34°: Peso volume naturale ( $\gamma$ ) = 16 kN/mc; Peso volume secco ( $\gamma_d$ ) = / ; Peso specifico dei granuli ( $\gamma_s$ ) =/ ; coesione efficace (C') = 0 ; contenuto d'acqua (W) =/ ; porosità (n) = / ; indice di porosità (e) = / ; Densità relativa (Dr) = /; Modulo edometrico (M) = / ; Modulo elastico di Young dinamico (Y) = 921 MPa ; Grado di saturazione (Sr) = / ; modulo di Poisson (P) = 0.42 ;**

**STRATO PId (da 24.00 m a 25.00 m) –Spessore 1.00 m** : Piroclastiti rimaneggiate sciolte **costituite da alternanze di limi molto alterati e tufiti costituite da detriti di tufo giallo incoerente misto a detriti sciolti**. Terreni “**poco addensati** “ (classificazione AGI). Questi i valori delle caratteristiche geomeccaniche riferite , essendo generiche , a tutto lo strato a differenza degli altri modelli che invece presentavano valori puntuali per profondità:

- **Numero dei colpi medio (Nspt) =15 ; Angolo d'attrito ( $\varphi$ ) =28°; Peso volume naturale ( $\gamma$ ) = 15 kN/mc; Peso volume secco ( $\gamma_d$ ) = / ; Peso specifico dei granuli ( $\gamma_s$ ) =/ ; coesione efficace ( $C'$ ) = 0 ; contenuto d'acqua (W) =/ ; porosità (n) = / ; indice di porosità (e) = / ; Densità relativa (Dr) = 25% ; Modulo edometrico (M) = / ; Modulo elastico di Young dinamico (Y) = 1029 MPa ; Grado di saturazione (Sr) = / ; modulo di Poisson (P) = 0.42 ;**

**STRATO Pla (da 25.00 m a 27.50 m)- Spessore 2.50 m – E' lo stesso litotipo con le stesse caratteristiche geomeccaniche dello strato Pla già descritto sopra.**

**STRATO PIb (da 27.50 m a 30.00 m) - Spessore 2.50 m – Piroclastiti in sede ,talvolta rimaneggiate, costituite da cineriti medio-fini del tipo sabbie limose con lapilli . Terreni “ moderatamente addensati “ (classificazione AGI ) a granulometria (come da analisi granulometrica sul campione prelevato indisturbato S9-C1 a 23m -23.50m) di tipo sabbia debolmente limosa (limo al 5.31%;sabbia al 93.20%; ghiaia al 1.49 %) .** Questi i valori delle caratteristiche geomeccaniche riferite , essendo generiche , a tutto lo strato a differenza degli altri modelli che invece presentavano valori puntuali per profondità:

- **Numero dei colpi medio (Nspt) =17 ; Angolo d'attrito ( $\varphi$ ) = 35 °; Peso volume naturale ( $\gamma$ ) = 18 .4 kN/mc; Peso volume secco ( $\gamma_d$ ) =14 kN/mc/ ; Peso specifico dei granuli ( $\gamma_s$ ) =25.6 kN/mc ; coesione efficace ( $C'$ ) = 0 kPa ; contenuto d'acqua (W) = 0.31 ; porosità (n) =0.45 ; indice di porosità (e) =0.83 ; Densità relativa (Dr) =43% ; Modulo edometrico (M) = / ; Modulo elastico di Young (Y) = 980 MPa ; Grado di saturazione (Sr) =/ ; modulo di Poisson (P) = 0.42 ;**

**4.MODELLAZIONE GEOSISMICA DEL SOTTOSUOLO DELL'AREA DI INTERESSE SIA ALLO STATO DI FATTO CHE ALLO STATO DI PROGETTO**

\*\*\*\*\*

Alla luce delle nuove evidenze di tettonica attiva e delle valutazioni sul potenziale sismogenetico, è stata sviluppata nel 2004, in ambito nazionale, una nuova zonazione Sismogenetica, denominata ZS9. Per quanto riguarda la Campania, sono state individuate due sorgenti sismogenetiche: la zona 927 e la zona 928. L'area 927 (Sannio- Irpinia-Basilicata) si estende lungo l'asse della catena, fino al massiccio del Pollino. Essa comprende l'area caratterizzata dal massimo rilascio di energia legata alla distensione generalizzata che, da 0.7 ma, sta interessando l'Appennino meridionale. Il meccanismo di fagliazione individuato per questa zona è normale e le profondità ipocentrali sono comprese tra gli 8 e 12 Km. La zona 928 (Ischia-Vesuvio) include l'area vulcanica napoletana con profondità ipocentrali comprese nei primi 5 Km.

In particolare, il territorio comunale di Napoli e quindi il sito in oggetto è interessato principalmente dagli effetti sismici dovuti alla zona sismogenetica 928.

La valutazione della Pericolosità Sismica di un'area va fatta per gradi o livelli di approfondimento diversi, partendo da un'area vasta e via via scendendo a dettagli sempre maggiori, al fine di determinare la Risposta Sismica di Sito o locale. Tale valutazione viene effettuata, come previsto nella nuova normativa per le costruzioni in zona sismica (O.P.c.M. 3274 del 23-03-2003), "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" definendo sia la Categoria di suolo, sia verificando la congruenza orizzontale di tale Categoria per il sito considerato e per l'area immediatamente circostante e di interesse per le fondazioni. Il territorio nazionale con l'OPCM 3274 viene suddiviso in 4 zone omogenee, a cui corrisponde un'accelerazione di riferimento variabile da meno 0.05 g nella quarta zona fino a 0.35 g nella prima zona.

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

Nella seguente tabella sono riportate le accelerazioni per ogni zona omogenea di riferimento.	<b>Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni ag/g</b>	<b>Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (norme tecniche) ag/ g</b>
1	> 0.25	0.35
2	0.15 - 0.25	0.25
3	0.05 - 0.15	0.15
4	< 0.05	0.05
Livelli energetici delle Azioni sismiche previste dall'OPCM 3274/03 per le varie Zone		

Nella seconda colonna della tabella è riportato il valore di picco orizzontale del suolo (ag/g) espresso in percentuale di "g" (accelerazione di gravità) mentre nella terza colonna sono riportati i valori dell'accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico nelle norme tecniche sulle costruzioni. I valori sono tutti riferiti alle accelerazioni che sono attese a seguito di un evento sismico laddove il sottosuolo interessato è costituito da Formazioni litoidi o Rigide definite quali suoli di fondazione di Categoria A ( $V_s > 800$  m/s) invece se è interessato da piroclastici limo-sabbiosi definite come suoli di fondazione di categoria C o D; se poi è costituito da depositi di sabbie e ghiaie addensate come suoli di categoria B .Il Comune di Napoli , con la classificazione sismica del 07/03/1981, rientrava nella III categoria con grado di sismicità "S" pari a 6. Con la nuova classificazione, Delibera G.R. 7-11-2002 n. 5447, secondo l'OPCM 3274, rientra nella 2° zona a cui compete una media sismicità con  $S = 9$ . Tale zona, secondo le norme tecniche, è caratterizzata da una accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10 % in 50 anni, ag/g compreso tra 0.15 e 0.25 a cui corrisponde un'accelerazione di ancoraggio dello spettro di risposta elastico pari a 0.25.

In ottemperanza alla nuova normativa sismica ( O.P.C.M. 3274 del 20/03/2003 , Norme tecniche per le costruzioni , D.M 14/01/2008) in particolare per caratterizzare un sito di intervento dal punto di vista sismico si procede valutando in primis la pericolosità sismica di base dell'area generica che racchiude il sito di intervento

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

dovuta al moto sismico al bedrock . Successivamente si calcola la risposta sismica locale dipendente dai caratteri locali del sito (caratteristiche geologiche, geofisiche, e geotecniche oltre che dai caratteri geomorfologici del sito stesso) . Per quanto riguarda le caratteristiche geologiche e geotecniche suddette esse sono state già illustrate nei capitoli precedenti con l'elaborazione di cinque modelli geologico-geotecnici di cui quattro relativi a quattro sub-zone (alfa, beta , gamma , delta ; all.A9-tav.un) appartenenti alla zona A dell'area di interesse (all.A1-tav.un) . Per quanto riguarda l'aspetto geosismico di queste sub-zone , i suddetti modelli hanno evidenziato che nell'area di interesse esistono ben due diversi volumi significativi da considerare per ciò che riguarda le caratteristiche geosismiche dei litotipi che costituiscono il sottosuolo delle stesse sub-zone . Questa eterogeneità della risposta sismica su un'area non estesa come quella che è l'area di interesse (all.A1-tav.un.) è dovuta, come già descritto in precedenza ad opere di sbancamento delle preesistenti strutture di bassa collina e alla deposizione in discordanza delle brecce vulcaniche (BrV) con i litotipi (P, PI) , già preesistenti nell'area .

## **Pericolosità sismica di base**

Questa pericolosità , espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni ( $T_r=475$  anni) riferita a suoli rigidi ( $V_{s30} > 800$  m/s), dell'area che racchiude il sito si esplica con la conoscenza dei seguenti quattro parametri fondamentali che dovranno essere calcolati per i diversi stati limite (S.L.O. stato limite di operatività ; S.L.D. stato limite di danno – entrambi i suddetti stati si considerano stati di esercizio dell'opera ; S.L.V. e S.L.C. che si considerano rispettivamente stato limite di salvaguardia della vita e stato limite di collasso ) :  $T_R$  (tempo di ritorno dell'evento) ;  $a_g$  (accelerazione massima su affioramento rigido -con  $V_{s30} > 800$  m/s- con piano campagna orizzontale ) ;  $F_o$  (massimo valore del fattore di amplificazione dello spettro di accelerazione);  $T_c$  (periodo del tratto a velocità costante ) . I parametri di cui sopra è possibile conoscerli attraverso la lettura della “ Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale (rif.O.P.C.M. 3519 del 28/04/06 ) . Per accedere ai parametri di cui sopra nelle varie zone della suddetta mappa bisogna conoscere le: coordinate geografiche (latitudine e longitudine) ; il tipo di opera (opere provvisorie, opere ordinarie, grandi opere ) e la sua vita nominale (numero di

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

anni) che è funzione della classe d'uso (suddivisa in quattro classi principali : classe I: costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli; classe II: costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali; classe III: costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi; classe IV: costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. ), le caratteristiche geologiche (categoria di sottosuolo ) e morfologiche (categoria topografica) .

Per le categorie topografiche saranno utilizzate le seguenti : T1: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione  $i \leq 15^\circ$ ; 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 le categorie di sottosuolo , secondo l'OPCM 3274 , si suddividono nelle seguenti sette tipologie con differente caratterizzazione litostratigrafica e geomeccanica del sottosuolo e differenziate per la diversa velocità di propagazione delle onde "S" (Vs30) in direzione verticale entro i 30 m del sottosuolo oppure attraverso il numero dei colpi della prova SPT :

**Tabella n.1**

<b>Terreno</b>	<b>Descrizione del profilo stratigrafico</b>	<b>Parametro Vs 30 (M/S)</b>	<b>N spt</b>	<b>Cu (KPa)</b>
A	Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5 m	> 800		
B	Depositi di sabbie e ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità	360 - 800	> 50	>250

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

C	Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate o argille di media consistenza, con spessori da diverse decine fino a centinaia di metri	> 180 - 360	1 5 - 50	70 - 250
D	Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco o a mediamente consistenti	< 180	15 <	< 70
E	Profili di terreno costituiti da stati superficiali alluvionali, con valori Vs 30 simili a quelli C e D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido con Vs 30 < 800 m/s	0 - 360	- 50 <sup>0</sup>	0 - 250
1 S	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 di acqua	< 100		10 - 20
2 S	Depositi di terreni soggetti a liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti			

Ebbene per l'area di interesse, ubicata in Napoli alla Strada provinciale Botteghelle, che come si sa sarà destinata al progetto di Piano che prevede strutture a realizzarsi progettate sia per normali affollamenti (classe d'uso II°) che per affollamenti significativi (classe d'uso III°), si hanno i seguenti dati generali

## Le coordinate geografiche col sistema ED50

Latitudine: 40,879420 (°)

Longitudine: 14,315779 (°)

Tipo opera: 2 - Opere ordinarie

Classe d'uso: Classe II° - III°

Vita nominale: 50,0 - 75,0 [anni]

Vita di riferimento: 50,0 - 75,0 [anni]

Coefficiente Cu 1,0 - 1,5

Per quanto riguarda parametri sismici, come si evince dai risultati delle prove

sismiche di tipo down-hole-DH (all.B1) eseguite nei fori di sondaggio S2-S5-S6-S9 , nell'area di interesse le categorie di sottosuolo sono risultate di due tipi : categoria B e categoria C, diverse in funzione delle diverse velocità sismiche delle onde S nei primi 30 m di sottosuolo (VS30 ). In particolare si è avuto che:

- DH-S2 ha comportato una VS30 = 337 m/s con categoria di sottosuolo C
- DH-S5 ha comportato una VS30=354 m/s con categoria di sottosuolo C
- DH-S6 ha comportato una VS30 =411 m/s con categoria di sottosuolo B
- DH-S9 ha comportato una VS30 = 430 m/s con categoria di sottosuolo B

La differenza di categoria che si è registrata sull'area di interesse nello spazio di poche decine di metri è dovuta alla diversa risposta sismica locale dei litotipi diversi che costituiscono volumi significativi di sottosuolo della stessa area (differenza , come già detto, dovuta agli sbancamenti effettuati ). Per meglio sintetizzare ed esemplificare le caratteristiche geosismiche del sottosuolo dell'area di interesse , è stata elaborata una carta della zonazione in prospettiva sismica sia allo stato di fatto (all.A5-tav.un) con relative sezioni geosismiche (all.ti A5.1-A5.2-tav.un) sia allo stato di progetto (all.A8-tav.un) , dove sono state perimetrare , nell'ambito della stessa area di interesse ,due diverse zone i cui volumi significativi di sottosuolo , avendo diverse caratteristiche geosismiche, presentano una diversa categoria sismica . Pertanto sulla carte suddette avremo due zone : una con categoria di sottosuolo B collocata soprattutto nella zona nord e zona centrale dell'area di interesse , dove il volume significativo (30 m di altezza) è rappresentato per lo più dalle brecce vulcaniche (BrV) che hanno una velocità Vs maggiore degli altri litotipi e l'altra con categoria di sottosuolo C collocata dove i volumi significativi (altezza 35 m ) di sottosuolo sono costituiti oltre che dalle brecce vulcaniche (BrV) anche da piroclastiti rimaneggiate (PRa e PRb) che hanno una velocità delle onde S minore di quest'ultime . Sulle due carte della zonazione in prospettiva sismica elaborata è possibile osservare i limiti tra le due zone (all.A5-A8).

In particolare , usando per entrambe le zone suddette , un'unica categoria topografica T1 e due classi d'uso : **II° (costruzioni il cui uso prevede normali affollamenti )** e **III° (costruzioni il cui uso prevede affollamenti significativi )**, da

utilizzare a seconda del tipo di costruzione prevista dal progetto di Piano si hanno i seguenti parametri comuni:

**Per la classe d'uso II°( costruzioni il cui uso prevede normali affollamenti)**

⋮

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	Ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30	0.046	2,336	0,285
S.L.D.	75	0.060	2,337	0,312
S.L.V.	712	0.169	2,382	0.341
S.L.C.	1462	0.214	2,454	0.345

**Per la classe d'uso III° ( costruzioni il cui uso prevede affollamenti significativi) :**

**Parametri sismici**

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	Ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	45	0.057	2,337	0,306
S.L.D.	75	0.075	2,327	0,323
S.L.V.	712	0.193	2,422	0.343
S.L.C.	1462	0.241	2,507	0.346

In particolare si ha che per la:

1. zona dell'area di interesse che sulla carta della zonazione in prospettiva sismica (all.A5-A8-tav.un) è comprensiva dei litotipi-sismostrati affioranti piroclastiti in sede recenti (sismP) e per le brecce vulcaniche (sism BrV) .

La categoria di sottosuolo in questa zona è stata definita, attraverso la misura delle onde Vs , con indagini sismiche di tipo down-hole (allB.1) eseguite nei fori di sondaggio S6 e S9 in data 31/08/13 fino alla profondità di 35 m . I risultati ottenuti evidenziano che il sottosuolo dell'area di interesse in questa zona può essere

considerato come un sismostrato la cui velocità media delle onde  $V_{s30}$  è pari a 420 m/s. (all.ti A5-A5.1-A5.2-A8)

**Pertanto come si evidenzia dalla tabella n.1 il sottosuolo di questa zona dell'area di interesse può essere classificato come sottosuolo di tipo B. :**

**2. zona dell'area di interesse che sulla carta della zonazione in prospettiva sismica (all.A5-A8) è comprensiva dei litotipi-sismostrati affioranti : piroclastiti rimaneggiate (sismPRa e sismPRb)**

La categoria di sottosuolo in questa zona dell'area di interesse è stata definita, attraverso la misura delle onde  $V_s$ , con un'indagine sismiche di tipo down-hole (allB.1) eseguite nei fori di sondaggio S2 e S5 in data 31/08/13 fino alla profondità di 35 m. I risultati ottenuti evidenziano che il sottosuolo dell'area di interesse in questa zona (come illustrato nelle carte della zonazione sismica allegate,) può essere considerato come un sismostrato la cui velocità media delle onde  $V_{s30}$  è pari a 345 m/s.

**Pertanto come si evidenzia dalla tabella n.1 il sottosuolo di questa zona dell'area di interesse può essere classificato come sottosuolo di tipo C. :**

### **Risposta sismica del sito di intervento**

Dopo aver individuato i parametri sismici riferiti in particolare all'intera area di interesse possono essere calcolati i coefficienti sismici orizzontali e verticali che influenzeranno, nel calcolo del carico limite del sistema terreno-opera di fondazione il valore della resistenza di progetto  $R_d$  dell'opera che dovrà essere verificata, nei diversi stati limiti ( S.L.O. ; S.L.D.; S.L.V. ; S. L.C. ), rispetto alle azioni di progetto dovute ai carichi delle opere a farsi. Come già detto la risposta sismica locale dipende dalle caratteristiche geologiche, geotecniche, geosismiche e geomorfologiche dei terreni che costituiscono il sottosuolo dell'area di interesse.

Tali caratteristiche sono state già elaborate e illustrate nei modelli geologico-geotecnici di cui ai capitoli precedenti. Per i diversi stati limiti ( S.L.O. ; S.L.D.; S.L.V.

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

; S. L.C. ) si avranno i seguenti parametri sismici orizzontali e verticali che , poiché sono elaborati in funzione delle caratteristiche geologiche e geotecniche e poiché quest'ultime variano in modo orizzontale nell'area , saranno distinti per le due zone in cui è stata divisa l'area di interesse ((carta della zonazione in prospettiva sismica ) . Pertanto considerand che :

1.  $A_{max}$  che è l'accelerazione massima orizzontale attesa al sito che è dipendente dagli effetti di amplificazione stratigrafica e dagli effetti di amplificazione topografica.

2.  $Beta$  che è un coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito. Nel caso di opere di sostegno o stabilità dei pendii esso è funzione della categoria del sottosuolo e del valore di  $a_g$ , mentre nel caso di paratie è funzione dello spostamento massimo ammissibile  $U_s$ .

3.  $K_h$  è il coefficiente di intensità sismica orizzontale.

4.  $K_v$  è il coefficiente di intensità sismica verticale.

Si ha che la :

1. zona dell'area di interesse che sulla carte della zonazione in prospettiva sismica (all.ti A5-A8-tav.un) è comprensiva dei litotipi – sismostrati affioranti : piroclastiti in sede recenti (sismP) e per le breccie vulcaniche (sismBrV) con una categoria di sottosuolo B :

- Considerando la classe d'uso II° presenta i seguenti

## Coefficienti sismici orizzontali e verticali Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	$a_{max}$ [m/s <sup>2</sup> ]	Beta [-]	$k_h$ [-]	$k_v$ [sec]
S.L.O.	0,540	0,2	0,011	0,006
S.L.D.	0,712	0,2	0,015	0,007
S.L.V.	1,990	0,24	0,049	0,024
S.L.C.	2,502	0,28	0,071	0,036

- Considerando la classe d'uso III° presenta i seguenti

**Coefficienti sismici orizzontali e verticali  
Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni**

S.L. Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	Beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,673	0,2	0,012	0,007
S.L.D.	0,886	0,2	0,016	0,008
S.L.V.	2,274	0,24	0,056	0,028
S.L.C.	2,745	0,28	0,087	0,043

2. zona che sulle carte della zonazione in prospettiva sismica (all.ti A5-A8-tav.un) è comprensiva dei litotipi-sismostrati affioranti : piroclastiti rimaneggiate (sismPRa e sismPRb) e con una categoria di sottosuolo C :

- Considerando la classe d'uso II° presenta i seguenti

**Coefficienti sismici orizzontali e verticali  
Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni**

S.L. Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,676	0,2	0,014	0,007
S.L.D.	0,891	0,2	0,018	0,009
S.L.V.	2,421	0,24	0,059	0,030
S.L.C.	2,903	0,28	0,083	0,041

- Considerando la classe d'uso III° presenta i seguenti

**Coefficienti sismici orizzontali e verticali  
Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni**

S.L. Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,841	0,2	0,017	0,009
S.L.D.	1,107	0,2	0,023	0,011
S.L.V.	2,691	0,24	0,066	0,033
S.L.C.	3,171	0,28	0,091	0,045

Sulla stesse carte della zonazione in prospettiva sismica poi sono stati illustrati , anche tramite una sezione geosismica longitudinale (sez.A-A'-all.A5.1) ed una trasversale (B-B'-all.A5.2-tav.un ) (quest'ultme sono state elaborate solo allo stato di fatto ) , i sismostrati (strati di terreno che posseggono la stessa velocità delle onde sismiche prime ( $V_p$ ) e seconde ( $V_s$ ) ) che costituiscono il sottosuolo dell'area di interesse. In particolare si hanno i seguenti cinque sismostrati :

1. Sismostrato (Sism PRa): piroclastiti sciolte rimaneggiate medio-grosse con velocità media delle onde prime  $V_p = 437$  m/s e delle onde seconde  $V_s = 141$  m/s
2. Sismostrato (Sism PRb) : piroclastiti rimaneggiate medio-fini con velocità media delle onde prime  $V_p = 681$  m/s e delle onde seconde  $V_s = 218$  m/s
3. Sismostrato (Sism P) : piroclastiti in sede del tipo cineriti medio-fini alternate a cineriti medio-grosse con velocità media delle onde prime  $V_p = 450$  m/s e delle onde seconde  $V_s = 180$  m/s
4. Sismostrato (Sism BrV) : breccie vulcaniche costituite da lapilli scoriacei e pomici e proietti in matrice sabbioso-limosa o sabbioso-ghiaiosa, con velocità media delle onde prime  $V_p = 1282$  m/s e delle onde seconde  $V_s = 528$  m/s
5. Sismostrato ( SismPI): prodotti piroclastici indifferenziati con velocità media delle onde prime  $V_p = 1224$  m/s e delle onde seconde  $V_s = 463$  m/s

**5.CONSIDERAZIONI GEOLOGICO-GEOTECNICHE DI AUSILIO ALLA  
CALCOLAZIONE GEOTECNICA PER L'EQUILIBRIO DEL SISTEMA TERRENO  
DI FONDAZIONE –STRUTTURE DI PROGETTO ESECUTIVO NELL'AMBITO  
DELL'AREA DI INTERESSE**

.....

Per quanto riguarda l'aspetto geotecnico relativo al sottosuolo dell'area di interesse e le problematiche ad esso connesse essendo quest'ultimo inerente soprattutto ai terreni di fondazione delle strutture a realizzarsi e a ristrutturarsi come da progetto di Piano si conviene che della zona di interesse la sola zona A, zona dove sono previste nuove costruzioni e ristrutturazioni delle preesistenti strutture , sarà oggetto di disamina .

Ebbene gli aspetti geotecnici fondamentali , e soprattutto le relative problematiche , che vanno sottolineati a proposito del sottosuolo della zona A dell'area di interesse sono :

1. **La presenza di una falda con un livello piezometrico quasi superficiale .**
2. **La presenza di livelli sabbiosi (sabbie fini ) con caratteristiche fisico-meccaniche tali da conferire al suo sottosuolo un potenziale rischio di suscettibilità alla loro liquefazione .**
3. **L'accentuata differenza (eteropia di facies) delle caratteristiche geolitologiche , geotecniche e geosismiche , oltre che in senso verticale , anche in senso orizzontale ( a poca distanza tra loro) che presentano i litotipi che costituiscono il suo sottosuolo .**

### **1.Aspetti gotecnici relativi alla presenza di una falda con livello piezometrico quasi superficiale**

Come già detto nei precedenti capitoli nel sottosuolo dell' area di interesse è presente, così come da misure effettuate in due periodi (agosto -novembre) , una falda (falda principale ) il cui livello piezometrico medio nella zona A va a diminuire spostandoci da nord a sud dell'area di interesse .In particolare il livello piezometrico è di 11.22 m s.l.m. (periodo estivo ) e 11.30 m s.l.m. (periodo invernale) nella parte settentrionale (ubicazione piezometro S8,all), tra gli 11.11 m s.l.m. (periodo estivo ) e gli 11.21 m s.l.m. (periodo invernale ) nella parte centrale (ubicazione sondaggio S3) e tra gli 10.84 m s.l.m (periodo estivo) gli 11.14 m s.l.m. (periodo invernale ) nella parte meridionale . Una falda così superficiale , interferirebbe con alcune strutture interrato di progetto.In particolare si tratta delle strutture interrato destinate ai parcheggi di scopo e pertinenziali che sono previste da uno a tre livelli interrati con altezza di ogni livello pari a 2.40 m. L'interferenza del livello piezometrico della suddetta falda principale in linea generale è la seguente :

a) per i parcheggi che prevedono un unico livello interrato così come da progetto (all.A7-TAV.UN) , ubicati gneralmente nella zona A dell'area di interesse nella sua zona centrale e nella zona centro-occidentale , la quota assoluta dell'unico impalcato varierebbe tra i 10.50 m e gli 11 m sl.m. .Ciò significa che il livello piezometrico della falda ( che in questa zona è pari a 11.21 m s.l.m. (periodo invernale ) interferisce , superandola rispettivamente di circa 0.70 m -0.20m , con la struttura interrata .

b) per i parcheggi interrati a due livelli così come da progetto (all.A7-tav.un.) , ubicati : ai margini centro -orientale e nord-orientale della zona A dell'area di interesse , la quota assoluta del primo impalcato si troverebbe rispettivamente a m 6.2 m .s.l.m. e 5.3 m e a 9.7 m s.l.m ( quest'ultima quota riferita ai parcheggi previsti lungo i margini nord-orientali al confine con altra proprietà ). Ciò significa che il livello

## STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

piezometrico della falda ( che in questa zona varia tra gli 11.31 e gli 11.21 m s.l.m. (periodo invernale ) interferirebbe con le strutture degli stessi parcheggi . La stessa falda pertanto supererebbe il loro primo impalcato di circa 5m-6m per i parcheggi zona centro-orientale e di circa 1.50 m per i parcheggi ubicati sul margine nord-orientale dell'area di interesse ;

Alla luce di quanto sopra esposto si deduce che la falda interferirebbe con le strutture destinate a parcheggio superando il loro primo impalcato a partire da 0.20 m fino a 0.70 m (parcheggi ad un livello situati nella parte centrale e nella parte nord-occidentale della zona A dell'area di interesse ) fino a superare le stesse strutture di anche di circa 5 m-6m per i parcheggi a due livelli situati al margine centro –orientale della zona A dell'area di interesse , eccezion fatta per quelli a due livelli ubicati nell'estremo margine nord-orientale della stessa area .Qui infatti la falda supera il primo impalcato delle strutture destinate a parcheggio di circa 1.50 m .

Ebbene si sa che la falda interferendo con le strutture interrato ne causerebbe danni pertanto va abbattuto il suo livello piezometrico almeno di 1 m al di sotto del primo impalcato dei suddetti parcheggi interrati

Alla luce di quanto sopra esposto si deduce che, per eliminare l'interferenza con le strutture interrato destinate a parcheggi , occorrerà in linea generale drenare la falda dai 0.2 m fino ai 6m al di sotto del suo livello piezometrico allontanandola provvisoriamente dalle zone interessate alla costruzione per consentire in primis che la stessa stia in ambiente asciutto . Successivamente, quando il sistema di allontanamento dell'acqua cessa di essere utilizzato,l'acqua ritorna ad occupare il terreno e le opere realizzate esposte all'acqua dovranno risultare progettate e realizzate in modo conveniente ed opportuno .

I metodi di drenaggio più utilizzati sono quelli verticali .In relazione alle caratteristiche geolitologiche dei terreni , della falda e in base alla disponibilità di spazio intorno al cantiere per l'impianto di asportazione dell'acqua si può decidere la tecnica di drenaggio verticale più idonea . In particolare nella zona A dell'area di interesse dove saranno previsti questi drenaggi , come già illustrato esiste una forte eteropia di facies litostratigrafica pertanto solo attraverso studi specifici idrogeologici,

## STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

che permetteranno anche la conoscenza della trasmissività idraulica dei terreni, si potrà optare tra i metodi con well points , well point educator , pozzi di accumulo (Bucket) o pozzi. Naturalmente i drenaggi previsti comporteranno dei rischi di cedimenti, soprattutto nell'area ai margini orientali che è più vicina ( ed alla stessa quota ) ad una zona urbanizzata, i quali dovranno essere calcolati e monitorati in modo da eliminarli o mitigarli .

La principale restrizione concerne lo scarico dell'acqua rimossa dall'area di scavo in relazione all'attenzione che va posta per non danneggiare le aree adiacenti mediante l'alterazione dei flussi d acqua .Critica è soprattutto l'influenza che può comportare l'alterazione delle proprietà meccaniche dei terreni circostanti la zona A dell 'area di interesse e di conseguenza sui terreni di fondazione degli edifici presenti che potrebbero subire cedimenti danneggiando le strutture . Si sottolinea come le aree circostanti più interessate a queste criticità sono quelle alla stessa quota altimetrica della zona A pertanto , se si escludono quelle zone adiacenti al margine occidentale e settentrionale che presentano una quota altimetrica ben più alta di quest ultima , si tratta soprattutto delle zone orientali e meridionali .Quest'ultime però, è doveroso sottolineare , come siano attualmente localizzate in un contesto edilizio a bassa densità di costruzione e non presentino edifici confinanti a breve distanza.

Comunque ,alla luce delle condizioni geomorfologiche e idrogeologiche in cui si trovano i terreni che sostituiscono il sottosuolo nella zona A dell'area di interesse , si consiglia , nel rispetto delle Linee Guida dettate dal Comune di Napoli per la realizzazione di costruzioni che interferiscono con la falda , di eseguire, nella fase esecutiva di realizzazione delle singole opere previste dal PUA , un idoneo e specifico studio geologico-geotecnico e idrogeologico che : " .... valuti l'interferenza precisa tra gli interventi proposti e il contesto ambientale –geologico-geotecnico nel quale l'opera è inserita , con particolare riferimento all'interferenza con l'edificato esistente nell'area . Detto studio dovrà contenere chiare indicazioni in merito alle tecnologie utilizzate per le lavorazioni in atto sotto falda, alle tecniche di emungimento, alle fasi delle lavorazioni , alla stima dei cedimenti indotti nell'edificato circostante già esistente .. "

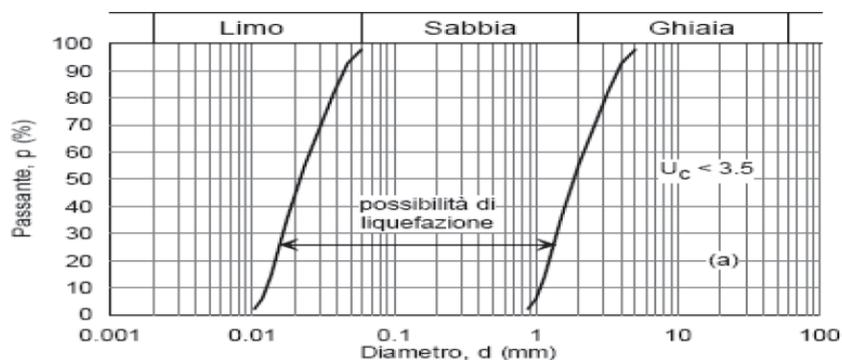
**2.Aspetti geotecnici relativi al rischio potenziale di suscettibilità alla liquefazione delle sabbie presenti nel sottosuolo della zona A dell'area di interesse**

Innanzitutto circoscriviamo l'analisi al sottouolo della zona A dell'area di interesse che ,come abbiamo detto, è la zona di insediamento delle nuove strutture di progetto e per questo maggiormente interessata all'influenza che subisce un sistema di fondazione quando si innesca un eventuale fenomeno di liquefazione delle sabbie .

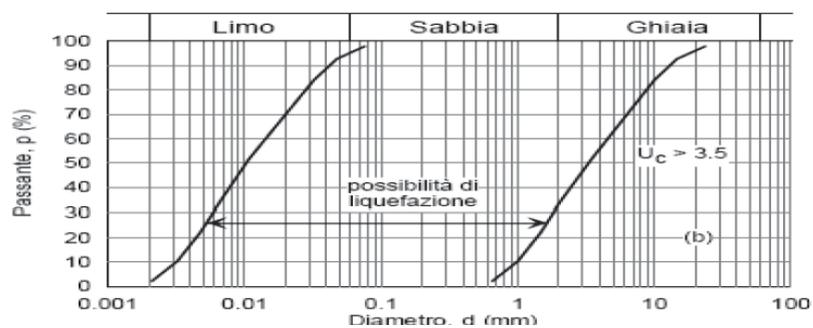
Si definisce liquefazione quel fenomeno associato alla perdita di resistenza al taglio o ad accumulo di deformazioni plastiche in terreni saturi , in particolare sabbiosi, sollecitati da azioni cicliche e dinamiche che agiscono in condizioni non drenate. Per normativa (Norme Tecniche di costruzione di cui al D.M. del 14/01/08 ) i terreni che costituiscono il sottosuolo dell'area di sedime delle strutture a realizzarsi dovranno essere soggetti a calcolo di verifica a liquefazione . Lo stesso calcolo si può omettere , considerando di fatto l'esclusione del rischio di liquefazione, nel caso in cui per il volume significativo di sottosuolo (30 m di altezza) al di sotto delle strutture, sussistano anche una delle seguenti condizioni :

- 1. evento sismico di magnitudo inferiore a 5;**
- 2. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0.1 g;**
- 3. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;**
- 4. depositi costituiti da sabbie pulite (assenza di limo e argilla ) con resistenza penetrometrica normalizzata delle prove penetrometriche SPT pari a  $(N1)60 > 30$  oppure delle prove penetrometriche statiche con resistenza alla punta pari a  $qc1N > 180$ ;**
- 5. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella seguente**

fig.1 sia nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c < 3.5$  sia nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c > 3.5$ ; laddove l' $U_c$  è inteso come il rapporto  $D_{60}/D_{10}$ , dove  $D_{60}$  e  $D_{10}$  sono il diametro delle particelle corrispondenti rispettivamente al 60% e al 10% del passante sulla curva granulometrica cumulativa.



$U_c$  rapporto  $D_{60}/D_{10}$ , dove  $D_{60}$  e  $D_{10}$  sono il diametro delle particelle corrispondenti rispettivamente al 60% e al 10% del passante sulla curva granulometrica cumulativa



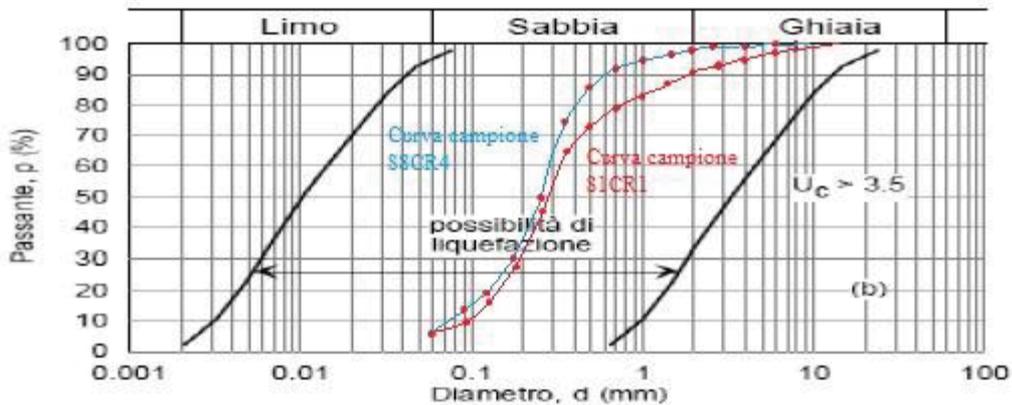
**Figura n.1 : Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione**

Ebbene nella zona A dell'area di interesse rispetto alle condizioni suesposte si ha che :

1. L'evento sismico è di magnitudo maggiore di 5 trovandoci in una zona (Comune di Napoli) di II categoria

2. Le accelerazioni massime attese al piano campagna , sono come già detto nel cap.4, variabili tra il valore minimo 0.2g (cat.sot.B-classe d'uso II°) e quello massimo pari a 0.27 g (cat.sot.C-classe d'uso III°) .Valori quindi maggiori di quello previsto pari a 0.1g.
3. La profondità media stagionale della falda è di circa 2.00 m dal piano campagna .
4. I depositi che costituiscono il sottosuolo della zona A in particolare le sabbie fini di probabile origine marina (cap.li 2-3; all.A9.5-tav.un.) che si ritrovano oltre i 18 m di profondità dal p.c. (livelli sabbiosi riscontrati nei sondaggi a):S1 alla profondità di 18 m dal p.c. con spessore di 0.50 m; b) S4, alle profondità di 19.40 e di 22m rispettivamente con spessori di 0.30m e di 2.60 m ;c)S8 , alla profondità di 19.40 m dal p.c. con spessore di 4.60 m ; d) S9 , alla profondità di 23.90 m da p.c. con spessore di 1.60 m ; ).Tali livelli si presentano, talvolta , con una resistenza penetrometrica normalizzata delle prove penetrometriche con SPT  $(N1)60 < 30$  e delle prove penetrometriche statiche con resistenza alla punta  $qc1N = o < 180$ ;
5. Gli stessi depositi sabbiosi di cui sopra , così come si evince dalle analisi granulometriche opportunamente fatte eseguire sui campioni dal laboratorio geotecnico (all.B2), si presentano con le seguenti caratteristiche :
  - Campione S8 CR1 prelevato alla profondità di 19.50 costituito da :sabbia al 90% ,limo al 6.85 % ,ghiaia al 2.70 % con  $D10=0.08$  mm e con  $D60 =0.29$ mm .Pertanto  $Uc =D60/D10= 3.62$
  - Campione S1 CR1 prelevato alla profondità di 18 m costituito da :sabbia al 85.08 %;limo al 5.96 %; con  $D10= 0.09$  mm e  $D60=0.33$  mm con  $Uc =(D60/D10)=3.66$

Pertanto se si procede alla sovrapposizione della curva granulometrica del campione S8Cr1 (all.B2) e del campione S1Cr1 (all.B2) sul fuso granulometrico dei terreni suscettibili alla liquefazione con  $U_c > 3.5$  (fig.1) si avrà la seguente fig.2:



**Figura 2-Fuso granulometrico di terreni suscettibili di liquefazione con  $U_c$  ( $D_{60}/D_{10}$ ) $>3.5$  con sovrapposizione delle curve granulometriche relativa ai campioni S1CR1 (curva rossa ) e S8CR1 (curva blu )**

Dalla figura n.2 sopra illustrata si evince che entrambe le curve granulometriche dei campioni S8Cr1 e S1Cr1 ricadono nell'ambito del fuso granulometrico di cui alla figura n.1 con  $U_c > 3.5$  ipotizzando quindi una potenziale suscettibilità a liquefarsi delle sabbie analizzate.

Pertanto , poiché nessuna delle condizioni suesposte sussiste, si può affermare che esiste un potenziale rischio di liquefazione delle sabbie appartenenti ai livelli di cui sopra la cui entità va valutata .Ricordiamo che questi livelli sono stati rilevati nella stratigrafia dei seguenti sondaggi :S1-S4-S8-S9 ( anche nel sondaggio S12 si è registrata un alternanza di questi livelli ma li trascuriamo perche non ricadenti nella zona A) a profondità di 18 m (spessore 0.50 m ) nella parte sud della zona A, a profondità pari a 19.40 m con spessore di 2.60 m nella parte centrale e alle profondità di 23.90 m con spessori di 1.60 m e di 19.40m con spessore di 4.60 m nella parte nord della zona A. Si tratta sì di livelli talvolta esigui (0.50m ) ma talvolta più spessi (2.60m e

## STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

4.60) di sabbie debolmente limose (campione S8Cr1) e di sabbie debolmente ghiaiose e limose (campione S1Cr1) che potrebbero essere soggette , date le loro condizioni geosismiche e geomeccaniche, al fenomeno della liquefazione delle sabbie.

Ricordiamo inoltre come questi livelli sabbiosi si trovino, in una giacitura caotica con un elevato grado di eterogeneità sia laterale che verticale, nell'ambito dei quei sedimenti definiti prodotti piroclastici indifferenziati (PI).

Alla luce di quanto sopra esposto è doveroso , ai fini della sola pianificazione urbanistica (successivamente nella fase progettuale esecutiva delle singole strutture si dovrà necessariamente procedere al calcolo di verifica puntuale con indagini geognostiche e prove di laboratorio geotecnico puntuali ) e con criteri empirici in particolare con i criteri relativi alla normativa francese e a Youd e Perkins, verificare il grado di potenzialità della liquefazione delle suddette sabbie . Secondo la proposta di normativa francese i terreni suscettibili di liquefazione sono:

a) terreni sabbiosi e limosi con le proprietà seguenti:

- grado di saturazione  $S_r = 100\%$
- coefficiente di uniformità  $U_c = D_{60}/D_{10} < 15$
- diametro al 50% dei granuli  $0,05 < D_{50} < 1,5 \text{ mm}$

b) terreni sabbiosi con frazione argillosa caratterizzati da:

- diametro al 15% dei granuli  $D_{15} > 0,05 \text{ mm}$
- limite liquido  $W_L < 35\%$
- contenuto d'acqua naturale  $W > 0,9 W_L$
- punto rappresentativo sulla carta di plasticità di Casagrande al di sotto della linea A ( $IP < 10,95, W_L < 35\%$ ).

Pertanto conoscendo i parametri  $D_{10}, D_{15}, D_{50}$  e  $D_{60}$ , ottenuti dal diagramma delle curve granulometriche reative ai campioni S8Cr1 e S1Cr1 (all.B2) , conoscendo altresì: le dimensioni e la profondità del livello sabbioso , la profondità della falda (-1.90 m dal piano campagna ) si deduce da questo criterio francese che esiste il rischio di suscettibilità di liquefazione delle sabbie .

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

Tra i criteri empirici qualitativi o semiquantitativi, utilizzati a scala urbanistica per la microzonazione sismica, si può inserire inoltre il criterio di Youd e Perkins. Esso si basa sulla valutazione della propensione alla liquefazione dei depositi sabbiosi su alcune caratteristiche geologiche e stratigrafiche dei terreni; infatti trae origine dall'osservazione della correlazione fra grado di danneggiamento subito dalle costruzioni durante forti terremoti e il tipo di deposito, la profondità della falda e l'età.

Sulla base del tipo di deposito sedimentario, della profondità della falda e dell'età del deposito, viene fornito un punteggio, prodotto dei punteggi parziali, che fornisce un'indicazione qualitativa del grado di vulnerabilità del deposito.

La probabilità di liquefazione si ricava dalla seguente tabella:

**Tab.n.2**

<b>Punteggio totale</b>	<b>Probabilità di liquefazione</b>
< 10	Molto bassa
10 – 20	Bassa
21 – 50	Moderata
51 – 80	Alta
> 80	Molto alta

Ebbene utilizzando notizie come: la profondità della falda (1.90 m dal piano campagna) ; l'età del deposito che dovrebbe essere non più vecchia dell'età olocenica, nonché collocando le sabbie suddette nella facies fluviale –marina- di estuario si ha che le suddette sabbie risultano, nel rispetto della tabella n.2 suesposta, suscettibili alla liquefazione con un potenziale, cioè con una probabilità alla liquefazione, pari a 30 cioè di grado moderato.

Naturalmente questa probabilità a liquefarsi di grado moderato dei livelli sabbiosi riscontrati in alcuni punti della zona A (coincidenti con le successioni stratigrafiche dei sondaggi meccanici S1-S4-S8-S9 che sono sì puntuali ma, per linee generali, indicativi dell'area a nord (S8), a nord-est (S9), ad est (S4) e dell'area a sud (S1) del sottosuolo della zona A) dovrebbe, con un approccio cautelativo, essere estesa, data l'eterogeneità giaciturale dei depositi sabbiosi, sulla stessa intera zona A.

Pertanto, alla luce di quanto sopra esposto, nel sottosuolo dell'intera zona A

dell'area di interesse c'è la probabilità , valutata preliminarmente di grado moderato, che nei terreni sabbiosi (livelli presenti generalmente oltre i 18 m ) potrebbe innescarsi il fenomeno della liquefazione causando la perdita di resistenza al taglio o a accumulo di deformazioni plastiche . La stessa perdita di resistenza al taglio delle sabbie sature causerebbe la rottura dell'equilibrio del sistema terreno-opera di fondazione- strutture (ex novo) in elevazione però solo allorquando queste sabbie sature dovessero essere considerate un litotipo portante cioè dovesse interferire con loro un bulbo delle pressioni esercitate dalle fondazioni delle stesse strutture ( così come da progetto di Piano ) che , data la profondità maggiore di 18 m dal p.c. (quota 13.00 m s.l.m. ) delle stesse sabbie , non possono essere che fondazioni di tipo profondo (maggiore di 12 m di lunghezza ) quali pali trivellati .Pertanto nel caso per le strutture di progetto si optasse per la scelta di fondazioni di tipo profondo su pali si consiglia , visto il modello geologico-geotecnico , di verificare , con dei calcoli puntuali e riferiti alle singole strutture di progetto , quella che è stata comunque valutata ( utilizzando i criteri empirici riferiti alla Normativa Francese e a Youd e Perkins) come una probabilità di liquefazione di grado moderato dei terreni sabbiosi alla profondità oltre i 18 m nel sottosuolo della zona A.

**Aspetti geotecnici relativi all'eteropia di facies in senso verticale ma soprattutto in senso orizzontale dei litotipi che costituiscono il sottosuolo della zona A.**

Come già detto nei capitoli precedenti per motivi litogenetici esiste una accentuata eteropia di facies in senso verticale ma soprattutto , per motivi antropici , in senso orizzontale tale da aver reso necessaria la suddivisione della zona A in quattro sub-zone alfa,beta,gamma, delta (cap.2-all.to.A9.-tav.un) e in quattro relativi modelli geologico-geotecnici (cap.3-all.ti A9.1-A9.2-A9.3-A9.4-tav.un) rappresentativi degli spessori medi dei litotipi, e dei valori medi delle loro caratteristiche geomeccaniche , che costituiscono il sottosuolo fino alla profondità di 16 m -18 m oltre che in un quinto modello (all.A9.5-tav.un) rappresentativo esclusivamente delle caratteristiche geomeccaniche delle piroclastiti indifferenziate (simbolo PI sulle carte tematiche,all.ti A Tav.un) data la loro elevata eterogeneità verticale , a partire dai 16 m fino a 30 m.

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

Ebbene le caratteristiche del sottosuolo delle quattro suddette sub-zone e dei rispettivi cinque modelli sono state già ampiamente descritte .

In questo capitolo invece si intende ipotizzare e verificare in modo preliminare , anche grazie a calcoli geotecnici preliminari di verifica della resistenza di progetto (Rd) eseguiti per ogni singola sub-zona , la tipologia delle fondazioni delle strutture di progetto (di Piano) se risultano compatibili con le condizioni geologico-geotecniche del loro sottosuolo fino a profondità di 30 m dal piano campagna (13.00 m s.l.m. ) .

Considerando che sono previsti dal progetto di Piano strutture con seminterrati a quota 1.50, ipotizzando pertanto una fondazione superficiale con spessore di 0.7m i primi litotipi portanti li ritroviamo a quota 2.20 m dal piano campagna (quota 13.00 m s.l.m. ) . Si avranno queste condizioni geologico-geotecniche per le seguenti singole sub-zone :

## **a)Sub-zona alfa**

In questa sub-zona il modello geologico –geotecnico (cap.3- all.A9.1-tav.un.) si presenta con tre strati principali : uno strato di 2 m di spessore di piroclastiti rimaneggiate ( detrito di frana PRa) che per quasi la sua metà è da considerarsi saturo ( infatti il livello della falda è a -1.90 dal p.c (periodo piovoso) e al di sopra di questo strato c'è uno strato di riporto e stabilizzato di circa 0.70 m ) con valori medi delle caratteristiche della resistenza a rottura e della compressibilità scarsi ; uno strato di 8.30 m di spessore di piroclastiti rimaneggiate di tipo sabbioso-limose (PRb) con valori medi delle stesse caratteristiche migliori dello strato precedente ma non tali da considerarsi ancora valori buoni. Poi uno strato di 8m di spessore di brecce vulcaniche (BrV) dalle buone caratteristiche geomeccaniche .Ancora al di sotto , alla profondità di 18 m si ritrovano poi le piroclastiti indifferenziate (PI) che si presentano con livelli esigui e molto eterogenei di cineriti (medio-fini e medio-grosse) e di sabbie sia di deposizione fluviale sia marina nonchè livelli di limi alterati e tufiti . Le caratteristiche geomeccaniche di questo strato di piroclastiti indifferenziate (PI) preso nel suo complesso sembrano buone ma se poi dovessimo analizzarle specificamente , livello per livello, quando si incontrano i livelli di sabbie medio-fini e medio-grosse sciolte e di deposizione fluvio-marina e livelli di tufite e limi molto alterati (senza escludere che nella zona ci siano anche livelli di paleosuoli) allora le loro caratteristiche

## STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

geomeccaniche potrebbero rivelarsi scarse .(all.A9.1-tav.un.)

Pertanto , alla luce di quanto esposto ,ipotizzando per una struttura di progetto un fondazione superficiale tipo trave rovescia alla profondità di 2.20m con altezza superiore di 0.35 m ,altezza inferiore di 0.7 m , profondità di incastro 0.7 m , di larghezza 1 m ed una quota zero di progetto di Piano a 13.00 m s.l.m. ,considerando altresì le caratteristiche geomeccaniche e geosismiche del modello suddetto con la categoria di sottosuolo C e classe d'uso III (cioè le condizioni piu critiche) , in un calcolo preliminare del carico limite (portanza) del sistema terreno-opera di fondazione –struttura così come riportato nel seguente elaborato (N.3) la resistenza di progetto (Rd) è risultata verificata per un valore medio che , in questa zona alfa, può essere considerato compatibile con la scelta di una soluzione fondale di tipo superficiale a travi rovescie per quelle strutture previste dal progetto di Piano a carattere di grande rilevanza ( edifici max 6 piani ) .

## ELABORATO N.3

### CALCOLO PRELIMINARE PORTANZA PER FONDAZIONI SUPERFICIALI RIFERITE AL SOTTOSUOLO DELLA SUB-ZONA ALFA

#### NORMATIVE DI RIFERIMENTO

##### Norme tecniche per le Costruzioni 2008

*Norme tecniche per le costruzioni D.M. 14 gennaio 2008.*

##### Eurocodice 7

*Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali.*

##### Eurocodice 8

*Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.*

#### CARICO LIMITE DI FONDAZIONI SU TERRENI

Il carico limite di una fondazione superficiale può essere definito con riferimento a quel valore massimo del carico per il quale in nessun punto del sottosuolo si raggiunge la condizione di rottura (metodo di Frolich), oppure con riferimento a quel valore del carico, maggiore del precedente, per il quale il fenomeno di rottura si è esteso ad un ampio volume del suolo (metodo di Prandtl e successivi).

**Prandtl** ha studiato il problema della rottura di un semispazio elastico per effetto di un carico applicato sulla sua superficie con riferimento all'acciaio, caratterizzando la resistenza a rottura con una legge del tipo:

$$\tau = c + \sigma \times \operatorname{tg} \varphi \quad \text{valida anche per i terreni.}$$

Le ipotesi e le condizioni introdotte dal Prandtl sono le seguenti:

- Materiale privo di peso e quindi  $\gamma=0$
- Comportamento rigido - plastico
- Resistenza a rottura del materiale esprimibile con la relazione  $\tau=c + \sigma \times \operatorname{tg} \varphi$
- Carico uniforme, verticale ed applicato su una striscia di lunghezza infinita e di larghezza  $2b$  (stato di deformazione piana)
- Tensioni tangenziali nulle al contatto fra la striscia di carico e la superficie limite del semispazio.

All'atto della rottura si verifica la plasticizzazione del materiale racchiuso fra la superficie limite del semispazio e la superficie *GFBCD*.

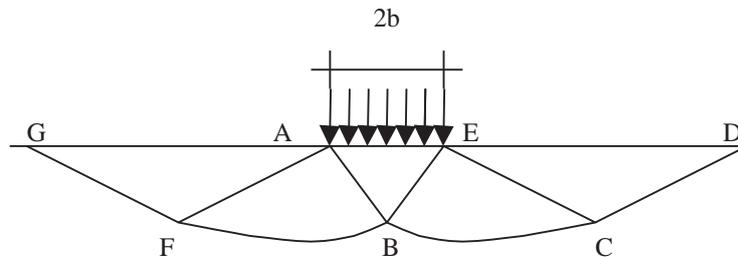
# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

Nel triangolo *AEB* la rottura avviene secondo due famiglie di segmenti rettilinei ed inclinati di  $45^\circ + \varphi/2$  rispetto all'orizzontale.

Nelle zone *ABF* e *EBC* la rottura si produce lungo due famiglie di linee, l'una costituita da segmenti rettilinei passanti rispettivamente per i punti *A* ed *E* e l'altra da archi di due famiglie di spirali logaritmiche.

I poli di queste sono i punti *A* ed *E*. Nei triangoli *AFG* e *ECD* la rottura avviene su segmenti inclinati di  $\pm(45^\circ + \varphi/2)$  rispetto alla verticale.



Individuato così il volume di terreno portato a rottura dal carico limite, questo può essere calcolato scrivendo la condizione di equilibrio fra le forze agenti su qualsiasi volume di terreno delimitato in basso da una qualunque delle superfici di scorrimento.

Si arriva quindi ad una equazione  $q = B \times c$ , dove il coefficiente *B* dipende soltanto dall'angolo di attrito  $\varphi$  del terreno.

$$B = \cot g \varphi \left[ e^{\frac{\pi g \varphi}{2}} \frac{2}{\tan^2 (45^\circ + \varphi/2)} - 1 \right]$$

Per  $\varphi = 0$  il coefficiente *B* risulta pari a 5.14, quindi  $q = 5.14 \times c$ .

Nell'altro caso particolare di terreno privo di coesione ( $c=0$ ,  $\gamma \neq 0$ ) risulta  $q=0$ , secondo la teoria di **Prandtl**, non sarebbe dunque possibile applicare nessun carico sulla superficie limite di un terreno incoerente.

Da questa teoria, anche se non applicabile praticamente, hanno preso le mosse tutte le ricerche ed i metodi di calcolo successivi.

Infatti **Caquot** si pose nelle stesse condizioni di Prandtl ad eccezione del fatto che la striscia di carico non è più applicata sulla superficie limite del semispazio, ma a una profondità *h*, con  $h \leq 2b$ ; il terreno compreso tra la superficie e la profondità *h* ha le seguenti caratteristiche:  $\gamma \neq 0$ ,  $\varphi = 0$ ,  $c = 0$  e cioè sia un mezzo dotato di peso ma privo di resistenza.

Risolvendo le equazioni di equilibrio si arriva all'espressione:

$$q = A \times \gamma l + B \times c$$

che è sicuramente un passo avanti rispetto a Prandtl, ma che ancora non rispecchia la realtà.

## Metodo di Terzaghi (1955)

**Terzaghi**, proseguendo lo studio di Caquot, ha apportato alcune modifiche per tenere conto delle effettive caratteristiche dell'insieme opera di fondazione-terreno.

Sotto l'azione del carico trasmesso dalla fondazione il terreno che si trova a contatto con la fondazione stessa tende a sfuggire lateralmente, ma ne è impedito dalle resistenze tangenziali che si

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

sviluppano fra la fondazione ed il terreno. Ciò comporta una modifica dello stato tensionale nel terreno posto direttamente al di sotto della fondazione; per tenerne conto **Terzaghi** assegna ai lati AB ed EB del cuneo di Prandtl una inclinazione  $\psi$  rispetto all'orizzontale, scegliendo il valore di  $\psi$  in funzione delle caratteristiche meccaniche del terreno al contatto terreno-opera di fondazione.

L'ipotesi  $\gamma_2 = 0$  per il terreno sotto la fondazione viene così superata ammettendo che le superfici di rottura restino inalterate, l'espressione del carico limite è quindi:

$$q = A \times \gamma \times h + B \times c + C \times \gamma \times b$$

in cui C è un coefficiente che risulta funzione dell'angolo di attrito  $\phi$  del terreno posto al di sotto del piano di posa e dell'angolo  $\phi$  prima definito;

b è la semilarghezza della striscia.

Inoltre, basandosi su dati sperimentali, **Terzaghi** passa dal problema piano al problema spaziale introducendo dei fattori di forma.

Un ulteriore contributo è stato apportato da **Terzaghi** sull'effettivo comportamento del terreno.

Nel metodo di Prandtl si ipotizza un comportamento del terreno rigido-plastico, **Terzaghi** invece ammette questo comportamento nei terreni molto compatti.

In essi, infatti, la curva carichi-cedimenti presenta un primo tratto rettilineo, seguito da un breve tratto curvilineo (comportamento elasto-plastico); la rottura è istantanea ed il valore del carico limite risulta chiaramente individuato (rottura generale).

In un terreno molto sciolto invece la relazione carichi-cedimenti presenta un tratto curvilineo accentuato fin dai carichi più bassi per effetto di una rottura progressiva del terreno (rottura locale); di conseguenza l'individuazione del carico limite non è così chiara ed evidente come nel caso dei terreni compatti.

Per i terreni molto sciolti, **Terzaghi** consiglia di prendere in considerazione il carico limite il valore che si calcola con la formula precedente introducendo però dei valori ridotti delle caratteristiche meccaniche del terreno e precisamente:

$$\text{tg } \phi_{rid} = 2/3 \times \text{tg } \phi \text{ e } c_{rid} = 2/3 \times c$$

Esplicitando i coefficienti della formula precedente, la formula di **Terzaghi** può essere scritta:

$$q_{ult} = c \times N_c \times s_c + \gamma \times D \times N_q + 0.5 \times \gamma \times B \times N_\gamma \times s_\gamma$$

dove:

$$N_q = \frac{a^2}{2 \cos^2 (45 + \phi/2)}$$

$$a = e^{(0.75\pi - \phi/2) \tan \phi}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$$

$$N_\gamma = \frac{\tan \phi}{2} \left( \frac{K_p \gamma}{\cos^2 \phi} - 1 \right)$$

## Formula di Meyerhof (1963)

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

Meyerhof propose una formula per il calcolo del carico limite simile a quella di Terzaghi.; le differenze consistono nell'introduzione di ulteriori coefficienti di forma.

Egli introdusse un coefficiente  $s_q$  che moltiplica il fattore  $N_q$ , fattori di profondità  $d_i$  e di pendenza  $i_i$  per il caso in cui il carico trasmesso alla fondazione è inclinato sulla verticale.

I valori dei coefficienti  $N$  furono ottenuti da Meyerhof ipotizzando vari archi di prova BF (v. meccanismo Prandtl) , mentre il taglio lungo i piani AF aveva dei valori approssimati.

I fattori di forma tratti da Meyerhof sono di seguito riportati, insieme all'espressione della formula.

$d_\gamma$	Carico verticale	$q_{ult} = c \times N_c \times s_c \times d_c + \gamma \times D \times N_q \times s_q \times d_q + 0.5 \times \gamma \times B \times N_\gamma \times s_\gamma \times d_\gamma$
$N_\gamma \times i_\gamma \times d_\gamma$	Carico inclinato	$q_{ult} = c \times N_c \times i_c \times d_c + \gamma \times D \times N_q \times i_q \times d_q + 0.5 \times \gamma \times B \times N_\gamma \times i_\gamma \times d_\gamma$

$$N_q = e^{\pi \tan \varphi} \tan^2(45 + \varphi/2)$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \varphi$$

$$N_\gamma = (N_q - 1) \tan(1.4\varphi)$$

fattore di forma:

$$s_c = 1 + 0.2k_p \frac{B}{L} \quad \text{per } \varphi > 10$$

$$s_q = s_\gamma = 1 + 0.1k_p \frac{B}{L} \quad \text{per } \varphi = 0$$

fattore di profondità:

$$d_c = 1 + 0.2\sqrt{k_p} \frac{D}{B}$$

$$d_q = d_\gamma = 1 + 0.1\sqrt{k_p} \frac{D}{B} \quad \text{per } \varphi > 10$$

$$d_q = d_\gamma = 1 \quad \text{per } \varphi = 0$$

inclinazione:

$$i_c = i_\gamma = \left(1 - \frac{\theta}{90}\right)^2$$

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{\theta}{\varphi}\right)^2 \quad \text{per } \varphi > 0$$

$$i_\gamma = 0 \quad \text{per } \varphi = 0$$

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

dove :

$$K_p = \tan^2(45^\circ + \varphi/2)$$

$\theta$  = Inclinazione della risultante sulla verticale.

## Formula di Hansen (1970)

E' una ulteriore estensione della formula di Meyerhof; le estensioni consistono nell'introduzione di  $b_i$  che tiene conto della eventuale inclinazione sull'orizzontale del piano di posa e un fattore  $g_i$  per terreno in pendenza.

La formula di Hansen vale per qualsiasi rapporto  $D/B$ , quindi sia per fondazioni superficiali che profonde, ma lo stesso autore introdusse dei coefficienti per meglio interpretare il comportamento reale della fondazione, senza di essi, infatti, si avrebbe un aumento troppo forte del carico limite con la profondità.

Per valori di  $D/B < 1$

$$d_c = 1 + 0.4 \frac{D}{B}$$

$$d_q = 1 + 2 \tan \varphi (1 - \sin \varphi)^2 \frac{D}{B}$$

Per valori  $D/B > 1$ :

$$d_c = 1 + 0.4 \tan^{-1} \frac{D}{B}$$

$$d_q = 1 + 2 \tan \varphi (1 - \sin \varphi)^2 \tan^{-1} \frac{D}{B}$$

Nel caso  $\varphi = 0$

$D/B$	0	1	1.1	2	5	10	20	100
$d'_c$	0	0.40	0.33	0.44	0.55	0.59	0.61	0.62

Nei fattori seguenti le espressioni con apici (') valgono quando  $\varphi=0$ .

Fattore di forma:

$$s'_c = 0.2 \frac{B}{L}$$

$$s_c = 1 + \frac{N_q}{N_c} \frac{B}{L}$$

$$s_c = 1 \quad \text{per fondazioni nastroforni}$$

$$s_q = 1 + \frac{B}{L} \tan \varphi$$

$$s_\gamma = 1 - 0.4 \frac{B}{L}$$

Fattore di profondità:

$$d'_c = 0.4k$$

$$d_c = 1 + 0.4k$$

$$d_q = 1 + 2 \tan \varphi (1 - \sin \varphi) k$$

$$d_\gamma = 1 \text{ per qualsiasi } \varphi$$

$$k = \frac{D}{B} \text{ se } \frac{D}{B} \leq 1$$

$$k = \tan^{-1} \frac{D}{B} \text{ se } \frac{D}{B} > 1$$

*Fattori di inclinazione del carico*

$$i'_c = 0.5 - 0.5 \sqrt{1 - \frac{H}{A_f c_a}}$$

$$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}$$

$$i_q = \left( 1 - \frac{0.5H}{V + A_f c_a \cot \varphi} \right)^5$$

$$i_\gamma = \left( 1 - \frac{0.7H}{V + A_f c_a \cot \varphi} \right)^5 \quad (\eta = 0)$$

$$i_\gamma = \left( 1 - \frac{(0.7 - \eta / 450)H}{V + A_f c_a \cot \varphi} \right)^5 \quad (\eta > 0)$$

*Fattori di inclinazione del terreno (fondazione su pendio):*

$$g'_c = \frac{\beta}{147}$$

$$g_c = 1 - \frac{\beta}{147}$$

$$g_q = g_\gamma = (1 - 0.5 \tan \beta)^5$$

*Fattori di inclinazione del piano di fondazione (base inclinata)*

$$b'_c = \frac{\eta^\circ}{147^\circ}$$

$$b_c = 1 - \frac{\eta^\circ}{147^\circ}$$

$$b_q = \exp(-2\eta \tan \varphi)$$

$$b_\gamma = \exp(-2.7\eta \tan \varphi)$$

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

## Formula di Vesic (1975)

La formula di Vesic è analoga alla formula di Hansen, con  $N_q$  ed  $N_c$  come per la formula di Meyerhof ed

$N_\gamma$  come sotto riportato:

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \cdot \tan(\varphi)$$

I fattori di forma e di profondità che compaiono nelle formule del calcolo della capacità portante sono uguali a quelli proposti da Hansen; alcune differenze sono invece riportate nei fattori di inclinazione del carico, del terreno (fondazione su pendio) e del piano di fondazione (base inclinata).

## Formula Brich-Hansen (EC 7 – EC 8)

Affinché una fondazione possa resistere il carico di progetto con sicurezza nei riguardi della rottura generale, per tutte le combinazioni di carico relative allo SLU (stato limite ultimo), deve essere soddisfatta la seguente disuguaglianza:

$$V_d \leq R_d$$

Dove  $V_d$  è il carico di progetto allo SLU, normale alla base della fondazione, comprendente anche il peso della fondazione stessa; mentre  $R_d$  è il carico limite di progetto della fondazione nei confronti di carichi normali, tenendo conto anche dell'effetto di carichi inclinati o eccentrici.

Nella valutazione analitica del carico limite di progetto  $R_d$  si devono considerare le situazioni a breve e a lungo termine nei terreni a grana fine.

Il carico limite di progetto in condizioni non drenate si calcola come:

$$R/A' = (2 + \pi) c_u s_c i_c + q$$

Dove:

$A' = B' L'$  area della fondazione efficace di progetto, intesa, in caso di carico eccentrico, come l'area ridotta al cui centro viene applicata la risultante del carico.

$c_u$  Coesione non drenata.

$q$  pressione litostatica totale sul piano di posa.

$s_c$  Fattore di forma

$s_c = 1 + 0,2 (B'/L')$  per fondazioni rettangolari

$s_c = 1,2$  Per fondazioni quadrate o circolari.

$i_c$  Fattore correttivo per l'inclinazione del carico dovuta ad un carico  $H$ .

$$i_c = 0,5 \left( 1 + \sqrt{1 - H/A' c_u} \right)$$

Per le condizioni drenate il carico limite di progetto è calcolato come segue.

$$R/A' = c' N_c s_c i_c + q' N_q s_q i_q + 0,5 \gamma' B' N_\gamma s_\gamma i_\gamma$$

Dove:

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

$$N_q = e^{\pi \tan \phi'} \tan^2(45 + \phi' / 2)$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi'$$

$$N_\gamma = 2(N_q - 1) \tan \phi'$$

## Fattori di forma

$$s_q = 1 + (B'/L') \sin \phi' \text{ per forma rettangolare}$$

$$s_q = 1 + \sin \phi' \text{ per forma quadrata o circolare}$$

$$s_\gamma = 1 - 0,3(B'/L') \text{ per forma rettangolare}$$

$$s_\gamma = 0,7 \text{ per forma quadrata o circolare}$$

$$s_c = (s_q \cdot N_q - 1) / (N_q - 1) \text{ per forma rettangolare, quadrata o circolare.}$$

## Fattori inclinazione risultante dovuta ad un carico orizzontale H parallelo a L'

$$i_q = i_c = 1 - H / (V + A' c' \cot \phi')$$

$$i_c = (i_q N_q - 1) / (N_q - 1)$$

## Fattori inclinazione risultante dovuta ad un carico orizzontale H parallelo a B'

$$i_q = [1 - 0,7H / (V + A' c' \cot \phi')]^3$$

$$i_\gamma = [1 - H / (V + A' c' \cot \phi')]^3$$

$$i_c = (i_q \cdot N_q - 1) / (N_q - 1)$$

Oltre ai fattori correttivi di cui sopra sono considerati quelli complementari della profondità del piano di posa e dell'inclinazione del piano di posa e del piano campagna (Hansen).

## Metodo di Richards et. Al.

Richards, Helm e Budhu (1993) hanno sviluppato una procedura che consente, in condizioni sismiche, di valutare sia il carico limite sia i cedimenti indotti, e quindi di procedere alle verifiche di entrambi gli stati limite (ultimo e di danno). La valutazione del carico limite viene perseguita mediante una semplice estensione del problema del carico limite al caso della presenza di forze di inerzia nel terreno di fondazione dovute al sisma, mentre la stima dei cedimenti viene ottenuta mediante un approccio alla Newmark (cfr. Appendice H di "Aspetti geotecnici della progettazione in zona sismica" – Associazione Geotecnica Italiana). Gli autori hanno esteso la classica formula trinomia del carico limite:

$$q_L = N_q \cdot q + N_c \cdot c + 0.5 N_\gamma \cdot \gamma \cdot B$$

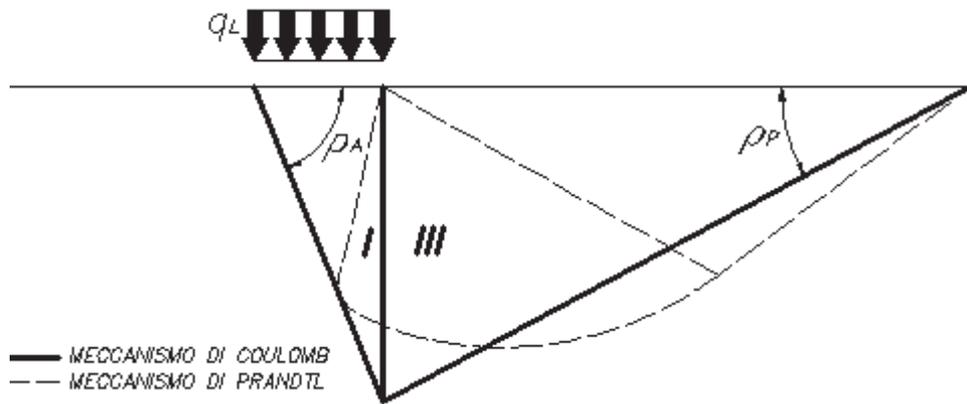
Dove i fattori di capacità portante vengono calcolati con le seguenti formule:

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \cot(\phi)$$

$$N_q = \frac{K_{pE}}{K_{AE}}$$

$$N_{\gamma} = \left( \frac{K_{pE}}{K_{AE}} - 1 \right) \cdot \tan(\rho_{AE})$$

Esaminando con un approccio da equilibrio limite, un meccanismo alla Coulomb e portando in conto le forze d'inerzia agenti sul volume di terreno a rottura. In campo statico, il classico meccanismo di Prandtl può essere infatti approssimato come mostrato nella figura che segue, eliminando la zona di transizione (ventaglio di Prandtl) ridotta alla sola linea AC, che viene riguardata come una parete ideale in equilibrio sotto l'azione della spinta attiva e della spinta passiva che riceve dai cunei I e III:



Schema di calcolo del carico limite ( $qL$ )

Gli autori hanno ricavato le espressioni degli angoli  $\rho_A$  e  $\rho_P$  che definiscono le zone di spinta attiva e passiva, e dei coefficienti di spinta attiva e passiva  $K_A$  e  $K_P$  in funzione dell'angolo di attrito  $\phi$  del terreno e dell'angolo di attrito  $\delta$  terreno – parete ideale:

$$\rho_A = \phi + \tan^{-1} \cdot \left\{ \frac{\sqrt{\tan(\phi) \cdot (\tan(\phi) \cdot \cot(\phi)) \cdot (1 + \tan(\delta) \cdot \cot(\phi))} - \tan(\phi)}{1 + \tan(\delta) \cdot (\tan(\phi) + \cot(\phi))} \right\}$$

$$\rho_P = -\phi + \tan^{-1} \cdot \left\{ \frac{\sqrt{\tan(\phi) \cdot (\tan(\phi) \cdot \cot(\phi)) \cdot (1 + \tan(\delta) \cdot \cot(\phi))} + \tan(\phi)}{1 + \tan(\delta) \cdot (\tan(\phi) + \cot(\phi))} \right\}$$

$$K_A = \frac{\cos^2(\phi)}{\cos(\delta) \left\{ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi)}{\cos(\delta)}} \right\}^2}$$

$$K_P = \frac{\cos^2(\phi)}{\cos(\delta) \left\{ 1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi)}{\cos(\delta)}} \right\}^2}$$

E' comunque da osservare che l'impiego delle precedenti formule assumendo  $\phi=0.5\delta$ , conduce a valore dei coefficienti di carico limite molto prossimi a quelli basati su un analisi alla Prandtl. Richards et. Al. hanno

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

quindi esteso l'applicazione del meccanismo di Coulomb al caso sismico, portando in conto le forze d'inerzia agenti sul volume di terreno a rottura. Tali forze di massa, dovute ad accelerazioni  $k_h g$  e  $k_v g$ , agenti rispettivamente in direzione orizzontale e verticale, sono a loro volta pari a  $k_h \gamma$  e  $k_v \gamma$ . Sono state così ottenute le estensioni delle espressioni di  $\rho_a$  e  $\rho_p$ , nonché di  $K_A$  e  $K_P$ , rispettivamente indicate come  $\rho_{AE}$  e  $\rho_{PE}$  e come  $K_{AE}$  e  $K_{PE}$  per denotare le condizioni sismiche:

$$\rho_{AE} = (\varphi - \vartheta) + \tan^{-1} \cdot \left\{ \frac{\sqrt{(1 + \tan^2(\varphi - \vartheta)) \cdot [1 + \tan(\delta + \vartheta) \cdot \cot(\varphi - \vartheta)]} - \tan(\varphi - \vartheta)}{1 + \tan(\delta + \vartheta) \cdot (\tan(\varphi - \vartheta) + \cot(\varphi - \vartheta))} \right\}$$

$$\rho_{PE} = -(\varphi - \vartheta) + \tan^{-1} \cdot \left\{ \frac{\sqrt{(1 + \tan^2(\varphi - \vartheta)) \cdot [1 + \tan(\delta + \vartheta) \cdot \cot(\varphi - \vartheta)]} - \tan(\varphi - \vartheta)}{1 + \tan(\delta + \vartheta) \cdot (\tan(\varphi - \vartheta) + \cot(\varphi - \vartheta))} \right\}$$

$$K_{AE} = \frac{\cos^2(\varphi - \vartheta)}{\cos(\vartheta) \cdot \cos(\delta + \vartheta) \left\{ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \cdot \sin(\varphi - \vartheta)}{\cos(\delta + \vartheta)}} \right\}^2}$$

$$K_{PE} = \frac{\cos^2(\varphi - \vartheta)}{\cos(\vartheta) \cdot \cos(\delta + \vartheta) \left\{ 1 - \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \cdot \sin(\varphi - \vartheta)}{\cos(\delta + \vartheta)}} \right\}^2}$$

I valori di  $N_q$  e  $N_\gamma$  sono determinabili ancora avvalendosi delle formule precedenti, impiegando naturalmente le espressioni degli angoli  $\rho_{AE}$  e  $\rho_{PE}$  e dei coefficienti  $K_{AE}$  e  $K_{PE}$  relative al caso sismico. In tali espressioni compare l'angolo  $\theta$  definito come:

$$\tan(\theta) = \frac{k_h}{1 - k_v}$$

Nella tabella che segue sono mostrati i fattori di capacità portante calcolati per i seguenti valori dei parametri:

8)  $\phi = 30^\circ \quad \delta = 15^\circ$

Per diversi valori dei coefficienti di spinta sismica:

$k_h/(1-k_v)$	$N_q$	$N_\gamma$	$N_c$
0	16.51037	23.75643	26.86476
0.087	13.11944	15.88906	20.9915
0.176	9.851541	9.465466	15.33132
0.268	7.297657	5.357472	10.90786
0.364	5.122904	2.604404	7.141079
0.466	3.216145	0.879102	3.838476
0.577	1.066982	1.103E-03	0.1160159

Tabella dei fattori di capacità portante per  $\phi=30^\circ$

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

## VERIFICA A SLITTAMENTO

In conformità con i criteri di progetto allo SLU, la stabilità di un plinto di fondazione deve essere verificata rispetto al collasso per slittamento oltre a quello per rottura generale. Rispetto al collasso per slittamento la resistenza viene valutata come somma di una componente dovuta all'adesione e una dovuta all'attrito fondazione-terreno; la resistenza laterale derivante dalla spinta passiva del terreno può essere messa in conto secondo una percentuale indicata dell'utente.

La resistenza di calcolo per attrito ed adesione è valutata secondo l'espressione:

$$F_{Rd} = N_{sd} \tan \delta + c_a A'$$

Nella quale  $N_{sd}$  è il valore di calcolo della forza verticale,  $\delta$  è l'angolo di resistenza a taglio alla base del plinto,  $c_a$  è l'adesione plinto-terreno e  $A'$  è l'area della fondazione efficace, intesa, in caso di carichi eccentrici, come area ridotta al centro della quale è applicata la risultante.

## CARICO LIMITE DI FONDAZIONI SU ROCCIA

Per la valutazione della capacità portante ammissibile delle rocce si deve tener conto di alcuni parametri significativi quali le caratteristiche geologiche, il tipo di roccia e la sua qualità, misurata con l'RQD. Nella capacità portante delle rocce si utilizzano normalmente fattori di sicurezza molto alti e legati in qualche modo al valore del coefficiente RQD: ad esempio, per una roccia con RQD pari al massimo a 0.75 il fattore di sicurezza varia tra 6 e 10. Per la determinazione della capacità portante di una roccia si possono usare le formule di Terzaghi, usando angolo d'attrito e coesione della roccia, o quelle proposte da **Stagg** e **Zienkiewicz** (1968) in cui i coefficienti della formula della capacità portante valgono:

$$N_q = \tan^6 \left( 45 + \frac{\phi}{2} \right)$$

$$N_c = 5 \tan^4 \left( 45 + \frac{\phi}{2} \right)$$

$$N_\gamma = N_q + 1$$

Con tali coefficienti vanno usati i fattori di forma impiegati nella formula di Terzaghi.

La capacità portante ultima calcolata è comunque funzione del coefficiente RQD secondo la seguente espressione:

$$q' = q_{ult} (RQD)^2$$

Se il carotaggio in roccia non fornisce pezzi intatti (RQD tende a 0), la roccia viene trattata come un terreno stimando al meglio i parametri  $c$  e  $\phi$ .

## FATTORI CORRETTIVI SISMICI: PAOLUCCI E PECKER

Per tener conto degli effetti inerziali indotti dal sisma sulla determinazione del  $q_{lim}$  vengono introdotti i fattori correttivi  $z$ :

$$z_q = \left( 1 - \frac{k_h}{tg \phi} \right)^{0,35}$$

$$z_c = 1 - 0,32 \cdot k_h$$

$$z_\gamma = z_q$$

Dove  $K_h$  è il coefficiente sismico orizzontale.

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

## Calcolo coefficienti sismici

Le NTC 2008 calcolano i coefficienti  $K_h$  e  $K_v$  in dipendenza di vari fattori:

$$K_h = \beta \times (a_{\max}/g)$$

$$K_v = \pm 0,5 \times K_h$$

$\beta$  = coefficiente di riduzione accelerazione massima attesa al sito;  
 $a_{\max}$  = accelerazione orizzontale massima attesa al sito;  
 $g$  = accelerazione di gravità;

Tutti i fattori presenti nelle precedenti formule dipendono dall'accelerazione massima attesa sul sito di riferimento rigido e dalle caratteristiche geomorfologiche del territorio.

$$a_{\max} = S_S S_T a_g$$

$S_S$  (effetto di amplificazione stratigrafica):  $0.90 \leq S_S \leq 1.80$ ; è funzione di  $F_0$  (Fattore massimo di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale) e della categoria di suolo (A, B, C, D, E).

$S_T$  (effetto di amplificazione topografica) per fondazioni in prossimità di pendii.

Il valore di  $S_T$  varia con il variare delle quattro categorie topografiche introdotte:

$$T1 (S_T = 1.0) \quad T2 (S_T = 1.20) \quad T3 (S_T = 1.20) \quad T4 (S_T = 1.40).$$

Questi valori sono calcolati come funzione del punto in cui si trova il sito oggetto di analisi. Il parametro di entrata per il calcolo è il tempo di ritorno dell'evento sismico che è valutato come segue:

$$T_R = -V_R / \ln(1 - PVR)$$

Con  $V_R$  vita di riferimento della costruzione e PVR probabilità di superamento, nella vita di riferimento, associata allo stato limite considerato. La vita di riferimento dipende dalla vita nominale della costruzione e dalla classe d'uso della costruzione (in linea con quanto previsto al punto 2.4.3 delle NTC). In ogni caso  $V_R$  dovrà essere maggiore o uguale a 35 anni.

Per l'applicazione dell'**Eurocodice 8** (progettazione geotecnica in campo sismico) il coefficiente sismico orizzontale viene così definito:

$$K_h = a_{gR} \cdot \gamma_I \cdot S / (g)$$

$a_{gR}$  : accelerazione di picco di riferimento su suolo rigido affiorante,  
 $\gamma_I$ : fattore di importanza,  
S: soil factor e dipende dal tipo di terreno (da A ad E).

$$a_g = a_{gR} \cdot \gamma_I$$

è la "design ground acceleration on type A ground".

Il coefficiente sismico verticale  $K_v$  è definito in funzione di  $K_h$ , e vale:

$$K_v = \pm 0.5 \cdot K_h$$

## CEDIMENTI ELASTICI

I cedimenti di una fondazione rettangolare di dimensioni  $B \times L$  posta sulla superficie di un semispazio elastico si possono calcolare in base ad una equazione basata sulla teoria dell'elasticità (Timoshenko e Goodier (1951)):

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

$$\Delta H = q_0 B' \frac{1-\mu^2}{E_s} \left( I_1 + \frac{1-2\mu}{1-\mu} I_2 \right) I_F \quad (1)$$

dove:

$q_0$  = Intensità della pressione di contatto

$B'$  = Minima dimensione dell'area reagente,

$E$  e  $\mu$  = Parametri elastici del terreno.

$I_i$  = Coefficienti di influenza dipendenti da:  $L/B'$ , spessore dello strato  $H$ , coefficiente di Poisson  $\mu$ , profondità del piano di posa  $D$ ;

I coefficienti  $I_1$  e  $I_2$  si possono calcolare utilizzando le equazioni fornite da *Steinbrenner (1934)* (V. Bowles), in funzione del rapporto  $L/B'$  ed  $H/B$ , utilizzando  $B'=B/2$  e  $L'=L/2$  per i coefficienti relativi al centro e  $B'=B$  e  $L'=L$  per i coefficienti relativi al bordo.

Il coefficiente di influenza  $I_F$  deriva dalle equazioni di *Fox (1948)*, che indicano il cedimento si riduce con la profondità in funzione del coefficiente di *Poisson* e del rapporto  $L/B$ .

In modo da semplificare l'equazione (1) si introduce il coefficiente  $I_S$ :

$$I_S = I_1 + \frac{1-2\mu}{1-\mu} I_2$$

Il cedimento dello strato di spessore  $H$  vale:

$$\Delta H = q_0 B' \frac{1-\mu^2}{E_s} I_S I_F$$

Per meglio approssimare i cedimenti si suddivide la base di appoggio in modo che il punto si trovi in corrispondenza di uno spigolo esterno comune a più rettangoli. In pratica si moltiplica per un fattore pari a 4 per il calcolo dei cedimenti al centro e per un fattore pari a 1 per i cedimenti al bordo.

Nel calcolo dei cedimenti si considera una profondità del bulbo delle tensioni pari a  $5B$ , se il substrato roccioso si trova ad una profondità maggiore.

A tal proposito viene considerato substrato roccioso lo strato che ha un valore di  $E$  pari a 10 volte dello strato soprastante.

Il modulo elastico per terreni stratificati viene calcolato come media pesata dei moduli elastici degli strati interessati dal cedimento immediato.

## CEDIMENTI EDOMETRICI

Il calcolo dei cedimenti con l'approccio edometrico consente di valutare un cedimento di consolidazione di tipo monodimensionale, prodotto dalle tensioni indotte da un carico applicato in condizioni di espansione laterale impedita. Pertanto la stima effettuata con questo metodo va considerata come empirica, piuttosto che teorica.

Tuttavia la semplicità d'uso e la facilità di controllare l'influenza dei vari parametri che intervengono nel calcolo, ne fanno un metodo molto diffuso.

L'approccio edometrico nel calcolo dei cedimenti passa essenzialmente attraverso due fasi:

- il calcolo delle tensioni verticali indotte alle varie profondità con l'applicazione della teoria dell'elasticità;
- la valutazione dei parametri di compressibilità attraverso la prova edometrica.

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

In riferimento ai risultati della prova edometrica, il cedimento è valutato come:

$$\Delta H = H_0 \cdot RR \cdot \log \frac{\sigma'_{v0} + \Delta \sigma_v}{\sigma'_{v0}}$$

se si tratta di un terreno sovraconsolidato ( $OCR > 1$ ), ossia se l'incremento di tensione dovuto all'applicazione del carico non fa superare la pressione di preconsolidazione  $\sigma'_p$  ( $\sigma'_{v0} + \Delta \sigma_v < \sigma'_p$ ).

Se invece il terreno è normalconsolidato ( $\sigma'_{v0} = \sigma'_p$ ) le deformazioni avvengono nel tratto di compressione e il cedimento è valutato come:

$$\Delta H = H_0 \cdot CR \cdot \log \frac{\sigma'_{v0} + \Delta \sigma_v}{\sigma'_{v0}}$$

dove:

$RR$  Rapporto di ricomprensione;

$CR$  Rapporto di compressione;

$H_0$  spessore iniziale dello strato;

$\sigma'_{v0}$  tensione verticale efficace prima dell'applicazione del carico.

$\Delta \sigma_v$  incremento di tensione verticale dovuto all'applicazione del carico.

In alternativa ai parametri  $RR$  e  $CR$  si fa riferimento al modulo edometrico  $M$ ; in tal caso però occorre scegliere opportunamente il valore del modulo da utilizzare, tenendo conto dell'intervallo tensionale ( $\sigma'_{v0} + \Delta \sigma_v$ ) significativo per il problema in esame.

L'applicazione corretta di questo tipo di approccio richiede:

- la suddivisione degli strati compressibili in una serie di piccoli strati di modesto spessore (< 2.00 m);
- la stima del modulo edometrico nell'ambito di ciascuno strato;
- il calcolo del cedimento come somma dei contributi valutati per ogni piccolo strato in cui è stato suddiviso il banco compressibile.

Molti usano le espressioni sopra riportate per il calcolo del cedimento di consolidazione tanto per le argille quanto per le sabbie di granulometria da fina a media, perché il modulo di elasticità impiegato è ricavato direttamente da prove di consolidazione. Tuttavia, per terreni a grana più grossa le dimensioni dei provini edometrici sono poco significative del comportamento globale dello strato e, per le sabbie, risulta preferibile impiegare prove penetrometriche statiche e dinamiche.

## CEDIMENTO SECONDARIO

Il cedimento secondario è calcolato facendo riferimento alla relazione:

$$\Delta H_s = H_c \cdot C_\alpha \cdot \log \frac{T}{T_{100}}$$

in cui:

$H_c$  è l'altezza dello strato in fase di consolidazione;

$C_\alpha$  è il coefficiente di consolidazione secondaria come pendenza nel tratto secondario della curva *cedimento-logaritmo tempo*;

$T$  tempo in cui si vuole il cedimento secondario;

$T_{100}$  tempo necessario all'esaurimento del processo di consolidazione primaria.

## CEDIMENTI di Schmertmann

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

Un metodo alternativo per il calcolo dei cedimenti è quello proposto da Schmertmann (1970) il quale ha correlato la variazione del bulbo delle tensioni alla deformazione. Schmertmann ha quindi proposto di considerare un diagramma delle deformazioni di forma triangolare in cui la profondità alla quale si hanno deformazioni significative è assunta pari a  $4B$ , nel caso di fondazioni nastriformi, e pari a  $2B$  per fondazioni quadrate o circolari.

Secondo tale approccio il cedimento si esprime attraverso la seguente espressione:

$$w = C_1 \cdot C_2 \cdot \Delta q \cdot \sum \frac{I_z \cdot \Delta z}{E}$$

nella quale:

$\Delta q$  rappresenta il carico netto applicato alla fondazione;

$I_z$  è un fattore di deformazione il cui valore è nullo a profondità di  $2B$ , per fondazione circolare o quadrata, e a profondità  $4B$ , per fondazione nastriforme.

Il valore massimo di  $I_z$  si verifica a una profondità rispettivamente pari a:

$B/2$  per fondazione circolare o quadrata

$B$  per fondazioni nastriformi

e vale

$$I_{z\max} = 0.5 + 0.1 \cdot \left( \frac{\Delta q}{\sigma'_{vi}} \right)^{0.5}$$

dove  $\sigma'_{vi}$  rappresenta la tensione verticale efficace a profondità  $B/2$  per fondazioni quadrate o circolari, e a profondità  $B$  per fondazioni nastriformi.

$E_i$  rappresenta il modulo di deformabilità del terreno in corrispondenza dello strato **i-esimo** considerato nel calcolo;

$\Delta z_i$  rappresenta lo spessore dello strato **i-esimo**;

$C_1$  e  $C_2$  sono due coefficienti correttivi.

Il modulo  $E$  viene assunto pari a  $2.5 q_c$  per fondazioni circolari o quadrate e a  $3.5 q_c$  per fondazioni nastriformi. Nei casi intermedi, si interpola in funzione del valore di  $L/B$ .

Il termine  $q_c$  che interviene nella determinazione di  $E$  rappresenta la resistenza alla punta fornita dalla prova CPT.

Le espressioni dei due coefficienti  $C_1$  e  $C_2$  sono:

$$C_1 = 1 - 0.5 \cdot \frac{\sigma'_{v0}}{\Delta q} > 0.5$$

che tiene conto della profondità del piano di posa.

$$C_2 = 1 + 0.2 \cdot \log \frac{t}{0.1}$$

che tiene conto delle deformazioni differite nel tempo per effetto secondario.

Nell'espressione  $t$  rappresenta il tempo, espresso in anni dopo il termine della costruzione, in corrispondenza del quale si calcola il cedimento.

## CEDIMENTI DI BURLAND e BURBIDGE

Qualora si disponga di dati ottenuti da prove penetrometriche dinamiche per il calcolo dei cedimenti è

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

possibile fare affidamento al metodo di Burland e Burbidge (1985), nel quale viene correlato un indice di compressibilità  $I_C$  al risultato  $N$  della prova penetrometrica dinamica. L'espressione del cedimento proposta dai due autori è la seguente:

$$S = f_S \cdot f_H \cdot f_t \cdot \left[ \sigma'_{v0} \cdot B^{0.7} \cdot I_C / 3 + (q' - \sigma'_{v0}) \cdot B^{0.7} \cdot I_C \right]$$

nella quale:

$q'$  = pressione efficace lorda;

$\sigma'_{vo}$  = tensione verticale efficace alla quota d'imposta della fondazione;

$B$  = larghezza della fondazione;

$I_C$  = indice di compressibilità;

$f_S, f_H, f_t$  = fattori correttivi che tengono conto rispettivamente della forma, dello spessore dello strato compressibile e del tempo, per la componente viscosa.

L'indice di compressibilità  $I_C$  è legato al valore medio  $N_{AV}$  di  $N_{spt}$  all'interno di una profondità significativa  $z$ :

$$I_C = \frac{1.706}{N_{AV}^{1.4}}$$

Per quanto riguarda i valori di  $N_{spt}$  da utilizzare nel calcolo del valore medio  $N_{AV}$  va precisato che i valori vanno corretti, per sabbie con componente limosa sotto falda e  $N_{spt} > 15$ , secondo l'indicazione di Terzaghi e Peck (1948)

$$N_c = 15 + 0.5 (N_{spt} - 15)$$

dove  $N_c$  è il valore corretto da usare nei calcoli.

Per depositi ghiaiosi o sabbioso-ghiaiosi il valore corretto è pari a:

$$N_c = 1.25 N_{spt}$$

Le espressioni dei fattori correttivi  $f_S, f_H$  ed  $f_t$  sono rispettivamente:

$$f_S = \left( \frac{1.25 \cdot L / B}{L / B + 0.25} \right)^2$$
$$f_H = \frac{H}{z_i} \left( 2 - \frac{H}{z_i} \right)$$
$$f_t = \left( 1 + R_3 + R \cdot \log \frac{t}{3} \right)$$

Con:

$t$  = tempo in anni  $> 3$ ;

$R_3$  = costante pari a 0.3 per carichi statici e 0.7 per carichi dinamici;

$R$  = 0.2 nel caso di carichi statici e 0.8 per carichi dinamici.

## DATI GENERALI

Azione sismica	NTC 2008
Lat./ Long. [WGS84]	40,87942/14,315779
Larghezza fondazione	1,0 m
Lunghezza fondazione	10,0 m
Profondità piano di posa	2,2 m
Altezza di incastro	0,7 m
Profondità falda	1,9

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

## STRATIGRAFIA TERRENO

Corr: Parametri con fattore di correzione (TERZAGHI)

DH: Spessore dello strato; Gam: Peso unità di volume; Gams: Peso unità di volume saturo; Fi: Angolo di attrito; Ficorr: Angolo di attrito corretto secondo Terzaghi; c: Coesione; c Corr: Coesione corretta secondo Terzaghi; Ey: Modulo Elastico; Ed: Modulo Edometrico; Ni: Poisson; Cv: Coeff. consolidaz. primaria; Cs: Coeff. consolidazione secondaria; cu: Coesione non drenata

H m]	am kN/m <sup>3</sup>	ams kN/m <sup>3</sup>	i °]	i Corr. °]	 kN/m <sup>2</sup>	Corr. kN/m <sup>2</sup>	u kN/m <sup>2</sup>	y kN/m <sup>2</sup>	d kN/m <sup>2</sup>	i	v cmq/s]	s
,0	4,0	,0	5,0	5	,0	,0	,0	7000,0	,0	,0	,0	,0
,0	3,3	7,0	3,0	3	,0	,0	6,0	00000,0	5000,0	,0	,0	,0
,0	0,2	5,0	0,0	0	,0	,0	9,0	80000,0	,0	,0	,0	,0

## Carichi di progetto agenti sulla fondazione

Nr.	No me combinazione	Pre ssione normale di progetto [k N/m <sup>2</sup> ]	N [k N]	Mx [k N·m]	My [k N·m]	Hx [k N]	Hy [k N]	Tip o
1	A1 +M1+R1	58, 42	0,0 0	0,0 0	0,0 0	0,0 0	0,0 0	Pro getto
2	A2 +M2+R2	58, 42	0,0 0	0,0 0	0,0 0	0,0 0	0,0 0	Pro getto
3	Sis ma	58, 42	0,0 0	0,0 0	0,0 0	0,0 0	0,0 0	Pro getto
4	S.L .E.	58, 42	0,0 0	0,0 0	0,0 0	0,0 0	0,0 0	Ser vizio
5	S.L .D.	58, 42	0,0 0	0,0 0	0,0 0	0,0 0	0,0 0	Ser vizio

## Sisma + Coeff. parziali parametri geotecnici terreno + Resistenze

Nr	Co rrezione Sismica	Ta ngente angolo di resistenza al taglio	Co esione efficace	Co esione non drenata	Pes o Unità volume in fondazione	Pes o unità volume copertura	Co ef. Rid. Capacità portante verticale	Co ef.Rid.Capa cità portante orizzontale
1	No	1	1	1	1	1	1	
2	No	1,2 5	1,2 5	1,4	1	1	1,8	
3	No	1,2 5	1,2 5	1,4	1	1	1,8	
4	No	1	1	1	1	1	1	
5	No	1	1	1	1	1	1	

CARICO LIMITE FONDAZIONE COMBINAZIONE...A2+M2+R2

Autore: TERZAGHI (1955)

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

Carico limite [Qult]	175,27 kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto[Rd]	97,37 kN/m <sup>2</sup>
Tensione [Ed]	58,42 kN/m <sup>2</sup>
Fattore sicurezza [Fs=Qult/Ed]	3,0
Condizione di verifica [Ed<=Rd]	Verificata

## COEFFICIENTE DI SOTTOFONDAZIONE BOWLES (1982)

Costante di Winkler	7010,99 kN/m <sup>3</sup>
---------------------	---------------------------

### A1+M1+R1

Autore: HANSEN (1970) (Condizione drenata)

---

---

Fattore [Nq]	26,09
Fattore [Nc]	38,64
Fattore [Ng]	24,44
Fattore forma [Sc]	1,0
Fattore profondità [Dc]	1,46
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1,0
Fattore inclinazione base [Bc]	1,0
Fattore forma [Sq]	1,06
Fattore profondità [Dq]	1,31
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1,0
Fattore inclinazione base [Bq]	1,0
Fattore forma [Sg]	0,96
Fattore profondità [Dg]	1,0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1,0
Fattore inclinazione base [Bg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0

---

---

Carico limite	355,48 kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	355,48 kN/m <sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

---

---

Autore: TERZAGHI (1955) (Condizione drenata)

---

---

Fattore [Nq]	32,23
Fattore [Nc]	48,09
Fattore [Ng]	31,99
Fattore forma [Sc]	1,0
Fattore forma [Sg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0

---

---

Carico limite	355,42 kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	355,42 kN/m <sup>2</sup>

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

---

Autore: MEYERHOF (1963) (Condizione drenata)

---

Fattore [Nq]	26,09
Fattore [Nc]	38,64
Fattore [Ng]	26,17
Fattore forma [Sc]	1,07
Fattore profondità [Dc]	1,81
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1,0
Fattore forma [Sq]	1,03
Fattore profondità [Dq]	1,41
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1,0
Fattore forma [Sg]	1,03
Fattore profondità [Dg]	1,41
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0

---

Carico limite	419,43 kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	419,43 kN/m <sup>2</sup>

---

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

---

Autore: VESIC (1975) (Condizione drenata)

---

Fattore [Nq]	26,09
Fattore [Nc]	38,64
Fattore [Ng]	35,19
Fattore forma [Sc]	1,0
Fattore profondità [Dc]	1,46
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1,0
Fattore inclinazione base [Bc]	1,0
Fattore forma [Sq]	1,06
Fattore profondità [Dq]	1,31
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1,0
Fattore inclinazione base [Bq]	1,0
Fattore forma [Sg]	0,96
Fattore profondità [Dg]	1,0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1,0
Fattore inclinazione base [Bg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0

---

Carico limite	392,57 kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	392,57 kN/m <sup>2</sup>

---

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

---

---

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

---

---

Fattore [Nq]	26,09
Fattore [Nc]	38,64
Fattore [Ng]	32,59
Fattore forma [Sc]	1,06
Fattore profondità [Dc]	1,46
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1,0
Fattore inclinazione base [Bc]	1,0
Fattore forma [Sq]	1,05
Fattore profondità [Dq]	1,31
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1,0
Fattore inclinazione base [Bq]	1,0
Fattore forma [Sg]	0,97
Fattore profondità [Dg]	1,0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1,0
Fattore inclinazione base [Bg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0

---

---

Carico limite	382,11 kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	382,11 kN/m <sup>2</sup>

---

---

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

---

---

## A2+M2+R2

Autore: HANSEN (1970) (Condizione drenata)

---

---

Fattore [Nq]	13,86
Fattore [Nc]	24,76
Fattore [Ng]	10,03
Fattore forma [Sc]	1,0
Fattore profondità [Dc]	1,46
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1,0
Fattore inclinazione base [Bc]	1,0
Fattore forma [Sq]	1,05
Fattore profondità [Dq]	1,35
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1,0
Fattore inclinazione base [Bq]	1,0
Fattore forma [Sg]	0,96
Fattore profondità [Dg]	1,0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1,0
Fattore inclinazione base [Bg]	1,0

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0

---

Carico limite	180,95 kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	100,53 kN/m <sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

---

Autore: TERZAGHI (1955) (Condizione drenata)

---

Fattore [Nq]	16,73
Fattore [Nc]	30,28
Fattore [Ng]	14,04
Fattore forma [Sc]	1,0
Fattore forma [Sg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0

---

Carico limite	175,27 kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	97,37 kN/m <sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

---

Autore: MEYERHOF (1963) (Condizione drenata)

---

Fattore [Nq]	13,86
Fattore [Nc]	24,76
Fattore [Ng]	10,21
Fattore forma [Sc]	1,05
Fattore profondità [Dc]	1,72
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1,0
Fattore forma [Sq]	1,03
Fattore profondità [Dq]	1,36
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1,0
Fattore forma [Sg]	1,03
Fattore profondità [Dg]	1,36
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0

---

Carico limite	196,05 kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	108,91 kN/m <sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

---

Autore: VESIC (1975) (Condizione drenata)

---

Fattore [Nq]	13,86
Fattore [Nc]	24,76

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

Fattore [Ng]	15,45
Fattore forma [Sc]	1,0
Fattore profondità [Dc]	1,46
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1,0
Fattore inclinazione base [Bc]	1,0
Fattore forma [Sq]	1,05
Fattore profondità [Dq]	1,35
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1,0
Fattore inclinazione base [Bq]	1,0
Fattore forma [Sg]	0,96
Fattore profondità [Dg]	1,0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1,0
Fattore inclinazione base [Bg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0

---

---

Carico limite	199,67 kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	110,93 kN/m <sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

---

---

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

---

---

Fattore [Nq]	13,86
Fattore [Nc]	24,76
Fattore [Ng]	13,37
Fattore forma [Sc]	1,05
Fattore profondità [Dc]	1,46
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1,0
Fattore inclinazione base [Bc]	1,0
Fattore forma [Sq]	1,05
Fattore profondità [Dq]	1,35
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1,0
Fattore inclinazione base [Bq]	1,0
Fattore forma [Sg]	0,97
Fattore profondità [Dg]	1,0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1,0
Fattore inclinazione base [Bg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0

---

---

Carico limite	192,16 kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	106,76 kN/m <sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

---

---

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

## Sisma

Autore: HANSEN (1970) (Condizione drenata)

---

---

Fattore [Nq]	13,86
Fattore [Nc]	24,76
Fattore [Ng]	10,03
Fattore forma [Sc]	1,0
Fattore profondità [Dc]	1,46
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1,0
Fattore inclinazione base [Bc]	1,0
Fattore forma [Sq]	1,05
Fattore profondità [Dq]	1,35
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1,0
Fattore inclinazione base [Bq]	1,0
Fattore forma [Sg]	0,96
Fattore profondità [Dg]	1,0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1,0
Fattore inclinazione base [Bg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0

---

---

Carico limite	180,95 kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	100,53 kN/m <sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

---

---

Autore: TERZAGHI (1955) (Condizione drenata)

---

---

Fattore [Nq]	16,73
Fattore [Nc]	30,28
Fattore [Ng]	14,04
Fattore forma [Sc]	1,0
Fattore forma [Sg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0

---

---

Carico limite	175,27 kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	97,37 kN/m <sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

---

---

Autore: MEYERHOF (1963) (Condizione drenata)

---

---

Fattore [Nq]	13,86
Fattore [Nc]	24,76
Fattore [Ng]	10,21

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

Fattore forma [Sc]	1,05
Fattore profondità [Dc]	1,72
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1,0
Fattore forma [Sq]	1,03
Fattore profondità [Dq]	1,36
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1,0
Fattore forma [Sg]	1,03
Fattore profondità [Dg]	1,36
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0

---

---

Carico limite	196,05 kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	108,91 kN/m <sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

---

---

Autore: VESIC (1975) (Condizione drenata)

---

---

Fattore [Nq]	13,86
Fattore [Nc]	24,76
Fattore [Ng]	15,45
Fattore forma [Sc]	1,0
Fattore profondità [Dc]	1,46
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1,0
Fattore inclinazione base [Bc]	1,0
Fattore forma [Sq]	1,05
Fattore profondità [Dq]	1,35
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1,0
Fattore inclinazione base [Bq]	1,0
Fattore forma [Sg]	0,96
Fattore profondità [Dg]	1,0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1,0
Fattore inclinazione base [Bg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0

---

---

Carico limite	199,67 kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	110,93 kN/m <sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

---

---

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

---

---

Fattore [Nq]	13,86
Fattore [Nc]	24,76
Fattore [Ng]	13,37
Fattore forma [Sc]	1,05

# STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

Fattore profondità [Dc]	1,46
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1,0
Fattore inclinazione base [Bc]	1,0
Fattore forma [Sq]	1,05
Fattore profondità [Dq]	1,35
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1,0
Fattore inclinazione base [Bq]	1,0
Fattore forma [Sg]	0,97
Fattore profondità [Dg]	1,0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1,0
Fattore inclinazione base [Bg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0
=====	
Carico limite	192,16 kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	106,76 kN/m <sup>2</sup>
Condizione di verifica [Ed<=Rd]	Verificata
=====	

\*\*\*\*\*

Per le altre tre sub-zone (beta,gamma,delta) eseguendo gli stessi calcoli preliminari geotecnici nel rispetto delle stesse condizioni geosimiche cautelative (categ sot C e classe d'uso III) ° e con le stesse dimensioni della trave rovescia si hanno valori medi della resistenza di progetto Rd maggiori di quello ottenuto per la zona alfa infatti le caratteristiche geomeccaniche degli strati che costituiscono il sottosuolo delle altre sub-zone sono migliorative .In particolare :

## **b)Sub-zona beta**

In questa sub-zona si ha un sottosuolo dove non c'è lo strato costituito da detriti di frana (PRa) dalle scarse caratteristiche geomeccaniche e gli altri due strati di piroclastiti sabbiose-limose rimaneggiate PRb e di brecce vulcaniche BrV rimangono quasi invariati in dimensioni (all.A9.2-tav.un.) .

### **c) Sub-zona gamma**

In questa sub-zona si ha un sottosuolo con uno strato sommitale di esiguo spessore pari a 1.65 m di piroclastiti rimaneggiate (PRb) che non sarà un litotipo portante avendo un piano di fondazione che da progetto si prevede a circa 2.20 m dal p.c. . Al di sotto delle piroclastiti rimaneggiate (PRb) si ha lo strato delle brecce vulcaniche (BrV) con un spessore di 13.65 m e, come già illustrato, con buone caratteristiche geomeccaniche .

### **d) Sub-zona delta**

In questa sub-zona si ha un sottosuolo dove fino a 16 m di profondità si ha un unico strato di brecce vulcaniche (BrV) dalle buone caratteristiche geomeccaniche.

Pertanto dalle valutazioni sopraesposte , considerato naturalmente che il progetto di Piano è da intendersi parte della pianificazione urbanistica dell'area di interesse quindi con riferimento ad un volume del suo sottosuolo inteso per linee generali e non alla singola struttura di progetto , si deduce che su tutte le quattro sub-zone :alfa,beta,gamma,delta in cui è stata suddivisa la zona A è possibile ipotizzare l'adozione di fondazioni superficiali (tipo travi rovescie) per strutture di una rilevanza piccola –media ( non oltre i 6 piani ) . Scelta però da verificare successivamente , in fase di progettazione esecutiva delle singole strutture, attraverso calcoli geotecnici nel rispetto delle caratteristiche geomeccaniche dei volumi significativi di sottosuolo subito al di sotto delle stesse singole strutture da valutare con indagini geognostiche puntuali .

Per quanto riguarda poi l'ipotesi fondale delle strutture di una grande rilevanza (oltre i 6 piani) in particolare per quelle strutture residenziali di progetto previste di 15 e 21 piani , dato l'elevato carico di tipo eccentrico, si ipotizzano fondazioni profonde su pali le cui dimensioni dovranno essere valutate naturalmente in fase di progettazione esecutiva delle singole strutture .

## STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

Si sottolinea poi che questi pali , vista la rilevanza delle strutture , avranno probabilmente una lunghezza minima di 12 m, e poiché con questa lunghezza attesterebbero a pochi metri dalla formazione delle piroclastiti indifferenziate ( PI ,all.tav.un.) nella cui formazione si sono riscontrati livelli di : limi , tufiti e paleosuoli (simbolo Pld ,al.A-tav.un ) la cui giacitura, essendo caotica per genesi, è difficilmente ipotizzabile e le cui caratteristiche geomeccaniche sono scarse ma soprattutto si sottolinea come nella stessa formazione su cui attesteranno gli eventuali pali di fondazione si ritrovano, come già illustrato nei capitoli 2 e 3 , quelle sabbie marine sciolte di cui non va trascurata , dato ottenuto da calcoli preliminari nell'ambito del presente studio , la valutazione di grado moderato del potenziale di liquefazione .

Potenziale di liquefazione che dovrà dunque essere , come già detto, calcolato e verificato nella fase di progetto esecutivo , attraverso indagini geognostiche e prove di laboratorio puntuali volte ad indagare il volume significativo (30 m ) dei terreni al di sotto di quelle singole strutture previste su pali dal progetto di Piano .

**6. CONSIDERAZIONI GEOLOGICO-GEOTECNICHE SULLA COMPATIBILITA' DEL PROGETTO DI PIANO CON I VINCOLI IDROGEOLOGICI PRESENTI SULL'AREA DI INTERESSE**

\*\*\*\*\*

Come già illustrato nei capitoli precedenti l'area di interesse è stata suddivisa in due zone principali :zona A e zona B ( all.A1-tav.un.) .

La zona A nell'ambito del progetto di Piano sarà la zona dove verranno realizzate nuove strutture e ristrutturare alcune preesistenti ; essa è stata considerata sub-pianeggiante (quota media 13.00 m s.l.m.) e pertanto valutata come una zona stabile nella carta geomorfologica e della stabilità allegata al presente studio (all.A2-tav.un) .

La zona B , corrispondente alle aree collinari degradanti con morfologia a terrazzi antropici verso la zona A , ubicata tra quota 21 m e quota 31 m s.l.m. , è stata considerata, nell'ambito della carta geomorfologica e della stabilità suddetta , una zona in parte ad alta instabilità (aree di scarpata ) e in parte a bassa instabilità (aree terrazzate ). Il progetto non prevede strutture nella zona B (zona destinata a parco ) ,prevede invece opere di messa in sicurezza delle suddette aree di scarpata instabili volte a migliorarne la stabilità.

Per quanto riguarda i vincoli idrogeologici come da normativa vigente unicamente nella zona B (all.A1-A10-A11;tav.un.) della stessa area ne esistono di due tipi diversi : vincolo geomorfologico dettato dalla Tavola dei Vincoli Geomorfologici (tavola 12) parte integrante della Variante al Piano Regolatore Generale (P.R.G.) di Napoli e vincoli relativi al rischio di frana dettati dal Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico (P.S.A.I.; aggiornamento 2015) redatto dall' Autorità di Bacino della Campania Centrale.

Per quanto riguarda i vincoli dettati dalle Norme di Attuazione della suddetta Variante si ha che , come già detto , nella zona B (nella zona A la stessa tavola presenta un ambito geomorfologico considerato "stabile ") la tav.12 presenta due ambiti geomorfologici così come rilevati anche dallo scrivente nell'ambito del

## STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

rilevamento geomorfologico ed elaborati nella carta geomorfologica e della stabilità (all.A2-tav.un.). Gli ambiti sono:

a) le aree di scarpata dei versanti per lo più modellati antropicamente per scopi estrattivi . Nella fattispecie l'ambito di riferimento più esteso e significativo è quello relativo a quel versante la cui cresta si delinea parallela alla via Vialone e ricade, con una scarpata sub-verticale, nella zona occidentale dell'area di interesse .

b) i terrazzi con cui gli stessi versanti sono stati modellati .

In particolare sulle zone di scarpata la suddetta Tavola 12 (quadrante n.4) ha previsto una : “ instabilità media e alta “ e nelle zone di terrazzo una : “ instabilità bassa “. I vincoli dettati da questa Tavola riguardano le zone a “ instabilità media e alta “. Gli stessi vincoli prevedono come da art.24 comma 2 delle Norme di Attuazione della Variante al PRG testualmente : “ Nelle zone riportate nella tavola 12 con instabilità media e alta è vietata la realizzazione di qualsiasi tipo di costruzione “. Nell'area di interesse come da progetto di Piano nessuna costruzione ( cioè nessuna struttura che costituisce volume ) ricade nelle zone ad “instabilità media e alta” come illustrato dalla carta della sovrapposizione dello stralcio della Carta dei Vincoli Geomorfologici (Tavola n.12-quadrante 4) sull'area di interesse come da progetto (semplificato), (all.A11-tav.un.) .

Quelle strutture poi che da progetto di Piano ricadono in adiacenza a queste zone ad instabilità media e alta , o le infrastrutture ( le quali non costituiscono volume) che ricadono al loro interno , dovranno prevedere comunque , in fase di progetto esecutivo , un 'adeguata sistemazione idrogeologica delle suddette zone ad instabilità media e alta. Si consiglia inoltre un' adeguata sistemazione idrogeologica delle scarpate sub-verticali del versante la cui cresta corre parallela a via Vialone .

Per quanto riguarda invece i vincoli idrogeologici dettati dall' attuale Autorità di Bacino della Campania Centrale si può affermare che sull'area di interesse non esiste alcun rischio idraulico e che, invece, dalla sovrapposizione dello stralcio della carta del rischio di frana ( foglio :RF447121 del Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico della

## STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

stessa Autorità di Bacino; PSAI aggiornamento 2015 ) sull'area di interesse come da progetto (semplificato ) si evince come alcune aree della zona B siano soggette a rischio di frana elevato (R3) (all.A10-tav.un.). Sono aree che ricoprono lo stesso ambito geomorfologico ( aree di scarpata ) , dove sussisteva il vincolo geomorfologico della suesposta tavola 12 (PRG napoli) relativo alla zone ad instabilità media e alta ; solo che a differenza di quest'ultime zone , le suddette aree a rischio di frana sono meno estese e relative solo ai versanti collinari a quote più alte . In particolare relative al versante, già menzionato, la cui cresta si estende in direzione parallela alla via Vialone .

Ebbene concludendo si può affermare che in queste zone a rischio elevato di frana (R3) non sono state progettate , così come si evince dalla carta di sovrapposizione dello stralcio carta del rischio di frana ( elaborata dall'Autorità di Bacino della Campania Centrale nell'ambito della redazione del Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico (P.S.A.I.) sull'area di interesse come da progetto (semplificato ),(all.A10-tav.un.) , strutture che prevedono volumi ma solo infrastrutture e parcheggi a raso la cui realizzazione , così come da Norme di Attuazione del P.S.A.I., (aggiornamento 2015) della stessa Autorità di Bacino , è consentita.

Si sottolinea però che ( così come è già stato consigliato per le zone ad instabilità media e alta della tav.12 ) a vantaggio di quei parcheggi a raso (che non costituiscono volume ) che, come da progetto di Piano , saranno realizzati all'interno di essa , e a vantaggio soprattutto delle strutture a realizzarsi sottostanti il versante collinare di cui prima , si dovrà prevedere in fase di progetto esecutivo un'opportuna sistemazione idrogeologica atta a mitigare il rischio di frana elevato (R3) e con pericolosità di frana elevata (P3 ) che insiste sulla zona . Una sistemazione idrogeologica progettata naturalmente attraverso uno studio di compatibilità geologica supportato da indagini geognostiche puntuali (così come previsto dalle Norme di Attuazione del P.S.A.I aggiornamento 2015) che permettera di ripermire la zona a rischio di frana riducendone il rischio da elevato (R3) a medio (R2).

## 7. CONCLUSIONI

\*\*\*\*\*

Il presente studio geologico-geotecnico ha inteso , con l'ausilio di indagini geognostiche in sito e prove di laboratorio geotecnico , elaborare dei modelli di tipo geomorfologico, geologico, geotecnico e geosismico dell' area interessata dal progetto di Piano denominata area di interesse (All.A1-tav.un.)

Gli stessi modelli sono stati anche illustrati , così come da normativa , con l'elaborazione , sia allo stato di fatto (come da rilievo –plano-altimetrico attuale) , sia allo stato di progetto di Piano , delle seguenti carte geotematiche (all.A-tav.un) :carta geomorfologica e della stabilità (all.A2-tav.un.) ; carta geolitologica con relative sezioni (longitudinale e trasversale) (all.ti. A3-A3.1-A3.2-A6-tav.un.) ; carta idrogeologica con relative sezioni (longitudinale e trasversale ) (all.ti A4-A4.1-A4.2-A7-tav.un.) ; carta della zonazione in prospettiva sismica con relative sezioni (longitudinale e trasversale) (all.ti A5-A5.1-A5.2,A8-tav.un.) ; carta della zonazione geologico-geotecnica (all.A9-tav.un) con relativi modelli geologico-geotecnici degli spessori medi e delle caratteristiche geomeccaniche dei litotipi che costituiscono il sottosuolo dell'area di interesse (all.A9.1-A9.2-A9.3-A9.4-A9.5-tav.un) .

Dall'analisi dei suddetti modelli si può concludere che il il Piano Urbanistico Attuativ per il Polo Urbano Integrato di Via Botteghelle , così come progettato, al momento non altera l'equilibrio delle condizioni geomorfologiche , geotecniche, e geosismiche attualmente esistenti sull'area di interesse e in particolare sul suo sottosuolo. Infatti tutti gli interventi e le opere previste da esso , progettate anche nel rispetto delle considerazioni e degli accorgimenti di natura geologico-tecnica proposti dal presente studio geologico-geotecnico durante le fasi di costruzione progressiva del progetto di Piano , non sono al momento soggette al rischio geologico inteso come: rischio crollo cavità antropiche presenti nel sottosuolo , rischio di frana dai versanti , rischio idraulico , rischio allagamento , rischio di liquefazione delle sabbie .

## STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI

VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT

Naturalmente il suddetto equilibrio è stato valutato in questa fase della progettazione considerata di tipo urbanistico così come prevista dal Piano Attuativo Urbanistico in oggetto . Successivamente , cioè nella fase esecutiva della progettazione delle singole strutture (ex novo e da ristrutturare e /o risanare) previste dal Piano , sarà necessario che l' equilibrio delle condizioni geomorfologiche, geologiche , geotecniche e geosismiche dell'area di interesse e in particolare del suo sottosuolo, sia verificato , nel rispetto delle considerazioni , delle procedure e degli accorgimenti di tipo geologico-geotecnico dettati nell'ambito del presente studio , in modo puntuale, cioè in riferimento ai volumi significativi di sottosuolo al disotto di ogni singola struttura.

In particolare dovrà essere verificato e calcolato in modo puntuale , nel caso si dovesse optare in fase di progettazione esecutiva delle singole strutture per la scelta (consigliata dallo scrivente solo per strutture di grande rilevanza ) di fondazioni profonde su pali oltre i 12 m di profondità dal piano campagna (quota 13.00 m s.lm. ) , il reale rischio di liquefazione delle sabbie presenti nel sottosuolo dell'area in esame dai 16-18 m di profondità del piano campagna , in quanto laddove nel presente studio ne è stato già rilevato, ma solo per linee generali , quello che è un potenziale rischio di grado moderato.

Napoli, aprile 2016

Il Geologo  
Dott. Geol.Roberto Landolfi

**STUDIO GEOLOGIA-GEOTECNICA-DOTT.GEOL.ROBERTO LANDOLFI**

*VIA MARC'ANTONIO 23, 80125 NAPOLI- TEL\_FAX 081/5935235 E-MAIL :GEOLAN@LIBERO.IT*