



ASIA NAPOLI SpA
Azienda Servizi



**REALIZZAZIONE DI UN
PARCO PUBBLICO A TEMA CON
ANNESSA ISOLA ECOLOGICA
via G. A. Campano
NAPOLI**

PROGETTO ESECUTIVO

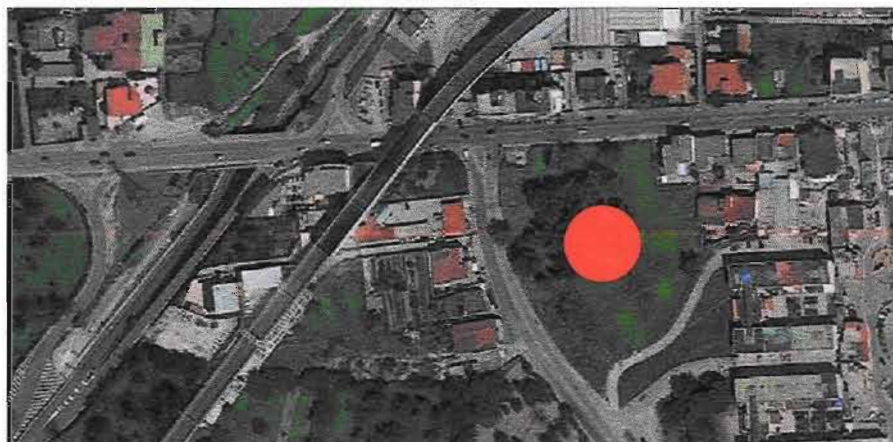
SCALA GRAFICA

Adattata

DATA ELABORAZIONE

Gen 2015

Approvazioni



RT. 24 - RELAZIONE GEOLOGICA

Responsabile del Procedimento

Ing. Aldo Amitrano

Progettazione

STL Consulting



SOMMARIO

1	<u>NORMATIVA DI RIFERIMENTO</u>	<u>4</u>
2	<u>PREMESSA</u>	<u>5</u>
3	<u>INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO</u>	<u>7</u>
3.1	<u>GEOLOGIA E VULCANOLOGIA DELL'AREA</u>	<u>9</u>
3.2	<u>CENNI MORFOLOGICI E STRATIGRAFICI</u>	<u>11</u>
3.2.1	FORME DI ORIGINE VULCANO-TETTONICA E STRUTTURALE	13
3.2.2	FORME, PROCESSI E DEPOSITI LEGATI ALL'AZIONE DELLE ACQUE CORRENTI SUPERFICIALI.	13
3.2.3	FORME, PROCESSI E DEPOSITI DI VERSANTE DI ORIGINE GRAVITATIVA.	13
3.2.4	CONDIZIONI DI STABILITÀ DELL'AREA	13
3.2.5	MACROAREA GOVERNATA DA FATTORI NATURALI	14
3.2.6	MACROAREA GOVERNATA DA FATTORI ANTROPICI	14
4	<u>IDROGEOLOGIA</u>	<u>16</u>
4.1.1	ANDAMENTO PIEZOMETRICO DELLA FALDA PRINCIPALE	17
4.2	<u>RISCHIO IDRAULICO E RISCHIO FRANA.....</u>	<u>21</u>
5	<u>INDAGINI GEOGNOSTICHE</u>	<u>23</u>
5.1	<u>PROVA PENETROMETRICA DINAMICA PESANTE (DPSH).....</u>	<u>23</u>
5.1.1	PROVA DPSH 1.....	24
5.1.2	PROVA DPSH 2	26
5.1.3	PROVA DPSH 3	28
6	<u>INDAGINI GEOFISICHE.....</u>	<u>30</u>
6.1.1	BASI TEORICHE DELLA METODOLOGIA UTILIZZATA	30
6.1.2	SORGENTE	30
6.1.3	BASI TEORICHE DEL METODO H/V.....	31
6.1.4	DESCRIZIONE DEL METODO HVSR	32
6.2	<u>LA STRUMENTAZIONE IMPIEGATA</u>	<u>34</u>
6.3	<u>PROCEDURE DI ANALISI DATI</u>	<u>34</u>
6.3.1	HVSR – CHIAIANO - NA	35
7	<u>SISMICITA'</u>	<u>41</u>
7.1	<u>RISPOSTA SISMICA E STABILITÀ DEL SITO.....</u>	<u>41</u>
7.1.1	AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA	41
7.1.2	AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA	42
7.1.3	STABILITÀ NEI CONFRONTI DELLA LIQUEFAZIONE	43
8	<u>MODELLO DEL SOTTOSUOLO</u>	<u>44</u>

9 CONCLUSIONI48

1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Decreto Ministeriale 14/01/2008: Testo Unitario - Norme Tecniche per le Costruzioni;

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici: Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14/01/2008. Circolare 02/022009;

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici: Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale. Allegato al voto n. 36 del 27/07/2007;

Leggi regionali in materia di pianificazione e di Vincolo Idrogeologico;

Ordinanze Autorità di Bacino nazionale, regionale o interregionale.

2 PREMESSA

Lo scrivente è stato incaricato dal Geom. Ciro La Rocca – STL Consulting di redigere una Relazione Geologica propedeutica a “realizzazione di un parco pubblico a tema energetico con annessa isola ecologica” in via Giovanni Antonio Campano nel Comune di Napoli “ su un’area individuata catastalmente al NCT F 12 – particelle 85, 205 e 91 e ricade nella zona B – agglomerati urbani di recente formazione – sottozona Bb – espansione recente.

Il presente lavoro definisce, quindi, la fattibilità geologica del progetto in oggetto; esso fornisce un inquadramento del sito sia da un punto di vista geologico, al fine di identificare i corpi litologici presenti, che geomorfologico, allo scopo di definire eventuali problematiche legate alla stabilità dell’area e quindi dell’opera a farsi.

Per definire le caratteristiche geologiche e geotecniche dei terreni di sedime sono state eseguite, in corrispondenza dell’area interessata all’opera in progetto le seguenti indagini:

- n°3 prove penetrometriche DPSH spinte sino alla profondità di 17.00 m dal p.c.

Al fine di caratterizzare dal punto di vista sismico, l’area di interesse, in base alla nuova normativa sismica del NTC 2008, D.M. 14 gennaio 2008, è stato eseguito un profilo sismico di tipo HVSR, per la determinazione sperimentale del Vs30.

Il lavoro è stato articolato nei seguenti momenti operativi:

a)ricerca bibliografica volta alla caratterizzazione delle modalità di messa in posto dei materiali presenti con consultazione di:

- Carte Geologiche del progetto CARG dell’Autorità di Bacino del Fiume Sarno (scala 1.10.000);
- Carte del Rischio Idraulico e del Rischio Frane elaborate dall’Autorità di Bacino del Fiume Sarno (scala 1.5.000);
- Lavori eseguiti in aree limitrofe (Ricomposizione ambientale della cava dimessa in località Chiaiano) ;
- Piano regolatore generale comunale;
- Pubblicazioni scientifiche inerenti il vulcanismo della Piana Campana (Rolandi et alii 2003, etc).

b)rilievo geologico e geomorfologico dell’area in studio;

c)esecuzione di indagini geofisiche e geognostiche;

d)elaborazione dei dati ed analisi dei risultati.

Di seguito si riporta uno stralcio topografico e fotogrammetrico (*by google earth*) dell’ area in esame con indicata l’ubicazione delle indagini eseguite:

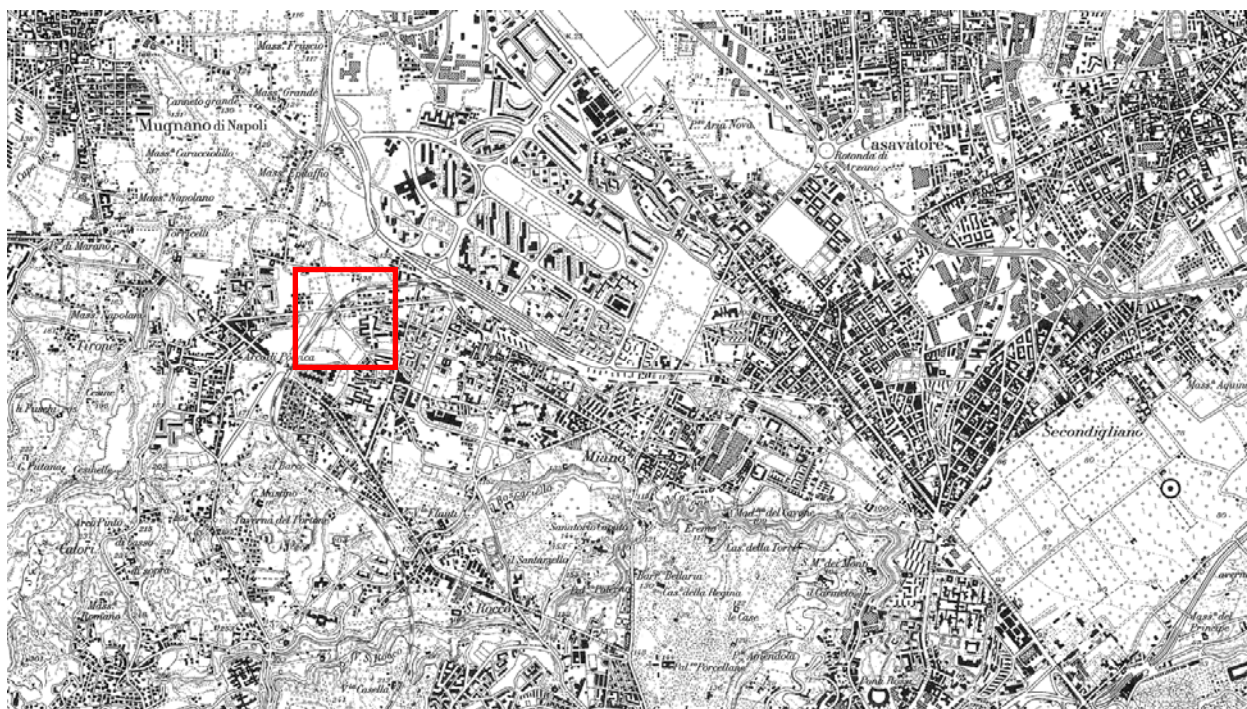


Figura 1: stralcio topografico (1:25000)

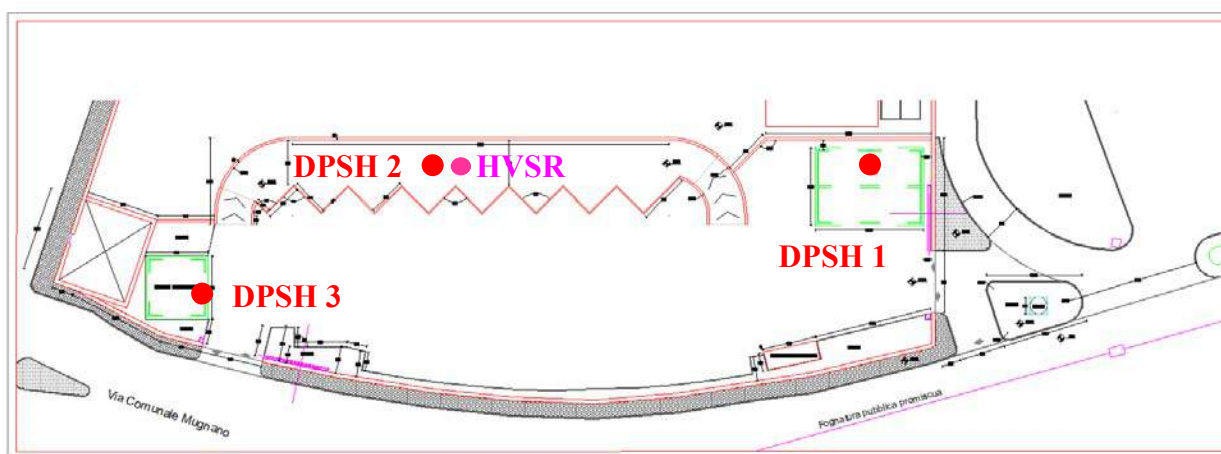


Figura 2: ubicazioni indagini eseguite

3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

La municipalità di Chiaiano è ubicata nella zona nord/nord-occidentale del comune di Napoli, e in particolare nel settore nord-orientale dei Campi Flegrei, oltre le colline dei Camaldoli. L'area comunale è tipica di una zona calderica, ovvero zone collinari incise da profondi valloni e aree sub-pianeggianti di raccordo con la costa.

Geo-pedologicamente è costituita da materiali vulcanici, i quali costituiscono l'unica fonte litogenetica dell'area, dato che anche i depositi alluvionali, o quelli provenienti da ambiente di spiaggia, non sono altro che il risultato del rimaneggiamento delle rocce eruttive. Da un punto di vista strettamente petrografico, i materiali possono essere classificati nei tre macrogruppi: lave, materiali piroclastici lapidei e materiali piroclastici sciolti. Le lave possono essere grossolanamente suddivise in lave di origine flegrea e lave di origine vesuviana; i depositi lapidei comprendono tufo grigio campano, piperno, tufo giallo stratificato e tufo giallo caotico; i depositi sciolti comprendono invece una serie di elementi di varia origine, che al di là delle distinzioni litogenetiche possono essere classificati in rimaneggiati e non rimaneggiati.

L'area in esame ricade nella tavola 46607 (Foglio 447 "Napoli") della cartografia geologica del progetto CARG dell'I.G.M. scala 1:50.000 (Figura 3).

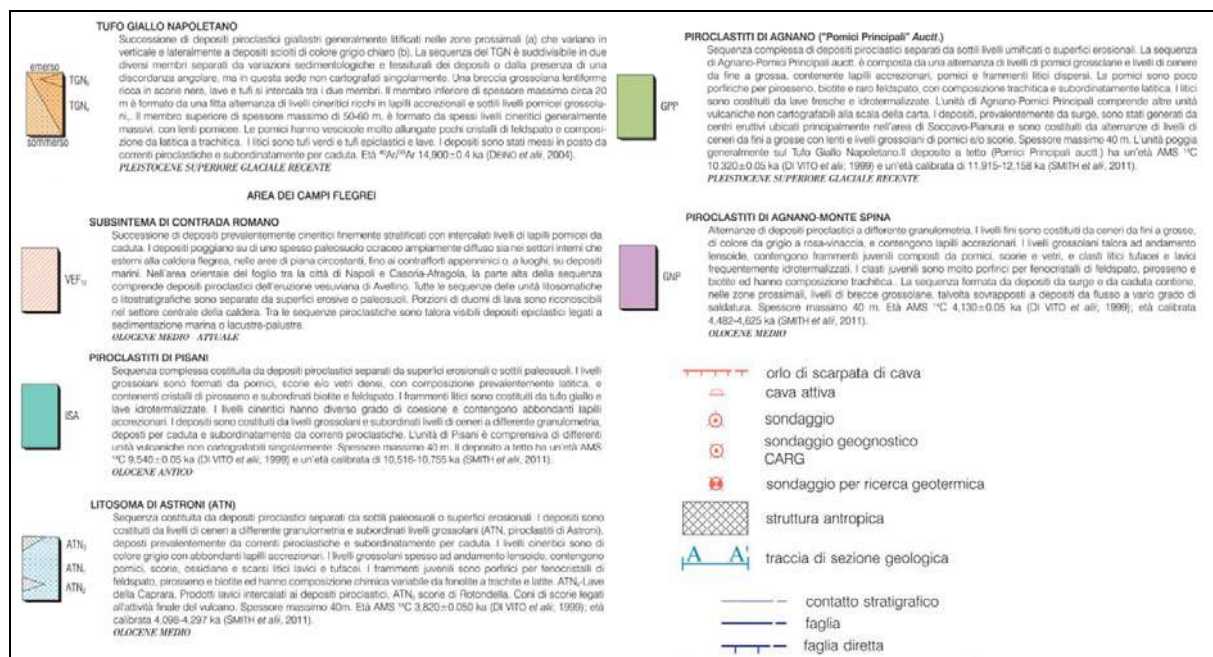
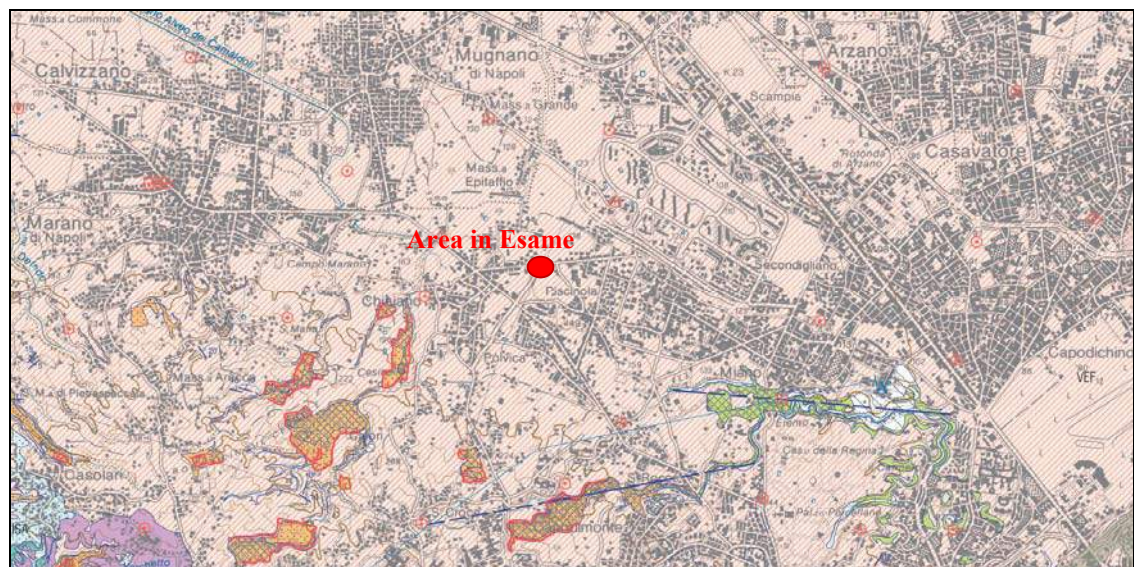


Figura 3: stralcio carta e legenda progetto CARG, Autorità di Bacino del Sarno, scala adattata.

3.1 GEOLOGIA E VULCANOLOGIA DELL'AREA

La geologia di Napoli è quella tipica di un territorio vulcanico caratterizzato da attività prevalentemente esplosiva con depositi di ceneri e scorie, mentre l'apparato collinare è invece caratterizzato da tavolati più o meno estesi e da rotture di pendenze anche molto accentuate. Geograficamente il comune di Napoli sorge quasi al centro dell'omonimo golfo, dominato dal Somma-Vesuvio e delimitato a sud dalla penisola Sorrentina con Punta Campanella, ad ovest dai Campi Flegrei con Monte di Procida, a nordest-est della Piana Campana che si estende dal lago Patria al nolano.

Quest'ultima è bordata quasi completamente dai rilievi dell'Appennino Meridionale, una catena montuosa che si è formata in seguito alla deformazione, in regime compressivo, del margine continentale Africano; ciò ha generato l'accavallamento di una serie di thrusts, per uno spessore di circa 25-30 km [D'Argenio et al., 1973], di rocce sedimentarie Triassico-Plioceniche (figura 4). L'evento deformativo, iniziato già nel Miocene, ha interessato oltre che le coperture sedimentarie anche il basamento cristallino-metamorfico. In seguito gli eventi distensivi hanno dato origine ai Campi Flegrei.



Figura 4: (Mappa geologico-strutturale della Piana Campana (da Orsi et al., 1996, mod)

La storia geologica e geomorfologica di Napoli è intrinsecamente legata all'attività dei Campi Flegrei e alle vicende evolutive connesse all'intero campo vulcanico. Quest'ultimo corrisponde a uno dei distretti vulcanici attivi, dal Quaternario, lungo il margine tirrenico. L'attività vulcanica del Distretto Flegreo, è connessa, come detto in precedenza agli eventi tettonici distensivi che hanno determinato la formazione della depressione, compresa tra il M. Massico a nord e la Penisola Sorrentina a sud, che prende il nome di Graben della Piana Campana.

L'interpretazione di nuovi dati stratigrafici sia di superficie che provenienti da perforazioni, anche alla luce di tutti i dati geologici, geomorfologici, petrologici e geofisici disponibili in letteratura, ha permesso di ricostruire in modo più dettagliato la

ricostruzione della storia vulcanica e deformativa della Piana Campana. In particolare, la geologia di superficie è stata ricostruita facendo riferimento ai depositi dell'Ignimbrite Campana (39.000 anni) e del Tufo Giallo Napoletano (15.000 anni) che, in virtù della loro distribuzione areale e continuità laterale, costituiscono utili orizzonti guida.

L'età d'inizio del vulcanismo nella Piana Campana non è precisamente noto: sequenze di lave e piroclastiti di circa 2 milioni di anni di età sono state incontrate in perforazione tra Villa Literno e Parete, in affioramento i prodotti delle attività vulcaniche più antiche della piana sono stati riconosciuti nelle successioni ignimbritiche che si rinvenivano ai bordi, di età compresa tra i 300.000 e 100.000 anni. Deve essere inoltre segnalata un'attività vulcanica ubicata presso il margine meridionale della Piana Campana attualmente individuabile nei relitti vulcanici di Chiaia, Miliscola e il vulcano di Vivara, localizzato sull'isola di Procida, di età compresa tra i 100.000 e 50.000 mila anni. In seguito questi eventi vulcanici, essenzialmente alcalitrachitici, continuano, formando i duomi lavici di Punta Marmolite (47.000 anni) e di Cuma (39.000 anni), i depositi piroclastici dei Tufi di Torre Franco (>42.000 anni) e il relitto del cono di tufi di Monte Grillo.

A seguire l'evento eruttivo più significativo a scala regionale è senza dubbio quello dell'Ignimbrite Campana (o Tufo Grigio Campano), circa 39000 anni fa. L'eruzione a carattere fissurale interessa la Piana Campana e le porzioni Appenniniche a essa adiacenti. Tale deposito (con un volume di circa 200 Km³) si diffonde dalla Piana Campana verso est nell'adiacente Appennino. La nube piroclastica è riuscita a sopravanzare anche vette di 800 m (fonte Fidia-Mercogliano), passando più agevolmente verso i valichi interappenninici. L'ash cloud di tale deposito è presente anche sul fondo del Mediterraneo con uno spessore di circa 5 cm, etichettato come Y-5.

L'I.C. è il prodotto di una delle maggiori eruzioni esplosive avvenute nell'area mediterranea negli ultimi 200.000 anni.

Le rocce eruttate nel periodo di tempo compreso tra l'eruzione dell'Ignimbrite Campana e quella del Tufo Giallo Napoletano, corrispondono al vulcano di Procida e vulcano di Trentareni.

Successivamente a queste attività si verificò circa 15.000 anni fa l'eruzione del Tufo Giallo Napoletano (T.G.N.). I relitti dell'edificio vulcanico dal quale si originò tale eruzione sono attualmente individuabili nelle colline dei Camaldoli e di Posillipo. Questi relitti consentono di individuare la presenza di una caldera, il cui fianco orientale costituisce l'ossatura della città di Napoli. Nella caldera si è impostato negli ultimi 15000 anni un campo vulcanico. Il volume stimato del T.G.N. è dell'ordine dei (40 km³) e la superficie ricoperta è di circa 350 km². (Rolandi G., Bellucci F., Heizler M.T., Belkin H.E. & De Vivo B., 2003 - *Tectonic controls on the genesis of ignimbrites from the Campanian volcanic zone, Southern Italy. Mineralogy and Petrology*, 79, 3- 31.)

In seguito a questa super eruzione si forma l'attuale conformazione dei Campi Flegrei all'interno dei quali ritroviamo tutti i depositi Vulcanici (Sequenza piroclastica recente), Sedimenti Marini e Sedimenti di Transizione più giovani di 12.000, tra cui le formazioni dei vulcani di tufo giallo pseudostratificate (Gauro, Archiaverno, Monte Ruscello), dei vulcani piroclastici monogenici, dei cono di scorie e delle cupole laviche fino all'eruzione storica di Monte Nuovo nel 1538: in pratica tutti i vulcani che danno all'area flegrea l'attuale morfologia. Questa attività vulcanica è controllata dall'assetto vulcano-tettonico venutosi a creare dopo l'eruzione del T.G.N. Una delle più importanti eruzioni di questo periodo si verificò circa 10.000 anni fa (>8.600: età del paleosuolo soprastante): la cosiddetta eruzione delle Pomice Principali. I materiali di questa eruzione si trovano ad est di Napoli e coprono una superficie di alcune centinaia di chilometri quadrati. Sebbene si tratti di un'eruzione la cui entità fu senz'altro inferiore alle due precedenti, essa è tuttavia paragonabile a quella del Vesuvio del 79 d. C. (pressappoco in questo periodo vi furono anche le eruzioni dell'Archiaverno e del Gauro). Seguirono poi le

eruzioni di Monte Spina, La Pietra, Nisida, Montagna Spaccata, Monte Ruscello, vulcano di Pisani, Cigliano, complesso vulcanico di Agnano, Capo Miseno, Porto Miseno, Bacoli, Fondi di Baia, cupole di Monte Olibano e della Caprara, Solfatara, Astroni, Averno, Senga ed infine Monte Nuovo.

All'interno di queste successioni piroclastiche si ritrovano anche alcune eruzioni del Somma-Vesuvio (Mercato 8.000 a. B.P. ed Avellino 3.700 a B.P.). L'eruzione di Avellino è costituita essenzialmente da prodotti di surges piroclastici. Nella valle del Sebeto e nelle piane di Fuorigrotta, Bagnoli e Pozzuoli intercalati ai depositi vulcanici, sono presenti sedimenti marini, transizionali e palustri.

3.2 CENNI MORFOLOGICI E STRATIGRAFICI

La morfologia, in generale, è legata principalmente a processi vulcano-tettonici con forme crateriche evidenti e con i versanti delle stesse interessati da forme di denudamento e di accumulo per meccanismi gravitativi (crolli, frane, colate, soliflusso e creep). Subordinatamente si individuano morfologie legate all'idrografia superficiale e alla dinamica dei litorali: solchi di erosione talora ben marcati lungo i pendii di piroclastiti sciolte (alcuni oggi sono stati oblitterati dall'espansione urbana), e piane costiere e/o crateriche caratterizzate da sedimentazione alluvionale, torrentizia e colluviale, con facies lacustri e palustri. In ultimo sono da segnalare, forme morfologiche legate all'azione antropica quali cave superficiali di T.G.N.

Le aree urbane si concentrano principalmente nelle numerose aree sub-pianeggianti costituite essenzialmente da sedimenti alluvionali e di accumulo preferenziale dei prodotti delle varie eruzioni. Tali aree sono delimitate da rilievi collinari costituiti da bordi calderici (rings), craterici, e da porzioni di apparati vulcanici (cones) generati dall'attività vulcanica e dalle successive fasi di collasso costituiti da terreni vulcanici sia lapideo-tufacei (tuff rings e tuff cones) che sciolti (ash rings e ash cones).

Gran parte dell'assetto morfologico attuale si è impostato circa 12.000 anni fa, con l'evento del Tufo Giallo Napoletano, i cui materiali hanno ricoperto tutta l'area e hanno dato nuova forma alla topografia precedentemente esistente.

La fase di calderizzazione, hanno portato alla formazione di una depressione del diametro di circa 14 km, centrata sulla città di Pozzuoli, e attualmente per metà invasa dal mare, che ospita al suo interno un cospicuo numero di apparati vulcanici monogenici, di differenti tipologie.

I fenomeni vulcanici e vulcano-tettonici hanno avuto sicuramente un ruolo di primaria importanza per la configurazione dell'assetto morfologico attuale, caratterizzato dalla presenza di un paesaggio dai rilievi non molto elevati (il punto più elevato è a 439 m s.l.m., nei pressi della Collina dei Camaldoli) che costruiscono un complesso pattern di edifici vulcanici che si incastrano gli uni dentro gli altri. I processi vulcano-tettonici, che hanno portato alla formazione di ampie zone depresse che spesso separano gli edifici vulcanici unitamente a fenomeni di dinamica costiera (cicli eustatici e bradisismo), hanno favorito nella maggior parte dei casi il modellamento di gran parte dell'area flegrea. Inoltre l'interazione tra questi processi ha contribuito alla formazione di grandi strutture terrazzate. In particolare l'azione erosiva e deposizionale del mare ha portato alla formazione di baie e di laghi costieri, ospitate spesso all'interno di crateri, dal caratteristico andamento planimetrico semicircolare.

Il susseguirsi dei numerosi eventi esplosivi, d'intensità decrescente nel tempo, ha determinato una stratigrafia complessa derivante dalla sovrapposizione di prodotti piroclastici variabili in granulometria, spessore, stato di costipazione ed estensione

laterale. Nell'ambito dei diversi litotipi legati all'attività eruttiva flegrea, l'Ignimbrite Campana e il Tufo Giallo Napoletano rappresentano degli orizzonti guida sia per quanto concerne i loro spessori sia per l'elevata estensione areale.

Nell'area metropolitana di Napoli, sia in affioramento, sia in profondità, si rinvencono altri depositi piroclastici sottostanti al T.G.N., spesso anch'essi tufacei (Complesso Piroclastico Antico; SCHERILLO et al., 1967). Sottoposti a questi ultimi si ritrovano, nell'area settentrionale ed orientale, i prodotti legati all'eruzione dell'Ignimbrite Campana rappresentati generalmente da tufo di colore grigio-violaceo, ricco di scorie grossolane nerastre [Di Girolamo, 1987]. Sondaggi profondi hanno evidenziato la presenza di numerosi livelli sabbioso-limosi di ambiente marino, pirolclastiti e paleosuoli di età ancora più antica [D'Erasmus, 1931].

Al di sopra del T.G.N. si rileva, quasi ovunque, una successione piuttosto regolare di pomici e cineriti incoerenti (nella quale si trovano intercalati, a varie altezze, più livelli di paleosuoli), messa in posto durante le eruzioni recenti dei Campi Flegrei.

Dall'analisi della carta morfostrutturale del Comune di Napoli (Figura 5) è possibile evidenziare tre settori caratterizzati da un motivo strutturale differente:

- Area calderica sudoccidentale: caratterizzata dalla presenza di faglie vulcano-tettoniche, esplosioni laterali, caldere, domi, recinti craterici, astroni e antichi centri e bocche di esplosione;
- Area orientale: dominata dalla presenza di strutture lineari ad andamento SW-NE corrispondenti a faglie del substrato Mesozoico Paleo e Neogenico e da Falesie in relazione a zone di frattura del substrato;
- Area collinare settentrionale: priva di strutture tettoniche ad eccezione di un allineamento di faglie d'impostazione profonda, a direzione grossomodo N-S, passante per l'abitato di Chiaiano.

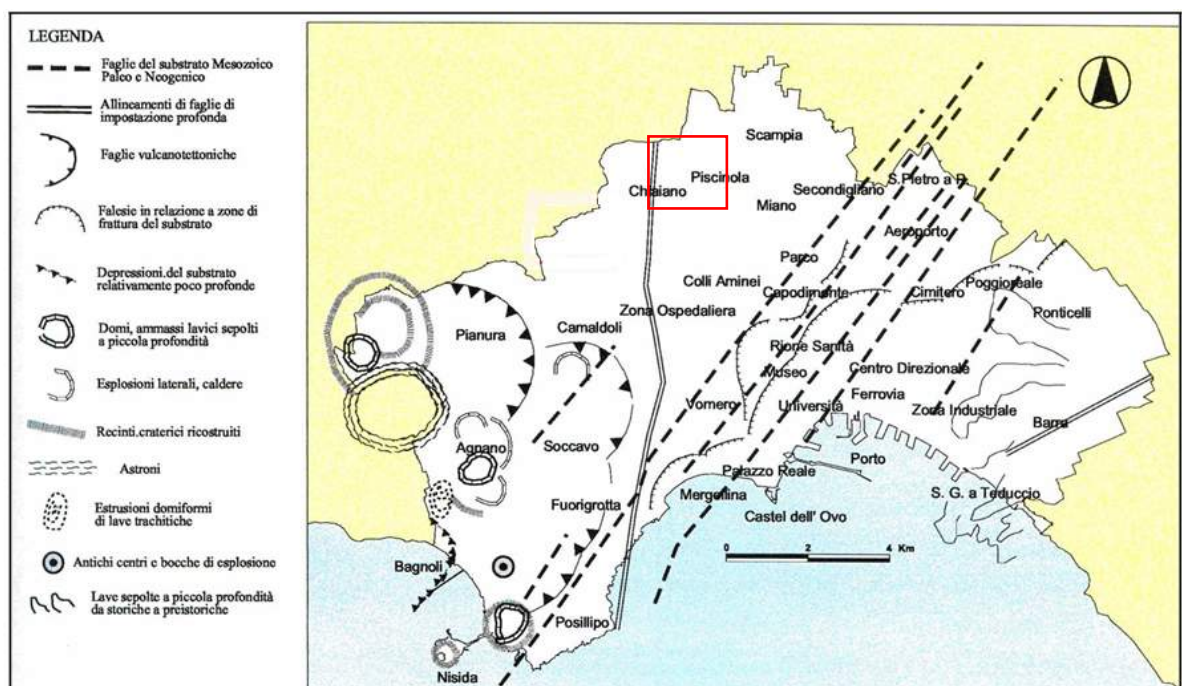


Figura 5: Carta morfotettonica del Comune di Napoli (da De Vivo et al., 2005)

Lo studio geomorfologico ha permesso il riconoscimento di forme e processi legati a diversi agenti geomorfici nonché alla influenza di altri fattori; di essi viene di seguito riportata la descrizione limitatamente alle zone di interesse.

3.2.1 Forme di origine vulcano-tettonica e strutturale

L'aspetto rilevante d'interesse morfologico è dato dalla presenza di versanti da moderatamente a fortemente acclivi di origine strutturale, connessi al verificarsi di fenomeni di collasso vulcano-tettonico. Tali versanti s'impostano in rocce litoidi e in terreni piroclastici sciolti; in particolare, le creste tufacee che bordano la collina dei Camaldoli è interessata da un'intensa fatturazione che contribuisce ad isolare blocchi in precarie condizioni di equilibrio, spesso soggetti a fenomeni di crollo, i cui effetti sono testimoniati da numerosi massi presenti nelle aree pedemontane. I versanti della collina dei Camaldoli sono intagliati sia nei depositi piroclastici precedenti il Tufo Giallo Napoletano sia nel tufo giallo stesso. Anche in questo caso il versante interno alla depressione, quello meridionale, ha un andamento caratterizzato da due falcate molto arcuate, di cui la prima raccorda il versante alla dorsale di Posillipo, la seconda alla piana di Quarto. Il versante esterno immerge, con deboli pendenze, verso la parte settentrionale dell'entroterra napoletano.

3.2.2 Forme, processi e depositi legati all'azione delle acque correnti superficiali.

Forme di erosione e accumulo quali: solchi da ruscellamento concentrato, alvei poco incisi, alvei da moderatamente a molto incisi, orli di scarpata, vallecole a conca, vallecole a fondo piatto, gomiti lungo aste fluviali a forte gradiente, soglie di valle sospesa, conoidi alluvionali attive, fasce di raccordo versante fondovalle di origine alluvio-colluviale o di origine fluviodenudazionale, e settori di glacis alluvio-colluviale interessati da diffusi fenomeni di deiezione.

3.2.3 Forme, processi e depositi di versante di origine gravitativa.

I fenomeni franosi riconosciuti sono ascrivibili prevalentemente a scorrimenti traslativi, colate e frane complesse, quest'ultime rappresentate da crolli o scorrimenti traslativi evoluti in colate. Gli scorrimenti, gli scorrimenti- colata e le colate sono in larghissima parte di modesto volume, e si sono attivati lungo versanti ad inclinazione variabile, per lo più compresa tra 35° e 50° circa. Nel complesso, gli eventi di frana sono distribuiti in maniera abbastanza omogenea lungo tutte le aree di versante caratterizzate da elevata acclività e energia di rilievo spesso concentrati in corrispondenza degli orli di scarpata a controllo strutturale (vedi i versanti legati a fenomeni di collasso vulcano-tettonico). In corrispondenza delle pareti sub verticali impostate in materiali litoidi di natura tufacea e lavica, sono frequenti fenomeni di crollo.

3.2.4 Condizioni di stabilità dell'area

Per quanto riguarda l'area flegrea ed il territorio urbano di Napoli i terreni affioranti sono riconducibili a tre diverse tipologie: materiali piroclastici sciolti, in sede ("pozzolane") e rimaneggiati; tufi litoidi (Tufo Giallo Napoletano); rocce laviche in aree singolari dei Campi Flegrei. Fra i fenomeni di dissesto frequenti risultano essere i crolli da pareti tufacee o in pozzolana e gli scorrimenti-colata in materiali piroclastici sciolti.

I settori più colpiti sono le aree collinari di Napoli e i versanti più acclivi, di diversa origine, dell'area flegrea. In particolare, nell'ambito del territorio in esame i settori più esposti sono la collina dei Camaldoli (versanti lato Soccavo e Pianura e versante di NE lato Chiaiano) ed alcune aree attorno alla "dorsale" di Capodimonte.

3.2.5 Macroarea governata da fattori naturali

I versanti sud/sudorientali: sono caratterizzati da alti valori di pendenza; il versante è stato interessato dai fenomeni di sprofondamento connessi con la fine dell'attività vulcanica e quindi è stato regolarizzato dagli agenti atmosferici. Sussistono in alcune fasce di altitudine numerose nicchie di distacco di vecchie frane, alcune delle quali sono state riattivate dagli insediamenti abitativi che incanalano le acque reflue direttamente sui bordi dei valloni accelerando l'erosione e i distacchi delle coltri superficiali;

Versante occidentale: tale area è caratterizzata da una fitta coltre boschiva che ha quindi preservato il versante da fenomeni di dissesto, tuttavia la presenza di strade senza opere di canalizzazione delle acque superficiali e di costruzioni abusive che hanno impermeabilizzato la parte alta della collina (alterando quindi la naturale circolazione idrica) hanno attualmente innescato frane anche di grosse dimensioni.

3.2.6 Macroarea governata da fattori antropici

- ❖ Zoffritta: si tratta di un'area in passato agricola che fu sistemata con opere di terrazzamento che si intrecciavano lungo le linee di impluvio accrescendo così la stabilità del versante. Con lo sfruttamento delle cave presenti nella zona e con l'edificazione di nuovi centri abitati si è profondamente alterato il profilo del versante innescando pericolosi fenomeni di dissesto. La conseguenza è la creazione di numerosi fossi la cui testata è in continuo arretramento, attualmente l'erosione superficiale è così alta che durante gli eventi piovosi l'abitato di Pianura viene invaso da una grossa quantità di detriti (con spessori anche di 40 centimetri);
- ❖ Vallone delle Orsolone: si tratta di un'area molto urbanizzata con una serie di problematiche legate sia alla presenza di sottoservizi che alla presenza di fronti di cava con pareti dissestate e con crolli di blocchi tufacei di dimensione anche notevoli. Il crollo dei materiali tufacei, arretrando i costoni, coinvolge anche i materiali sciolti di copertura.

La porzione collinare del territorio di Napoli, nella quale ricade l'area d'indagine, dal punto di vista litologico è costituito da un substrato di T.G.N. di spessore variabile, ricoperto da terreni piroclastici (figura 6) sciolti formatisi durante le varie eruzioni citate nei paragrafi precedenti.

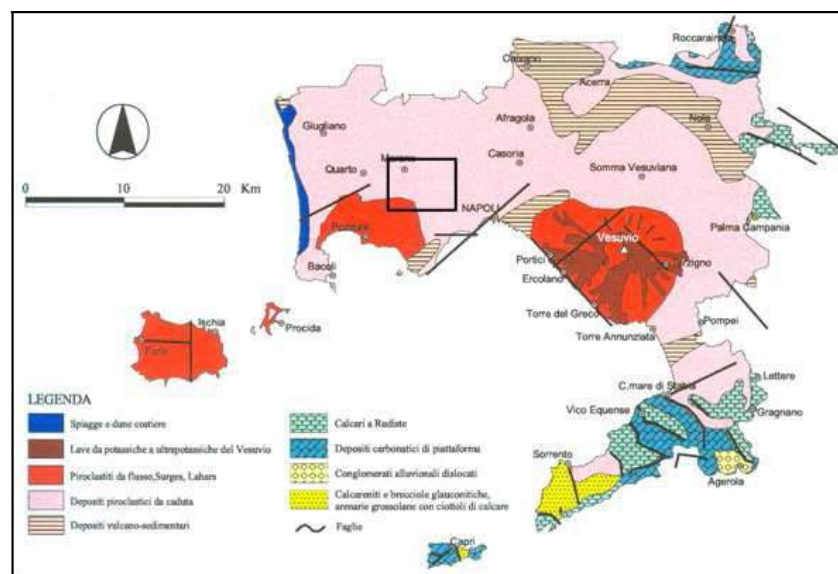


Figura 6 :Carta geolitologica della Provincia di Napoli (tratta da De Vivo et al., 2005 mod.)

Nel dettaglio si osserva in Figura 7 il prevalere, nell'area settentrionale del comune di Napoli, di prodotti piroclastici indifferenziati provenienti da vari centri eruttivi della Piana Campana costituiti in particolare da cineriti e pozzolane chiare.

La zona sub-pianeggiante, a quota variabile da 100 fino a circa 70 m comprendente le zone dei Camaldoli, Capodimonte e Secondigliano è caratterizzata dall'affioramento di terreni vulcanici prevalentemente sciolti costituiti da livelli di pozzolane, pomici, sabbie con intercalazioni di paleosuoli e localmente torbe. I terreni vulcanici presenti comprendono anche uno spessore di T.G.N. che si presenta nella sua facies non litificata. Queste piroclastiti poggiano sul T.G.N. facies litoide, sull'Igimbrite Campana e su vulcaniti e colate di lava più antiche.

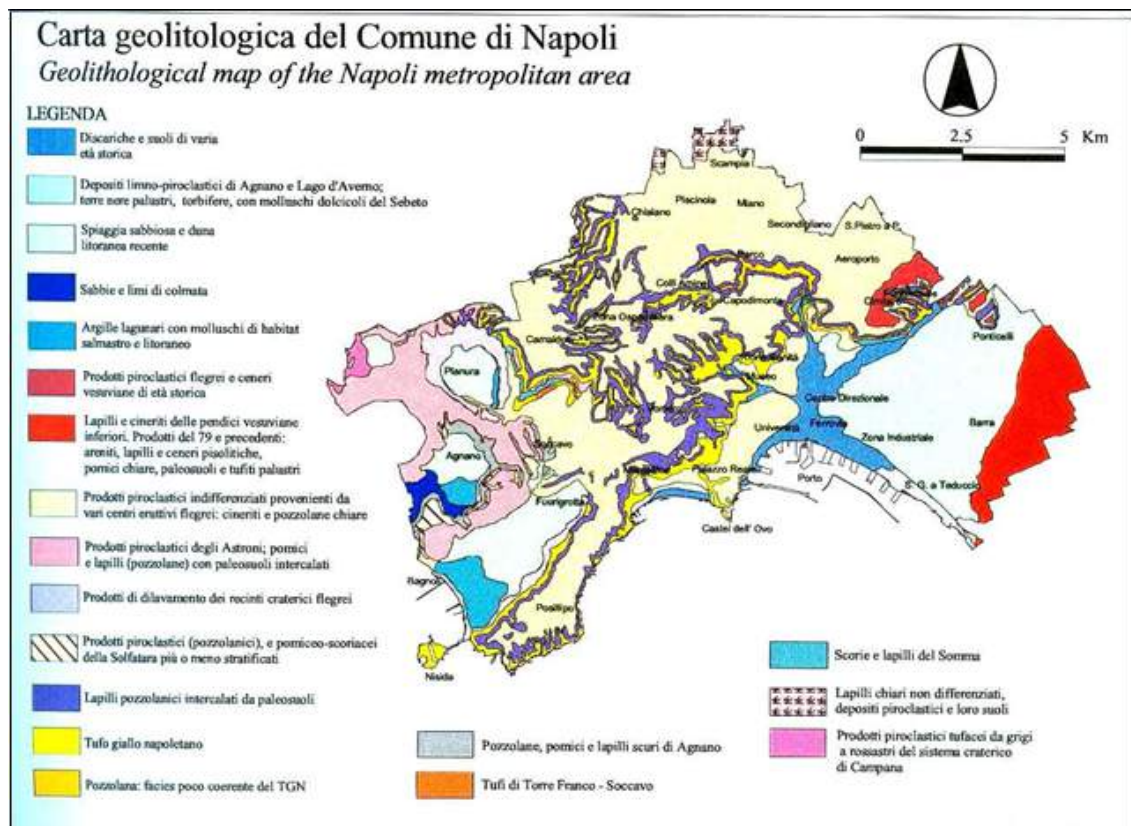


Figura 7 : Carta geolitologica del Comune di Napoli (tratta da De Vivo et al., 2005 mod.)

In sintesi nell'area flegrea i terreni affioranti sono riconducibili a tre diverse tipologie:

- materiali piroclastici sciolti e rimaneggiati (pozzolane);
- tufi litoidi (Tufo Giallo Napoletano e Tufo Grigio Campano);
- rocce laviche in aree specifiche dei Campi Flegrei.

4 IDROGEOLOGIA

In base ai dati bibliografici raccolti ed analizzati è possibile suddividere, da un punto di vista idrogeologico, l'area metropolitana di Napoli in tre settori distinti:

- Settore Orientale – Vesuviano (indicato con la sigla OV in cartografia);
- Settore Centrale – alluvionale (indicato con la sigla CA in cartografia);
- Settore Occidentale – Flegreo (indicato con la sigla OF in cartografia).

La nostra area di studio ricade nel settore "Occidentale-Flegreo", quest'ultimo si contraddistingue per una struttura vulcanica molto eterogenea e un assetto stratigrafico - strutturale variabile da zona a zona; ciò è da porre in relazione con la giacitura, la potenza, la granulometria dei termini sciolti, il grado di fessurazione dei termini lapidei e la presenza di numerose lineazioni vulcano-tettoniche [ROSI et al., 1983].

Ne deriva, pertanto, uno schema di circolazione idrica sotterranea per "falde sovrapposte", ma tra loro interconnesse, sia per l'interdigitazione di depositi a vario grado di permeabilità, sia tramite flussi verticali di "drenanza" [CELICO, 1983; CELICO & STANZIONE, 1988; CELICO et al., 1991].

Nell'ambito di tale schematizzazione si è osservato che le falde maggiormente produttive sono localizzate tutte nei prodotti sciolti giustapposti al Tufo Giallo Napoletano [CELICO, 1983] e che le relative quote di livellamento non si discostano in modo rilevante tra loro [VIPARELLI, 1967]. I diversi Autori [CIVITA et al., 1973; CELICO et al., 1988] concordano pertanto nel ritenere valido, uno schema idrico a falda unica, costituita da vari orizzonti, idraulicamente interconnessi per la mancanza di orizzonti impermeabili sufficientemente estesi arealmente.

L'andamento della morfologia piezometrica e il chimismo delle acque, ben differenziabile da quello della restante area urbana, hanno consentito di considerare il settore "Occidentale -Flegreo" come una struttura sostanzialmente autonoma e indipendente rispetto al sistema delle falde della Piana Campana [CIVITA et al., 1973; CELICO et al., 1991].

L'area di ricarica principale è stata individuata da diversi Autori in una zona di alto piezometrico compreso tra l'abitato di Marano e il retroterra di Pozzuoli [CELICO et al., 1991], dove si rinvenivano numerose conche endoreiche responsabili della riduzione delle aliquote d'acqua di ruscellamento superficiale.

Nel settore "Centrale – Alluvionale", che corrisponde al bacino del Fosso Volla, studi eseguiti hanno dimostrato che l'acquifero è costituito principalmente da piroclastiti Flegree e Vesuviane, più o meno rimaneggiate in ambiente alluvionale, a cui sono intercalati, localmente, sedimenti marini e palustri [CIVITA et al., 1973; CELICO, 1993; BELLUCCI et al., 1990; CELICO et al., 1992; ESPOSITO, 1996].

Infine, nel settore "Orientale-Vesuviano" che si sviluppa lungo le pendici sud – occidentali del Somma Vesuvio, la circolazione idrica interessa alternanze di lave e depositi piroclastici, sovente intercalati ai prodotti flegrei. Anche in questo caso si è in presenza di un acquiferomultifalda, riconducibile ad un unico corpo idrico [CELICO, 1983; ESPOSITO, 1996; CELICO et al., 1997].

Studi di dettaglio effettuati da Celico et al., 2001 riportano che nel settore "Occidentale-Flegreo" esiste una circolazione idrica superficiale all'interno del "Complesso piroclastico-prossimale recente" costituito da una successione regolare di pomici e cineriti incoerenti nella quale si intercalano, a varie altezze, più livelli di paleosuoli. Il complesso

piroclastico-prossimale recente formerebbe dunque un acquifero mediamente trasmissivo ($10^{-2} < T < 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$), poggiante sul T.G.N., che rappresenta un setto impermeabile "relativo".

Si differenzia da quest'assetto generale la zona di Pianura, parte della piana di Soccavo e la fascia costiera di Bagnoli; nella prima, infatti, la circolazione idrica sotterranea si sviluppa, almeno fino al livello di riferimento considerato, nel tufo fessurato (in ogni caso, la circolazione idrica più attiva si ha nelle piroclastiti sottostanti al tufo stesso, con l'ovvia conseguenza di una falda che defluisce in condizioni di semiconfinamento); nella seconda, invece, la falda permea i depositi detritici derivanti dallo smantellamento del versante meridionale dei Camaldoli (stratigraficamente sottoposti al suddetto Complesso piroclastico prossimale recente); infine, l'area di Bagnoli è interessata da una circolazione idrica sotterranea sviluppata in misura sempre maggiore, a mano a mano che si procede verso mare, nelle sabbie marine stratigraficamente sovrapposte ai prodotti vulcanici ($T \approx 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$).

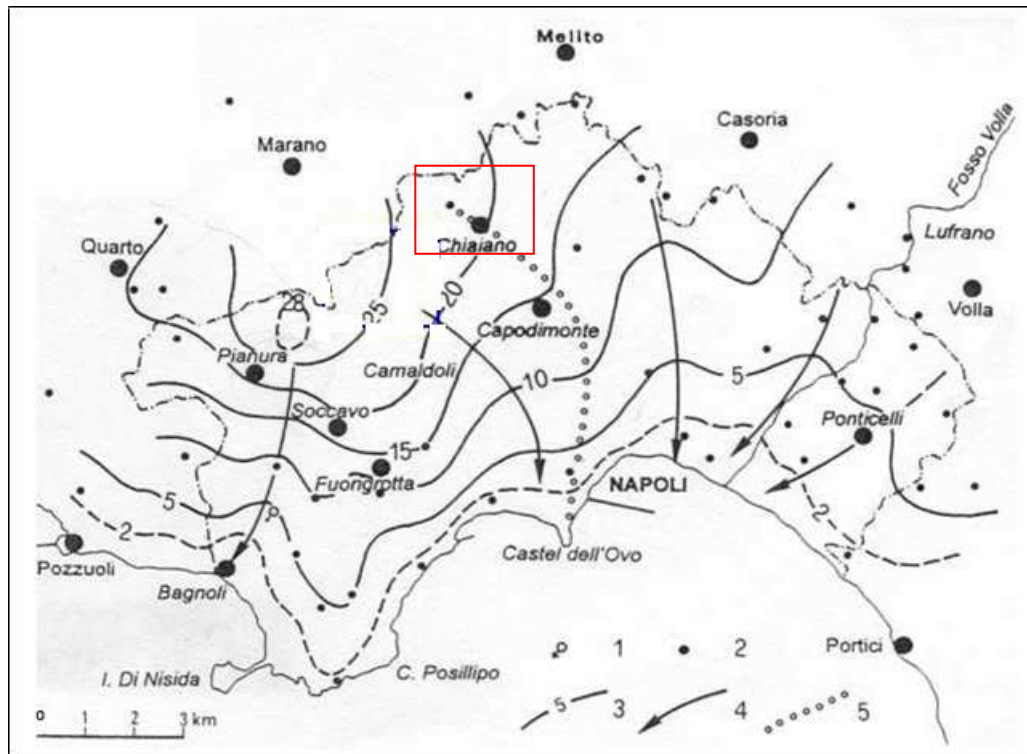
Nel settore "Centrale-alluvionale" la falda ritorna in condizioni freatiche ed è sviluppata preferenzialmente nelle alluvioni del Fosso Volla ($T \approx 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$). Infine, lungo la fascia costiera del centro cittadino, la circolazione idrica sotterranea si sposta nelle sabbie di origine marina ($T \approx 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$), anch'esse poggianti sul complesso tufaceo.

4.1.1 Andamento piezometrico della falda principale

Lo schema della circolazione idrica sotterranea del territorio comunale di Napoli è stato delineato con dettaglio in Celico et. al. (2001) sulla base dell'elaborazione di specifiche carte piezometriche oltre che da altri studi bibliografici in precedenza redatti nell'areale di studio.

Dalla lettura dell'elaborato piezometrico proposto e relativo all'andamento piezometrico riferito al maggio 1997 (Figura 8), emerge subito un importante elemento idrogeologico per il settore di studio appartenente al dominio idrogeologico "Occidentale - Flegreo".

E' ben evidente difatti un importante spartiacque sotterraneo che, dalla periferia settentrionale di Napoli (località Chiaiano), si sviluppa dapprima in direzione NO-SE e, successivamente, all'altezza di Capodimonte, devia verso Sud fino a raggiungere il mare in prossimità di Castel dell'Ovo. Tale spartiacque impedisce dal punto di vista idraulico interconnessioni idrogeologiche tra l'area "Occidentale-Flegrea" e le aree "Centrale-Alluvionale" ed "Orientale- Vesuviana".



Legenda: 1) Sorgenti principali; 2) punti di misura del livello di falda; 3) curve isopiezometriche e relative quote in m S.l.m. (l'equidistanza è pari a 5 metri); 4) assi di drenaggio preferenziali delle acque sotterranee; 5) spartiacque sotterranei principali.

Figura 8: Piezometria (m s.l.m.) dell'area urbana di Napoli riferita a un periodo idrologico di piena (maggio 1997) tratta da Celico et al., 2001

E' interessante inoltre notare che i suddetti settori idrogeologici si distinguono anche per differenti gradienti idraulici della falda; infatti nell'area "Occidentale - Flegrea", oltre che a una maggiore complicazione della morfologia piezometrica, si rileva un gradiente idraulico più elevato ($0.2\% < i < 0.8\%$) di quello osservabile ad est di detto spartiacque sotterraneo ($0.1\% < i < 0.3\%$). Questa differenza potrebbe essere interpretata come la diretta conseguenza della minore trasmissività dei complessi piroclastici in posto, rispetto a quella dei depositi generalmente rimaneggiati in ambiente alluvionale dei settori "Centrale-alluvionale" ed "Orientale-Vesuviano".

A Est dello spartiacque sotterraneo sopradescritto si evidenziano inoltre marcati assi di drenaggio preferenziale che convogliano le acque defluenti dalla porzione orientale della Piana Campana (poste a Nord-Est del Fosso Volia) verso il mare.

Sempre con riferimento al settore "Occidentale-Flegreo" si evidenzia un altro importante elemento idrogeologico rappresentato da un'ampia zona di alimentazione coincidente con un "alto" piezometrico, ubicato tra il limite comunale nord-occidentale di Napoli e l'abitato di Marano. L'esistenza di questo elemento idrogeologico condiziona, in misura rilevante, lo schema di circolazione idrica sotterranea dell'area. I deflussi, a partire dal suddetto "alto", sembrano orientarsi in modo radiale, ma con gradienti differenti, a seconda delle direttrici di flusso. Se, infatti, quelli responsabili della dinamica delle acque in direzione NO-SE (lato lungo il quale si sviluppa il versante a debolissima pendenza dei Camaldoli) sono estremamente bassi, quelli verso le piane flegree appaiono molto più elevati ($i \approx 0.8\%$). Secondo i vari Autori le cause che potrebbero determinare il suddetto assetto piezometrico di tipo radiale potrebbero essere molteplici; tra queste si citano ad esempio il particolare schema "morfo-strutturale" dell'area, i differenti valori di trasmissività degli acquiferi in cui trova sede la falda principale o, infine, l'andamento della linea di costa che rappresenta il recapito finale delle acque sotterranee.

L'andamento piezometrico sopra descritto trova conferma anche dall'analisi della cartografia piezometrica più recente riportata nel "Secondo Rapporto sullo Stato dell'Ambiente nella Provincia di Napoli" Provincia di Napoli, Assessorato all'Ambiente (2004), proposta in Figura 9 e riferita alla campagna eseguita nel mese di febbraio 2003. L'assetto piezometrico della falda principale sopra illustrato mostra un'alimentazione legata a significativi travasi sotterranei dai rilievi carbonatici che limitano la Piana Campana. Sempre secondo gli estensori di tale cartografia, un'ulteriore alimentazione deriva da apporti sotterranei originati nell'ambito del Vulcano del Somma-Vesuvio (ciò in accordo con quanto noto in letteratura scientifica), mentre a Ovest di Acerra è presente uno spartiacque sotterraneo che si collega a un alto piezometrico posto in corrispondenza delle colline flegree ove la falda si trova a quote superiori ai 20 m s.l.m..

Questi due elementi (spartiacque e alto piezometrico) sono importanti fattori di condizionamento del flusso idrico sotterraneo; difatti in corrispondenza dello spartiacque sotterraneo e dell'alto flegreo la falda della Piana si divide in due rami: il primo raggiunge il mare a Nord dell'area flegrea, l'altro devia verso Sud-Ovest e giunge al Golfo di Napoli attraverso la depressione del Sebeto che di fatto rappresenta una sezione di flusso limitata dagli alti piezometrici flegreo (a Nord-Ovest) e vesuviano (ad Est).

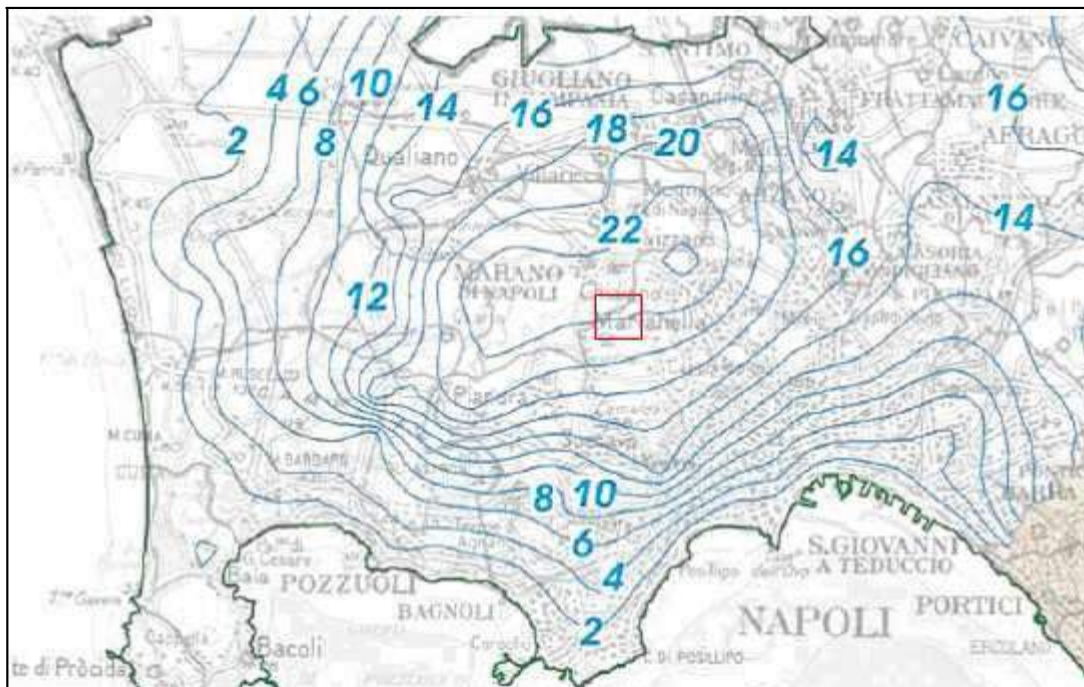


Figura9: Piezometria della falda principale (m s.l.m.) - campagna Febbraio 2003 (tratta da "Secondo Rapporto Stato Ambiente" Provincia di Napoli, 2004)

Un andamento piezometrico sostanzialmente simile nelle linee generali a quello in precedenza descritto è riportato nella carta idrogeologica elaborata da Celico et al. (2003) (stralcio in Figura 10). La differenza maggiore sembrerebbe però riguardare l'ubicazione dello spartiacque piezometrico allungato all'incirca tra Pianura e Marano e del relativo "alto piezometrico" che risulterebbero essere localizzato più verso Nord-NordOvest rispetto a quanto non evidenziato nelle precedenti cartografie.

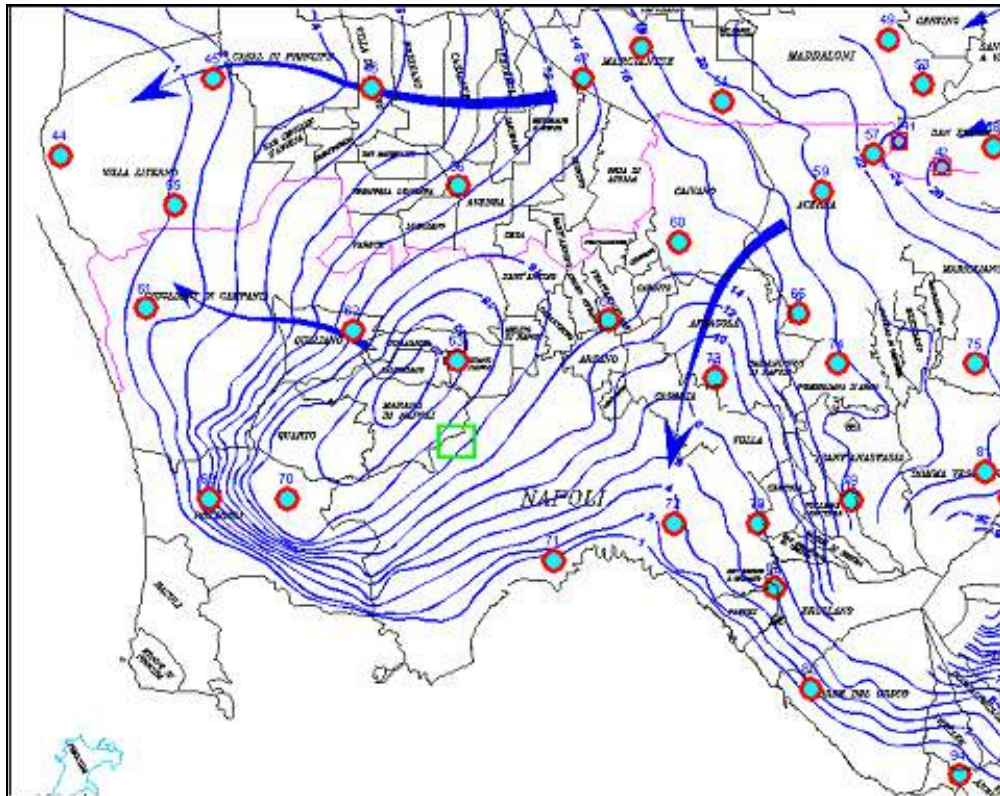


Figura 10: Andamento piezometrico tratto da "Carta idrogeologica" (Celico, 2003)

4.2 RISCHIO IDRAULICO E RISCHIO FRANA

Il Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PSAI) elaborato dall'Autorità di Bacino Campania Centrale – ex AdB Nord Occidentale Campania, ha previsto la perimetrazione sia delle aree a rischio idraulico che quelle a rischio frana.

Per il rischio idraulico, dalla sovrapposizione dei limiti delle fasce fluviali e sulla scorta degli elementi desunti dalla carta degli insediamenti ed in funzione delle attività antropiche e del patrimonio ambientale, è stata eseguita la perimetrazione delle aree a rischio e sono state individuate, in tale ambito, quattro zone con differenti livelli di rischio:

R1 – Rischio moderato, R2 – Rischio medio, R3 – Rischio elevato, R4 – Rischio molto elevato.

Anche in funzione delle caratteristiche di dissesto del territorio, sono state cartografate le aree di innesco di fenomeni franosi, le aree di transito e le aree di accumulo di materiali provenienti da dissesti anche innescati in aree limitrofe. Ad ogni categoria è stato poi associato un corrispondente livello di pericolosità, (stimato in base alla presunta intensità del fenomeno atteso), da cui, tramite la sovrapposizione della carta della pericolosità, con la carta degli insediamenti, delle attività antropiche e del patrimonio ambientale, sono state delineate le stesse quattro classi di rischio precedentemente elencate.

Dalla consultazione della carta delle aree a rischio idraulico (Figura 11) e rischio da frana (Figura 12) prodotte dall'Autorità di Bacino Campania Centrale, si evince che la zona di stretto interesse non rientra in nessuna classe di rischio né idraulico, né da frana.

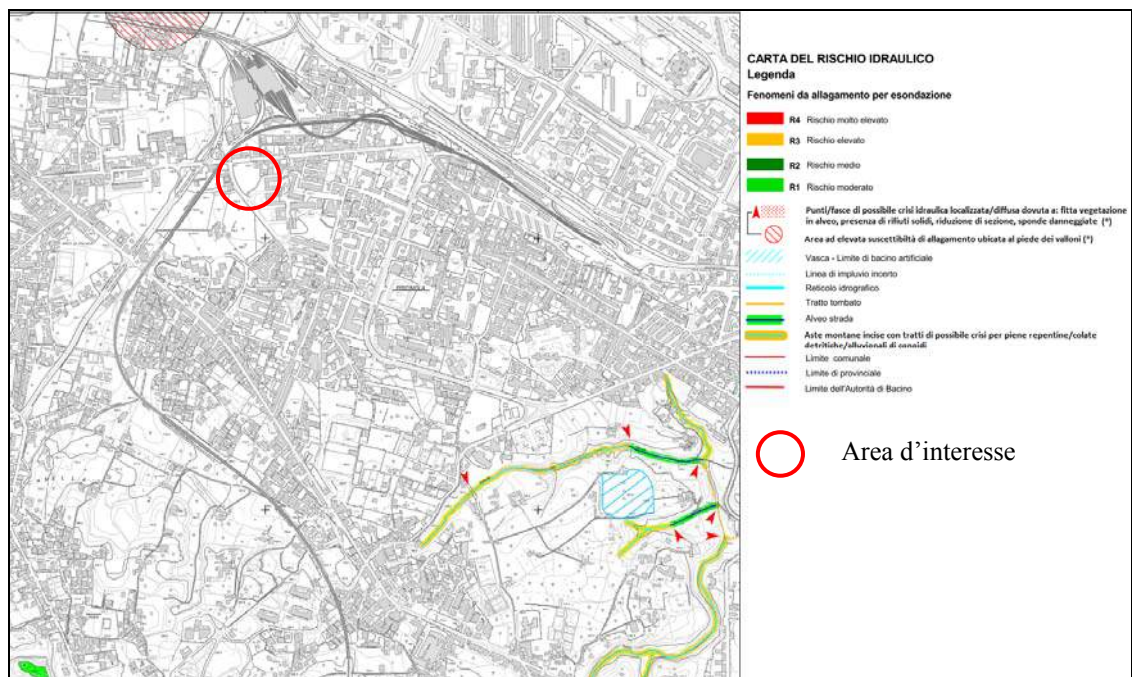


Figura 11: stralcio carta e legenda rischio idraulica Autorità di Bacino Campania Centrale, scala adattata

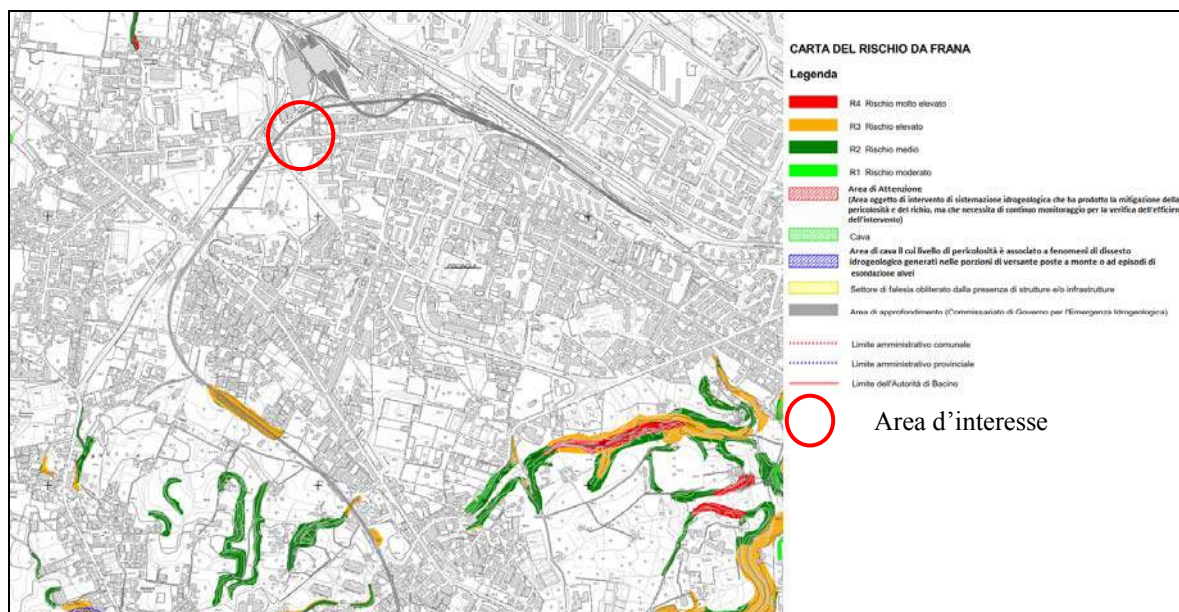


Figura 12: stralcio carta e legenda rischio frana Autorità di Bacino Campania Centrale, scala adattata

5 INDAGINI GEOGNOSTICHE

Per meglio definire le caratteristiche geologiche e geotecniche dei terreni di sedime sono state eseguite, nell'area di interesse, n°3 prove penetrometriche pesanti (DPSH) spinte, sino alla profondità di 17.00 m dal p.c.

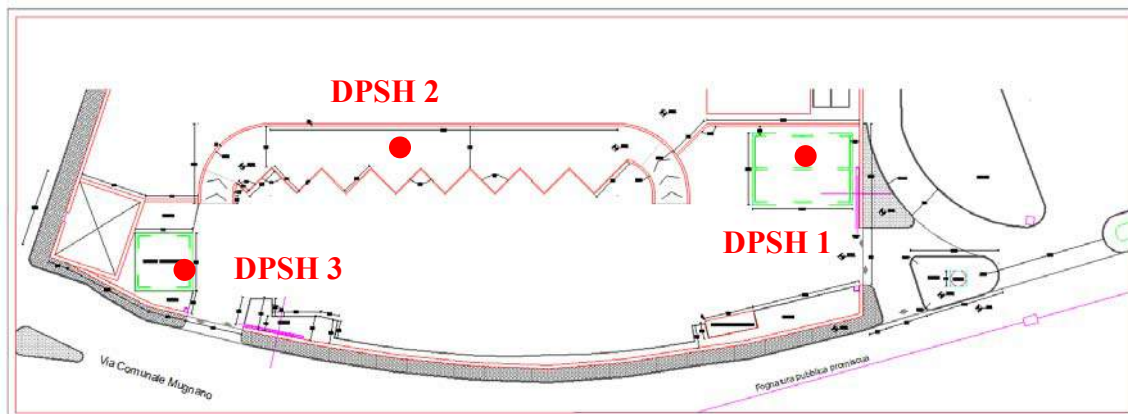


Figura 13: Schema ubicazione indagini geognostiche

Sigla prova	Profondità di indagine (m)	Prelievo campioni indisturbati
DPSH1	17.00	
DPSH1	17.00	
DPSH1	17.00	



Tabella riassuntiva della prova eseguita

5.1 PROVA PENETROMETRICA DINAMICA PESANTE (DPSH)

La prova consiste nella misura della resistenza alla penetrazione di una punta conica di dimensioni standard, infissa per battitura nel terreno, per mezzo di un idoneo dispositivo di percussione. La registrazione dei colpi N viene eseguita ogni qual volta che il gruppo di infissione penetra nel terreno di 20 cm.

Le informazioni fornite sono di tipo continuo poiché le misure di resistenza alla penetrazione vengono eseguite durante tutta l'infissione. Il campo di utilizzazione della prova è molto vasto, viene infatti eseguita in tutti i tipi di terreno sia coesivi che granulari (dalle argille alle ghiaie), anche se poco litificati (tufi teneri e tufiti)

Le risultanze scaturite dalle prove effettuate sono riportate nei relativi certificati di prova di seguito allegati:

		sia srl sede legale via Dei Goti, 15 82019 sant'agata de'goti (bn) p.iva 04156821219 info@siasrl.eu www.siasrl.eu		Mod REV Del	
Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti n.6534 del 11/07/2011 , ai sensi dell'art.59 del DPR 06/06/2001 n°380					
CERTIFICATO DI PROVA PENETROMETRICA DINAMICA - DPSH					
Progetto REALIZZAZIONE DI UN CENTRO RACCOLTA COMUNALE-VIA A. G. CAMPANO NAPOLI			Rev 0	Pagina 1	di 2
Protocollo di accettazione prova AP02/2014		Identificativo interno 01/01/2015		Identificativo certificato CP09/2015	
Data di accettazione prova 20/01/2015		Data di esecuzione prova 24/01/2015		Data di emissione certificato 30/01/2014	
Anagrafica Prova COMMITTENTE Stlconsulting Geom. Ciro La Rocca CANTIERE Via G. A. Campano LOCALITA' Chiaiano- Napoli Coordinate E 434936.00 m UTM-WGS 84 N 4527179.00 m Zona 32 T DIR. LAVORI PROVA N° DPSH 1 PROF. MAX (m) 17.00 PRELIEVO CAMPIONE: CARATTERISTICHE PENETROMETRO Apparecchiatura Pagani TG 63-200: - Maglio 63,50 Kg; - Altezza di caduta 75 cm; - Ø base punta conica 50,5 mm; - Apertura del cono 60°; - Diametro del cono alla base 50,5 mm; - Lunghezza complessiva della punta 65 mm; - Peso sistema d'infissione 15 Kg; - Massa delle aste 6,5 Kg/m; - Diametro delle aste 32 mm; - Lunghezza delle aste 1 m, - Penetrazione standard N 20 cm;			 S.I.A s.r.l. Servizi per Ingegneria e Ambiente		
Responsabile di sito dott. Massimiliano Di Marino			Direttore Tecnico dott. Maurizio Ciccio		



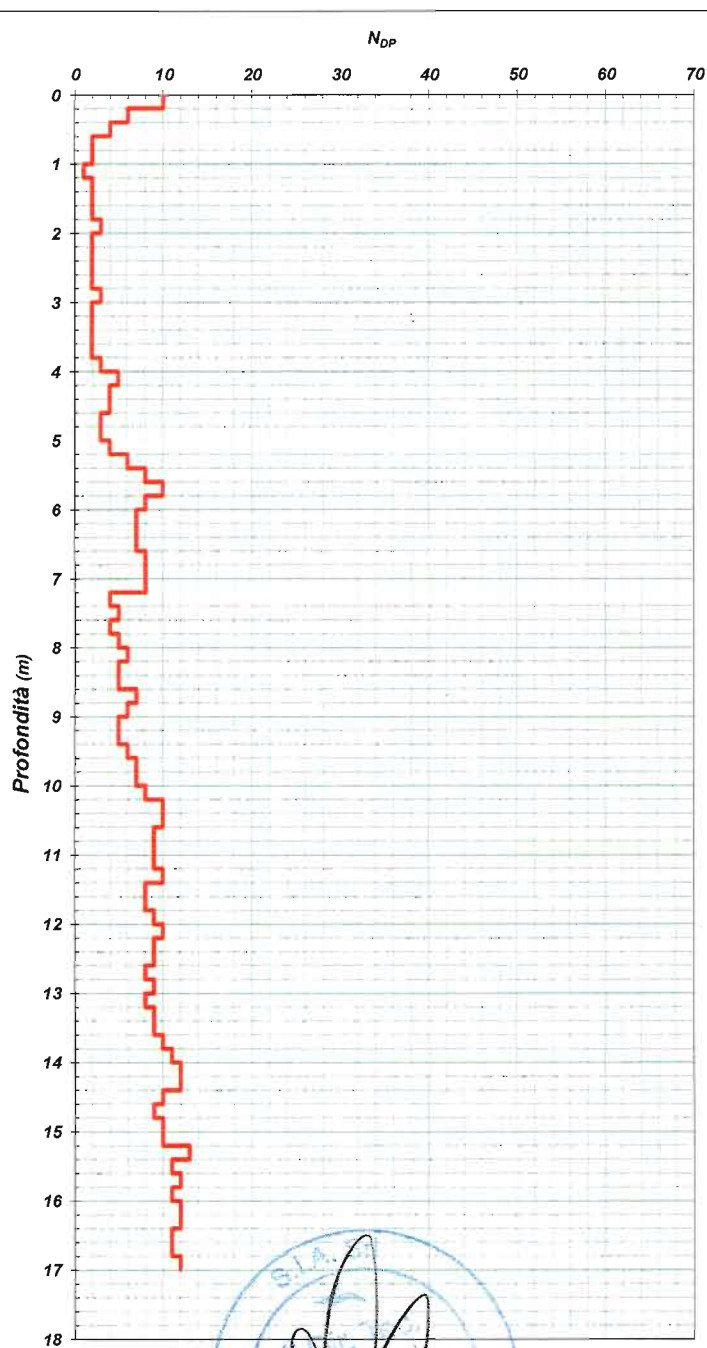
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA PESANTE (DPSH)


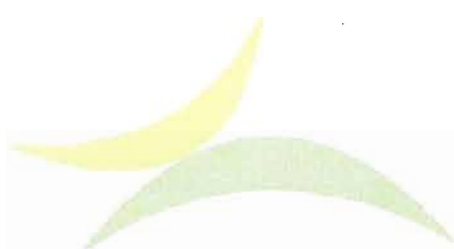




Committente: **Stlconsulting Geom. Ciro La Rocca** Identificativo certificato: **CP09/2015**

Cantiere: **Via G. A. Campano** Data esecuzione prova: **24/01/2015**

Prova (n°): **DPSH 1** Profondità massima (m): **17.00**

Prof. [m]	N° Colpi	Rpd [Mpa]	Prof. [m]	N° Colpi	Rpd [Mpa]	Prof. [m]	N° Colpi	Rpd [Mpa]
-	-	-	10.2	8	2.91			
0.2	10	6.93	10.4	10	3.64			
0.4	6	4.16	10.6	10	3.64			
0.6	4	2.77	10.8	9	3.27			
0.8	2	1.39	11.0	9	3.13			
1.0	2	1.27	11.2	9	3.13			
1.2	1	0.64	11.4	10	3.47			
1.4	2	1.27	11.6	8	2.78			
1.6	2	1.27	11.8	8	2.78			
1.8	2	1.27	12.0	9	2.99			
2.0	3	1.76	12.2	10				
2.2	2	1.17	12.4	9	2.99			
2.4	2	1.17	12.6	9	2.99			
2.6	2	1.17	12.8	8	2.66			
2.8	2	1.17	13.0	9	2.87			
3.0	3	1.63	13.2	8	2.55			
3.2	2	1.09	13.4	9	2.87			
3.4	2	1.09	13.6	9	2.87			
3.6	2	1.09	13.8	10	3.18			
3.8	2	1.09	14.0	11	3.36			
4.0	3	1.53	14.2	12	3.67			
4.2	5	2.54	14.4	12	3.67			
4.4	4	2.03	14.6	10	3.06			
4.6	4	2.03	14.8	9	2.75			
4.8	3	1.53	15.0	10	2.94			
5.0	3	1.43	15.2	10	2.94			
5.2	4	1.91	15.4	13	3.82			
5.4	6	2.86	15.6	11	3.23			
5.6	8	3.82	15.8	12	3.53			
5.8	10	4.77	16.0	11	3.11			
6.0	8	3.59	16.2	12	3.40			
6.2	7	3.14	16.4	12	3.40			
6.4	7	3.14	16.6	11	3.11			
6.6	7	3.14	16.8	11	3.11			
6.8	8	3.59	17.0	12	3.28			
7.0	8	3.39	17.2					
7.2	8	3.39	17.4					
7.4	4	1.70	17.6					
7.6	5	2.12	17.8					
7.8	4	1.70	18.0					
8.0	5	2.01	18.2					
8.2	6	2.41	18.4					
8.4	5	2.01	18.6					
8.6	5	2.01	18.8					
8.8	7	2.81	19.0					
9.0	6	2.29	19.2					
9.2	5	1.91	19.4					
9.4	5	1.91	19.6					
9.6	6	2.29	19.8					
9.8	7	2.67	20.0					
10.0	7	2.55	20					

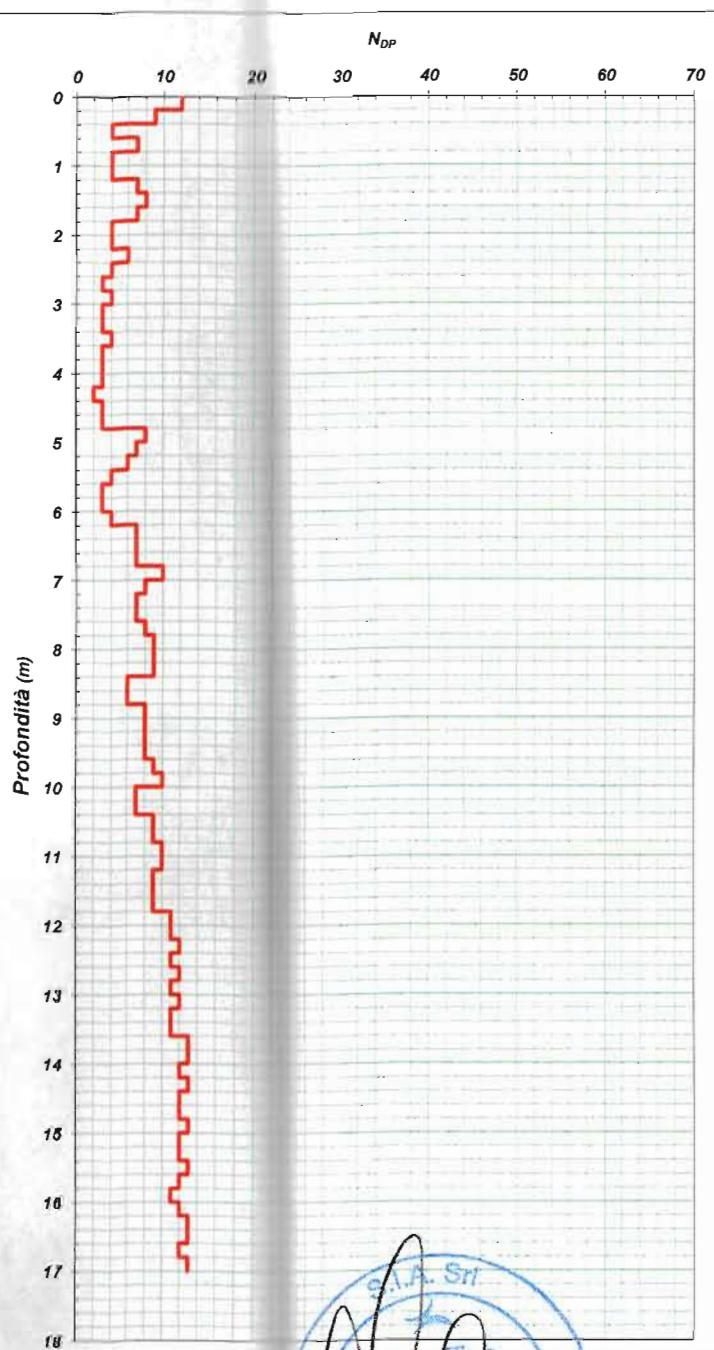


		sia srl sede legale via Dei Goti, 15 82019 sant'agata de'goti (bn) p.iva 04156821219 info@siasrl.eu www.siasrl.eu		Mod REV Del	
Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti n.6534 del 11/07/2011 , ai sensi dell'art.59 del DPR 06/06/2001 n°380					
CERTIFICATO DI PROVA PENETROMETRICA DINAMICA - DPSH					
Progetto REALIZZAZIONE DI UN CENTRO RACCOLTA COMUNALE-VIA A. G. CAMPANO NAPOLI			Rev 0	Pagina 1	di 2
Protocollo di accettazione prova AP02/2014		Identificativo interno 01/01/2015		Identificativo certificato CP09/2015	
Data di accettazione prova 20/01/2015		Data di esecuzione prova 24/01/2015		Data di emissione certificato 30/01/2015	
Anagrafica Prova COMMITTENTE Stlconsulting Geom. Ciro La Rocca CANTIERE Via G. A. Campano LOCALITA' Chiaiano- Napoli Coordinate E 434918.00 m UTM-WGS 84 N 4527233.00 m Zona 32 T DIR. LAVORI PROVA N° DPSH 2 PROF. MAX (m) 17.00 PRELIEVO CAMPIONE: CARATTERISTICHE PENETROMETRO Apparecchiatura Pagani TG 63-200: - Maglio 63,50 Kg; - Altezza di caduta 75 cm; - Φ base punta conica 50,5 mm; - Apertura del cono 60°; - Diametro del cono alla base 50,5 mm; - Lunghezza complessiva della punta 65 mm; - Peso sistema d'infissione 15 Kg; - Massa delle aste 6,5 Kg/m; - Diametro delle aste 32 mm; - Lunghezza delle aste 1 m, - Penetrazione standard N 20 cm;			 S.I.A s.r.l. Servizi per Ingegneria e Ambiente		
Responsabile di sito dott. Massimiliano Di Marino			Direttore Tecnico dott. Maurizio Cice		
   					

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA PESANTE (DPSH)

Committente: **Stlconsulting Geom. Ciro La Rocca** Identificativo certificato: **CP09/2015**
Cantiere: **Via G. A. Campano** Data esecuzione prova: **24/01/2015**
Prova (n°): **DPSH 2** Profondità massima (m): **17.00**

Prof. [m]	N° Colpi	Rpd [Mpa]	Prof. [m]	N° Colpi	Rpd [Mpa]	Prof. [m]	N° Colpi	Rpd [Mpa]
	-		10.2	7	2.55			
0.2	12	8.31	10.4	7	2.55			
0.4	9	6.23	10.6	9	3.27			
0.6	4	2.77	10.8	9	3.27			
0.8	7	4.85	11.0	10	3.47			
1.0	4	2.54	11.2	10	3.47			
1.2	4	2.54	11.4	9	3.13			
1.4	7	4.45	11.6	9	3.13			
1.6	8	5.08	11.8	9	3.13			
1.8	7	4.45	12.0	11	3.65			
2.0	4	2.35	12.2	11				
2.2	4	2.35	12.4	12	3.99			
2.4	6	3.52	12.6	11	3.65			
2.6	4	2.35	12.8	12	3.99			
2.8	3	1.76	13.0	11	3.50			
3.0	4	2.18	13.2	12	3.82			
3.2	3	1.63	13.4	11	3.50			
3.4	3	1.63	13.6	11	3.50			
3.6	4	2.18	13.8	13	4.14			
3.8	3	1.63	14.0	13	3.97			
4.0	3	1.53	14.2	12	3.67			
4.2	3	1.53	14.4	13	3.97			
4.4	2	1.02	14.6	12	3.67			
4.6	3	1.53	14.8	12	3.67			
4.8	3	1.53	15.0	13	3.82			
5.0	8	3.82	15.2	12	3.53			
5.2	7	3.34	15.4	12	3.53			
5.4	6	2.86	15.6	13	3.82			
5.6	4	1.91	15.8	12	3.53			
5.8	3	1.43	16.0	11	3.11			
6.0	3	1.35	16.2	12	3.40			
6.2	4	1.80	16.4	13	3.68			
6.4	7	3.14	16.6	13	3.68			
6.6	7	3.14	16.8	12	3.40			
6.8	7	3.14	17.0	13	3.55			
7.0	10	4.24	17.2					
7.2	8	3.39	17.4					
7.4	7	2.97	17.6					
7.6	7	2.97	17.8					
7.8	8	3.39	18.0					
8.0	9	3.62	18.2					
8.2	9	3.62	18.4					
8.4	9	3.62	18.6					
8.6	6	2.41	18.8					
8.8	6	2.41	19.0					
9.0	8	3.06	19.2					
9.2	8	3.06	19.4					
9.4	8	3.06	19.6					
9.6	8	3.06	19.8					
9.8	9	3.44	20.0					
10.0	10	3.64	20					



Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti n.6534 del 11/07/2011 , ai sensi dell'art.59 del DPR 06/06/2001 n°380

CERTIFICATO DI PROVA PENETROMETRICA DINAMICA - DPSH

Progetto	Rev	Pagina	di
REALIZZAZIONE DI UN CENTRO RACCOLTA COMUNALE-VIA A. G. CAMPANO NAPOLI	0	1	2
Protocollo di accettazione prova	Identificativo interno	Identificativo certificato	
AP02/2014	01/01/2015	CP11/2015	
Data di accettazione prova	Data di esecuzione prova	Data di emissione certificato	
20/01/2015	24/01/2015	30/01/2015	

Anagrafica Prova

COMMITTENTE Stlconsulting Geom. Ciro La Rocca

CANTIERE Via G. A. Campano

LOCALITA' Chiaiano- Napoli

Coordinate E 434918.00 m
UTM-WGS 84 N 4527233.00 m
Zona 32 T

DIR. LAVORI

PROVA N° DPSH 3

PROF. MAX (m) 17.00

PRELIEVO CAMPIONE:

CARATTERISTICHE PENETROMETRO

Apparecchiatura Pagani TG 63-200:

- Maglio 63,50 Kg;
- Altezza di caduta 75 cm;
- Φ base punta conica 50,5 mm;
- Apertura del cono 60°;
- Diametro del cono alla base 50,5 mm;
- Lunghezza complessiva della punta 65 mm;
- Peso sistema d'infissione 15 Kg;
- Massa delle aste 6,5 Kg/m;
- Diametro delle aste 32 mm;
- Lunghezza delle aste 1 m;
- Penetrazione standard N 20 cm;

Responsabile di sito

dott. Massimiliano Di Marino

Direttore Tecnico

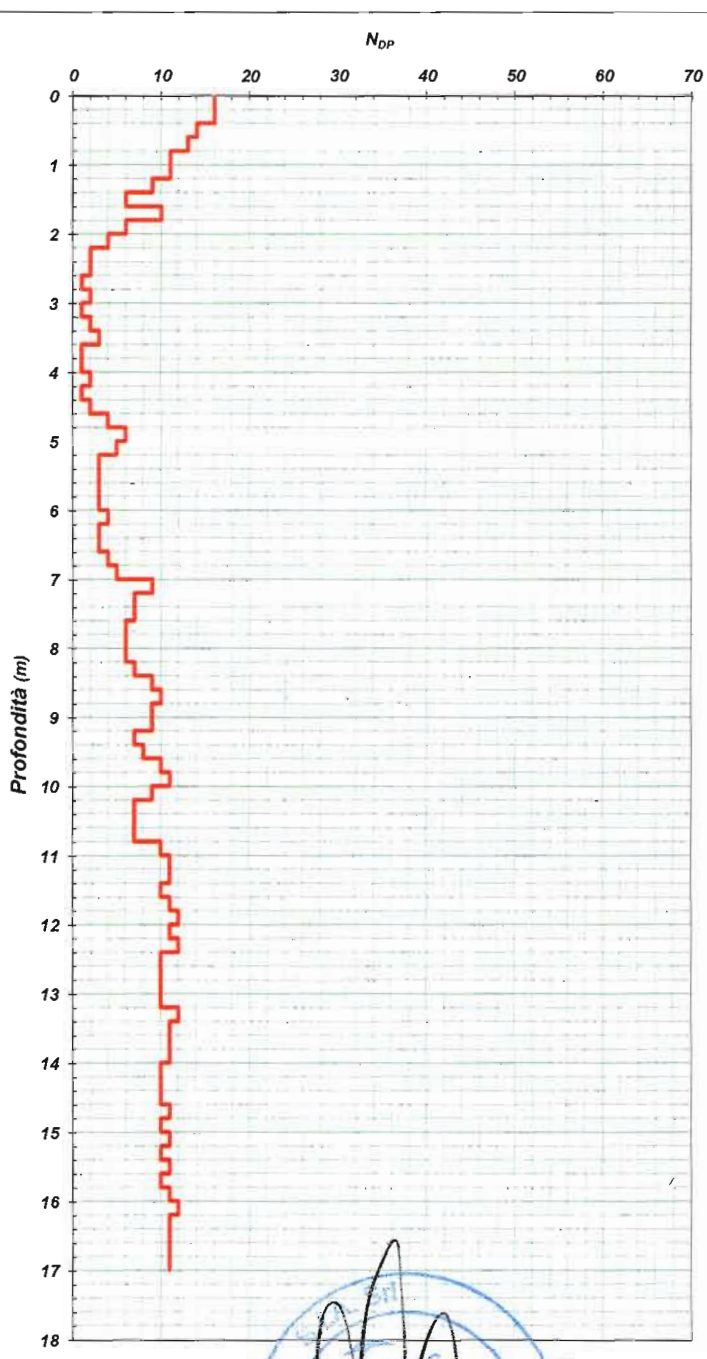
dott. Maurizio Ricci

S.I.A s.r.l.
Servizi per Ingegneria e Ambiente

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA PESANTE (DPSH)

Committente: **Stlconsulting Geom. Ciro La Rocca** Identificativo certificato: **CP11/2015**
Cantiere: **Via G. A. Campano** Data esecuzione prova: **24/01/2015**
Prova (n°): **DPSH 3** Profondità massima (m): **17.00**

Prof. [m]	N° Colpi	Rpd [Mpa]	Prof. [m]	N° Colpi	Rpd [Mpa]	Prof. [m]	N° Colpi	Rpd [Mpa]
0.2	16	11.08	10.2	9	3.27			
0.4	16	11.08	10.4	7	2.55			
0.6	14	9.70	10.6	7	2.55			
0.8	13	9.00	10.8	7	2.55			
1.0	11	6.99	11.0	10	3.47			
1.2	11	6.99	11.2	11	3.82			
1.4	9	5.72	11.4	11	3.82			
1.6	6	3.81	11.6	10	3.47			
1.8	10	6.35	11.8	11	3.82			
2.0	6	3.52	12.0	12	3.99			
2.2	4	2.35	12.2	11				
2.4	2	1.17	12.4	12	3.99			
2.6	2	1.17	12.6	10	3.32			
2.8	1	0.59	12.8	10	3.32			
3.0	2	1.09	13.0	10	3.18			
3.2	1	0.54	13.2	10	3.18			
3.4	2	1.09	13.4	12	3.82			
3.6	3	1.63	13.6	11	3.50			
3.8	1	0.54	13.8	11	3.50			
4.0	1	0.51	14.0	11	3.36			
4.2	2	1.02	14.2	10	3.06			
4.4	1	0.51	14.4	10	3.06			
4.6	2	1.02	14.6	10	3.06			
4.8	4	2.03	14.8	11	3.36			
5.0	6	2.86	15.0	10	2.94			
5.2	5	2.39	15.2	11	3.23			
5.4	3	1.43	15.4	10	2.94			
5.6	3	1.43	15.6	11	3.23			
5.8	3	1.43	15.8	10	2.94			
6.0	3	1.35	16.0	11	3.11			
6.2	4	1.80	16.2	12	3.40			
6.4	3	1.35	16.4	11	3.11			
6.6	3	1.35	16.6	11	3.11			
6.8	4	1.80	16.8	11	3.11			
7.0	5	2.12	17.0	11	3.00			
7.2	9	3.82	17.2					
7.4	7	2.97	17.4					
7.6	7	2.97	17.6					
7.8	6	2.55	17.8					
8.0	6	2.41	18.0					
8.2	6	2.41	18.2					
8.4	7	2.81	18.4					
8.6	9	3.62	18.6					
8.8	10	4.02	18.8					
9.0	9	3.44	19.0					
9.2	9	3.44	19.2					
9.4	7	2.67	19.4					
9.6	8	3.06	19.6					
9.8	10	3.82	19.8					
10.0	11	4.00	20.0					
			20					



6 INDAGINI GEOFISICHE

Per la stima di Vs30 e la valutazione del rischio sismico del sito, è stata impiegata la tecnica sismica passiva (tecnica dei rapporti spettrali o HVSR, Horizontal to Vertical Spectral Ratio).

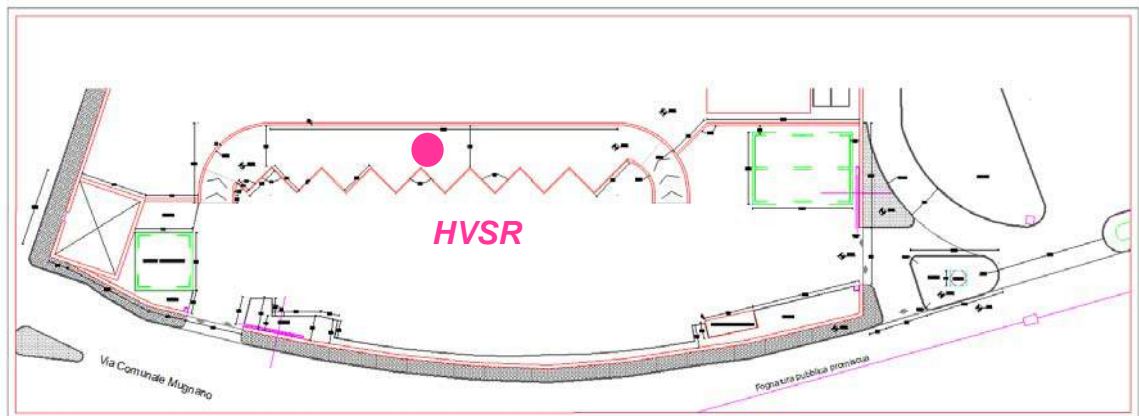


Figura 14: Schema ubicazione indagine sismica

6.1.1 Basi teoriche della metodologia utilizzata

La forma di un'onda sismica registrata in un sito A da uno strumento dipende:

- dalla forma dell'onda prodotta dalla sorgente S;
- dal percorso dell'onda dalla sorgente S al sito A (attenuazioni, riflessioni, rifrazioni, incanalamenti per guide d'onda);
- dalla risposta dello strumento.

6.1.2 Sorgente

Il rumore sismico ambientale, presente ovunque sulla superficie terrestre, è generato dai fenomeni atmosferici (onde oceaniche, vento) e dall'attività antropica oltre che, ovviamente, dall'attività dinamica terrestre. Si chiama anche *microtremore* in quanto riguarda oscillazioni molto piccole (10^{-15} [m/s²]² in termini di accelerazione), molto più piccole di quelle indotte dai terremoti nel campo vicino. I metodi che si basano sulla sua acquisizione si dicono passivi in quanto il rumore non è generato *ad hoc*, come ad esempio le esplosioni della sismica attiva. Lo spettro in frequenza del rumore di fondo in un terreno roccioso e pianeggiante presenta l'andamento illustrato in Fig. 1, dove i picchi a 0.14 e 0.07 Hz sono comunemente interpretati come originati dalle onde oceaniche. Tali componenti spettrali vengono attenuate molto poco anche dopo tragitti di migliaia di chilometri per effetto di guida d'onda. A tale andamento generale, che è sempre presente, si sovrappongono le sorgenti locali, antropiche (traffico, industrie ma anche il semplice passeggiare di una persona) e naturali che però si attenuano fortemente a frequenze superiori a 20 Hz, a causa dell'assorbimento anelastico originato dall'attrito interno delle rocce.

Nelle zone in cui non è presente alcuna sorgente di rumore locale, in assenza di vento e nel caso in cui il terreno sia roccioso e pianeggiante, lo spettro di rumore sismico è quello mostrato in figura 1, dove la curva blu rappresenta il rumore di fondo 'minimo' di riferimento secondo il servizio geologico statunitense (USGS) mentre la curva verde rappresenta il 'massimo' di tale rumore. L'andamento spettrale di questo rumore sismico di fondo decresce con la frequenza tranne che per due 'picchi' a 0.14 e 0.07 Hz originati probabilmente dalle onde delle tempeste oceaniche. Tali componenti spettrali vengono attenuate molto poco anche dopo tragitti di migliaia di chilometri per effetto di guida d'onda. A tale andamento generale, che è sempre presente, si

sovrappongono gli effetti locali. Questi sono dovuti a sorgenti antropiche e naturali. Ad esempio, se ci si trova in vicinanza di un macchinario che ha una frequenza propria di 7 Hz, questa comparirà nello spettro di rumore come un 'picco'. In questo caso la sorgente di rumore è di tipo attivo. Molto più interessante è il fatto che il rumore di fondo agisce da funzione di eccitazione per le risonanze specifiche sia degli edifici che del sottosuolo, un po' come una luce bianca che illumina gli oggetti, eccitando le lunghezze d'onda del loro stesso colore. Ad esempio, se ci si trova all'interno di un edificio con frequenze di risonanza a 6 e 100 Hz, il rumore di fondo ecciterà queste frequenze, rendendole chiaramente visibili nello spettro di rumore. Allo stesso modo compariranno anche le frequenze di risonanza del sottosuolo. Ad esempio, se il sottosuolo su cui lo strumento è posto ha una stratificazione con frequenze proprie a 0.8 Hz e 20 Hz, queste frequenze appariranno nello spettro.

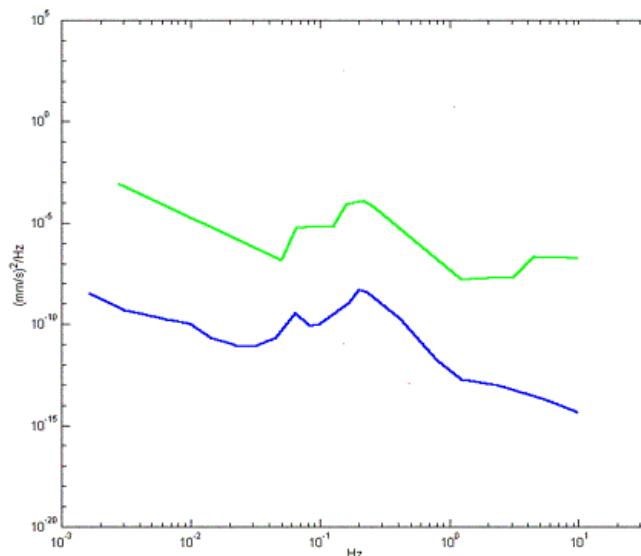


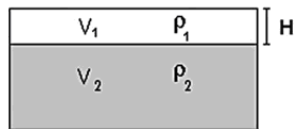
Figura 1: Rumore ambientale - la curva blu rappresenta il rumore di fondo 'minimo' di riferimento secondo il servizio geologico statunitense (USGS) mentre la curva verde rappresenta il 'massimo' di tale rumore

Una cosa analoga avviene durante un terremoto, che si può immaginare come un episodio di rumore fortissimo, con ampiezze sino a 10^{10} volte maggiori del rumore di fondo. In questo caso, se la frequenza di risonanza del suolo e quella dell'edificio che si trova su di esso sono uguali, viene indotta un'oscillazione risonante accoppiata, detta *amplificazione sismica*, che accresce enormemente le sollecitazioni sull'edificio. L'amplificazione sismica è la prima causa dei danni agli edifici durante un terremoto, molto più della grandezza stessa del terremoto. Un esempio notevole di amplificazione sismica si è avuto in anni recenti, il 19 settembre 1985, quando un terremoto "medio" ($M=6.6$) colpì il Messico Centrale producendo danni modesti vicino all'epicentro, ma provocando il crollo di 400 palazzi a Città del Messico, distante 240 km dall'epicentro. Analisi successive hanno mostrato come Città del Messico sia costruita su di un bacino sedimentario la cui frequenza, circa 1 Hz, è identica a quella dei palazzi di 10 piani che risultarono essere i più danneggiati dal terremoto. Allo stesso modo, il terremoto calabro-messinese del 28 dicembre 1908 ($M=7.2$) distrusse il 95% delle case di Messina ma lasciò praticamente intatte tutte quelle costruite su roccia e quindi non soggette a amplificazione sismica.

6.1.3 Basi teoriche del metodo H/V

Le basi teoriche dell'H/V sono relativamente semplici in un mezzo del tipo strato + bedrock (o strato assimilabile al bedrock) in cui i parametri sono costanti in ciascuno strato (1-D).

Consideriamo il sistema di Figura 2 in cui gli strati 1 e 2 si distinguono per le diverse densità (ρ_1 e ρ_2) e le diverse velocità delle onde sismiche (V_1 e V_2). Un'onda che viaggia nel mezzo 1 viene (parzialmente) riflessa dall'interfaccia che separa i due strati.

Figura 2: Mezzo a 2 strati caratterizzati da densità ρ e velocità di propagazione V

L'onda così riflessa interferisce con quelle incidenti, sommandosi e raggiungendo le ampiezze massime (condizione di risonanza) quando la lunghezza dell'onda incidente (λ) è 4 volte (o suoi multipli dispari) lo spessore H del primo strato. La frequenza fondamentale di risonanza (f_r) dello strato 1 relativa alle onde S (o P) è pari a:

$$(f_r) = V_s \lambda / 4H \qquad (f_r) = V_p \lambda / 4H \qquad [1]$$

I microtremori sono solo in parte costituiti da onde di volume P o S, e in misura molto maggiore da onde superficiali, in particolare da onde di Rayleigh. Tuttavia ci si può ricondurre a risonanza delle onde di volume, poiché le onde di superficie sono prodotte da interferenza costruttiva di queste ultime e poiché la velocità dell'onda di Rayleigh è molto prossima a quella delle onde S. Questo effetto è sommabile, anche se non in modo lineare e senza una corrispondenza 1:1. Ciò significa che la curva H/V relativa ad un sistema a più strati contiene l'informazione relativa alle frequenze di risonanza (e quindi allo spessore) di ciascuno di essi, ma non è interpretabile semplicemente applicando l'equazione [1].

L'inversione richiede l'analisi delle singole componenti e del rapporto H/V , che fornisce un'importante normalizzazione del segnale per

- a) il contenuto in frequenza;
- b) la risposta strumentale e l'ampiezza del segnale quando le registrazioni vengono effettuate in momenti con rumore di fondo più o meno alto.

La situazione, nel caso di un suolo reale, è spesso più complessa. Innanzitutto il modello di strato piano al di sopra del bedrock si applica molto raramente. Poi, la velocità aumenta con la profondità, possono esserci eterogeneità laterali importanti ed infine la topografia può non essere piana. L'inversione delle misure di tremore a fini stratigrafici, nei casi reali, sfrutta quindi la tecnica del confronto degli spettri singoli e dei rapporti H/V misurati con quelli 'sintetici', cioè con quelli calcolati relativamente al campo d'onde completo di un modello 3D. L'interpretazione è tanto più soddisfacente, e il modello tanto più vicino alla realtà, quanto più i dati misurati e quelli sintetici sono vicini.

6.1.4 Descrizione del metodo HVSR

La tecnica, universalmente riconosciuta come efficace nel fornire stime affidabili della frequenza fondamentale di risonanza del sottosuolo f_0 , grazie anche al lavoro di standardizzazione fatto dal gruppo di studio SESAME. in origine proposta da Nogoshi e Igarashi (1971), in seguito diffusa da Nakamura (1989), consiste nella stima del rapporto fra lo spettro di ampiezza delle componenti orizzontali e quello della componente verticale dei microtremori sismici ambientali registrati da una singola stazione.

Il calcolo del rapporto H/V segue queste fasi:

1. Registrazione del segnale ambientale nelle 3 componenti;
2. Scomposizione del segnale in finestre temporali, con l'obiettivo di isolare le parti della registrazione in cui il segnale risulta maggiormente stazionario ed eliminare i rumori transitori, o transienti;
3. Calcolo e smussamento dello spettro di ampiezza ricavato tramite la trasformata di Fourier per ognuna delle finestre selezionate su tutte e tre le componenti;
4. Combinazione, con un'operazione di media, delle due componenti orizzontali per ognuna delle finestre selezionate;
5. Calcolo del rapporto H/V per ogni finestra;
6. Calcolo della media dei rapporti H/V delle singole finestre, che rappresenterà la curva H/V definitiva.

Vale la pena di aggiungere una nota breve ma fondamentale. L'apparente semplicità di un'indagine HVSR, sia in fase di acquisizione che di elaborazione dei dati, non deve far pensare che sia una misura priva di insidie. L'acquisizione è infatti un'operazione da eseguire con grande accortezza: tanto il posizionamento dello strumento che la valutazione consapevole del livello e della natura del rumore ambientale che si sta registrando sono molto importanti per la riuscita del sondaggio.

In fase di elaborazione occorre invece grande attenzione nella verifica della qualità e dell'affidabilità della curva ottenuta. Ad esempio, il fatto che i criteri SESAME, siano rispettati non implica necessariamente che il risultato sia aderente alla situazione reale, né che l'acquisizione sia stata eseguita correttamente. D'altro canto, quando i criteri non sono rispettati non si può concludere immediatamente che l'acquisizione o l'elaborazione siano errate, ma la curva ottenuta potrebbe semplicemente stare ad indicare, a titolo esemplificativo, un terreno omogeneo e compatto che non dà luogo a fenomeni di amplificazione. I criteri quindi indicano se la curva contiene o meno elementi significativi dal punto di vista geofisico, ma possono dire poco sulla sua correttezza e coerenza. Attraverso alcune metodologie (FK, SPAC) con l'impiego di opportuni algoritmi, è possibile ottenere l'inversione della curve dei rapporti H/V finalizzata alla determinazione dei profili di velocità delle onde S nel sottosuolo e quindi della V_{s30} richiesta dalle NTC vigenti.

6.2 LA STRUMENTAZIONE IMPIEGATA

La registrazione dei microtremori presentata in questo studio è stata effettuata con il digitalizzatore SR04 GeoBox della sara electronic instruments (figura 15), gestito dal modulo software LOG-MT di SEISMOWIN attraverso il quale si può trasformare un comune PC in una stazione sismica che consente, attraverso l'acquisizione del rumore sismico, di eseguire prove HVSR con calcolo della curva in tempo reale. Si tratta di un apparecchio portatile compatto di circa 155 x 140 x 110 mm e 3.10 kg di peso dotato di tre sensori elettrodinamici (velocimetri) orientati N-S, E-W e verticalmente, alimentato da batteria interna <1w. L'estrema portabilità dello strumento ha reso possibile la sua messa in opera nel sito in esame altrimenti, considerata la sua posizione logistica, non monitorabile con i sismografi classici.



Figura 15: strumentazione indagine sismica

6.3 PROCEDURE DI ANALISI DATI

I risultati presentati in questo lavoro sono stati ottenuti col modulo software LOG-MT di SEISMOWIN (il segnale dei velocimetri è acquisito per un tempo rispettivamente di $t = 30$ min e digitalizzato a 24 bit) ed elaborati mediante software GeoExplorer HVSR

Il software, per ciascuna delle 3 componenti del moto consente:

1. la divisione del tracciato acquisito in finestre temporali mediante selezione manuale o automatica;
2. l'esclusione opzionale dei transienti con soglia in ampiezza;
3. l'inserimento/disinserimento finestre;
4. il calcolo della trasformata di Fourier (FFT) per ciascuna finestra;
5. il calcolo dello spettro di ampiezza per ciascuna finestra;
6. lo smoothing dello spettro di ogni finestra secondo la funzione di lisciamento f , e calcola il rapporto spettrale HVSR ad ogni frequenza, per ciascuna finestra.

La funzione HVSR finale è data dalle media degli HVSR di ciascuna finestra. Per produrre l'HVSR finale le componenti orizzontali (NS e EW) sono mediate tra loro con la media quadratica e vengono poi divise per la componente verticale (UP).

$$\text{HVSr} = \frac{\left(\sqrt{\frac{((\text{Avg.Ampl.Spec.NS})^2 + (\text{Avg.Ampl.Spec.EW})^2)}{2}} \right)}{(\text{Avg.Ampl.Spec.UD})}$$

Il tipo di stratigrafia che le tecniche di sismica passiva possono restituire si basa sul concetto di *contrasto di impedenza*. Per *strato* si intende cioè un'unità distinta da quelle sopra e sottostanti per un contrasto di impedenza, ossia per il rapporto tra i prodotti di velocità delle onde sismiche nel mezzo e densità del mezzo stesso.

Di seguito si riportano le risultanze scaturite dall'indagine eseguita:

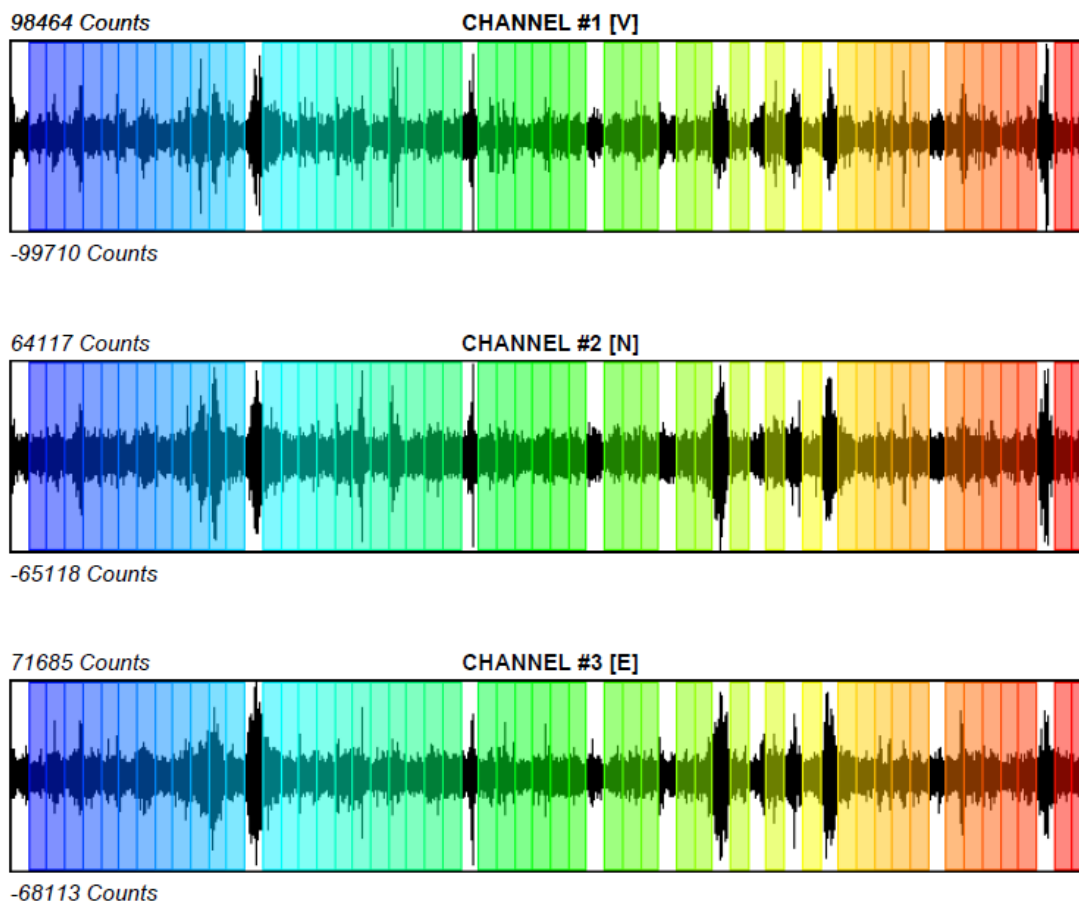
6.3.1 HVSr – Chiaiano - NA

STATION INFORMATION:

- Station code:0989
- Model:SARA GEOBOX
- Sensor:SARA SS45 (external 4.5 Hz sensors)

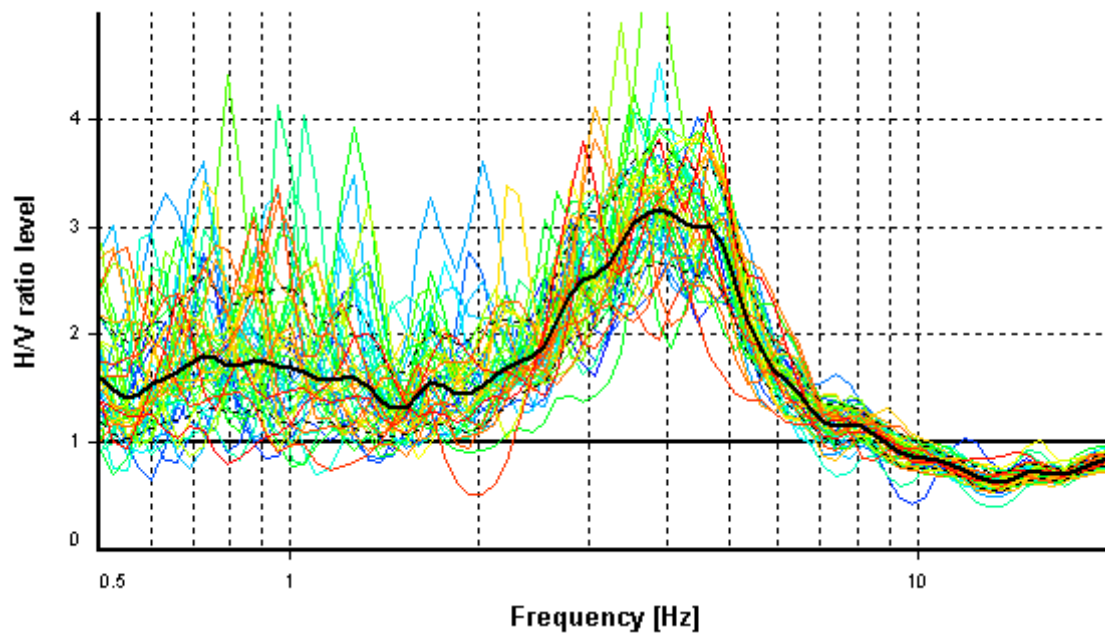
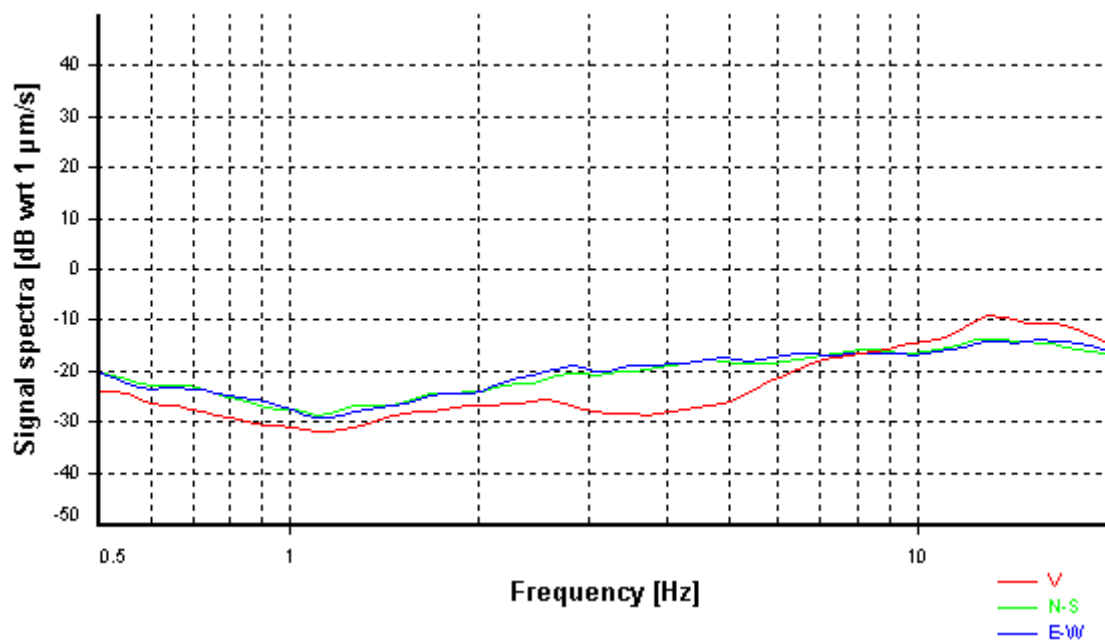
SIGNAL AND WINDOWING

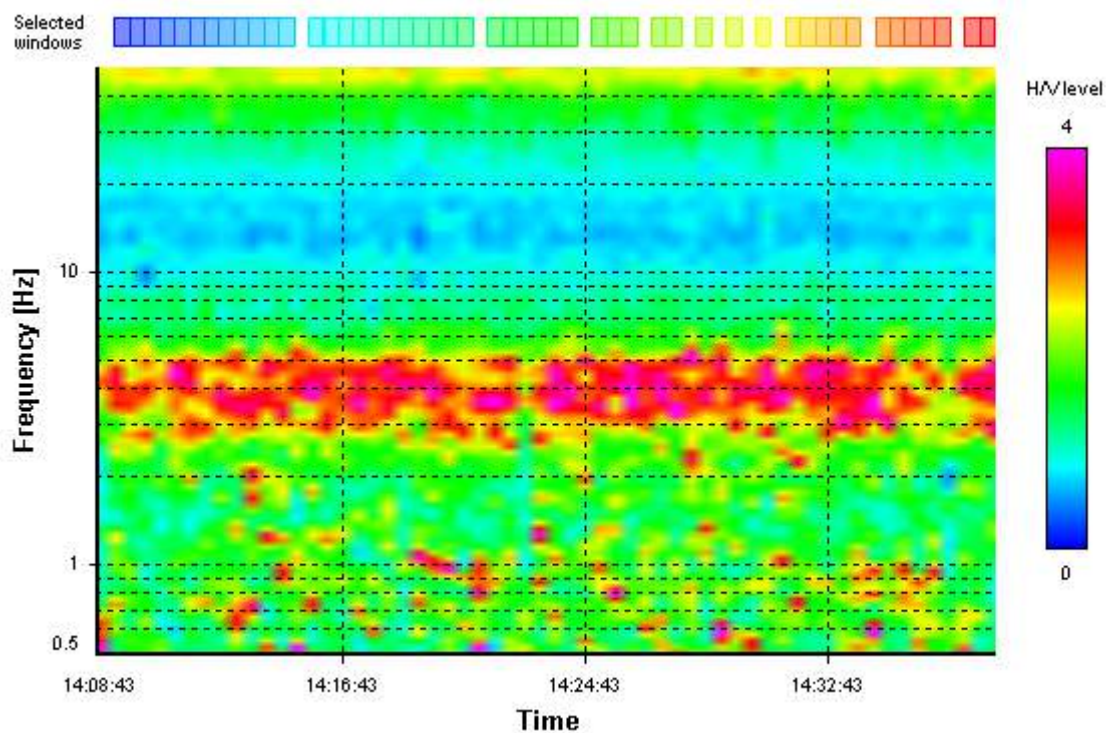
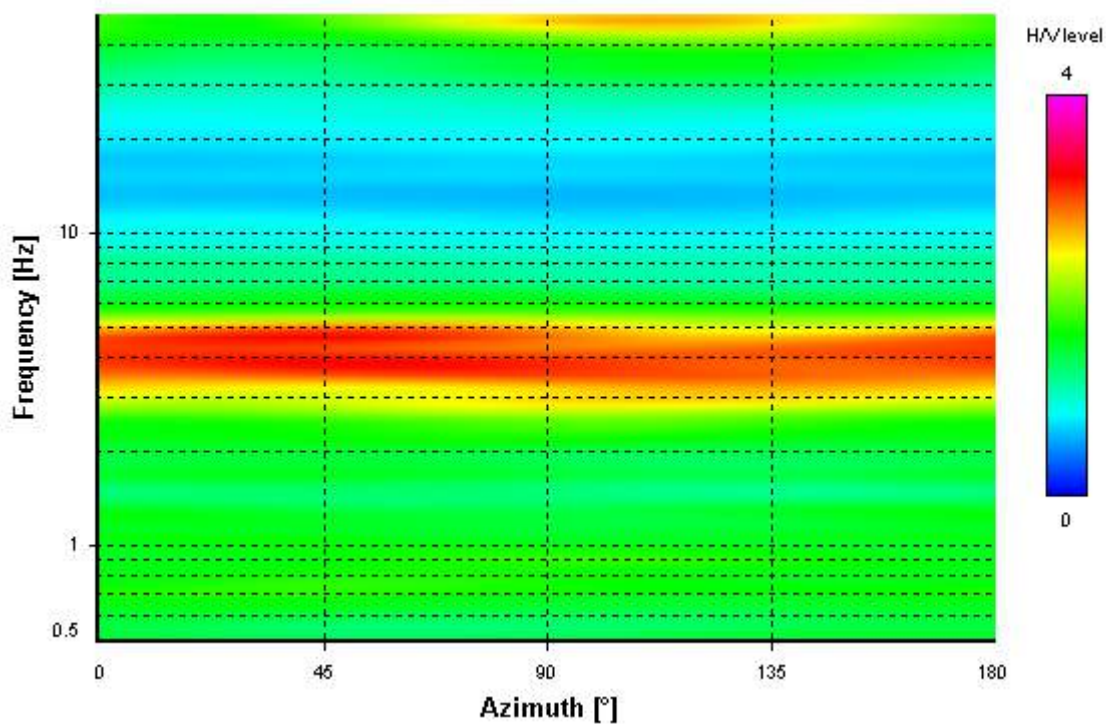
- Sampling frequency:600Hz
- Recording start time:2015/01/24 14:08:43
- Recording length:30 min
- Windows count:49
- Average windows length: 30
- Signal coverage:81.67 %



HVSR ANALYSIS

- Tapering:Enabled (Bandwith = 5%)
- Smoothing:Konno-Ohmachi (Bandwith coefficient = 40)
- Instrumental correction:Enabled (Water level = 0.5 Hz)

HVSR average**Signal spectra average**

HVSR time-frequency analysis (30 seconds windows)**HVSR directional analysis**

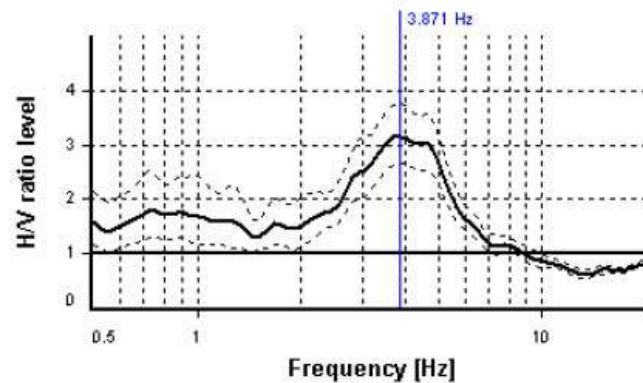
SESAME CRITERIA

Selected f_0 frequency

3.871 Hz

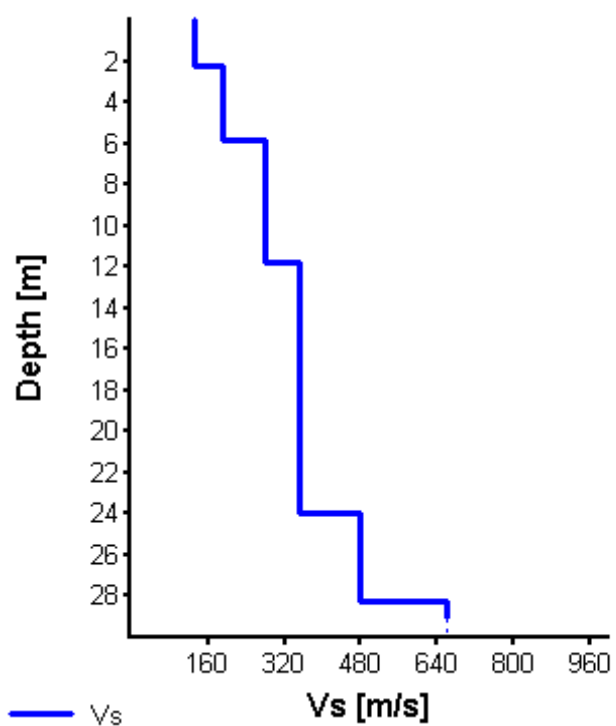
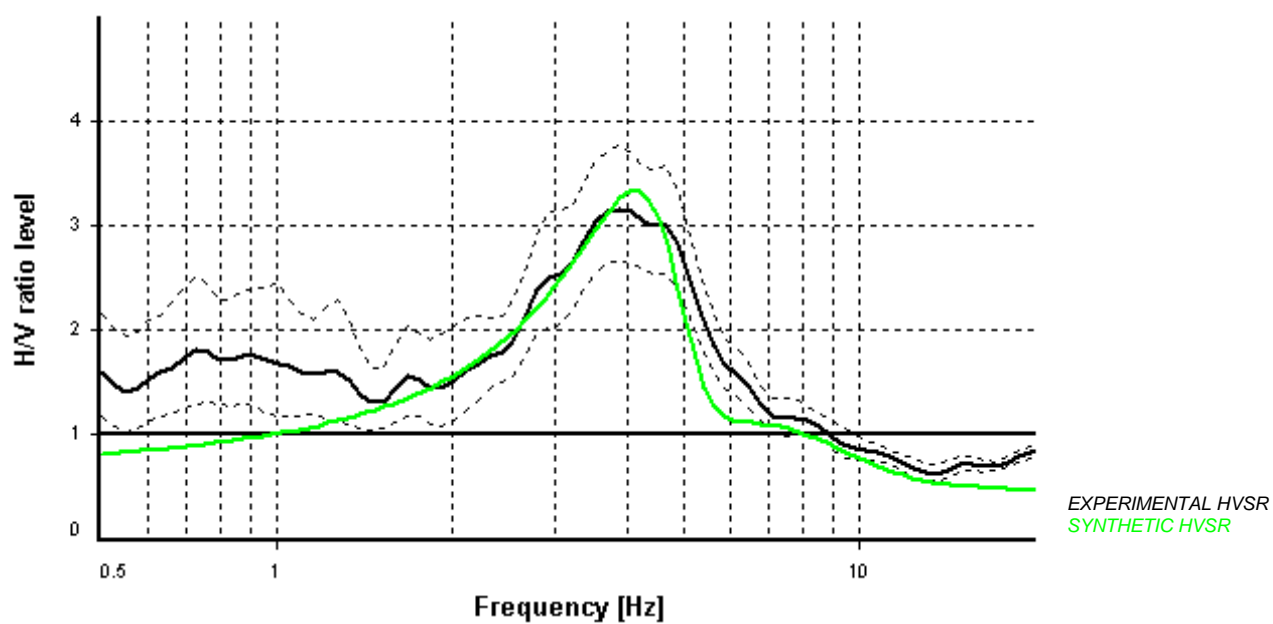
A_0 amplitude = 3.163

Average $f_0 = 3.931 \pm 0.515$



HVSr curve reliability criteria		
$f_0 > 10 / L_w$	49 valid windows (length > 2.58 s) out of 49	OK
$n_c(f_0) > 200$	5690.84 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$	Exceeded 0 times in 29	OK
HVSr peak clarity criteria		
$\exists f \text{ in } [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f) < A_0$	2.01851 Hz	OK
$\exists f^+ \text{ in } [f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0$	6.16423 Hz	OK
$A_0 > 2$	3.16 > 2	OK
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0% <= 5%	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.51514 >= 0.19357	NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.19317 < 1.58	OK
Overall criteria fulfillment		OK

Synthetic HVSR modelling



Modello sismostratigrafico	
Spessori (m)	Vs (m/sec)
2.20	130
3.60	190
6.00	281
12.20	350
4.20	480
1.80	660

Valore calcolato Vs30 = 290 m/sec

Tipo di suolo	C
----------------------	----------

7 SISMICITA'

Il territorio comunale di Napoli presenta un rischio sismico derivante dalla sua posizione rispetto alla Catena Appenninica, ai Campi Flegrei e al Somma Vesuvio.

Per quanto riguarda la Catena Appenninica, essa ancora in fase di prevalente sollevamento rispetto al margine tirrenico, è caratterizzata dalla presenza di strutture sismogenetiche lungo le quali si distribuiscono maggiormente i principali eventi sismici.

Le isosisme dei maggiori terremoti dell'Appennino Campano-Lucano mostrano, che le aree a più elevata intensità sono allungate secondo l'asse della catena.

7.1 RISPOSTA SISMICA E STABILITÀ DEL SITO

Il moto generato da un terremoto in un sito dipende dalle particolari condizioni locali, cioè dalle caratteristiche topografiche e stratigrafiche dei depositi di terreno e degli ammassi rocciosi e dalle proprietà fisiche e meccaniche dei materiali che li costituiscono.

Il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche è il seguente:

$$S = SS \times ST$$

dove SS il coefficiente di amplificazione stratigrafica (vedi Tab. 3.2.V) e ST il coefficiente di amplificazione topografica (vedi Tab. 3.2.VI);

7.1.1 Amplificazione stratigrafica

Mediante l'indagine geofisica svolta è stato possibile caratterizzare dal punto di vista sismico, in base alla normativa vigente, la stretta area d'esame. Nell'area di progetto il valore di VS30 determinato con il metodo sismico HVSR risulta essere pari a 290 m/s valore che definisce la categoria di profilo stratigrafico del suolo di fondazione pari a "C";

Tabella 3.2.V del N.T.C. 2008 – Espressioni di S_s e di C_c

Categoria sottosuolo	S_s	C_c
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

Considerato che il Comune di Napoli ricade in Zona sismica 2, in base a quanto indicato al paragrafo 3.2.3.1 della N.T.C. 2008, per tale area dovrà essere considerata anche la componente verticale dell'azione sismica, per cui per la definizione dello spettro di risposta elastico in accelerazione della componente verticale si dovranno considerare i valori di S_s , T_B , T_C , T_D riportati nella seguente tabella:

Tabella 3.2.VII del N.T.C. 2008 – Valori dei parametri dello spettro di risposta elastico della componente verticale

Categoria di sottosuolo	S_s	T_B	T_C	T_D
A, B, C, D, E	1,0	0,05 s	0,15 s	1,0 s

7.1.2 Amplificazione topografica

Per la progettazione o la verifica di opere e sistemi geotecnici realizzati su versanti e per l'analisi delle condizioni di stabilità dei pendii, la valutazione dell'amplificazione topografica può essere effettuata mediante analisi di risposta sismica locale o utilizzando il coefficiente di amplificazione topografica S_T .

Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione:

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

Per ciascuna classificazione il parametro S_T : assume i seguenti valori:

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

Le su esposte categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m. Il parametro S_T deve essere applicato nel caso di configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, di altezza superiore a 30 m.

Nel caso specifico, trattandosi di superfici pianeggianti, il coefficiente S_T assume valore unitario.

7.1.3 Stabilità nei confronti della liquefazione

Il sito in oggetto, presso il quale sarà ubicato il Centro di Raccolta, deve essere stabile nei confronti della liquefazione, intendendo con tale termine quei fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o ad accumulo di deformazioni plastiche in terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, sollecitati da azioni cicliche e dinamiche che agiscono in condizioni non drenate.

Condizione essenziale perché si inneschi il fenomeno della liquefazione, alla luce di quanto innanzi detto è la presenza quindi di depositi sciolti, prevalentemente sabbiosi, che si trovano a profondità relativamente basse (di solito inferiori ai 15 m), e la contestuale presenza di falda.

Considerando che la falda freatica presente, è di tipo basale, e si attesta ad una profondità di oltre 100 m dal p.c., non sussistono le condizioni affinché si verifichino fenomeni di liquefazione. Inoltre anche un probabile livello freatico superficiale avente come impermeabile relativo il T.G.N. si attesterebbe a profondità superiore ai 15 m dal p.c. e quindi in ogni caso non sussisterebbero le condizioni affinché si verifichino fenomeni di liquefazione.

8 MODELLO DEL SOTTOSUOLO

Dalle indagini eseguite e dalle stratigrafie effettuate in prossimità all'area d'interesse, ed in seguito allegate, unitamente a quanto riportato in letteratura scientifica, è stato possibile ricostruire l'assetto litostratigrafico della stretta area d'esame costituito dai seguenti litotipi:

- **Terreno Vegetale –Piroclastiti rimaneggiate – Complesso A:** deposito costituito da materiali di natura piroclastica a granulometria sabbioso debolmente limosa con inclusi clasti eterogenei ed eterometrici. Il letto dello strato si intercetta ad una profondità massima di circa 4.80 m dal p.c. (DPSH 2);
- **Piroclastiti in posto e rimaneggiate – Complesso B:** alternanza di depositi piroclastici sia in posto che rimaneggiati intercalati da paleosuoli. La granulometria è variabile da sabbia debolmente ghiaiosa a sabbia con limo. Lo strato termina ad una profondità massima di 10.80 m (DPSH 3);
- **Ceniri e Pozzolane in posto – Complesso C:** alternanza di depositi piroclastici, a granulometria sabbioso con ghiaia. Lo strato si intercetta ad una profondità di circa 11.00 m (DPSH 2);
- **Facies litoide del Tufo Giallo Napoletano – Complesso D:** deposito piroclastico da flusso litificato, di colore giallastro. Lo strato si intercetta ad una profondità di circa 26.00-28.00 m (HVSr);

Parametri geotecnici dei litotipi desunti e dalle prove penetrometriche e da letteratura scientifica:

φ =angolo di attrito efficace; γ =peso unità di volume naturale; E_{ed} = modulo edometrico

La coesione c' per i terreni in esame (di natura piroclastica, essenzialmente granulari), è posta cautelativamente uguale a zero.

Complesso A : 0 – 5 m di profondità $\varphi=28^\circ - 31^\circ$; $\gamma=1.55 \text{ g/cm}^3$; $E_{ed}= 20 - 30$

Complesso B: 5 – 10.8 m di profondità $\varphi=31^\circ - 34^\circ$; $\gamma=1.65 \text{ g/cm}^3$; $E_{ed}= 50 - 80 \text{ Kg/cm}^2$

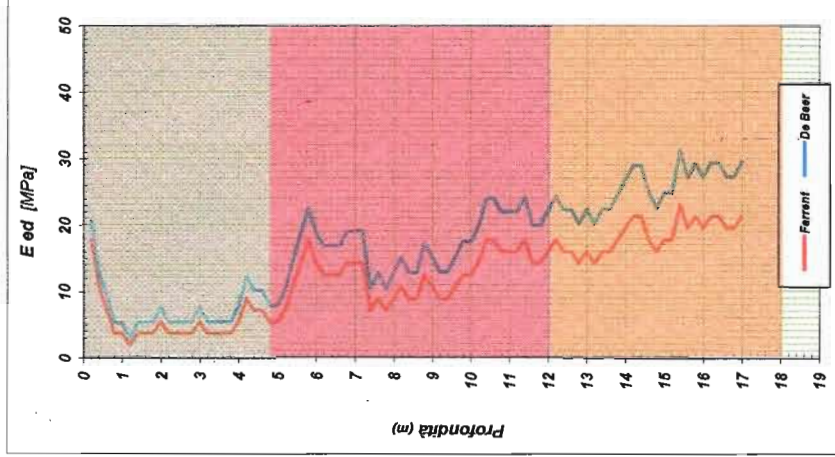
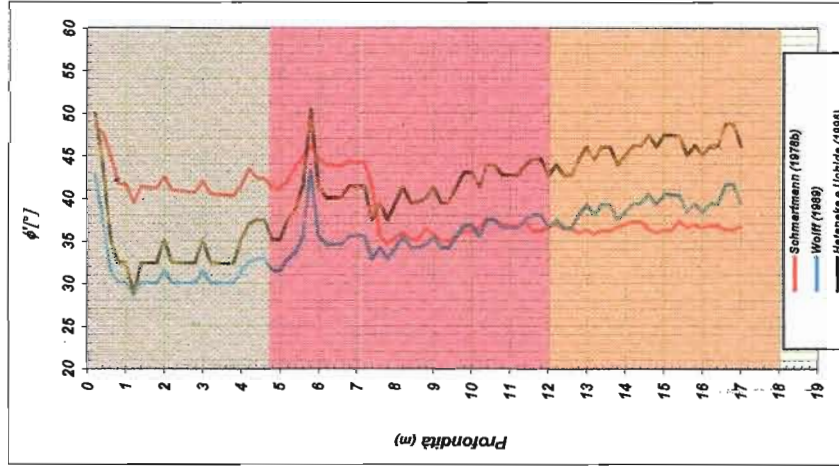
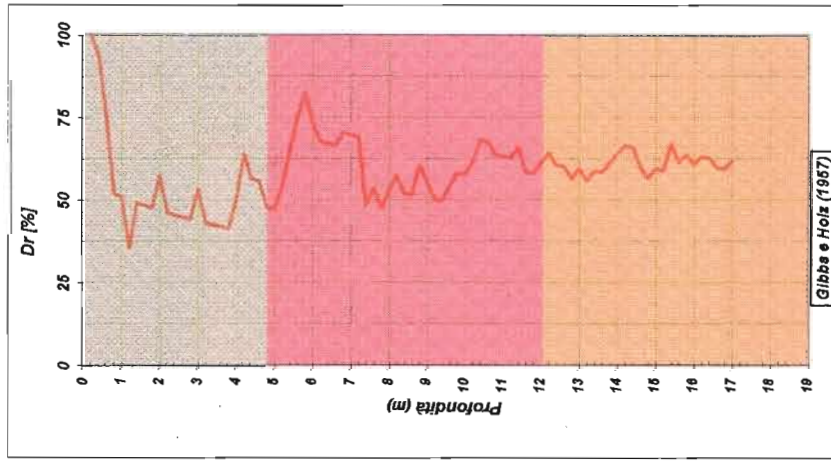
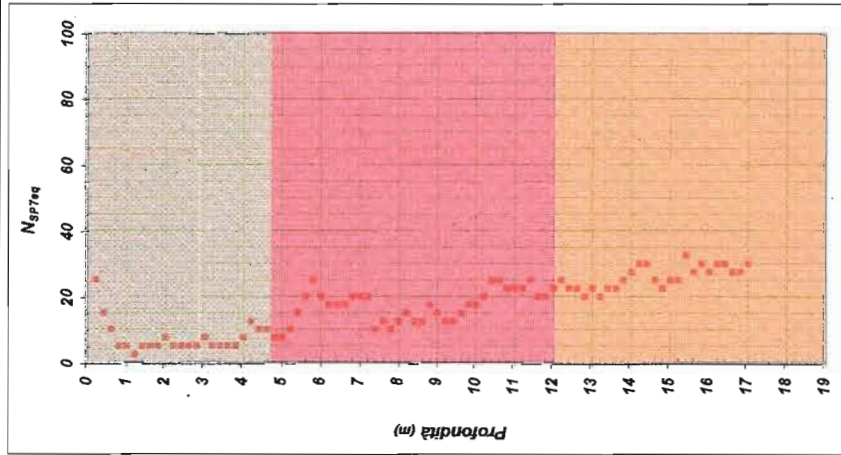
Complesso C: 10.8- 28 m di profondità $\varphi=32^\circ - 34^\circ$; $\gamma=1.65 \text{ g/cm}^3$; $E_{ed}= 80 - 130 \text{ Kg/cm}^2$

Complesso D: 28- ? m di profondità $\varphi=32^\circ - 34^\circ$; $\gamma=2.00 \text{ g/cm}^3$; $c' \Rightarrow 5 \text{ Kg/cm}^2$
resistenza a compressione = 50 -80 Kg/cm^2

Nelle pagine seguenti, a titolo puramente indicativo, si riporta l'elaborazione in chiave geomeccanica, delle prove penetrometriche dinamiche pesanti DL030, che consente, mediante correlazioni di tipo empirico, di stimare le principali proprietà meccaniche dei terreni investigati.

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA PESANTE (DPSH) - PARAMETRIZZAZIONE MECCANICA

Committente:	Sticonsulting Geom. Ciro La Rocca
Cantiere:	Via G. A. Campano
Prova (n°):	DPSH 1
Data esecuzione prova:	24/01/2015
Profondità massima (m):	17,00



- Complesso A
- Complesso B
- Complesso C

Conversione N SPT / N20 = C

Terreni con Ghiaia C= 1.5 - 2.0 Terreni Sabbiosi C= 2.0 - 2.8 Terreni limosi argillosi C= 2.8 - 4.0

[Handwritten signature]

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA PESANTE (DPSH) - PARAMETRIZZAZIONE MECCANICA

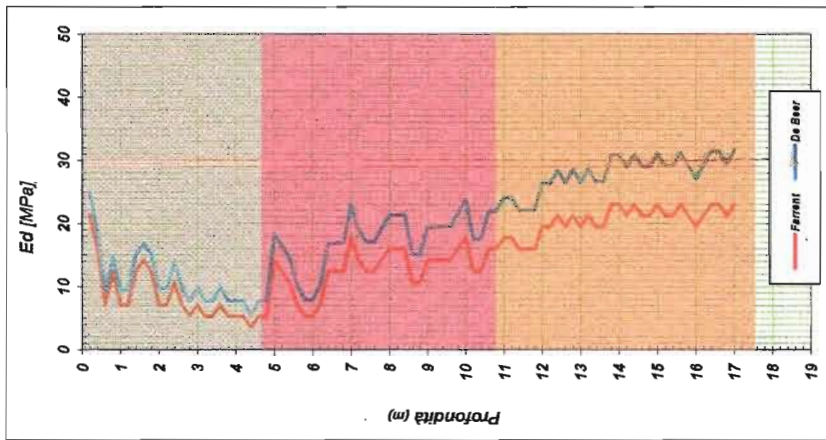
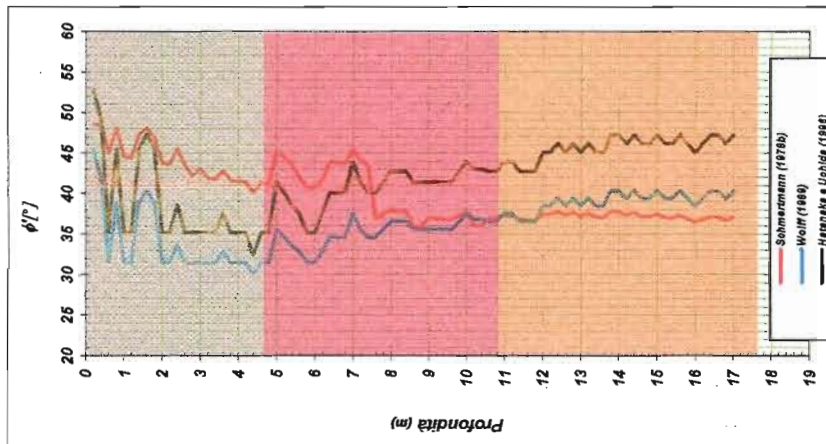
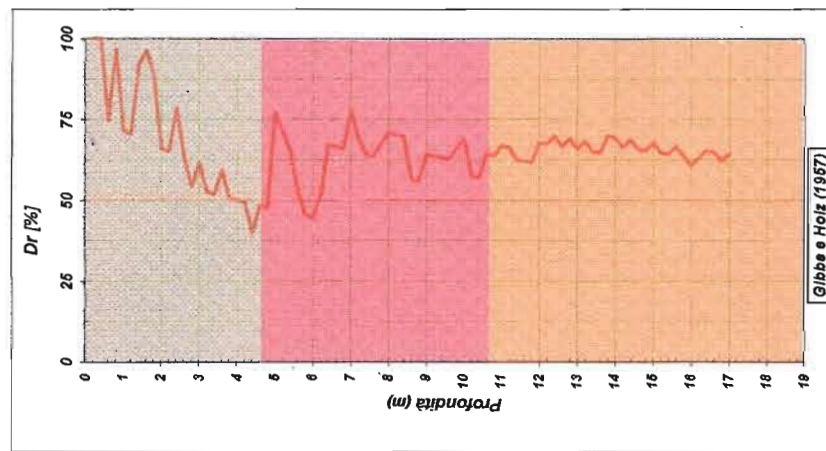
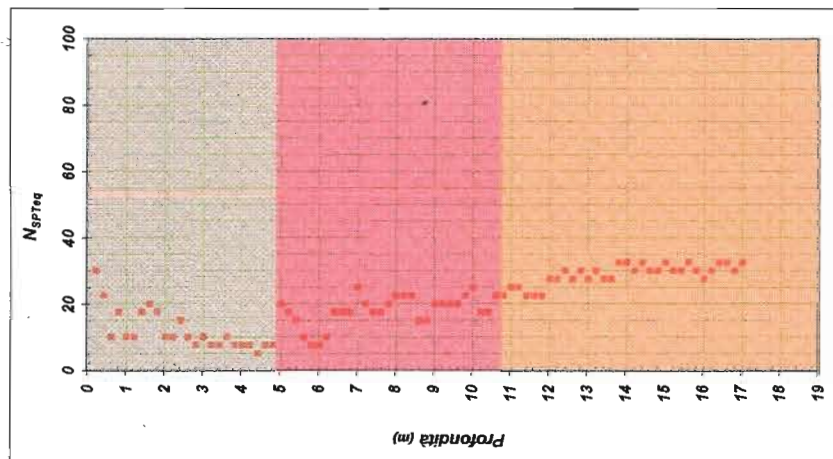
Committente: Sticonsulting Geom. Ciro La Rocca

Cantiere: Via G. A. Campano

Prova (n°): DPSH 2

Data esecuzione prova: 24/01/2015

Profondità massima (m): 17,00



Complesso A
Complesso B
Complesso C

Terreni con Ghiaia C= 1.5 - 2.0 Terreni Sabbiosi C= 2.0 - 2.8 Terreni limosi argillosi C= 2.8 - 4.0

[Handwritten signature]

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA PESANTE (DPSH) - PARAMETRIZZAZIONE MECCANICA

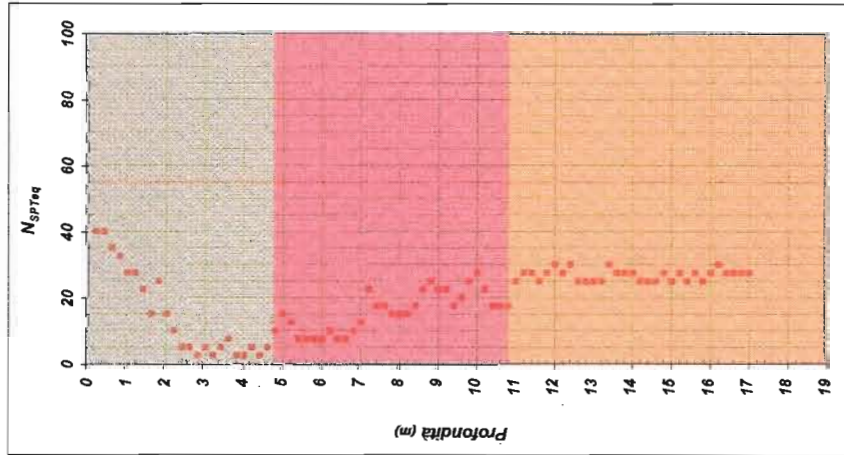
Committente: Sticonsulting Geom. Ciro La Rocca

Cantiere: Via G. A. Campano

Prova (n°): DPSH 3

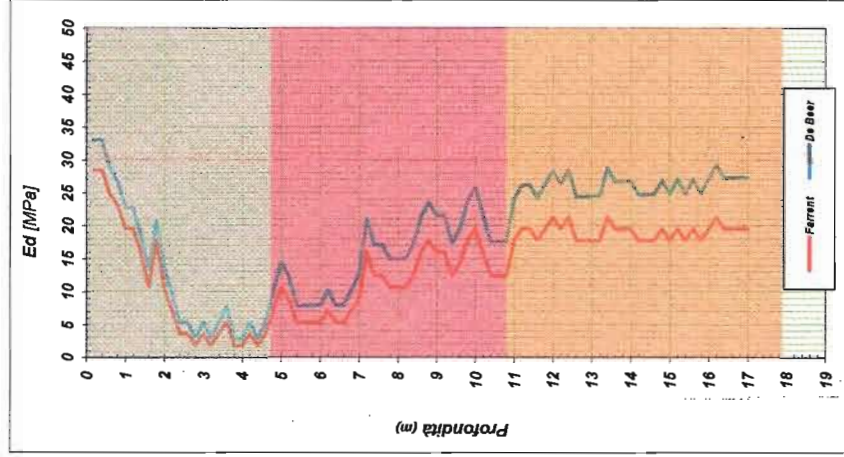
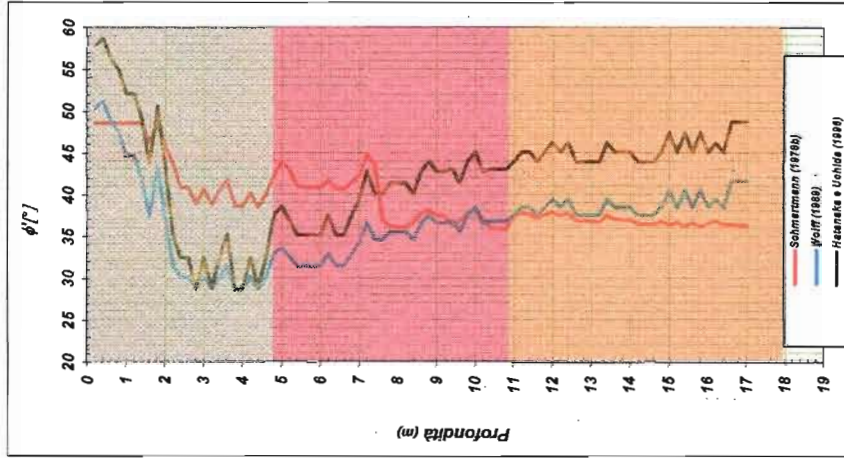
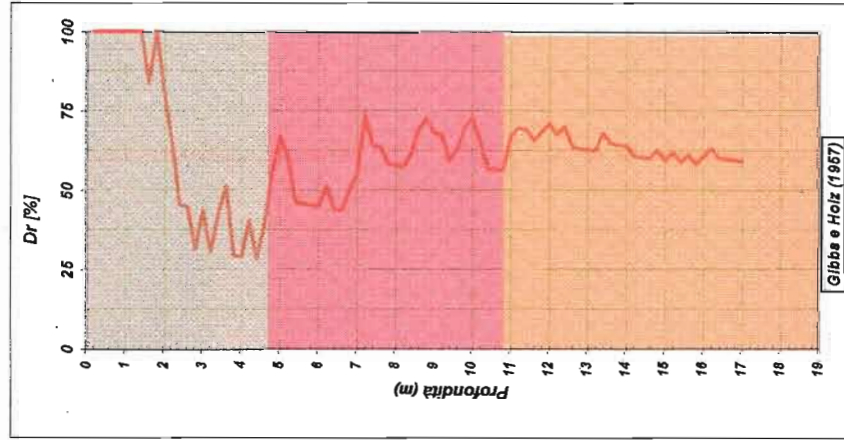
Data esecuzione prova: 24/01/2015

Profondità massima (m): 17,00



Conversione N SPT / N20= C

Complesso A
Complesso B
Complesso C



Terreni con Ghiaia C= 1.5 - 2.0 Terreni Sabbiosi C= 2.0 - 2.8 Terreni limosi argillosi C= 2.8 - 4.0

[Handwritten signature]

9 CONCLUSIONI

I risultati scaturiti dallo studio eseguito, unitamente all'analisi dei dati bibliografici, hanno permesso di ricostruire l'assetto stratigrafico dell'area in esame (vedi paragrafo precedente).

Nella stretta zona di interessa non si intercettano livelli freatici.

Dalla consultazione della carta delle aree a rischio idraulico e rischio frana prodotte dall'Autorità di Bacino Campania Centrale, si riscontra che le aree non rientrano in nessuna classe di rischio.

Considerando che il territorio di Napoli è ubicato all'interno dei Campi Flegrei, è necessario valutare anche il potenziale rischio dovuto all'attività vulcanica.

Per quanto detto è parere dello scrivente considerare i seguenti punti:

- Dalle indagini eseguite si evidenzia che la successione stratigrafica è caratterizzata, sino alla profondità di circa 26.00 m, dalla presenza di strati e livelli incoerenti dalle caratteristiche meccaniche variabili. Per tale motivo si rimanda al progettista la scelta delle migliori opera da realizzare, basandosi su quanto espressamente riportato nella presente relazione e dalle indagini eseguite;
- Vista la tipologia dell'intervento da realizzare lo scrivente evidenzia, qualora siano previste opere di sbancamento visto la natura dei terreni è necessario eseguire una verifica di stabilità degli eventuali fronti di scavo.
- all'opera in progetto dovrà essere associato un' opportuno sistema di drenaggio delle acque (sia superficiali che sotterranee) in quanto esse possono innescare fenomeni di dissesto; inoltre vista la particolarità dell'opera da realizzare si consiglia un'attenta verifica della rete di smaltimento delle acque sia superficiali che profonde;
- dall'indagine sismica di tipo HVSR eseguita nell'area risulta che secondo la nuova normativa del NTC 2008, D.M. 14 gennaio 2008, la categoria di profilo stratigrafico del suolo di fondazione in oggetto è "C" così come riportato ai paragrafi 6.3.1 e 7.1.1

Tanto dovevasi per l'incarico ricevuto

Boscoreale, gennaio 2015

dott. geol. Antonio Federico



AL DIRIGENTE DEL SETTORE PROVINCIALE DEL GENIO CIVILE DI NAPOLI

DENUNCIA DI LAVORI PER AUTORIZZAZIONE SISMICA

(art. 2 L.R. 7/1/83 n. 9 s.m.i., artt. 93 e 65 D.P.R. 6/6/2001 n. 380 - art. 17 L. 2/2/1974 n. 64, art. 4 L. 5/11/1971 n. 1086)

**ASSEVERAZIONE
DEL GEOLOGO**

(art. 2 L.R. 7/1/1983 n. 9, artt. 46 e 47 D.P.R. 28/12/2000 n. 445, artt. 359 e 481 del Codice Penale)

Con riferimento alla denuncia dei lavori appresso indicati:

OGGETTO E UBICAZIONE

Comune: NAPOLI (NA) C.A.P. 80145

LAVORI di: REALIZZAZIONE DI UN PARCO PUBBLICO A TEMA CON ANNESSA ISOLA ECOLOGICA

Ubicazione: via/piazza VIA GIOVANNI ANTONIO CAMPANO

Riferimenti catastali:

☐ N.C.T. Foglio n° 12 Particelle n° 85 - 205 - 91 - - - - -
Foglio n° Particelle n° - - - - -
☐ N.C.E.U. Sez. Foglio n° Particella n° - sub - - - - -
Sez. Foglio n° Particella n° - sub - - - - -

IL SOTTOSCRITTO

GEOLOGO: (cognome e nome) Antonio Federico
nato a Castellammare di Stabia (NA) il 25/04/1986 - C.F. FDRNTN86D25C129G
residente in Boscoreale (Na) alla via/piazza via Vicinale Cangiani 2 C.A.P. 80041
domiciliato in alla via/piazza C.A.P.
tel. cell. 3351212849 fax p.e.c. antonio.federico86@pec.it

consapevole delle sanzioni penali previste dall'art. 76 del D.P.R. 445/00 per le ipotesi di falsità in atti e dichiarazioni mendaci ivi indicate, ai sensi degli artt. 46 e 47 del D.P.R. 445/00

DICHIARA

- 1) di essere abilitato all'esercizio della professione di Geologo ;
- 2) ☒ di essere iscritto all'Ordine dei Geologi della Regione Campania sez. A sett. al n° 2654 ;
(oppure)
☐ di essere dipendente della seguente pubblica amm.ne committente: ;
- 3) di aver ricevuto l'incarico sopra indicato e di averlo personalmente espletato, redigendo i seguenti elaborati:

1 - Relazione geologica	3 -
2 -	4 -

In relazione a quanto sopra, consapevole delle responsabilità che con la presente si assume in qualità di persona esercente un servizio di pubblica necessità ai sensi degli artt. 359 e 481 del Codice Penale

ASSEVERA

che ha prodotto i sopra indicati elaborati nel rispetto delle norme tecniche emanate ai sensi degli artt. 52, comma 1, e 83 del D.P.R. 380/01 (artt. 1 e 3 L. 64/74) nonché (nel caso di opere in cemento armato o a struttura metallica) ai sensi dell'art. 60 del D.P.R. 380/01 (art. 21 L. 1086/71); che in particolare, in applicazione del disposto dell'art. 20 del D.L. 248 del 31/12/07 (come modificato e integrato dalla legge di conversione n° 31 del 28/02/08), e del D.L. 207/08 (come modificato e integrato dalla legge 27/02/2009 n° 14) si è fatto riferimento, di concerto con il progettista, alle seguenti norme tecniche:

☒ D.M. 14/01/2008 e ss.mm.ii. (oppure) ☐ D.M. 14/09/2005 (oppure) ☐ Norme previgenti al D.M. 14/09/2005

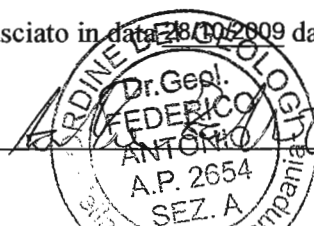
ALLEGA

- copia del seguente documento di identità in corso di validità:

tipo Carta D'Identità n° AR8630291 rilasciato in data 28/02/2009 da Comune di Boscoreale

(data) 31/01/2015

(timbro e firma)



Cognome **FEDERICO**
 Nome **ANTONIO**
 nato il **25-04-1986**
 (atto n. **518** P. 1 S. A. 1986...)
 a **CASTELLAMARE DI STABIA (NA)**
 Cittadinanza **Italiana**
 Residenza **BOSCOREALE (NA)**
 Via **VICINALE CANGIANI 2**
 Stato civile **STATO LIBERO**
 Professione **STUDENTE**
 CONNOTATI E CONTRASSEGNI SALIENTI
 Statura **182**
 Capelli **Castani**
 Occhi **Castani**
 Segni particolari


 Firma del titolare *Antonio Federico*
BOSCOREALE il **28-10-2009**
 Impronta del dito indice sinistro *Mario De Caro*
 IL SINDACO
 Il Funzionario Incaricato
Mario De Caro

