

RELAZIONE GEOLOGICA



COMMITTENTE:

Comune di Napoli - Area trasformazione del territorio, S.E.R.P. e Nuove Centralità

LOCALITA':

Quartiere di Pianura (Napoli)

OGGETTO DELLE INDAGINI:

Affidamento dell'incarico per la predisposizione della Relazione Geologica e della Relazione sulle Indagini dei materiali e delle strutture per edifici esistenti, comprensiva delle necessarie prove in situ e analisi geotecniche di laboratorio a corredo del progetto esecutivo per i lavori di "Realizzazione degli interventi previsti nel Quartiere di Pianura, per il completamento del programma di riqualificazione di cui al Contratto di Quartiere IF", CUP: B62G07000000001 SMART CIG: ZEB2FE3349.



Sede Legale: Piazzale Gabriele d'Annunzio 16 – 80125 Napoli
Sede Operativa: Via Tribuni della Plebe, 17 – 80126 Napoli
P.I. 08497951213 – Iscrizione alla CCIAA di Napoli al n. NA-962671 Cap. Soc. € 10.000,00 i.v.
E-mail: amministrazione@geoglobosrl.it

Rev.	Data	Sigla Documento	Reg. Comm.
0	30/03/2021	Rel. Geol.	008/2021

TIMBRO DELLA SOCIETA'

GeoGlobo s.r.l.
 L'amministratore Unico

Il Tecnico Redattore:

Dott. Geol. Lamberto Lamberti



GeoGlobo s.r.l.

Sede Legale: Piazzale Gabriele d'Annunzio 16 – 80125 Napoli

Sede Operativa: Via Tribuni della Plebe, 17 – 80126 Napoli

P.IVA e C.F.: 08497951213 – Iscrizione alla CCIAA di Napoli - Cap. Soc. € 10.000,00

E-mail: amministrazione@geoglobosrl.it; geoglobosrl@gmail.com; info@eoglobosrl.it

INDICE

1 - PREMESSA	3
2 – INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO, IDROGEOLOGICO	6
2.1 –INQUADRAMENTO GEOLOGICO	6
2.2 –INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO	9
2.3 –INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO.....	11
2.3.1 – <i>Cenni storici</i>	13
3- CARATTERISTICHE GEOLOGICHE E MORFOLOGICHE DEL SITO	16
4 – REGIME VINCOLISTICO DELL'AREA	17
4.1 – VINCOLI.....	17
5 – INDAGINI GEOGNOSTICHE ESEGUITE.....	30
5.1 – PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CONTINUA (DPSH)	30
5.2 – INDAGINE DI SISMICA PASSIVA A STAZIONE SINGOLA (HVSR).....	32
5.2.1 – <i>Acquisizione ed elaborazione dati</i>	34
6 – RISULTATI DELLE INDAGINI ESEGUITE.....	35
6.1 – RISULTATI DELLA PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CONTINUA (DPSH 1).....	35
6.1.1 <i>Valutazioni statistiche e correlazioni</i>	39
6.1.2 <i>Correlazioni geotecniche dei terreni incoerenti</i>	40
6.1.3 <i>Correlazioni geotecniche dei terreni coesivi</i>	42
6.2 – RISULTATI DELL'INDAGINE DI SISMICA PASSIVA A STAZIONE SINGOLA (HVSR)	47
6.3 – RISPOSTA SISMICA LOCALE	52
6.2.1 – <i>CONCLUSIONI relative alla Risposta Sismica Locale</i>	61
7 – CAMPAGNA DI INDAGINE DEL 2006 - RISULTATI	64
7.1 – SONDAGGIO	64
7.2 – PROVE DI LABORATORIO	66
7.3 – PROVE DPSH.....	67
8 – CONFRONTO DEI RISULTATI TRA LA CAMPAGNA DI INDAGINE DEL 2021 E QUELLA DEL 2006	70
9 – CONCLUSIONI	74
ELABORATI ALLEGATI.....	78
PLANIMETRIA DELL'AREA CON UBICAZIONE DELLE INDAGINI ATTUALI (2021) E PREGRESSE (2006).....	79
CERTIFICATO E GRAFICO DELLA PROVA DPSH 1 DEL 2021	81

Allegati

All. 1 : Planimetria con ubicazione delle indagini attuali (2021) e pregresse (2006);

All. 2 : Certificato della prova DPSH P1 del 2021 e grafico.

1 - PREMESSA

Il presente studio geologico-tecnico viene redatto su incarico dell'*Amministrazione Comunale di Napoli – Area trasformazione del territorio, Servizio Edilizia Residenziale Pubblica e Nuove Centralità*, per la realizzazione di una rampa di accesso, nei pressi della biblioteca, nel quadro dell'Affidamento dell'incarico per la predisposizione della Relazione Geologica e della Relazione sulle Indagini dei materiali e delle strutture per edifici esistenti, comprensiva delle necessarie prove in situ e analisi geotecniche di laboratorio a corredo del progetto esecutivo per i lavori di *“Realizzazione degli interventi previsti nel Quartiere di Pianura, per il completamento del programma di riqualificazione di cui al contratto di Quartiere II”*, CUP: B62G07000000001 SMART CIG: ZEB2FE3349 (figg. 1 e 2).

Nello specifico, la presente relazione riferisce sulle risultanze di una campagna di indagini geognostiche, di supporto alla progettazione di una rampa di accesso all'edificio occupato dall'attuale biblioteca realizzata

Pertanto, tenendo conto delle esigenze progettuali e delle problematiche di carattere geologico, proprie dell'area in oggetto, al fine di acquisire tutti i dati necessari alla stesura della presente relazione geologica e fornire ai progettisti gli strumenti per un corretto dimensionamento degli interventi, è stato realizzato un programma di indagini geognostiche in situ, concordato con la Committente, ed articolato come segue:

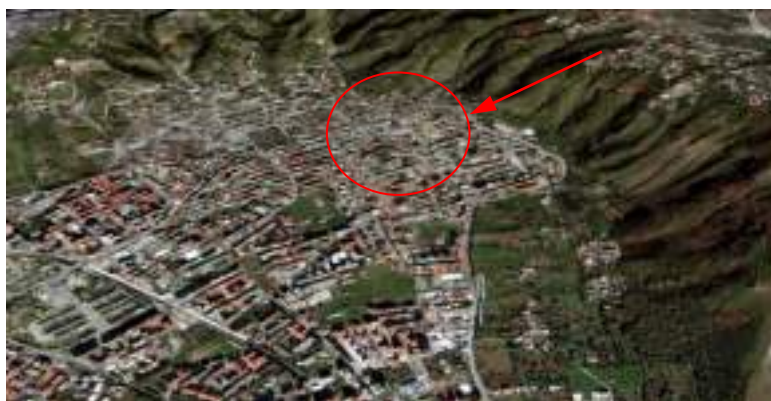


Figura 1: foto aerea di Pianura con l'indicazione generica dell'area di indagine (Google Earth)

- Realizzazione di **n° 1** prova penetrometrica dinamica continua DPSH;
- Esecuzione di **n° 1** prova di sismica passiva (HVSR).

Per la redazione della suddetta relazione, si è fatto riferimento a indagini geognostiche condotte dal sottoscritto nel 2006, per conto di un'altra società, a circa 15-20 m di distanza da quelle realizzate nel 2021.

Si tratta di.

- **n° 1** sondaggio geognostico a carotaggio continuo, spinto sino a 20.30, ad una quota s.l.m., superiore di circa 1 m rispetto alla prova DPSH realizzata nel 2021;

GeoGlobo s.r.l.

Sede Legale: Piazzale Gabriele d'Annunzio 16 – 80125 Napoli

Sede Operativa: Via Tribuni della Plebe, 17 – 80126 Napoli

P.IVA e C.F.: 08497951213 – Iscrizione alla CCIAA di Napoli - Cap. Soc. € 10.000,00

[E-mail: amministrazione@geoglobosrl.it](mailto:amministrazione@geoglobosrl.it); geoglobosrl@gmail.com; info@eoglobosrl.it

- n° 2 Prove di laboratorio (granulometria, caratteristiche fisiche generali, prove meccaniche) su altrettanti campioni indisturbati prelevati nel foro di sondaggio;
- n° 2 prove penetrometriche dinamiche continue-DPSH, una realizzata a ridosso del sondaggio, l'altra a circa 10 m di distanza.



Figura 2: foto aerea con indicazione dell'area di indagine (Google Earth)

Per quel che riguarda l'ubicazione delle suddette prove del 2021 e del 2006, si può fare riferimento alla planimetria in allegato 1 di 2.

la presente Relazione Geologica è finalizzata, sulla base delle specifiche indagini geognostiche su esposte, all'identificazione delle Formazioni presenti nel sito, allo studio dei tipi litologici, della struttura e dei caratteri fisici del sottosuolo ed alla definizione del

modello geologico-tecnico del sottosuolo.

Essa, pertanto, illustra e caratterizza gli aspetti stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici, litotecnici, fisici e vincolistici.

In particolare, la realizzazione della prova penetrometrica dinamica pesante continua DPSH, ha permesso una parametrizzazione, dal punto di vista geomeccanico, del sottosuolo; mediante la prova di sismica passiva HVSR, si è riusciti a caratterizzare sismicamente il sottosuolo dell'area di indagine determinandone la relativa categoria di suolo.

Attraverso i dati riferibili ad un sondaggio e due prove penetrometriche dinamiche pesanti continue, realizzate nel 2006 per conto di un'altra società, coordinate in campo ed elaborate dallo scrivente, si è riusciti a ricostruire l'andamento stratigrafico del sottosuolo, sia dal punto di vista litologico che vulcanologico, verificare la situazione idrogeologica puntuale e generale dell'area investigata, nonché, mettere a confronto i dati delle prove penetrometriche, realizzate nelle due differenti campagne di indagini.

Ulteriori dati per la caratterizzazione geomeccanica delle litologie fondali si è ottenuta testando in laboratorio i campioni indisturbati prelevati nel corso della perforazione realizzata nel 2006, a pochi metri di distanza dall'attuale posizione delle indagini.

L'analisi dei risultati scaturiti dalle indagini realizzate durante la campagna attuale, messa a confronto con i risultati ottenuti nella campagna realizzata nel 2006, è stata finalizzata, sia alla verifica puntuale del terreno presente lungo la verticale investigata, sia all'inquadramento geologico-tecnico dell'area in studio.

I risultati delle indagini sono esposti e commentati nelle pagine seguenti, mentre in allegato si fornisce quanto segue:

Allegato 1 di 2 Planimetria con ubicazione delle indagini (2021 e 2006);

Allegato 2 di 2 Certificato e grafico della prova DPSH realizzata nel 2021;

La presente relazione analizza le problematiche geologiche ed idrogeologiche del sito strettamente oggetto di indagine, senza estensione ai dissesti che periodicamente interessano i versanti che circondano il territorio di Pianura.

2 – INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO, IDROGEOLOGICO

2.1 – Inquadramento Geologico

L'area oggetto delle presenti indagini ricade nel F° 183-184 Napoli-Isola d'Ischia della Carta Geologica d'Italia; essa fa parte del distretto vulcanico dei Campi Flegrei.

In particolare, si ubica nella piana compresa tra gli edifici vulcanici di Astroni e Senga, ai margini della Conca di Agnano; la quota della zona di interesse è compresa tra 165.0 e 166.0 m s.l.m.

L'intera area vulcanica campana, e quindi la città di Napoli e l'area flegrea, si sviluppa all'interno di un Graben costituito dalla Piana Campana, ad est della Catena appenninica, e comprende

oltre ai Campi Flegrei i distretti vulcanici del Somma-Vesuvio, e delle isole di Ischia e Procida.

La messa in posto dei Depositi piroclastici è avvenuta esclusivamente per attività esplosiva, ossia per interazione dei magmi potassici con l'acqua, ed ha portato allo sviluppo di forme crateriche ben conservate e/o relitte che, unitamente ai fenomeni tettonici, erosivi e sedimentari, ha determinato l'attuale morfologia del territorio napoletano.

Si rileva, infatti, la presenza di un apparato collinare, caratterizzato da tavolati più o meno

estesi al top delle colline, e da rotture di pendenze più o meno accentuate a seconda che si sia in corrispondenza dei lati interni degli edifici vulcanici o di quelli esterni.

In particolare, l'area di ns. stretto interesse si colloca all'interno del bordo calderico dell'Ignimbrite Campana (fig. 3) formata da due collassi successivi, legati alle eruzioni dell'Ignimbrite Campana (37 ka) e del Tufo Giallo Napoletano (12 ka).

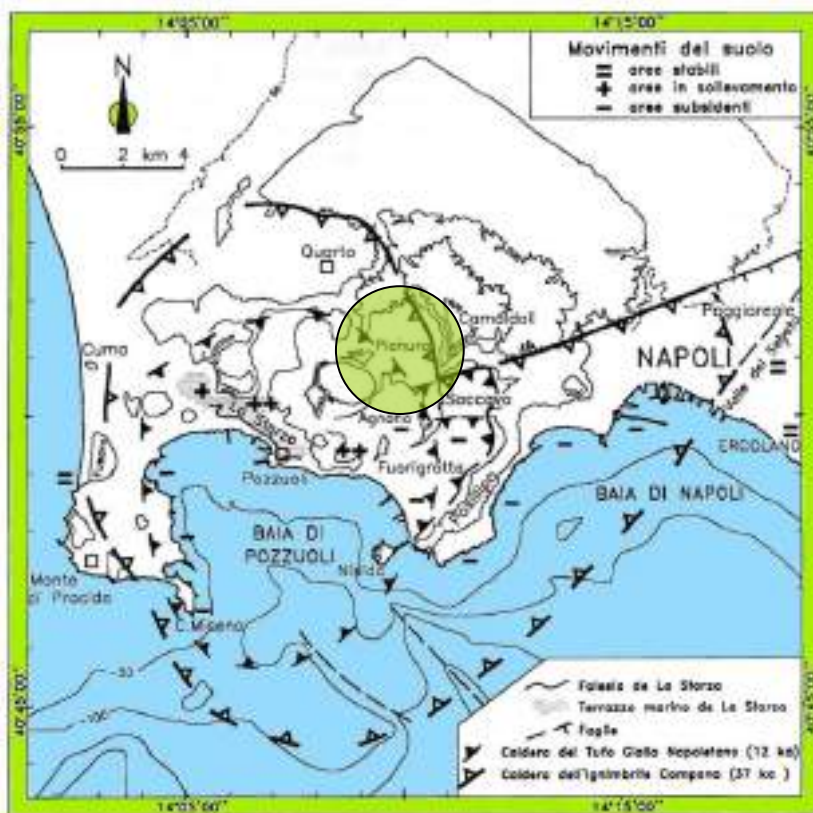


Fig. 1 Schema strutturale schematico dei Campi Flegrei

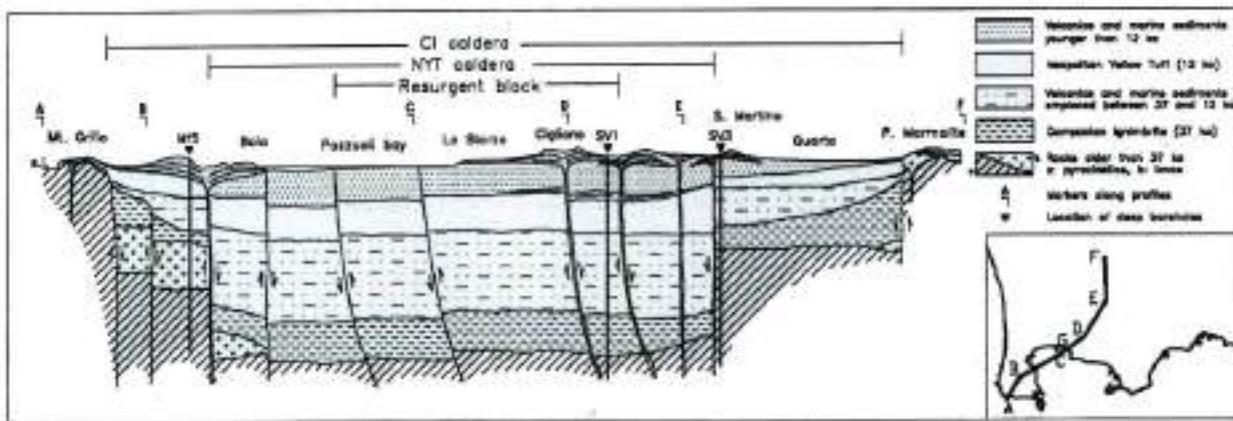


Fig. 4 Geological cross section of the Campi Flegrei caldera; its location is reported in insert.

Queste rappresentano le due maggiori eruzioni avvenute nell'area Flegreo-Napoletana; i loro prodotti presentano elevato spessore e buona distribuzione areale tanto da poter essere utilizzati come markers nella ricostruzione delle successioni stratigrafiche.

Il tetto dell' I.C., degrada molto gradualmente a Nord e ad Est a partire dalle scarpate che bordano a Nord i Campi Flegrei e dall'allineamento Camaldoli - Poggioreale, mentre verso Sud risulta molto ribassato.

Pertanto, nell'area oggetto della presente relazione, posta all'interno della caldera, identificabile con l'area flegrea e la porzione della città di Napoli interna all'allineamento Camaldoli - Poggioreale, l'Ignimbrite Campana, si rinviene solo ad elevate profondità, mentre nelle aree esterne alla caldera e quindi non interessate dai fenomeni di ribassamento, può essere intercettata a profondità meno elevate (cfr. fig. 4).

In particolare, sulla base di markers stratigrafici, l'attività vulcanica dei Campi Flegrei è stata suddivisa in una sequenza di 4 cicli principali di seguito riportati:

- ❖ **1° ciclo** (> 35.000 anni) con formazione di cupole laviche (S. Martino, Cuma, Punta Marmolite), tufi antichi costituiti da intercalazioni di tufi litoidi e semilitoidi (*Tufi di Torre Franco*), livelli cineritici stratificati e massivi, associati localmente a brecce, livelli pomicei e paleosuoli. L'attività eruttiva di questo ciclo è ancora poco conosciuta.
- ❖ **2° ciclo** (36.000 anni) con la messa in posto dell'“*Ignimbrite Campana*” nota anche come “*Tufo Grigio Campano*”.

Tali depositi sono rappresentati da tufi di colore grigio violaceo, più o meno saldati, ricchi di scorie nere, che si correlano con i depositi di Piperno-Breccia Museo presenti nell'area dei Camaldoli.

❖ **3° ciclo** (12.000 anni) con la messa in posto del “*Tufo Giallo Napoletano*”.

I prodotti dell'eruzione (circa 40 Km³), con meccanismo deposizionale da flusso piroclastico, sono distribuiti prevalentemente sull'area della città di Napoli e, con spessori minori, fino a Caserta; essi presentano una facies gialla litoide, legata a processi di trasformazione (zeolitizzazione) delle sostanze vetrose, ed una facies grigio chiaro incoerente o parzialmente litoide.

❖ **4° ciclo** (<13.000 anni ÷ eruzione Monte Nuovo 1538) caratterizzato da una intensa attività eruttiva all'interno dell'area calderica formatasi in seguito all'eruzione dei Tufo Giallo Napoletano.

Nell'ambito di tale ciclo si riconoscono i prodotti di quattro eruzioni flegree di maggiore intensità e con tipologie eruttive e deposizionali diverse, che costituiscono la “Serie Urbana Recente”:
Gauro (10.000 anni); **Minopoli e Pomici Principali di Agnano** (9.000 anni); **Monte Spina** (4.300 anni); **Astroni** (3.750 anni). La velocità temporale con cui si sono succedute le varie eruzioni ha impedito la formazione di significativi paleosuoli guida e talora obliterato

contatti stratigrafici, per cui i prodotti di questo ciclo risultano separati da sottili orizzonti umificati.

Nell'area oggetto delle nostre indagini, nell'ambito dei 20 m indagati, è stata intercettata la “*Serie Urbana Recente*”. Più precisamente, al di sotto degli spessori di riporto e di ceneri rimaneggiate, sono state intercettate le eruzioni di Minopoli 2, Soccavo e Agnano Montespina, intercalate da sottili paleosuoli.

2.2 –Inquadramento Idrogeologico

Dal punto di vista idrogeologico l'area in esame ricade nell'unità dei Campi Flegrei, delimitata a nord dall'alveo dei Camaldoli e ad est dalla valle del Sebeto, direttrice lungo la quale si assiste alla scomparsa del T.G.N. ed all'affioramento di terreni piroclastici sciolti.

Nell'area flegrea, come esposto precedentemente, la successione stratigrafica è estremamente variabile da zona a zona, sia per giacitura che per spessore ed assortimento granulometrico; ciò comporta l'esistenza di una struttura idrogeologica complessa caratterizzata da una circolazione idrica organizzata in falde sovrapposte.

La figura n° 5 mostra i differenti complessi acquiferi

presenti nell'area campana. Nello specifico, l'area oggetto delle nostre indagini ricade nel settore idrogeologico "Occidentale Flegreo", caratterizzato dalla presenza del complesso indicato con il n° 4, denominato del "Tufo Giallo Napoletano" e dei Tufi della "Serie Urbana Recente".

L'analisi delle isopiezometriche su larga scala permette di affermare che nel settore occidentale i flussi idrici sono orientati in parte verso ovest ed in parte verso sud; i punti preferenziali di recapito sono rappresentati dal Lago Fusaro e dalla rete di canali di bonifica ad ovest, e dal mare a sud il che comporta la presenza di un'area di drenaggio preferenziale piuttosto ampia proprio nella zona

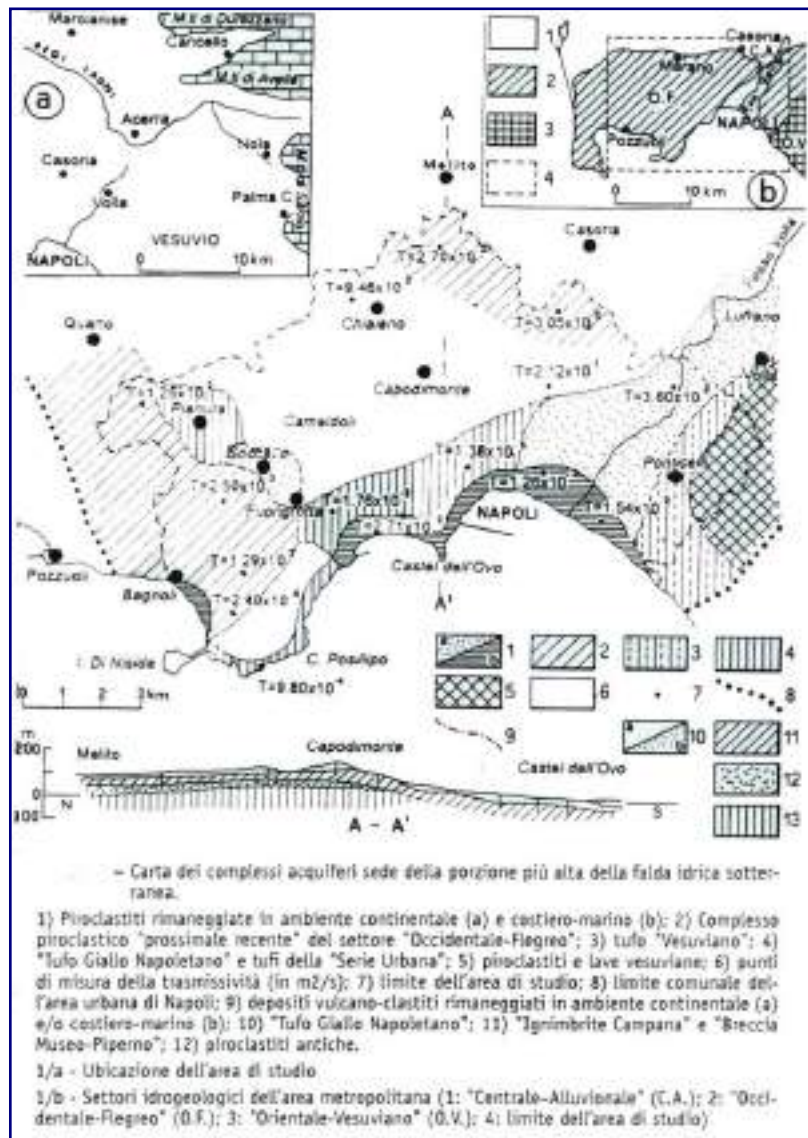


Fig. 5. Carta dei complessi acquiferi (da F. Celico, L. Esposito, M. Mancuso-2001: *Complessità idrodinamica e idrochimica dell'area urbana di Napoli: scenari interpretativi*)

Pianura-Terme di Agnano.

L'area di principale ricarica della falda è rappresentata dall'alto idrogeologico presente tra Marano e Pozzuoli dove numerose conche endoreiche facilitano l'infiltrazione rendendo quasi nullo il ruscellamento superficiale; gli studi idrogeologici sull'area flegrea mostrano che solo l'area del Fosso Volla, al confine con il dominio vesuviano, viene alimentata dai massicci carbonatici, e viene inserita nell'Unità idrogeologica del Volturno-Regi Lagni; il chimismo delle acque conferma tale

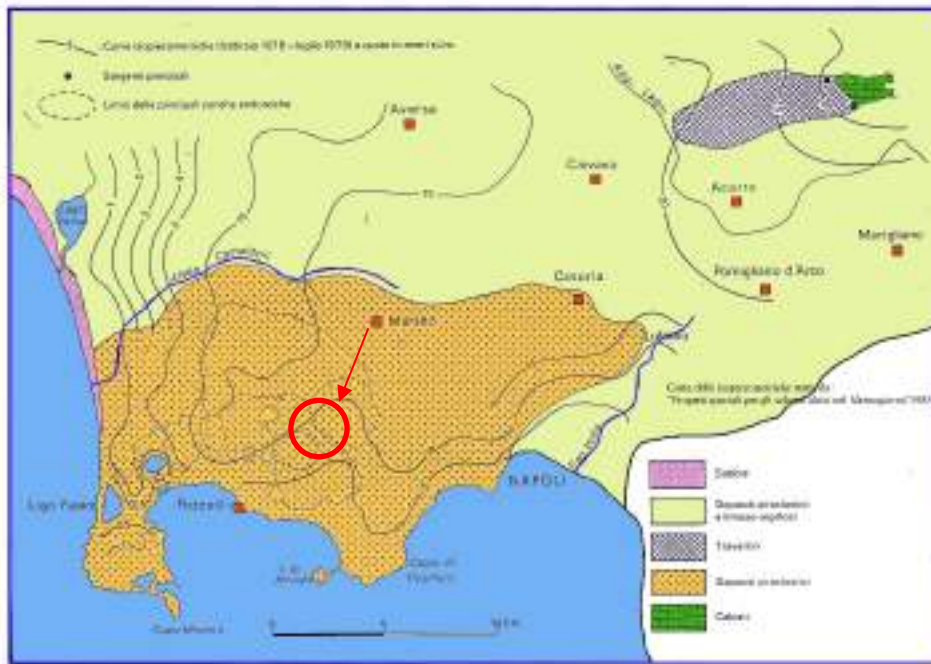


Fig.6- Andamento delle curve isopiezometriche "Progetto speciali per gli schemi idrici nel Mezzogiorno"

schema di alimentazione.

Nell'area di interesse, in occasione di precedenti studi, l'andamento della piezometrica è stato ricostruito con maggiore dettaglio, mediante la misurazione dei livelli idrici in una serie di pozzi esistenti; tale ricostruzione mostra due principali

linee di deflusso separate da uno spartiacque ad andamento NE-SO e la falda attestata a quote comprese tra 20 e 25 m s.l.m.; la circolazione idrica si svolge lungo due principali linee di cui quella più occidentale, diretta verso traversa Campana-Senga, caratterizzata da una maggiore trasmissività, e quella meridionale diretta verso gli Astroni che si esplica, invece, in terreni relativamente meno permeabili.

Durante le indagini realizzate nella campagna attuale la falda non è stata intercettata, come, del resto, nelle indagini svolte nella campagna del 2006.

La quota in m s.l.m. del sito indagato si attesta alla quota di circa 165 m s.l.m., mentre le indagini svolte nella campagna del 2006, poste a circa 15-20 m di distanza, ad una quota di circa 166 m s.l.m., pertanto, le eventuali oscillazioni della falda non interagiscono con le struttura in progetto.

Nella Carta Geologica d'Italia 1:100.000 del 1910 (foglio 184) – (fig. 8), infatti, si riscontrano, nell'area perimetrale della conca di Pianura, *Depositi alluvionali antichi* mentre, nella parte centrale, sono identificati con la lettera “a” i *depositi alluvionali recenti*.



Fig. 8. Territorio di Pianura raffigurato nella Carta Geologica d'Italia 1:100.000 del 1910 - foglio 184



Fig. 9. Stralcio della legenda inerenti i litotipi dell'area di Pianura (Carta Geologica d'Italia 1:100.000 del 1910 - foglio 184)

Nella Carta Geologica d'Italia 1:100.000 del 1967 (foglio 183-184) – (fig. 10), con “dt” sono indicati i depositi di *dilavamento* mentre con la lettera “a” sono indicati i depositi da *Escavato di canali per bonifica*; suoli delle *platee crateriche flegree* (Quarto, Pianura, Agnano etc.).

Infine, con la lettera “*al*” è indicata la *formazione limnopiroclastica di Quarto e Pianura*, costituita da lapilli pomicei e tufiti pisolitiche stratificate, con rari mammiferi.



Fig. 10: Territorio di Pianura raffigurato nella Carta Geologica d'Italia 1:100.000 del 1967 - foglio 183-184.

2.3.1 – Cenni storici

Per quanto riguarda la prima utilizzazione del territorio di Pianura, si suppone fosse contemporanea alla colonizzazione greca dell'area Flegrea: è stato ritrovato sul territorio, accanto a numerosi reperti di età classica, un "tesoretto" di tetradrammi attici con monete di Jerone tiranno di Siracusa ed in tempi recentissimi, una struttura in blocchi di tufo di chiara origine e manifattura greca. Sono state anche rinvenute strutture sannitiche e soprattutto di epoca romana avvalorando la tesi di un'intensa stratificazione di civiltà in epoche successive.

La valle tra Pianura e Soccavo rappresentava un passaggio obbligato per i collegamenti terrestri tra Neapolis ed i centri dell'area Flegrea e poi per Roma. Il più antico tracciato era la via per colles (poi Antiniana) la quale, nel suo tracciato principale, partiva da Napoli, s'inerpicava su per la collina del Vomero, ridiscendeva per cupa Marzano, attraversava Soccavo e Pianura fino ad incrociare la via Consolare Campana all'altezza della Montagna Spaccata. Quest'antico e tortuoso tracciato viario, con i numerosi diverticoli successivi, era fino al periodo Augusteo, l'unica via di collegamento tra Napoli e l'area Flegrea. Come d'uso presso i centri romanizzati, le necropoli erano ubicate al di fuori dei centri abitati sulle vie di comunicazione più importanti, come nel caso del vasto complesso funerario di via Celle a Pozzuoli (originario tracciato della via Consolare Campana con evidente basolato romano). È

quindi plausibile che i due mausolei ritrovati a Pianura, lungo la via Montagna Spaccata, facessero parte di un nucleo abitativo posto, forse più a monte. Resti di strutture romane sono stati trovati, infatti, sotto la Masseria S. Lorenzo, Masseria Monteoliveto, Masseria Grande, Masseria Spadari, in località Torciolano, Romano, Pisani, Bietola, ecc.

Nel X secolo la zona risulterebbe abitata secondo quanto riportato in due atti notarili dell'epoca nei quali si citano abitanti di "Planuriae" ed in particolare viene indicato un luogo chiamato "ad Prepotentiam". Ma è solo nel XIII secolo che la Villa Planuriae de pertinentiis Neapolis, inizierà a comparire con assiduità in diversi documenti ufficiali. Spesso viene citata negli atti che riguardano la ristrutturazione della Via Antiniana.

Il casale di Pianura sembra abbia avuto origine intorno al 1250 quando alcuni minatori, addetti alle locali cave di piperno (zona del Pignatiello), diedero vita ad un insediamento accentrato. L'attività estrattiva, insieme a quella agricola, costituì per secoli l'ossatura dell'economia del casale. Lo sviluppo di Pianura si scontrò tuttavia con le vaste aree malariche dei suoi confini tanto che, nella seconda metà del "settecento", il Carletti definì Pianura "terra infelice" per l'insalubrità della sua aria.

Nella Mappa di Giovanni Carafa Duca di Noja (1775) (fig. 11) già si intravede il primo nucleo abitativo del casale di Pianura composto da pochi edifici ed alcune masserie sparse su tutto il territorio. Il nucleo storico del casale compare saldamente aggregato ai margini dell'antico quadrivio, attualmente indicato dall'incrocio tra le vie L. Santamaria, via Simeoli, via Duca d'Aosta e via Napoli a ridosso delle pendici dei Camaldoli. Dunque, è lecito supporre che, su un tessuto agricolo di tipo sparso e d'origine molto remota si sia sovrapposto col tempo un insediamento più accentrato, abitato in prevalenza da maestranze di cavatori di piperno, per i quali, tuttavia, l'attività agricola rimaneva pur sempre la componente principale di una carente economia familiare.

Nei primi del "novecento", venne completata la bonifica per il risanamento delle aree malariche dei Campi Flegrei e della Terra di Lavoro; così il territorio di Pianura conobbe una lenta espansione sino agli anni '70 così come testimoniato dalla *Cartografia storica del 1962 della Provincia di Napoli scala 1:4000*.

Successivamente l'incremento demografico non ha conosciuto sosta sino a far divenire Pianura un agglomerato urbano con circa 60.000 abitanti.

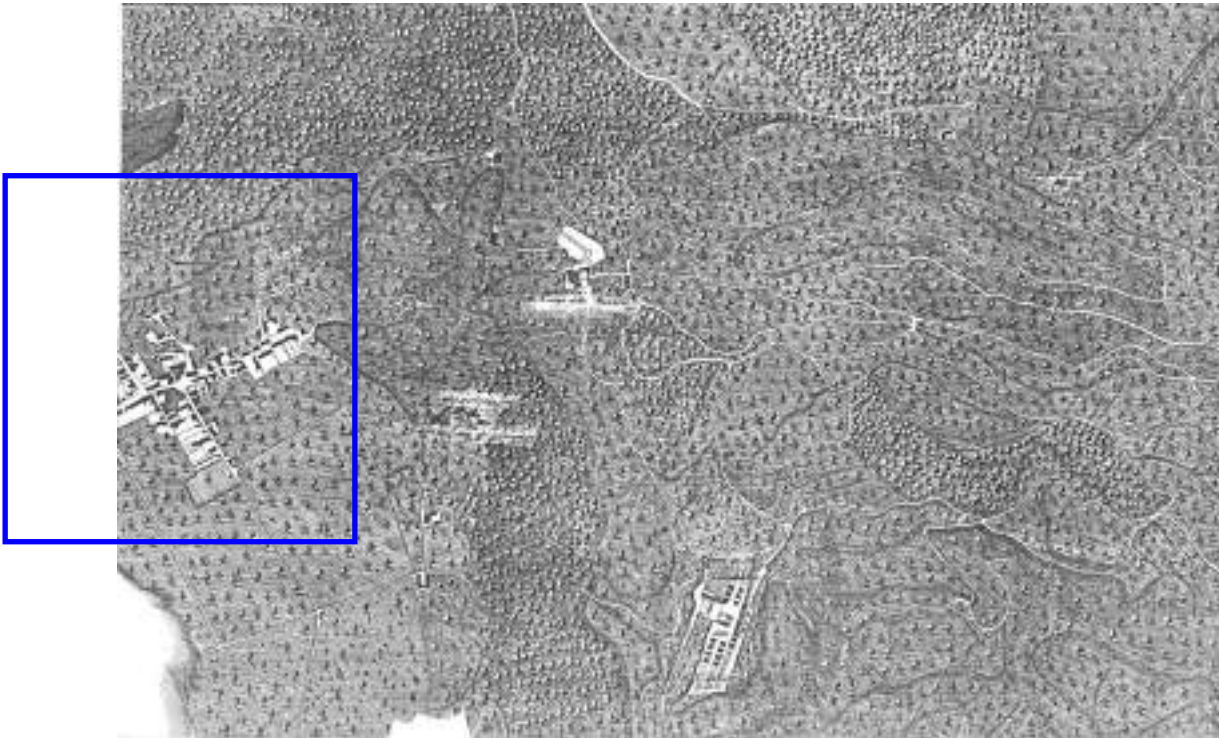


Fig. 11 *Mappa di Giovanni Carafa Duca di Noja (1775).*
 Nel riquadro di colore blu è evidenziato il nucleo abitativo del Casale di Pianura ai piedi del versante della collina dei Camaldoli che nella carta seguente è semplicemente indicato come “Pianura”



Fig. 12. *Cartografia storica di fine anni '50 del Comune di Napoli*
Località Pianura

GeoGlobo s.r.l.

Sede Legale: Piazzale Gabriele d'Annunzio 16 – 80125 Napoli

Sede Operativa: Via Tribuni della Plebe, 17 – 80126 Napoli

P.IVA e C.F.: 08497951213 – Iscrizione alla CCIAA di Napoli - Cap. Soc. € 10.000,00

E-mail: amministrazione@geoglobosrl.it; geoglobosrl@gmail.com; info@eoglobosrl.it

3- CARATTERISTICHE GEOLOGICHE E MORFOLOGICHE DEL SITO

Dal punto di vista morfologico l'area oggetto è da definirsi subpianeggiante, con deboli pendenze dell'ordine dell'1-2% che raccordano quote variabili da 166 a 164 m s.l.m.

L'originaria morfologia è mascherata dalla urbanizzazione che lascia libere solo poche aree non edificate, di cui le maggiori situate ai piedi della collina dei Camaldoli, a Nord dell'area in studio.

Dal punto di vista geologico è stata riscontrata, con continuità areale nel territorio oggetto di indagine, parte della sequenza stratigrafica precedentemente descritta, dalla **“Serie Urbana Recente”**; per la descrizione particolareggiata si rimanda ai paragrafi seguenti.

Per quanto riguarda l'aspetto relativo all'idrogeologia, c'è da sottolineare che la falda non è stata intercettata nel corso delle indagini alle quali si fa riferimento nella presente relazione.



Figura 13: L'area interessata dalle indagini

4 – REGIME VINCOLISTICO DELL'AREA

4.1 – Vincoli

Da uno studio delle cartografie e dai dati rilevati sui siti degli enti è stato accertato, per la zona d'intervento, quanto segue:

1. dal punto di vista idrogeologico:
 - a) non ricade in area soggetta a Pericolosità Idraulica e Rischio Idraulico;
 - b) non ricade in area soggetta a Pericolosità da Frana e Rischio da Frana;
 - c) non ricade in un'area soggetta a vincolo idrogeologico R.D. 3267/1923;
2. dal punto di vista paesaggistico, ai sensi del al D.lgs. 42/2004 e ss. mm. ii.:
 - a) non ricade in una zona di rispetto paesaggistico di territori costieri, corpi idrici, zone umide e relative fasce di rispetto (art. 142¹ lett. a, b, c, i);
 - b) ricade in una zona di rispetto paesaggistico di montagne, ghiacciai e circhi glaciali, e vulcani (art. 142 lett. d, e, l), in particolare: l = Vulcani (Area vulcanica dei Campi Flegrei);
 - c) non ricade in una zona di rispetto paesaggistico di parchi e riserve, e foreste e boschi, e relative fasce di rispetto (art. 142 lett. f, g);
 - d) non ricade in area soggetta a vincolo archeologico (art. 142 lett. m);
 - e) non ricade in un'area vincolata paesaggisticamente (aree di notevole interesse pubblico) (artt.136-157);
3. dal punto di vista naturalistico:
 - a) non ricade all'interno di Parchi Nazionali e Regionali;
 - b) non ricade in aree protette SIC e ZPS;
4. dal punto di vista urbanistico:
 - a) non interferisce con vie di comunicazione o edifici sottoposti a vincoli
 - b) Non ricade in aree rientranti nella perimetrazione del Patrimonio mondiale UNESCO;
5. Inoltre, ai sensi della nuova normativa - Codice degli Appalti D.Lgs. 50/2016 e s.m.i., art.25 - si dovrà trasmettere il progetto, per l'acquisizione del parere, alla Soprintendenza Archeologica territorialmente competente la quale, se ravvisa l'esistenza di un interesse archeologico nell'area oggetto dei lavori, di volta in volta darà indicazioni e prescrizioni.

¹ (articolo così sostituito dall'art. 12 del d.lgs. n. 157 del 2006, poi modificato dall'art. 2 del d.lgs. n. 63 del 2008)

Di conseguenza, necessita richiedere un parere e/o autorizzazione ai seguenti Enti:

- ✓ Soprintendenza Archeologia Belle Arti e Paesaggio per l'Area di Avellino e Salerno (per i punti 2.2 e 5);
- ✓ Comune di Napoli.

Per completezza viene riportata la cartografia seguente cartografia:

Fig. 14 – Pericolosità e Rischio da alluvione e da frana. Fonte: ISPRA, Piattaforma IdroGEO.

Fig. 15 – Vincolo idrogeologico. Fonte: Regione Campania.

Fig. 16 – Vincoli paesaggistici. Fonte: SITAP.

Fig. 17 – Vincoli relativi ad aree naturali (Parchi, ZPS, SIC). Fonte: ISPRA.

Fig. 18 - Vincoli relativi ad aree naturali: Zonazione del Parco delle Colline di Napoli. Fonte: Provincia di Napoli, open data.

Fig. 19 - Vincoli relativi ad aree naturali e paesaggistici. Fonte: Comune di Napoli, Preliminare PUC 2020.

Fig. 20 – Beni culturali. Fonte: vincoliinrete.beniculturali.it.

Fig. 21 - Vincoli di carattere archeologico. Fonte: Comune di Napoli, Preliminare PUC 2020.

Fig. 22 – Inquadramento archeologico dell'area. Fonte: Comune di Napoli, Preliminare PUC 2020.

Fig. 23 – Mappa Catastale (Foglio 45)

Fig. 24 – Pianificazione territoriale. Fonte: Comune di Napoli, Preliminare PUC 2020.



Pericolosità e rischio

Frane	Territorio	Popolazione	Famiglie	Edifici	Imprese	Serviziatori
Molto Elevata P4	4,03 (3,9%)	11.072 (1,2%)	1.514 (0,5%)	415 (0,0%)	44,3 (0,0%)	41 (0,0%)
Elevata P3	10,15 (8,0%)	40.748 (4,2%)	15.384 (5,2%)	2.564 (0,3%)	2.885 (1,0%)	186 (0,0%)
Media P2	0,12 (0,1%)	56 (0,0%)	51 (0,0%)	8 (0,0%)	9 (0,0%)	0 (0,0%)
Moderata P1	1,6 (1,3%)	2.585 (0,3%)	806 (0,3%)	256 (0,0%)	108 (0,0%)	1 (0,0%)
Bassa Attenzione Aa	0,02 (0,0%)	240 (0,0%)	137 (0,0%)	8 (0,0%)	21 (0,0%)	0 (0,0%)
P4 + P3	14,18 (12,2%)	49.821 (5,4%)	17.898 (6,2%)	3.117 (0,4%)	3.552 (1,3%)	227 (0,0%)

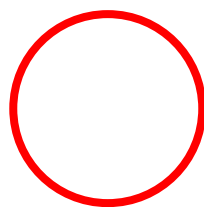
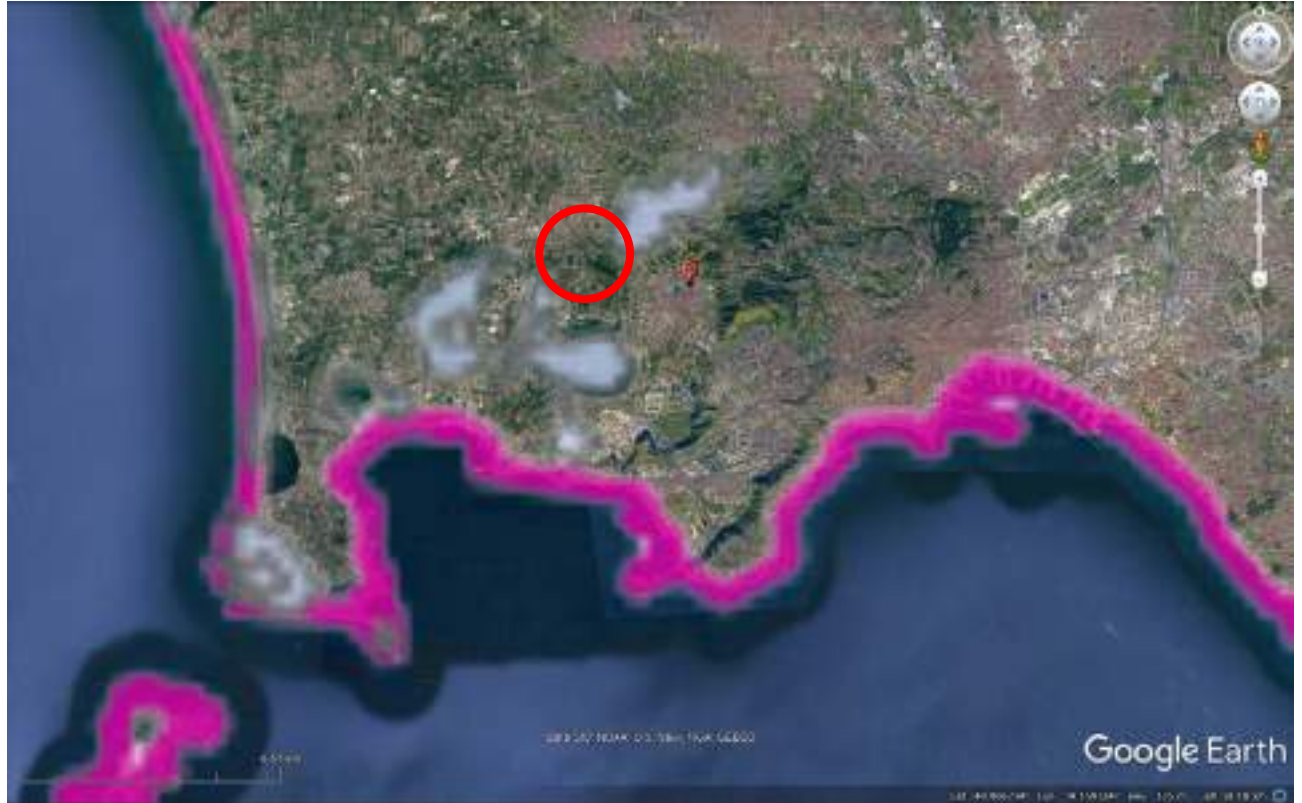
Alluvioni	Territorio	Popolazione	Famiglie	Edifici	Imprese	Serviziatori
Scenario P3 T1 20-50 anni	1,8 (1,5%)	8.000 (0,9%)	2.107 (0,7%)	677 (0,0%)	219 (0,0%)	2 (0,0%)
Scenario P3 Tc 100-300 anni	1,8 (1,5%)	8.000 (0,9%)	2.107 (0,7%)	677 (0,0%)	219 (0,0%)	2 (0,0%)
Scenario P1 T1 20-50 anni	0,54 (0,4%)	21.261 (2,3%)	7.120 (2,5%)	2.565 (0,3%)	3.506 (1,3%)	12 (0,0%)

* Scenario DLgs. 49/2010. I dati relativi alle tre sezioni non vanno sommati lo scenario di pericolosità P1, che rappresenta lo scenario massimo atteso ovvero la massima estensione aree inondabili, contiene infatti, al netto di alcune eccezioni, gli scenari P3 e P2.

Fig. 14 – Pericolosità e Rischio da alluvione e da frana. Fonte: ISPRA, Piattaforma IdroGEO.

Estratto Mappa Interattiva SIT Campania

Vincolo idrogeologico



**Area
Interesse**

di



**Aree soggette a
vincolo idrogeologico
(IR.D. n.3267 /1923)**

Fig. 15 – Vincolo idrogeologico. Fonte: Regione Campania.

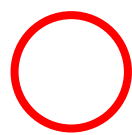
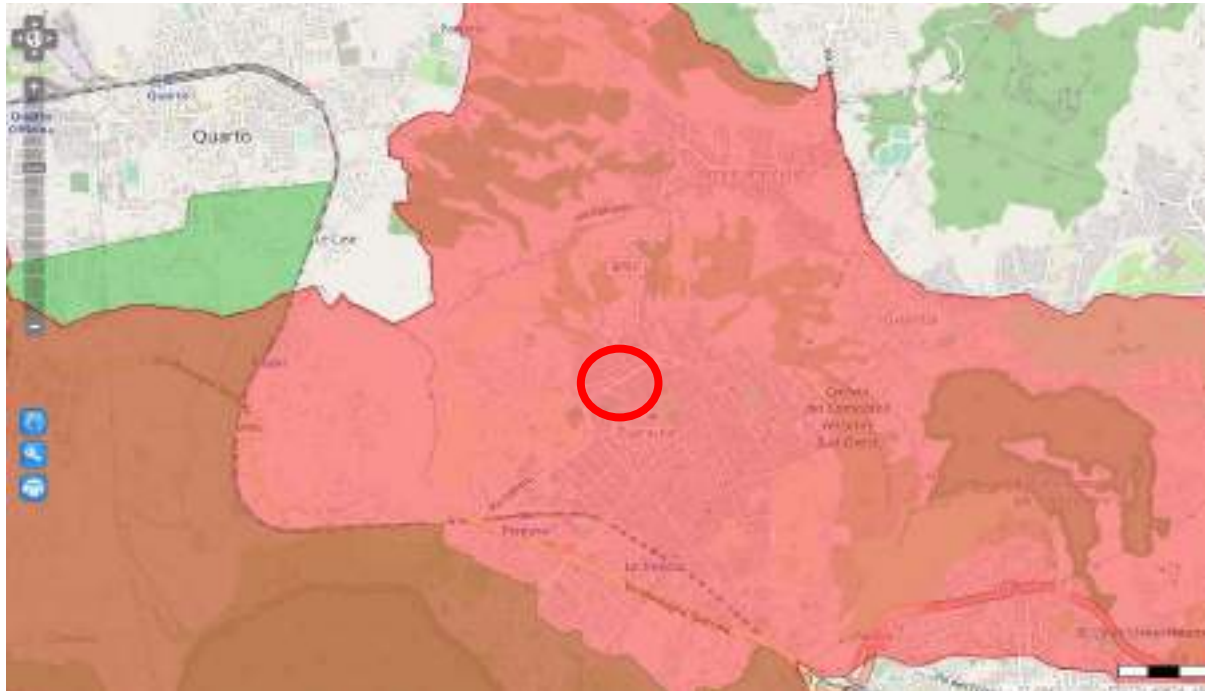
GeoGlobo s.r.l.

Sede Legale: Piazzale Gabriele d'Annunzio 16 – 80125 Napoli

Sede Operativa: Via Tribuni della Plebe, 17 – 80126 Napoli

P.IVA e C.F.: 08497951213 – Iscrizione alla CCIAA di Napoli - Cap. Soc. € 10.000,00

[E-mail: amministrazione@geoglobosrl.it](mailto:amministrazione@geoglobosrl.it); geoglobosrl@gmail.com; info@eoglobosrl.it



Area d'Interesse



Autostrada
Strada Statale

Vincoli paesaggistici D.lgs. 42/2004, art. 142 lett. e ss. mm. ii.



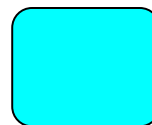
Parchi
(lettera F)



Corpi idrici
(lettera C)



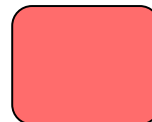
Boschi
(lettera G)



Zone umide
(lettera I)



Montagne
(lettera D)



Vulcani
(lettera L)

Fig. 16 – Vincoli paesaggistici. Fonte: SITAP.

GeoGlobo s.r.l.

Sede Legale: Piazzale Gabriele d'Annunzio 16 – 80125 Napoli

Sede Operativa: Via Tribuni della Plebe, 17 – 80126 Napoli

P.IVA e C.F.: 08497951213 – Iscrizione alla CCIAA di Napoli - Cap. Soc. € 10.000,00

E-mail: amministrazione@geoglobosrl.it; geoglobosrl@gmail.com; info@eoglobosrl.it

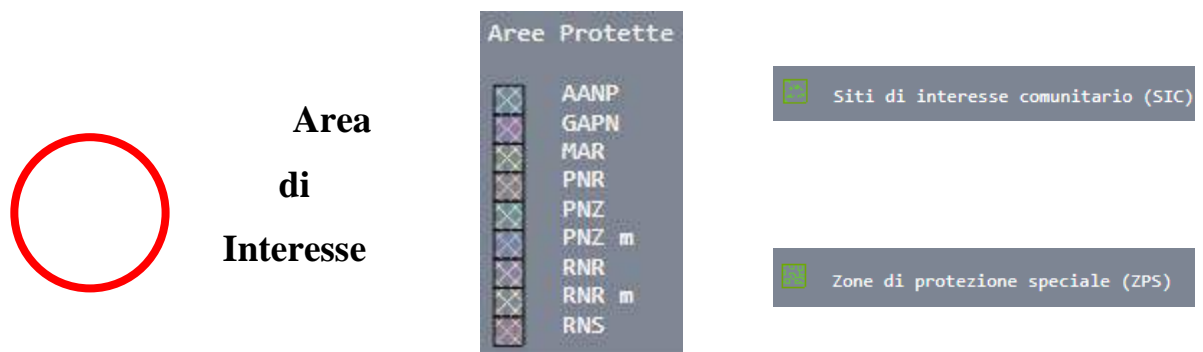
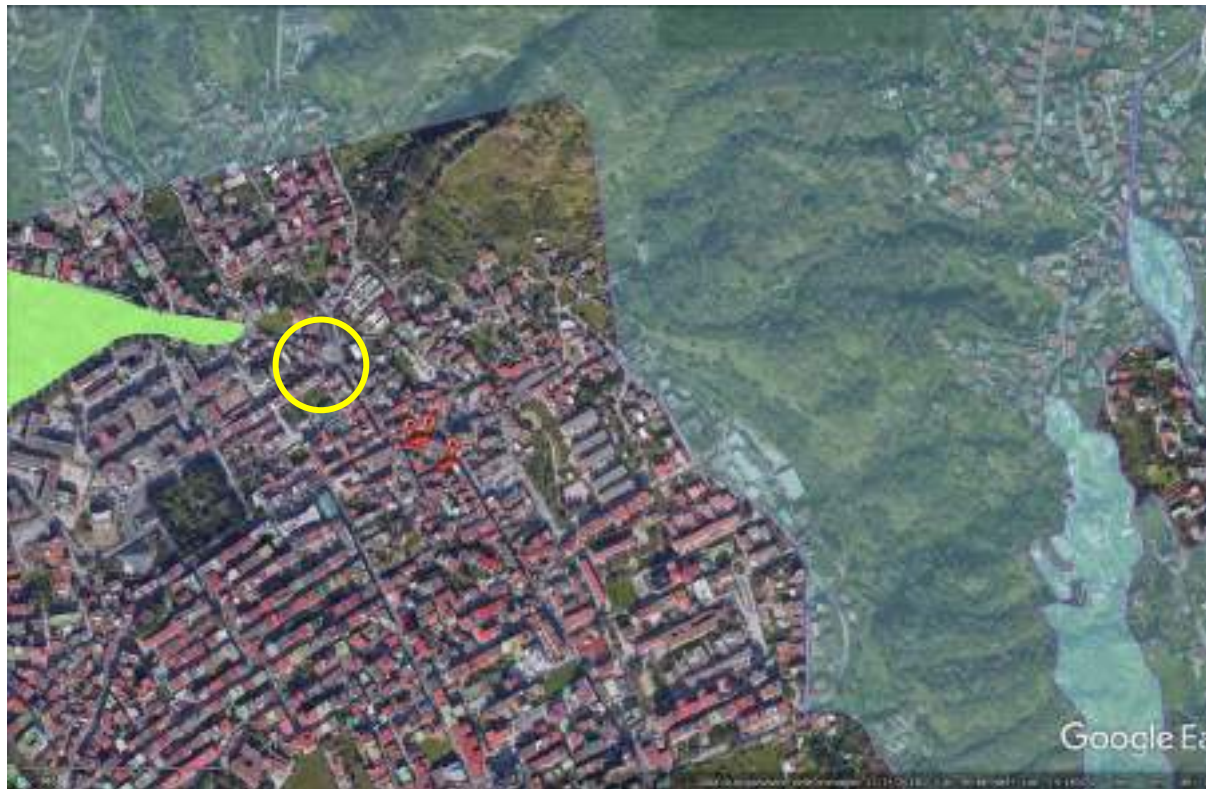


Fig. 17 – Vincoli relativi ad aree naturali (Parchi, ZPS, SIC). Fonte: ISPRA.



Fig. 18 - Vincoli relativi ad aree naturali: Zonazione del Parco delle Colline di Napoli. Fonte: Provincia di Napoli, open data.



ID 0
 LAYER d.lgs. 42/2004 art.142 comma 1
 AREA 245200
 CDU2 lettera f) i parchi e le riserve naz
 o regionali
 norme vincolo ope legis art.142 codice
 paesaggio d.lgs.42/2004

LAYER D37
 TIPO_VINCO Decreti ministeriali ai:
 della L.1497/39
 LOCALITA Agnane - Astroni -Pisa
 DECRETO_MI 22 giugno 1967
 GAZZETTA_ 11/07/1967
 NUM_DECRET 172
 NEWFIELD1 6116933

LAYER D1
 TIPO_VINCO Decreti ministeriali ai:
 della L.1497/39
 LOCALITA Convento dei Camald
 adiacenze
 DECRETO_MI 5 maggio 1952
 GAZZETTA_ 21/05/1952
 NUM_DECRET 118
 NEWFIELD1 555591

A

B

B

Fig. 19: Vincoli relativi ad aree naturali e paesaggistici (A: “Beni paesaggistici ope legis 42-2004”; B:
 “notevole interesse paesaggistico”). Fonte: Comune di Napoli, Preliminare PUC 2020.

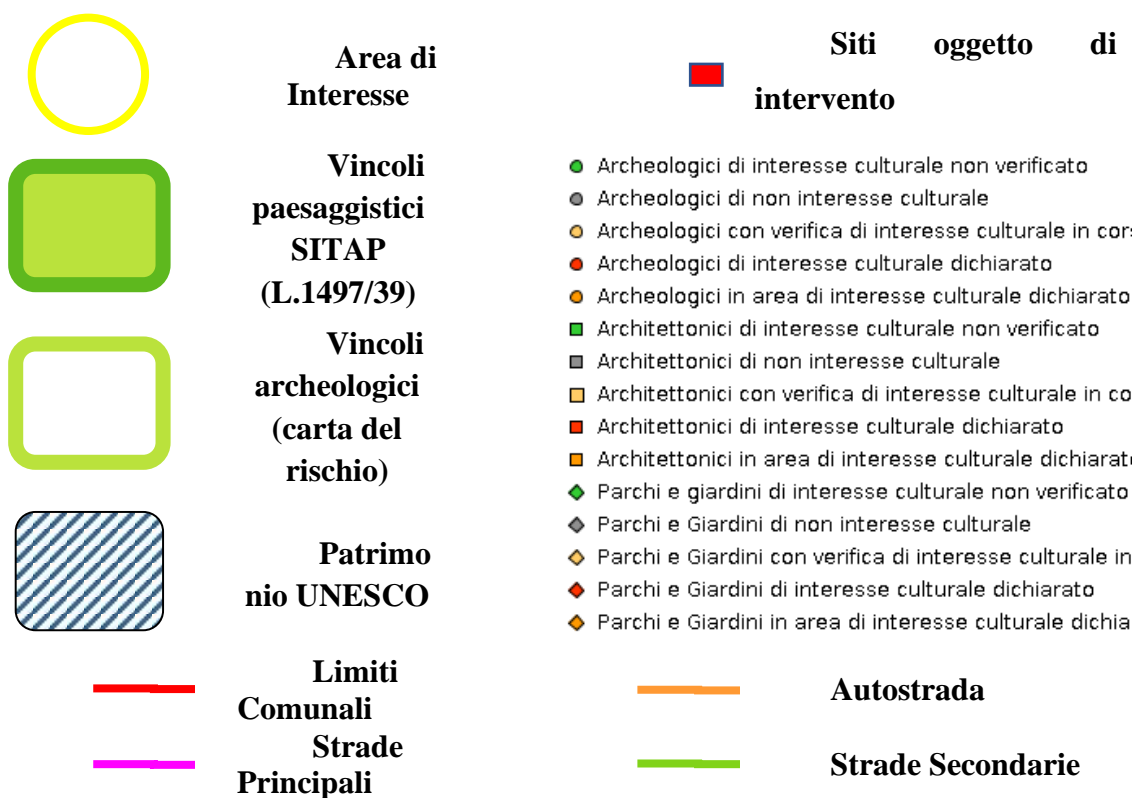
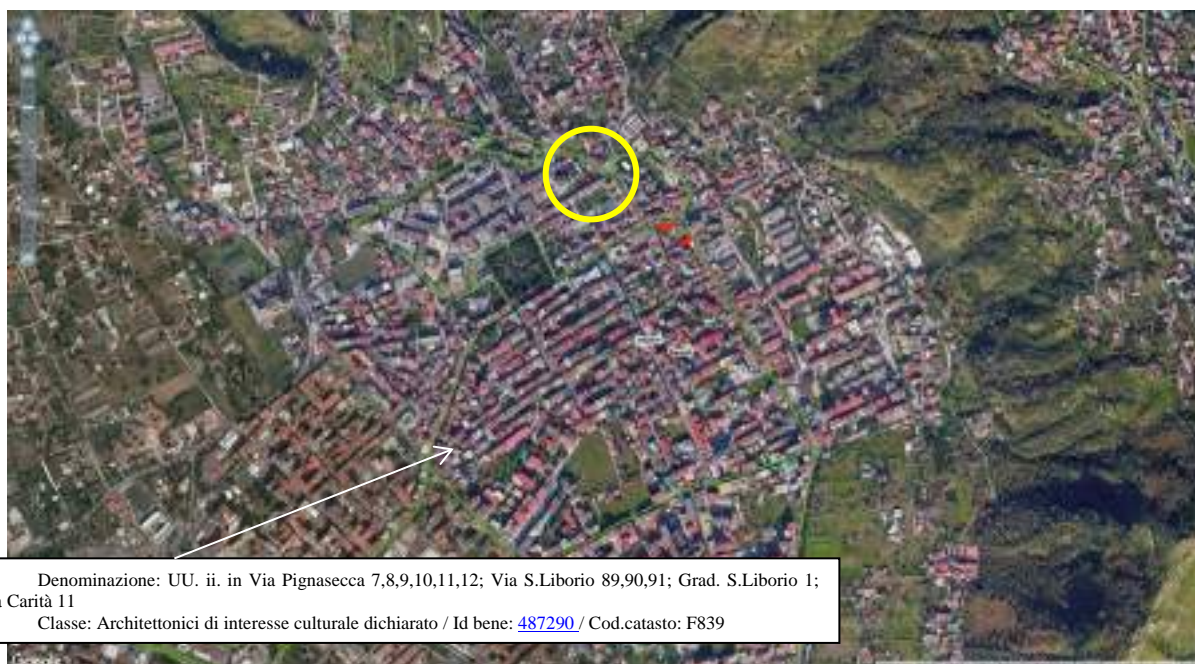


Fig. 20 – Beni culturali. Fonte: vincoliinrete.beniculturali.it.



GEO_ID	27
NORMATIVA	art.58 Norme di Attuazione Prg approvato con DPGRC n.323/2004
LEGENDA	aree di interesse archeologico
ARTICOLO	Art. 58

Fig. 21: Vincoli di carattere archeologico. Fonte: Comune di Napoli, Preliminare PUC 2020.

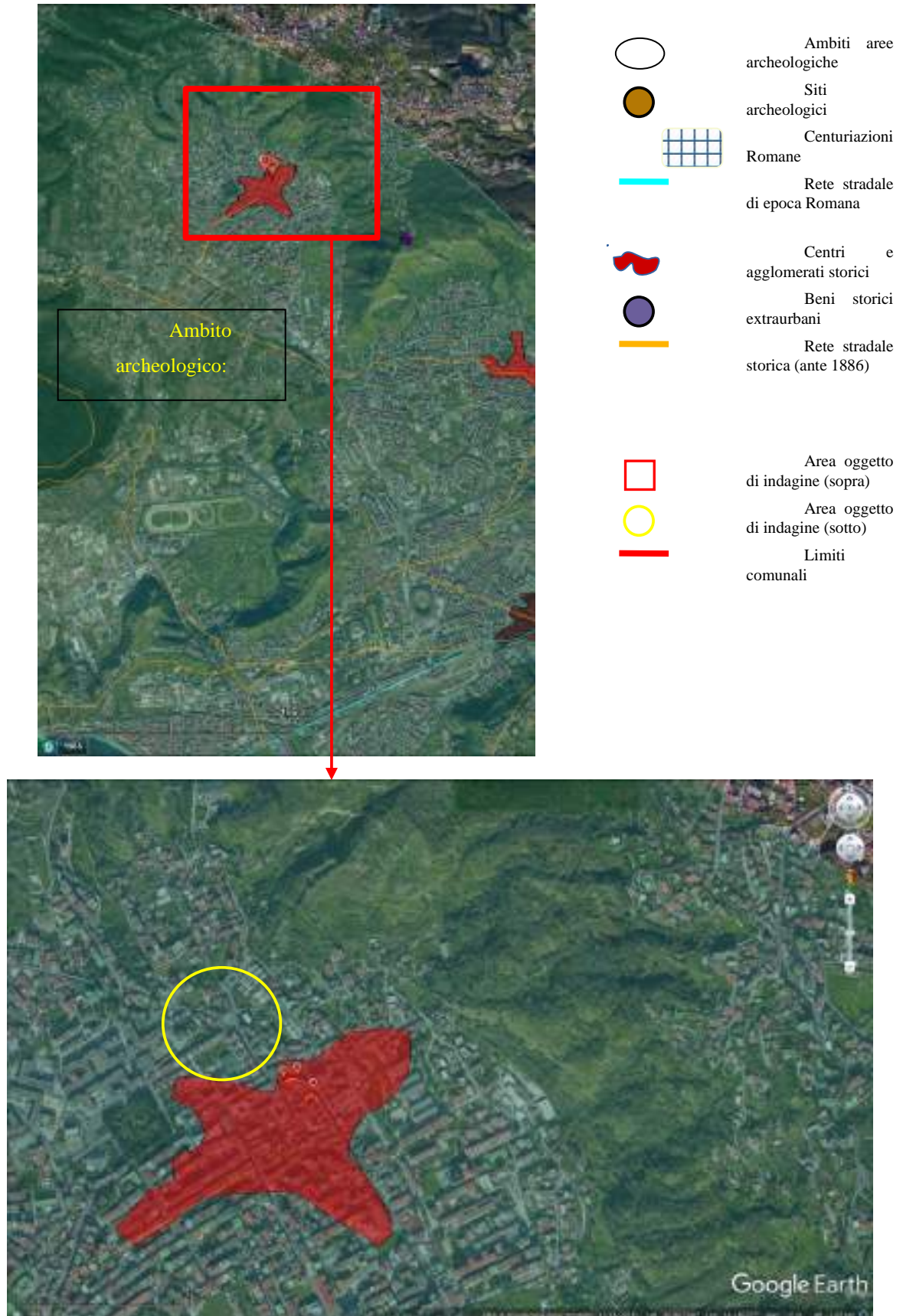


Fig. 22 – Inquadramento archeologico dell'area

GeoGlobo s.r.l.

Sede Legale: Piazzale Gabriele d'Annunzio 16 – 80125 Napoli

Sede Operativa: Via Tribuni della Plebe, 17 – 80126 Napoli

P.IVA e C.F.: 08497951213 – Iscrizione alla CCIAA di Napoli - Cap. Soc. € 10.000,00

E-mail: amministrazione@geoglobosrl.it; geoglobosrl@gmail.com; info@eoglobosrl.it



Fig. 23 – Mappa Catastale (Foglio 45)

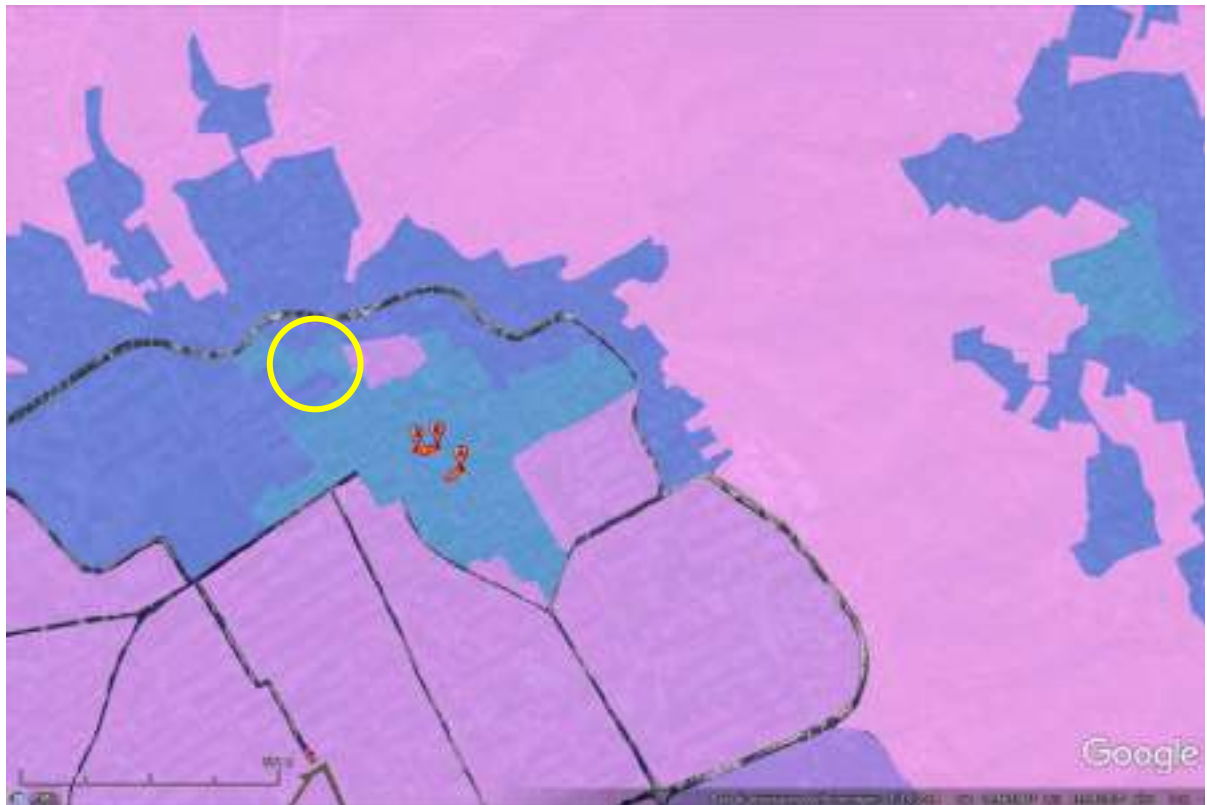
GeoGlobo s.r.l.

Sede Legale: Piazzale Gabriele d'Annunzio 16 – 80125 Napoli

Sede Operativa: Via Tribuni della Plebe, 17 – 80126 Napoli

P.IVA e C.F.: 08497951213 – Iscrizione alla CCIAA di Napoli - Cap. Soc. € 10.000,00

[E-mail: amministrazione@geoglobosrl.it](mailto:amministrazione@geoglobosrl.it); geoglobosrl@gmail.com; info@eoglobosrl.it



AREA	106354
SIGLA	A
CDU_Z_S	zona A - insediamenti di interesse storico
rigener	RIGENERAZIONE DEL TERRITORIO attraverso la valorizzazione della città storica
atti	preliminare di PUC piano urbanistico comunale - approvato con delibera GM n.12 del 17.01.2020

Fig. 24 – Pianificazione territoriale. Fonte: Comune di Napoli, Preliminare PUC 2020.

5 – INDAGINI GEOGNOSTICHE ESEGUITE

5.1 – Prova Penetrometrica Dinamica Continua (DPSH)

Per la realizzazione dell'intervento in oggetto, è stata effettuata *n°1 prova penetrometrica dinamica continua (DPSH)* spinta fino alla profondità massima di 20.20 m dal p.c., al fine di ottenere informazioni geologiche e geotecniche dell'area in esame.

La prova penetrometrica dinamica pesante (DPSH) è stata eseguita con il penetrometro *Pagani TG 63-100*.

Questa prova consiste nell'infiggere verticalmente nel terreno una punta conica metallica (figura 25), avvitata all'estremità inferiore di una batteria di aste metalliche (figura 26), mediante battitura con un maglio che cade liberamente da un'altezza costante; i colpi necessari per la penetrazione di ciascun tratto di lunghezza prefissata vengono annotati e costituiscono la resistenza del terreno alla penetrazione della punta conica.

L'attrezzatura utilizzata è di corredo al penetrometro da 100 kN (10 t), montato su cingoli, di marca Pagani e visibile nella figura 27.



Figura 25: La punta conica utilizzata per l'esecuzione delle prove DPSH



Figura 26: Il dispositivo di infissione della punta

Essa è conforme alla Procedura di *Riferimento ISSMFE (1988)*, e consiste in una batteria di aste, del diametro di 32 ± 0.3 mm e del peso per metro lineare max. di 8 kg/m, alla cui estremità inferiore è avvitata una punta conica avente diametro 50.5 ± 0.5 mm ed angolo di apertura di 90° ; l'altezza complessiva della punta conica deve essere di 126.3 mm, con una parte cilindrica al di sopra del cono di altezza pari al diametro della punta e una parte tronco-conica, al di sopra della parte cilindrica, anch'essa di altezza pari al diametro della punta.

Il dispositivo di infissione della punta è costituito da un maglio del peso di 63.5 ± 0.5 kg che cade liberamente da un'altezza di 0.75 ± 0.02 m e da una testa di battuta, avvitata alla sommità della batteria di aste, del peso non superiore a 30 kg.

La prova fornisce una valutazione qualitativa e quantitativa del grado di addensamento e di consistenza dei terreni attraversati. Le informazioni fornite dalle prove sono di tipo continuo poiché le misure di resistenza alla penetrazione vengono eseguite durante tutta l'infissione.



Figura 27 – esecuzione della prova DPSH nell'area in esame, con penetrometro Pagani.

5.2 – Indagine di sismica passiva a stazione singola (HVSR)

Per la caratterizzazione sismica, è stata effettuata n°1 indagine di sismica passiva a stazione singola HVSR (microtremore ambientale) per la redazione della relazione sulla modellazione sismica di sito inerente a lavori di realizzazione di una rampa per disabili in Strada Comunale Grottole 34-2 - via Evangelista Torricelli in loc. Pianura (coordinate geografiche European Datum 1950 del sito 40.864982° N - 14.176185° E), nel territorio comunale di Napoli (NA) (Figg. 28 – 29), al fine di fornire una stima affidabile della frequenza fondamentale di risonanza del sottosuolo (modo fondamentale e predominante di oscillazione e di valutare la categoria di sottosuolo (stima del parametro $V_{S,eq}$), vincolando l'elaborazione effettuata con la stratigrafia desunta da dati geotecnici dell'area di interesse.

È stata, inoltre, condotta un'analisi della risposta sismica del sottosuolo fornendo il calcolo degli spettri di risposta elastici delle componenti orizzontale e verticale delle azioni sismiche di progetto (D.M. 17 gennaio 2018). Le caratteristiche dell'indagine sono riassunte nella Tabella 1:

<i>Prospezione sismica</i>	<i>Tempo complessivo di acquisizione (min)</i>	<i>Orientamento della terna con il Nord</i>
<i>HVSR n.1</i>	<i>20</i>	<i>SI</i>

Tab. 1 – Riepilogo caratteristiche delle fasi di acquisizione.

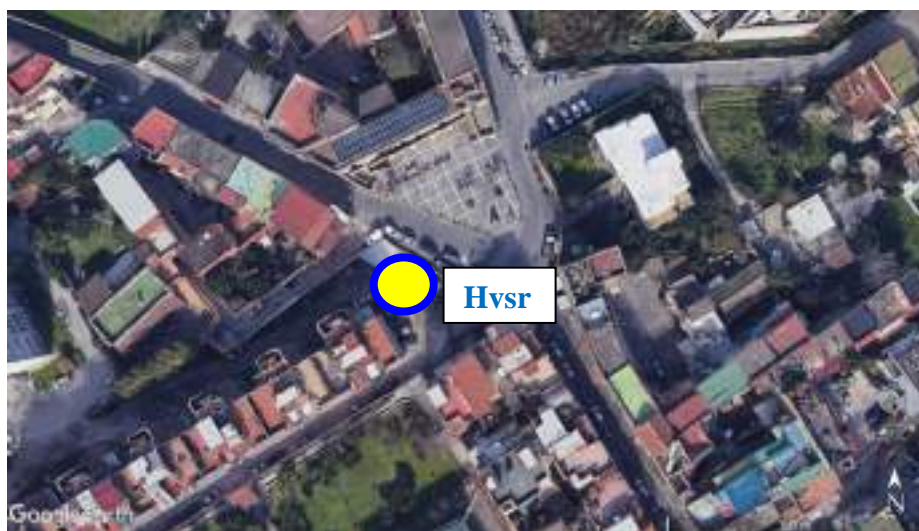


Fig. 28 – Prospezione a sismica passiva HVSR n. 1 effettuata sul sito di interesse progettuale.

Fig. 29 – Ubicazione del punto d'indagine su foto aerea di Google Earth.

L'indagine è stata condotta mediante l'utilizzo di TROMINO strumento realmente 'tutto in uno' per la registrazione sismica a stazione singola passiva ed attiva e per il monitoraggio delle vibrazioni.

Il tromometro digitale Tromino (Figura 30), si basa su un progetto brevettato che ottimizza la misura del microtremore nell'intervallo di frequenze compreso fra 0.1 e 200 Hz. Il Tromino ottiene questo risultato mantenendo una configurazione ultra-compatta e ultra-leggera e può essere posizionato e messo in opera ovunque in pochi secondi. Le ridotte dimensioni (10 x 14 x 8 cm), la leggerezza (1.1 kg), il bassissimo consumo di energia (funziona con semplici pile), l'assenza totale di cavi esterni e l'alta risoluzione dell'elettronica digitale impiegata, rendono questo strumento quasi tascabile. Inoltre, lascia virtualmente imperturbato il campo d'onda presente nell'ambiente con un potere risolutivo comparabile con quello garantito dai più moderni sistemi sismometrici permanenti attualmente disponibili sul mercato.



Fig. 30 – Il Tromino utilizzato per l'indagine

Il Tromino è dotato di tre canali velocimetrici elettrodinamici ad alta risoluzione per l'acquisizione del microtremore sismico ambientale fino a circa ± 1.5 mm/s e, nella versione utilizzata per questo lavoro, di tre canali velocimetrici per la registrazione delle vibrazioni forti fino a ± 5 cm/s e di tre canali accelerometrici. I sensori sono disposti secondo tre direzioni ortogonali (terna x, y e z) e, smorzati criticamente, trasmettono il segnale ad un sistema di acquisizione digitale a basso rumore con risoluzione non inferiore a 23 bit. In più, un canale analogico è predisposto per l'acquisizione dati da ricevitore GPS integrato (sistema ricevitore/antenna) ed un modulo radio permette la sincronizzazione tra diverse unità di lavoro ed eventualmente la trasmissione di allarmi.

Le caratteristiche progettuali del Tromino consentono una accuratezza relativa maggiore di 10^{-4} sulle componenti spettrali al di sopra di 0.1 Hz. Per quanto attiene alle caratteristiche del Tromino che interessano le misure di vibrazione, è da rilevare che lo strumento ha una curva di risposta pressoché piatta nella banda di interesse per la norma DIN4150 [<http://www.inquinamentoacustico.it/vibrazioni.htm>], grazie a sismometri mid-frequency la cui risposta viene digitalizzata a 24 bit A/D con una frequenza di campionamento di 512 Hz. Lo strumento inoltre memorizza i dati in una scheda di memoria interna da 1 Gb, evitando così la presenza di qualsiasi cavo che possa introdurre rumore meccanico od elettronico. I dati acquisiti vengono salvati su memoria digitale di tipo Flash e, normalmente, trasferiti al PC o estratti mediante collegamento USB. Esiste un pacchetto software specifico, sviluppato per interfacciarsi al Tromino, utile per il trasferimento delle tracce acquisite ad un PC nonché per la loro archiviazione ed analisi;

si tratta del software Grilla. Tale pacchetto software permette inoltre l'esportazione dei dati in formato ASCII o SAF.

Di seguito si riepilogano le caratteristiche della strumentazione utilizzata:

- 3 canali velocimetrici per l'acquisizione del microtremore sismico ambientale (fino a ± 1.5 mm/s \sim);
- 3 canali velocimetrici per la registrazione di vibrazioni forti (fino a ± 5 cm/s \sim);
- 3 canali accelerometrici per monitoraggio di vibrazioni;
- 1 canale analogico (es. trigger esterno per MASW/rifrazione) ricevitore GPS integrato, antenna interna e/o esterna per localizzazione e/o sincronizzazione tra diverse unità;
- modulo radio per sincronizzazione tra diverse unità e trasmissione di allarmi (es. superamento di soglie).

Tromino opera nell'intervallo 0.1 - 1024 Hz su tutti canali (fino a 32 kHz su 2 canali) con conversione A/D > 24 bit equivalenti a 128 Hz.

La terna di velocimetri ortogonali tra loro è stata posizionata correttamente (tramite bolla sferica e piedini regolabili) sul piano di calpestio (terreno). La stessa terna è stata orientata con il Nord.

I segnali sismici acquisiti sono stati successivamente elaborati con apposito programma (Grilla) per la determinazione della frequenza di picco.

5.2.1 – Acquisizione ed elaborazione dati

Le acquisizioni dei segnali, di lunghezza temporale $T=1800s$, sono state effettuate con passo di campionamento $dt=2.048ms$. La frequenza di campionamento è data da: $f_{\text{campionamento}}=1/dt=512Hz$. La frequenza massima dei segnali, ovvero la frequenza di Nyquist, è data da: $f_{\text{Nyquist}}=1/2dt=256Hz$. La frequenza minima dei segnali è data da: $f_{\text{min}}=1/T=0.00055Hz$.

Di seguito si riportano i grafici delle registrazioni del microtremore nelle tre componenti ortogonali tra loro (verticale ed orizzontali) (Fig. 31).

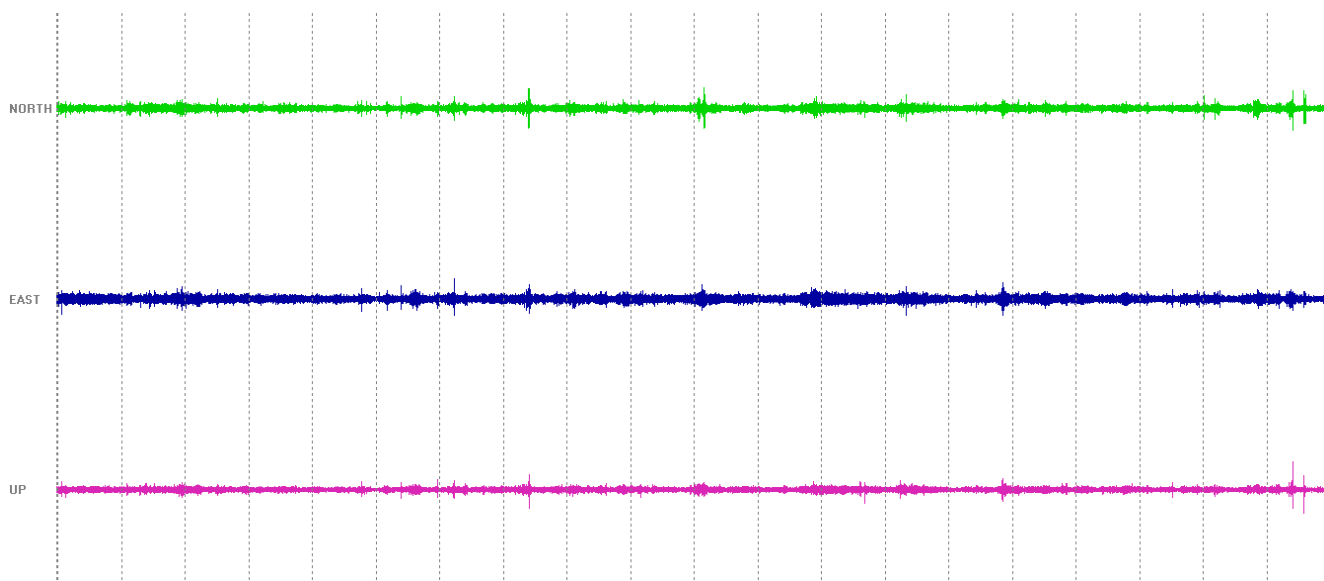


Fig. 31 – Segnali sismici del microtremore acquisito nelle tre componenti ortogonali tra loro (verticale ed orizzontali) – HVSr n. 1.

6 – RISULTATI DELLE INDAGINI ESEGUITE

6.1 – Risultati della Prova Penetrometrica Dinamica Continua (DPSH P1-2021)

Per la progettazione dell'intervento in oggetto, è stata effettuata n°1 prova penetrometrica dinamica continua (DPSH) spinta fino alla profondità massima di 20.20 m dal p.c., al fine di ottenere informazioni geologiche e geotecniche dell'area in esame.

In allegato (2 di 2) si riporta il certificato, il grafico e l'elaborazione della prova DPSH

La prova penetrometrica dinamica pesante (DPSH) è stata eseguita con il penetrometro *Pagani TG 63-100*.

Poiché la prova penetrometrica standard (SPT) rappresenta, ad oggi, uno dei mezzi più diffusi ed economici per ricavare informazioni dal sottosuolo, la maggior parte delle correlazioni esistenti riguardano i valori del numero di colpi N_{spt} ottenuto con la suddetta prova, pertanto si presenta la necessità di rapportare il numero di colpi di una prova dinamica con N_{spt} .

Note illustrative - Diverse tipologie di penetrometri dinamici

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi δ) misurando il numero di colpi N necessari.

Le Prove Penetrometriche Dinamiche sono molto diffuse ed utilizzate nel territorio da geologi e geotecnici, data la loro semplicità esecutiva, economicità e rapidità di esecuzione.

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

La sonda penetrometrica permette inoltre di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii, e la consistenza in generale del terreno.

L’utilizzo dei dati, ricavati da correlazioni indirette e facendo riferimento a vari autori, dovrà comunque essere trattato con le opportune cautele e, possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona.

Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti:

- peso massa battente M
- altezza libera caduta H
- punta conica: diametro base cono D, area base A (angolo di apertura α)
- avanzamento (penetrazione) δ
- presenza o meno del rivestimento esterno (fanghi bentonitici).

Con riferimento alla classificazione ISSMFE (1988) dei diversi tipi di penetrometri dinamici (vedi tabella sotto riportata) si rileva una prima suddivisione in quattro classi (in base al peso M della massa battente):

- tipo LEGGERO (DPL)
- tipo MEDIO (DPM)
- tipo PESANTE (DPH)
- tipo SUPERPESANTE (DPSH)

Classificazione ISSMFE dei penetrometri dinamici:

Tipo	Sigla di riferimento	peso della massa M (kg)	prof. max indagine battente (m)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$	8
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$	20-25
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$	25
Super pesante (Super Heavy)	DPSH	$M \geq 60$	25

Penetrometri in uso in Italia

In Italia risultano attualmente in uso i seguenti tipi di penetrometri dinamici (non rientranti però nello Standard ISSMFE):

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-30) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)

massa battente M = 30 kg, altezza di caduta H = 0.20 m, avanzamento δ = 10 cm, punta conica

($\alpha=60-90^\circ$), diametro D 35.7 mm, area base cono A=10 cm² rivestimento / fango bentonitico: talora previsto;

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-20) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)

massa battente $M = 20$ kg, altezza di caduta $H=0.20$ m, avanzamento $\delta = 10$ cm, punta conica

($\alpha = 60-90^\circ$), diametro $D = 35.7$ mm, area base cono $A=10$ cm² rivestimento / fango bentonitico: talora previsto;

- DINAMICO PESANTE ITALIANO (SUPERPESANTE secondo la classifica ISSMFE)

massa battente $M = 73$ kg, altezza di caduta $H=0.75$ m, avanzamento $\delta=30$ cm, punta conica ($\alpha = 60^\circ$),

diametro $D = 50.8$ mm, area base cono $A=20.27$ cm² rivestimento: previsto secondo precise indicazioni;

- DINAMICO SUPERPESANTE (Tipo EMILIA)

massa battente $M=63.5$ kg, altezza caduta $H=0.75$ m, avanzamento $\delta=20-30$ cm, punta conica conica ($\alpha = 60^\circ-90^\circ$) diametro $D = 50.5$ mm, area base cono $A = 20$ cm², rivestimento / fango bentonitico: talora previsto.

Correlazione con N_{spt}

Poiché la prova penetrometrica standard (SPT) rappresenta, ad oggi, uno dei mezzi più diffusi ed economici per ricavare informazioni dal sottosuolo, la maggior parte delle correlazioni esistenti riguardano i valori del numero di colpi N_{spt} ottenuto con la suddetta prova, pertanto si presenta la necessità di rapportare il numero di colpi di una prova dinamica con N_{spt} . Il passaggio viene dato da:

$$N_{spt} = \beta_t N$$

Dove:

$$\beta_t = \frac{Q}{Q_{SPT}}$$

in cui Q è l'energia specifica per colpo e Q_{spt} è quella riferita alla prova SPT.

L'energia specifica per colpo viene calcolata come segue:

$$Q = \frac{M^2 \cdot H}{A \cdot \delta \cdot (M + M')}$$

in cui

M = peso massa battente;

M' = peso aste;

H = altezza di caduta;

A = area base punta conica;

δ = passo di avanzamento.

GeoGlobo s.r.l.

Sede Legale: Piazzale Gabriele d'Annunzio 16 – 80125 Napoli

Sede Operativa: Via Tribuni della Plebe, 17 – 80126 Napoli

P.IVA e C.F.: 08497951213 – Iscrizione alla CCIAA di Napoli - Cap. Soc. € 10.000,00

E-mail: amministrazione@geoglobosrl.it; geoglobosrl@gmail.com; info@eoglobosrl.it

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd

Formula Olandesi

$$Rpd = \frac{M^2 \cdot H}{[A \cdot e \cdot (M + P)]} = \frac{M^2 \cdot H \cdot N}{[A \cdot \delta \cdot (M + P)]}$$

Rpd = resistenza dinamica punta (area A);

e = infissione media per colpo (δ / N);

M = peso massa battente (altezza caduta H);

P = peso totale aste e sistema battuta.

Metodologia di Elaborazione

Le elaborazioni sono state effettuate mediante un programma di calcolo automatico Dynamic Probing della *GeoStru Software*.

Il programma calcola il rapporto delle energie trasmesse (coefficiente di correlazione con SPT) tramite le elaborazioni proposte da Pasqualini 1983 - Meyerhof 1956 - Desai 1968 - Borowczyk-Frankowsky 1981.

Permette inoltre di utilizzare i dati ottenuti dall'effettuazione di prove penetrometriche per estrapolare utili informazioni geotecniche e geologiche.

Una vasta esperienza acquisita, unitamente ad una buona interpretazione e correlazione, permettono spesso di ottenere dati utili alla progettazione e frequentemente dati maggiormente attendibili di tanti dati bibliografici sulle litologie e di dati geotecnici determinati sulle verticali litologiche da poche prove di laboratorio eseguite come rappresentazione generale di una verticale eterogenea disuniforme e/o complessa.

In particolare, consente di ottenere informazioni su:

- l'andamento verticale e orizzontale degli intervalli stratigrafici,
- la caratterizzazione litologica delle unità stratigrafiche,
- i parametri geotecnici suggeriti da vari autori in funzione dei valori del numero dei colpi e della resistenza alla punta.

6.1.1 Valutazioni statistiche e correlazioni

Elaborazione Statistica

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

Media

Media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media minima

Valore statistico inferiore alla media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Massimo

Valore massimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Minimo

Valore minimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Scarto quadratico medio

Valore statistico di scarto dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media deviata

Valore statistico di media deviata dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media + s

Media + scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media-s

Media - scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Pressione ammissibile

Pressione ammissibile specifica sull'interstrato (con effetto di riduzione energia per svergolamento aste o no) calcolata secondo le note elaborazioni proposte da Herminier, applicando un coefficiente di sicurezza (generalmente = 20-22) che corrisponde ad un coefficiente di sicurezza standard delle fondazioni pari a 4, con una geometria fondale standard di larghezza pari a 1 mt. ed immorsamento $d = 1$ mt.

6.1.2 Correlazioni geotecniche dei terreni incoerenti

Liquefazione

Permette di calcolare utilizzando dati Nspt il potenziale di liquefazione dei suoli (prevalentemente sabbiosi).

Attraverso la relazione di *SHI-MING* (1982), applicabile a terreni sabbiosi, la liquefazione risulta possibile solamente se Nspt dello strato considerato risulta inferiore a Nspt critico calcolato con l'elaborazione di *SHI-MING*.

Correzione Nspt in presenza di falda

$$\text{Nspt corretto} = 15 + 0.5 \times (\text{Nspt} - 15)$$

Nspt è il valore medio nello strato

La correzione viene applicata in presenza di falda solo se il numero di colpi è maggiore di 15 (la correzione viene eseguita se tutto lo strato è in falda).

Angolo di Attrito

- Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956 - Correlazione valida per terreni non molli a prof. < 5 mt.; correlazione valida per sabbie e ghiaie rappresenta valori medi. - Correlazione storica molto usata, valevole per prof. < 5 mt. per terreni sopra falda e < 8 mt. per terreni in falda (tensioni < 8-10 t/mq)
- Meyerhof 1956 - Correlazioni valide per terreni argillosi ed argillosi-marnosi fessurati, terreni di riporto sciolti e coltri detritiche (da modifica sperimentale di dati).
- Sowers 1961) - Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. < 4 mt. sopra falda e < 7 mt. per terreni in falda) $\sigma > 5$ t/mq.
- De Mello - Correlazione valida per terreni prevalentemente sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi (da modifica sperimentale di dati) con angolo di attrito < 38°.
- Malcev 1964 - Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. > 2 m. e per valori di angolo di attrito < 38°).
- Schmertmann 1977- Angolo di attrito (gradi) per vari tipi litologici (valori massimi). N.B. valori spesso troppo ottimistici poiché desunti da correlazioni indirette da Dr %.
- Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION) Angolo di attrito in gradi valido per sabbie - sabbie fini o limose e limi siltosi (cond. ottimali per prof. di prova > 8 mt. sopra falda e > 15 mt. per terreni in falda) $\sigma > 15$ t/mq.
- Shioi-Fukuni 1982 (JAPANESE NATIONALE RAILWAY) Angolo di attrito valido per sabbie medie e grossolane fino a ghiaiose.
- Angolo di attrito in gradi (Owasaki & Iwasaki) valido per sabbie - sabbie medie e grossolane-ghiaiose (cond. ottimali per prof. > 8 mt. sopra falda e > 15 mt. per terreni in falda) $\sigma > 15$ t/mq.
- Meyerhof 1965 - Correlazione valida per terreni per **sabbie** con % di limo < 5% a profondità < 5 mt. e con % di limo > 5% a profondità < 3 mt.
- Mitchell e Katti (1965) - Correlazione valida per sabbie e ghiaie.

Densità relativa (%)

- Gibbs & Holtz (1957) correlazione valida per qualunque pressione efficace, per **ghiaie** Dr viene sovrastimato, per **limi** sottostimato.

GeoGlobo s.r.l.

Sede Legale: Piazzale Gabriele d'Annunzio 16 – 80125 Napoli

Sede Operativa: Via Tribuni della Plebe, 17 – 80126 Napoli

P.IVA e C.F.: 08497951213 – Iscrizione alla CCIAA di Napoli - Cap. Soc. € 10.000,00

[E-mail: amministrazione@geoglobosrl.it](mailto:amministrazione@geoglobosrl.it); geoglobosrl@gmail.com; info@eoglobosrl.it

Skempton (1986) elaborazione valida per **limi e sabbie e sabbie da fini a grossolane NC** a qualunque pressione efficace, per ghiaie il valore di D_r % viene sovrastimato, per limi sottostimato.

Meyerhof (1957).

Schultze & Menzenbach (1961) per **sabbie fini e ghiaiose NC**, metodo valido per qualunque valore di pressione efficace in depositi NC, per ghiaie il valore di D_r % viene sovrastimato, per limi sottostimato.

Modulo Di Young (E_y)

- Terzaghi - elaborazione valida per **sabbia pulita e sabbia con ghiaia** senza considerare la pressione efficace.
- Schmertmann (1978), correlazione valida per vari tipi litologici
- Schultze-Menzenbach, correlazione valida per vari tipi litologici.
- D'Appollonia ed altri (1970), correlazione valida per sabbia, sabbia SC, sabbia NC e ghiaia
- Bowles (1982), correlazione valida per sabbia argillosa, sabbia limosa, limo sabbioso, sabbia media, sabbia e ghiaia.

Modulo Edometrico

- Begemann (1974) elaborazione desunta da esperienze in Grecia, correlazione valida per limo con sabbia, sabbia e ghiaia
- Buismann-Sanglerat, correlazione valida per sabbia e sabbia argillosa.
- Farrent (1963) valida per sabbie, talora anche per sabbie con ghiaia (da modifica sperimentale di dati).
- Menzenbach e Malcev valida per sabbia fine, sabbia ghiaiosa e sabbia e ghiaia.

Stato di consistenza

- Classificazione A.G.I. 1977

Peso di Volume Gamma

- Meyerhof ed altri, valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

Peso di volume saturo

- Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948-1967. Correlazione valida per peso specifico del materiale pari a circa $\gamma = 2,65 \text{ t/mc}$ e per peso di volume secco variabile da 1,33 ($N_{spt} = 0$) a 1,99 ($N_{spt} = 95$)

Modulo di poisson

- Classificazione A.G.I.

Potenziale di liquefazione (Stress Ratio)

- Seed-Idriss 1978-1981. Tale correlazione è valida solamente per sabbie, ghiaie e limi sabbiosi, rappresenta il rapporto tra lo sforzo dinamico medio τ e la tensione verticale di consolidazione per la valutazione del potenziale di liquefazione delle sabbie e terreni sabbio-ghiaiosi attraverso grafici degli autori.

Velocità onde di taglio V_s (m/sec)

- Tale correlazione è valida solamente per terreni incoerenti sabbiosi e ghiaiosi.

Modulo di deformazione di taglio (G)

- Ohsaki & Iwasaki – elaborazione valida per sabbie con fine plastico e sabbie pulite.

Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982) elaborazione valida soprattutto per sabbie e per tensioni litostatiche comprese tra 0,5 - 4,0 kg/cmq.

Modulo di reazione (K_o)

- Navfac 1971-1982 - elaborazione valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

Resistenza alla punta del Penetrometro Statico (Q_c)

- Robertson 1983 Q_c

6.1.3 Correlazioni geotecniche dei terreni coesivi

Coesione non drenata

- Benassi & Vannelli- correlazioni scaturite da esperienze ditta costruttrice Penetrometri SUNDA 1983.
- Terzaghi-Peck (1948-1967), correlazione valida per argille sabbiose-siltose NC con $N_{spt} < 8$, argille limose-siltose mediamente plastiche, argille marnose alterate-fessurate.

Terzaghi-Peck (1948). C_u min-max.

- Sanglerat, da dati Penetr. Statico per terreni coesivi saturi, tale correlazione non è valida per argille sensitive con sensitività > 5 , per argille sovraconsolidate fessurate e per i limi a bassa plasticità.
- Sanglerat, (per argille limose-sabbiose poco coerenti), valori validi per resistenze penetrometriche < 10 colpi, per resistenze penetrometriche > 10 l'elaborazione valida è comunque quella delle "argille plastiche" di Sanglerat.
- (U.S.D.M.S.M.) U.S. Design Manual Soil Mechanics Coesione non drenata per argille limose e argille di bassa media ed alta plasticità, (C_u - N_{spt} -grado di plasticità).

Schmertmann 1975 C_u (Kg/cmq) (valori medi), valida per **argille e limi argillosi** con $N_c=20$ e $Q_c/N_{spt}=2$.

Schmertmann 1975 C_u (Kg/cmq) (valori minimi), valida per argille NC.

Fletcher 1965 - (Argilla di Chicago). Coesione non drenata C_u (Kg/cmq), colonna valori validi per argille a medio-bassa plasticità.

Houston (1960) - argilla di media-alta plasticità.

- Shioi-Fukuni 1982, valida per **suoli poco coerenti e plastici**, argilla di media-alta plasticità.
- Begemann.
- De Beer.

Resistenza alla punta del Penetrometro Statico (Q_c)

- Robertson 1983 Q_c

Modulo Edometrico-Confinato (M_o)

- Stroud e Butler (1975) - per litotipi a media plasticità, valida per litotipi argillosi a media-medio-alta plasticità - da esperienze su argille glaciali.
- Stroud e Butler (1975), per litotipi a medio-bassa plasticità ($IP < 20$), valida per litotipi argillosi a medio-bassa plasticità ($IP < 20$) - da esperienze su argille glaciali.
- Vesic (1970) correlazione valida per argille molli (valori minimi e massimi).
- Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner Modulo Confinato - M_o (Eed) (Kg/cmq) -, valida per litotipi argillosi e limosi-argillosi (rapporto $Q_c/N_{spt}=1.5-2.0$).
- Buismann- Sanglerat, valida per argille compatte ($N_{spt} < 30$) medie e molli ($N_{spt} < 4$) e argille sabbiose ($N_{spt}=6-12$).

Modulo Di Young (E_Y)

- Schultze-Menzenbach - (Min. e Max.), correlazione valida per limi coerenti e limi argillosi con I.P. > 15
- D'Appollonia ed altri (1983) - correlazione valida per argille sature-argille fessurate.

Stato di consistenza

- Classificazione A.G.I. 1977

Peso di Volume Gamma

- Meyerhof ed altri, valida per argille, argille sabbiose e limose prevalentemente coerenti.

Peso di volume saturo

- Correlazione Bowles (1982), Terzaghi-Peck (1948-1967), valida per condizioni specifiche: peso specifico del materiale pari a circa $G=2,70$ (t/mc) e per indici dei vuoti variabili da 1,833 ($N_{spt}=0$) a 0,545 ($N_{spt}=28$)

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH 1/2021

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	12,03	0,80	12,03	Gibbs & Holtz 1957	82,43
Strato 2	3,84	7,40	3,84	Gibbs & Holtz 1957	34,54
Strato 3	24,42	13,20	24,42	Gibbs & Holtz 1957	64,5
Strato 4	29,34	20,20	29,34	Gibbs & Holtz 1957	57,21

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	12,03	0,80	12,03	Sowers (1961)	31,37
Strato 2	3,84	7,40	3,84	Sowers (1961)	29,08
Strato 3	24,42	13,20	24,42	Sowers (1961)	34,84
Strato 4	29,34	20,20	29,34	Sowers (1961)	36,22

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm²)
Strato 1	12,03	0,80	12,03	Bowles (1982) Sabbia Media	135,15
Strato 2	3,84	7,40	3,84	Bowles (1982) Sabbia Media	---
Strato 3	24,42	13,20	24,42	Bowles (1982) Sabbia Media	197,10
Strato 4	29,34	20,20	29,34	Bowles (1982) Sabbia Media	221,70

Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm²)
Strato 1	12,03	0,80	12,03	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	52,17
Strato 2	3,84	7,40	3,84	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	35,35
Strato 3	24,42	13,20	24,42	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	77,62
Strato 4	29,34	20,20	29,34	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	87,73

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	12,03	0,80	12,03	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 2	3,84	7,40	3,84	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
Strato 3	24,42	13,20	24,42	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 4	29,34	20,20	29,34	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
Strato 1	12,03	0,80	12,03	Meyerhof ed altri	1,80
Strato 2	3,84	7,40	3,84	Meyerhof ed altri	1,49
Strato 3	24,42	13,20	24,42	Meyerhof ed altri	2,07
Strato 4	29,34	20,20	29,34	Meyerhof ed altri	2,13

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m³)
Strato 1	12,03	0,80	12,03	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,93
Strato 2	3,84	7,40	3,84	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,88
Strato 3	24,42	13,20	24,42	Terzaghi-Peck 1948-1967	---
Strato 4	29,34	20,20	29,34	Terzaghi-Peck 1948-1967	---

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	12,03	0,80	12,03	(A.G.I.)	0,33
Strato 2	3,84	7,40	3,84	(A.G.I.)	0,35
Strato 3	24,42	13,20	24,42	(A.G.I.)	0,31
Strato 4	29,34	20,20	29,34	(A.G.I.)	0,3

Modulo di deformazione a taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm ²)
Strato 1	12,03	0,80	12,03	Ohsaki (Sabbie pulite)	673,54
Strato 2	3,84	7,40	3,84	Ohsaki (Sabbie pulite)	230,24
Strato 3	24,42	13,20	24,42	Ohsaki (Sabbie pulite)	1310,37
Strato 4	29,34	20,20	29,34	Ohsaki (Sabbie pulite)	1557,13

Velocità onde

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 1	12,03	0,80	12,03		190,76
Strato 2	3,84	7,40	3,84		107,78
Strato 3	24,42	13,20	24,42		271,79
Strato 4	29,34	20,20	29,34		297,92

Liquefazione

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Potenziale Liquefazione
Strato 1	12,03	0,80	12,03	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	0.04-0.10
Strato 2	3,84	7,40	3,84	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 3	24,42	13,20	24,42	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	0.04-0.10
Strato 4	29,34	20,20	29,34	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	0.10-0.35

Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 1	12,03	0,80	12,03	Navfac 1971-1982	2,53
Strato 2	3,84	7,40	3,84	Navfac 1971-1982	0,71
Strato 3	24,42	13,20	24,42	Navfac 1971-1982	4,78
Strato 4	29,34	20,20	29,34	Navfac 1971-1982	5,52

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato 1	12,03	0,80	12,03	Robertson 1983	24,06
Strato 2	3,84	7,40	3,84	Robertson 1983	7,68
Strato 3	24,42	13,20	24,42	Robertson 1983	48,84
Strato 4	29,34	20,20	29,34	Robertson 1983	58,68

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.2
Strumento utilizzato... DPH (Dynamic Probing Super Heavy)
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd

Committente :
 Cantiere :
 Località :

Data 30/01/2002

Scala 1:87

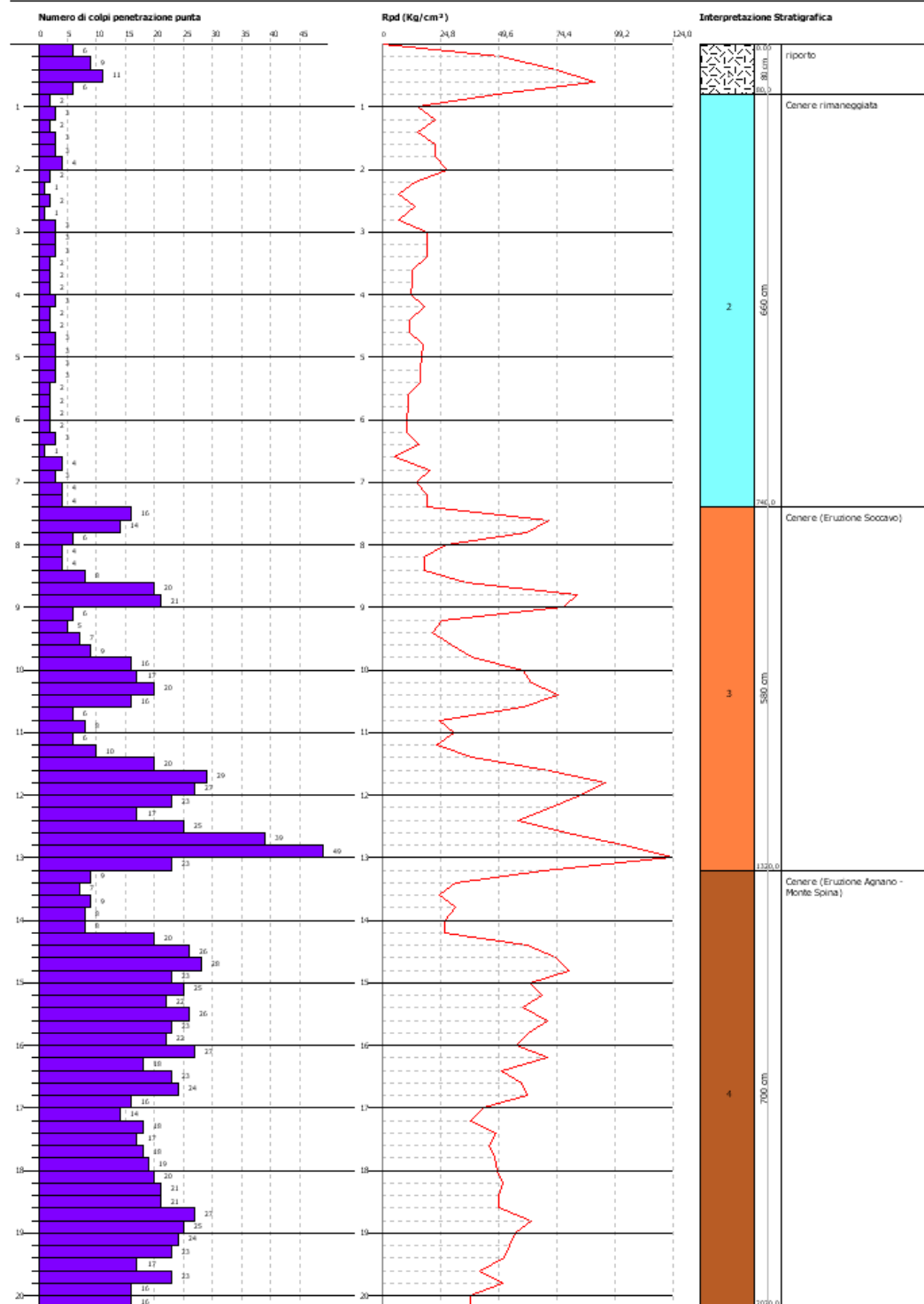


Grafico della prova

GeoGlobo s.r.l.

Sede Legale: Piazzale Gabriele d'Annunzio 16 – 80125 Napoli

Sede Operativa: Via Tribuni della Plebe, 17 – 80126 Napoli

P.IVA e C.F.: 08497951213 – Iscrizione alla CCIAA di Napoli - Cap. Soc. € 10.000,00

E-mail: amministrazione@geoglobosrl.it; geoglobosrl@gmail.com; info@eoglobosrl.it

I terreni intercettati ne corso della prova penetrometrica, DPSH 1/2021, sono da considerarsi incoerenti, come dimostra il confronto con i dati della campagna geognostica condotta dallo scrivente nel 2006. In ogni caso, in considerazione della frazione coesiva presente, per completezza, si riportano anche le tabelle, come se il sottosuolo fosse costituito da terreni coesivi.

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
Strato 1	12,03	0,80	Terzaghi-Peck	0,81
Strato 2	3,84	7,40	Terzaghi-Peck	0,24
Strato 3	24,42	13,20	Terzaghi-Peck	1,65
Strato 4	29,34	20,20	Terzaghi-Peck	1,98

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato 1	12,03	0,80	Robertson (1983)	24,06
Strato 2	3,84	7,40	Robertson (1983)	7,68
Strato 3	24,42	13,20	Robertson (1983)	48,84
Strato 4	29,34	20,20	Robertson (1983)	58,68

Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
Strato 1	12,03	0,80	Stroud e Butler (1975)	55,19
Strato 2	3,84	7,40	Stroud e Butler (1975)	17,62
Strato 3	24,42	13,20	Stroud e Butler (1975)	112,04
Strato 4	29,34	20,20	Stroud e Butler (1975)	134,61

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm ²)
Strato 1	12,03	0,80	Apollonia	120,30
Strato 2	3,84	7,40	Apollonia	38,40
Strato 3	24,42	13,20	Apollonia	244,20
Strato 4	29,34	20,20	Apollonia	293,40

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato 1	12,03	0,80	Classificaz. A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
Strato 2	3,84	7,40	Classificaz. A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
Strato 3	24,42	13,20	Classificaz. A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
Strato 4	29,34	20,20	Classificaz. A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 1	12,03	0,80	Meyerhof ed altri	2,02
Strato 2	3,84	7,40	Meyerhof ed altri	1,69
Strato 3	24,42	13,20	Meyerhof ed altri	2,11
Strato 4	29,34	20,20	Meyerhof ed altri	2,15

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 1	12,03	0,80	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	---
Strato 2	3,84	7,40	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	1,87
Strato 3	24,42	13,20	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	2,21
Strato 4	29,34	20,20	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	2,35

6.2 – Risultati dell'indagine di sismica passiva a stazione singola (HVSr)

L'elaborazione del segnale permette di definire una frequenza di picco f_0 pari a 1.44Hz , con un'ampiezza pari a 2.5. Il segnale elaborato risulta sostanzialmente piatto.

Di seguito si riportano le curve H/V Spectral Ratio dell'analisi effettuata ed i relativi grafici (Figg. 32 – 35 e la valutazione dei criteri del progetto Sesame (Tab. 2).

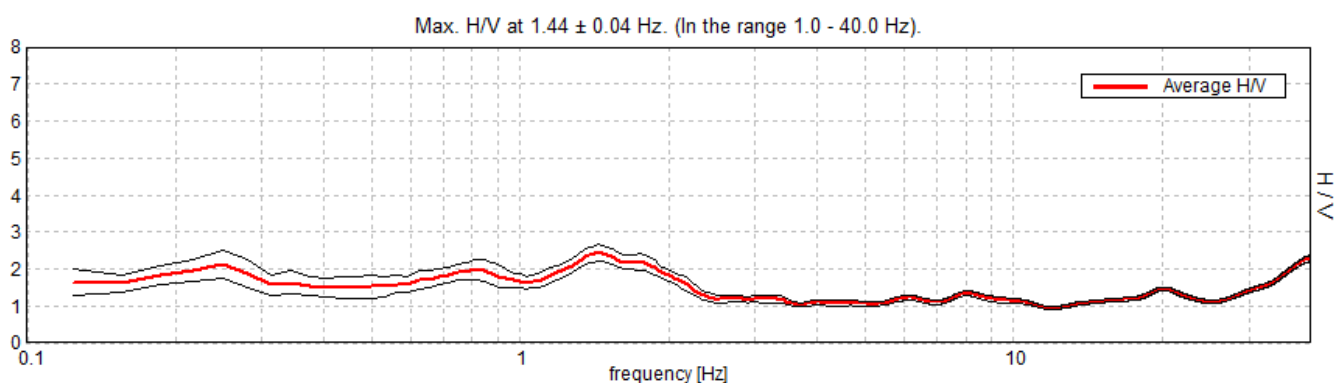


Fig. 32 – Andamento del rapporto H/V per il gruppo di registrazioni effettuate – HVSr n.1. Nel grafico la curva rossa rappresenta il rapporto H/V medio, mentre le curve nere, dette “curve di confidenza”, sono il risultato della moltiplicazione (curva superiore) e della divisione (curva inferiore) dei valori del rapporto H/V medio per la deviazione standard.

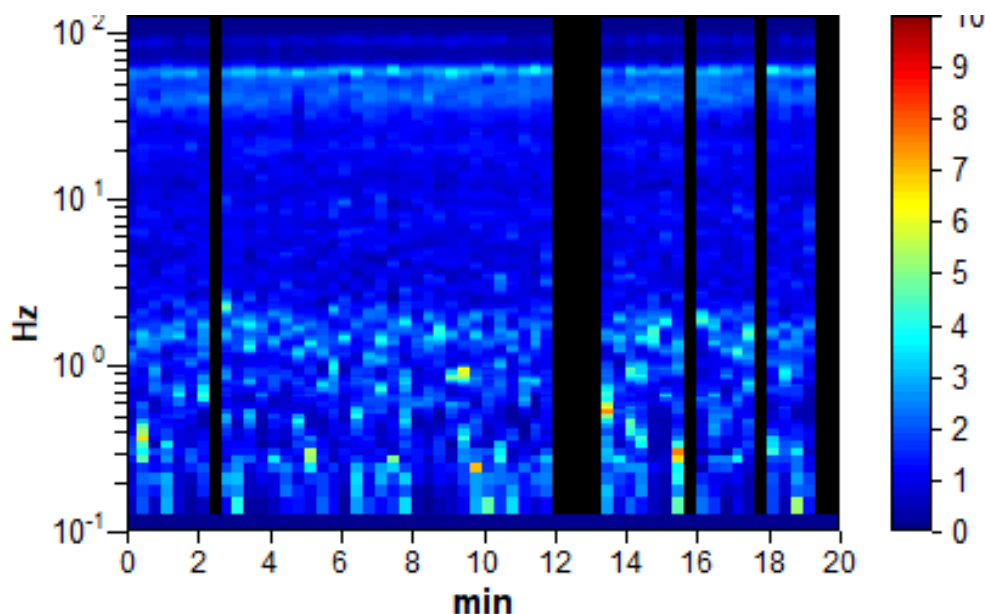


Fig. 33 – Grafico del segnale nella serie temporale H/V – HVSr n.1.

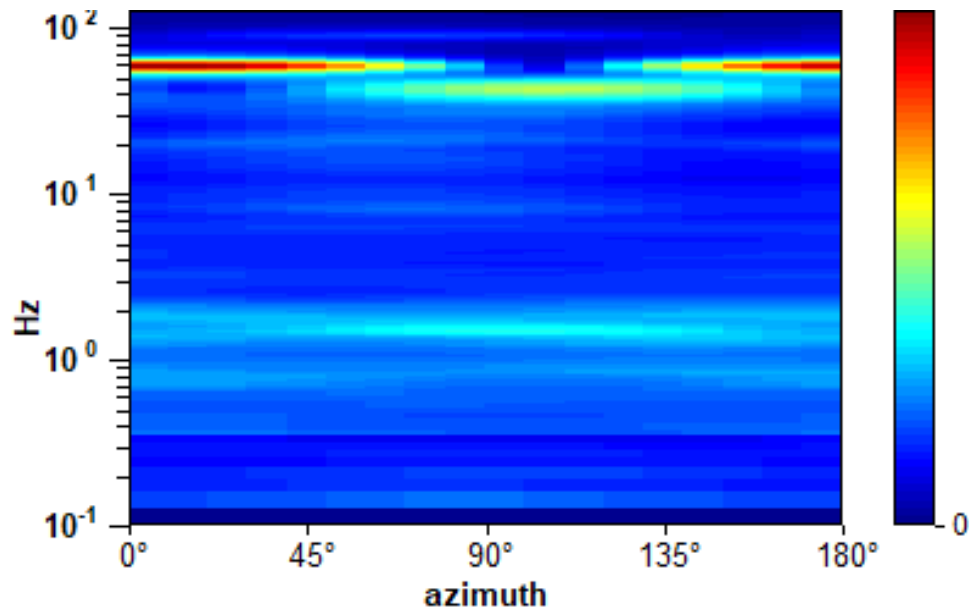


Fig. 34 – Grafico di direzionalità della curva HV – Il grafico mostra l'ampiezza del rapporto H/V per ogni 10° di rotazione.

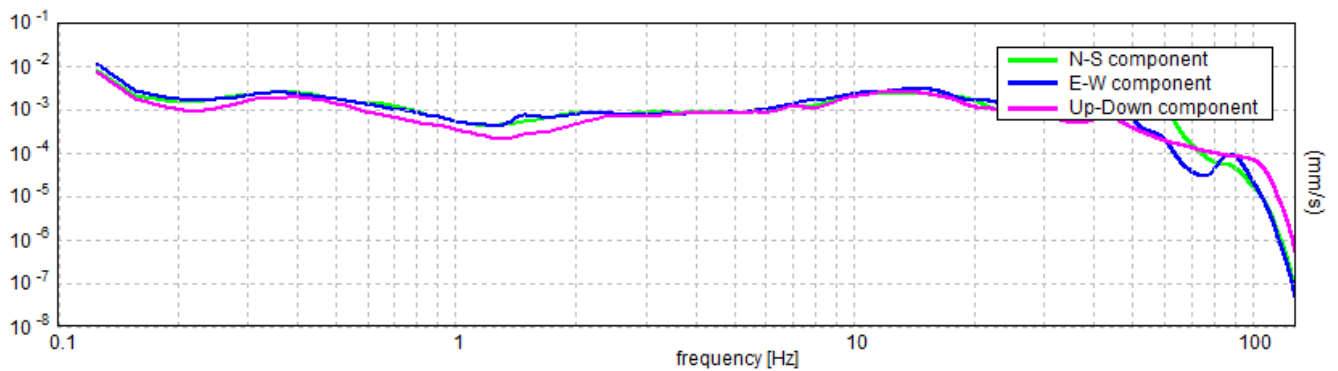


Fig. 35- Diagramma del Rapporto degli Spettri orizzontali (colori verde e blu) su verticale (colore viola).

Max. H/V at 1.44 ± 0.04 Hz (in the range 1.0 - 40.0 Hz).

Criteria for a reliable H/V curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	$1.44 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$1466.3 > 200$	OK	
$\square_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\square_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 70 times	OK	

Criteria for a clear H/V peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	2.438 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.44 > 2$	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \square_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.03089 < 0.05$	OK	
$\square_f < \square(f_0)$	$0.04441 < 0.14375$	OK	
$\square_A(f_0) < \square(f_0)$	$0.2249 < 1.78$	OK	

Tab. 2 - Criteri Sesame, 2004 per la valutazione dell'affidabilità statistica della curva HV e della chiarezza dei picchi di risonanza individuati.

La stima sismostratigrafia del sito è stata ricostruita a partire dai dati desunti dalla prova penetrometrica dinamica effettuata in situ.

Di seguito si riportano i valori di V_s per i sismostrati riscontrati nella prospezione sismica HVSR (Tab. 3).

Sismostrato	Profondità (m)	V_s (m/s)	Coefficiente di Poisson ν (-)
S1	0.0 – 5.0	200	0.42
S2	5.0 – 16.0	260	0.42
S3	16.0 – 49.0	320	0.42
S4	49.0 – inf.	550	0.42

Tab. 3 - Prospetto delle determinazioni dei valori di V_s per i sismostrati riscontrati nell'indagine sismica HVSR.

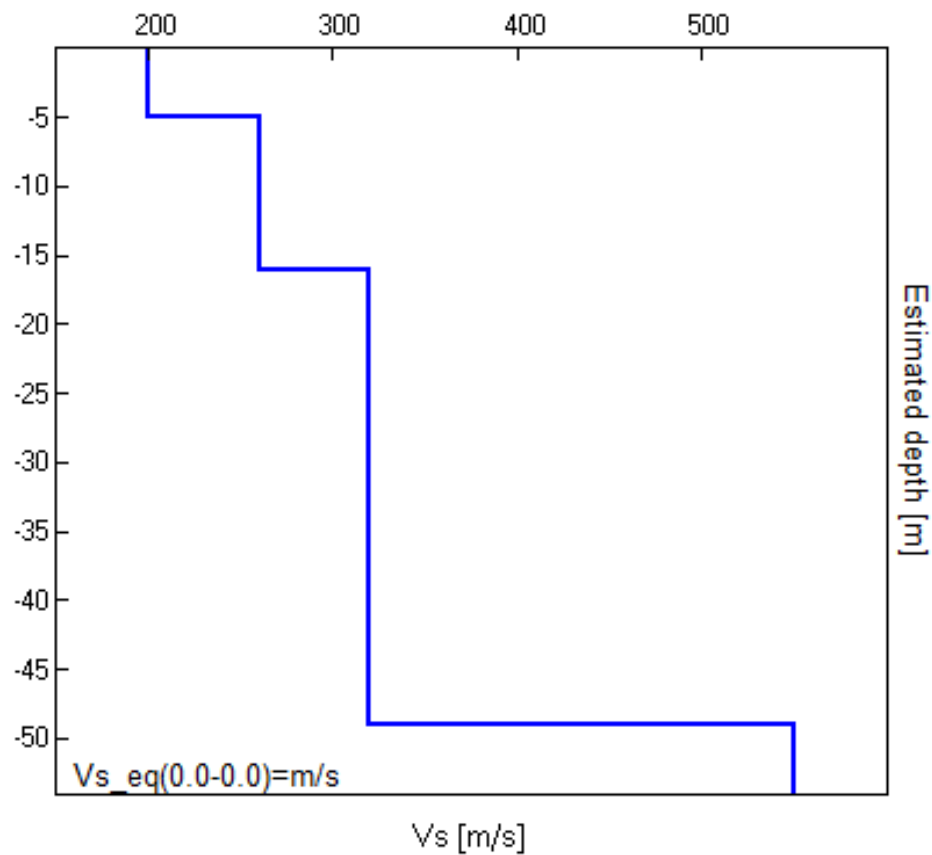


Fig. 36 – Modello stratigrafico e profilo Vs.

L'indagine di sismica passiva HVSR, in quanto non è stato raggiunto il bedrock sismico nei primi 30 metri di profondità dal p.c., ha fornito risultati che collocano i terreni oggetto d'indagine nella categoria C del D.M. 17 gennaio 2018 (Tabb. 4 – 6).

CATEGORIA	DESCRIZIONE
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> , caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D</i> , con profondità del substrato non superiore a 30m.

Tab. 4 – Categorie Sottosuoli di fondazione (D.M. 17 gennaio 2018).

Prospezione sismica	$V_{S\ 0-30}$ (m/s)	Categoria Sottosuoli di Fondazione (D.M. 17/01/2018)
HVSR n. 1	[270]	C

Tab. 5 – Categoria Sottosuolo di fondazione ottenuta dalla prospezione sismica MASW effettuata.

Categoria di sottosuolo di fondazione C = *Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti* con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.

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

Tab. 6 – Categorie topografiche (D.M. 17 gennaio 2018).

Categoria topografica T₁ = Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$.

6.3 – Risposta Sismica Locale

È noto da tempo che i danni che si manifestano durante un terremoto possono avere dimensioni molto diverse in località tra loro vicine a causa di una differente risposta sismica locale; ad esempio, per lo stesso sisma registrato da strumenti identici e a breve distanza reciproca, uno posto su di una coltre alluvionale di 200m di spessore, l'altro su rocce cristalline, fu rilevato un rapporto di ampiezza pari a 5 corrispondente a circa 2 unità della scala sismica delle intensità (Carrara et al., 1992). D'altra parte, lo stesso concetto di magnitudo tiene conto di ciò, legando la sua valutazione all'ampiezza del moto del sottosuolo normalizzata sia mediante una funzione di attenuazione con la distanza, sia mediante un coefficiente di stazione e quest'ultimo è legato, appunto, alla diversa risposta dei siti di registrazione ad uno stesso evento sismico.

Questo fenomeno fu notato per la prima volta un secolo fa quando, durante il tristemente noto terremoto di S. Francisco del 1906, edifici praticamente identici per forma, dimensioni e materiali impiegati, subirono danni sensibilmente diversi (alcuni edifici subirono crolli totali mentre altri subirono danni praticamente trascurabili).

È ormai assodato che le caratteristiche con cui si presenta un sisma in un dato sito sono fortemente dipendenti oltre che dalle caratteristiche della sorgente, dalle modalità di emissione dell'energia e dalla distanza ipocentrale, soprattutto da fattori di risposta locale che modificano la composizione spettrale del sisma.

In sostanza la risposta sismica locale è l'azione di filtro e d'amplificatore esercitata localmente dagli strati più superficiali del terreno sovrapposti ad un basamento roccioso; essa è l'insieme delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza che un moto sismico, relativo a una formazione rocciosa di base (substrato o bedrock), subisce attraversando gli strati di terreno sovrastanti (deposito di copertura) fino alla superficie.

Per una corretta valutazione della risposta sismica locale è quindi indispensabile calcolare gli spettri di risposta elastici delle componenti orizzontale e verticale delle azioni sismiche di progetto.

La valutazione della risposta sismica locale è stata effettuata secondo i dettami del recente D.M. del 17 gennaio 2018, tramite l'utilizzo del software sperimentale SPETTRI NTC 1.0.3 sviluppato a cura del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, ed utilizzando le risultanze della prospezione sismica HVSR precedentemente descritta.

Gli spettri di risposta ottenuti sono relativi allo Stato Limite di Esercizio SLD (Stato Limite di Danno) e allo Stato Limite Ultimo SLV (Stato Limite di Salvaguardia della Vita).

In un primo stadio è stata individuata la pericolosità del sito sulla base dei risultati del progetto S1 dell'INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia) (Tab. 7; Fig. 9).

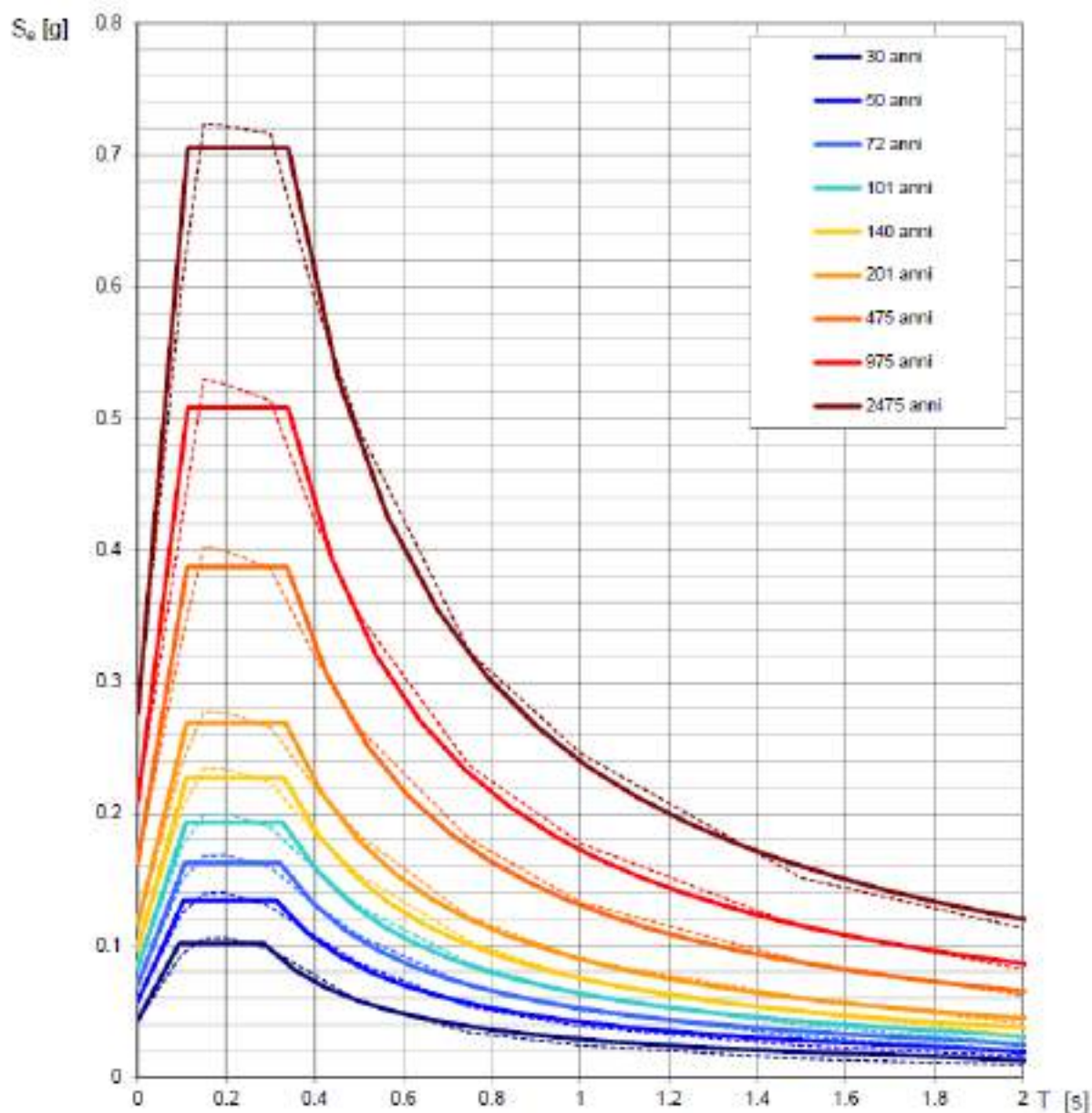
In un secondo momento sono stati calcolati gli spettri di risposta elastici relativi alla strategia di progettazione prescelta (Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 1$ – Classe d'uso della costruzione II) ed all'azione di progetto di riferimento (SLD e SLV) (Tabb. 8 – 11; Figg. 38 – 39).

Gli spettri di risposta elastici ottenuti sono rappresentativi delle componenti orizzontale e verticale delle azioni sismiche di progetto per la tipologia di sito (categoria di sottosuolo **C** – categoria topografica **T1**) individuata nell'area oggetto di indagine.

**SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICI PER PERIODI DI RITORNO DI RIFERIMENTO
PER CATEGORIA DI SOTTOSUOLO A
PUNTO DI COORDINATE LONG. 14.176185 – LAT. 40.864982 (IN GRADI DECIMALI)**

T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_C [s]
30	0.043	2.358	0.283
50	0.058	2.331	0.312
72	0.070	2.329	0.321
101	0.083	2.333	0.328
140	0.098	2.325	0.330
201	0.116	2.314	0.333
475	0.164	2.367	0.337
975	0.209	2.429	0.340
2475	0.276	2.556	0.340

Tab. 7 - Prospetto dei valori dei parametri a_g , F_0 , T_C per i periodi di ritorno T_R di riferimento. a_g = accelerazione orizzontale massima al sito; F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale; T_C = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.



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

Fig. 37 – Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno T_r di riferimento per categoria di sottosuolo A.

**SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICI PER CATEGORIA DI SOTTOSUOLO C
E PER CATEGORIA TOPOGRAFICA T1
PUNTO DI COORDINATE LONG. 14.176185 – LAT. 40.864982 (IN GRADI DECIMALI)**

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_g	0.058 g
F_g	2.331
T_B	0.313 s
S_B	1.500
C_B	1.541
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.500
η	1.000
T_B	0.161 s
T_C	0.482 s
T_D	1.831 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_B \cdot S_T$$

$$\eta = \sqrt{10 / (5 + b)} \geq 0.55; \eta = 1/q$$

$$T_B = T_C / 3$$

$$T_C = C_B \cdot T_B$$

$$T_D = 4.0 \cdot a_g / g + 1.6$$

Espressioni dello spettro di risposta

$$\begin{aligned}
 0 \leq T < T_B & \quad S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_g \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_g} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \\
 T_B \leq T < T_C & \quad S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_g \\
 T_C \leq T < T_D & \quad S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_g \left(\frac{T_C}{T} \right) \\
 T_D \leq T & \quad S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_g \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T} \right)
 \end{aligned}$$

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

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.087
$T_B \leftarrow$	0.161	0.202
$T_C \leftarrow$	0.482	0.202
	0.546	0.178
	0.610	0.159
	0.674	0.144
	0.738	0.132
	0.803	0.121
	0.867	0.112
	0.931	0.104
	0.995	0.098
	1.060	0.092
	1.124	0.088
	1.188	0.082
	1.253	0.078
	1.317	0.074
	1.381	0.070
	1.445	0.067
	1.510	0.064
	1.574	0.062
	1.638	0.059
	1.702	0.057
	1.767	0.055
$T_D \leftarrow$	1.831	0.053
	1.934	0.048
	2.037	0.043
	2.141	0.039
	2.244	0.035
	2.347	0.032
	2.451	0.030
	2.554	0.027
	2.657	0.025
	2.760	0.023
	2.864	0.022
	2.967	0.020
	3.070	0.019
	3.174	0.018
	3.277	0.017
	3.380	0.016
	3.484	0.015
	3.587	0.014
	3.690	0.013
	3.793	0.012
	3.897	0.012
	4.000	0.011

Tab. 8 – Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLD. Categ. sottosuolo C. Categ. topografica T1. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 1$ – Classe d'uso della costruzione II; smorzamento 5%, fattore di struttura $q = 1.5$.

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_w	0.019 g
S_a	1.000
S_T	1.000
q	1.500
T_B	0.050 s
T_C	0.150 s
T_D	1.000 s

Parametri dipendenti

F_a	0.756
S	1.000
η	0.667

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_a \cdot S_T$$

$$\eta = 1/q$$

$$F_a = 1.35 \cdot F_e \cdot \left(\frac{a_w}{g} \right)^{0.5}$$

Espressioni dello spettro di risposta

$$\begin{aligned}
 0 \leq T < T_B & \quad S_a(T) = a_1 \cdot S \cdot \eta \cdot F_a \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_a} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \\
 T_B \leq T < T_C & \quad S_a(T) = a_1 \cdot S \cdot \eta \cdot F_a \\
 T_C \leq T < T_D & \quad S_a(T) = a_1 \cdot S \cdot \eta \cdot F_a \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right) \\
 T_D \leq T & \quad S_a(T) = a_1 \cdot S \cdot \eta \cdot F_a \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)
 \end{aligned}$$

Punti dello spettro di risposta

T [s]	Se [g]
0.000	0.019
0.050	0.029
0.150	0.029
0.235	0.019
0.320	0.014
0.405	0.011
0.490	0.009
0.575	0.008
0.660	0.007
0.745	0.006
0.830	0.005
0.915	0.005
1.000	0.004
1.094	0.004
1.188	0.003
1.281	0.003
1.375	0.002
1.469	0.002
1.563	0.002
1.656	0.002
1.750	0.001
1.844	0.001
1.938	0.001
2.031	0.001
2.125	0.001
2.219	0.001
2.313	0.001
2.406	0.001
2.500	0.001
2.594	0.001
2.688	0.001
2.781	0.001
2.875	0.001
2.969	0.000
3.063	0.000
3.156	0.000
3.250	0.000
3.344	0.000
3.438	0.000
3.531	0.000
3.625	0.000
3.719	0.000
3.813	0.000
3.906	0.000
4.000	0.000

Tab. 9 – Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite SLD. Categ. sottosuolo C. Categ. topografica T1. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 1$ – Classe d'uso della costruzione II; smorzamento 5%, fattore di struttura $q = 1.5$.

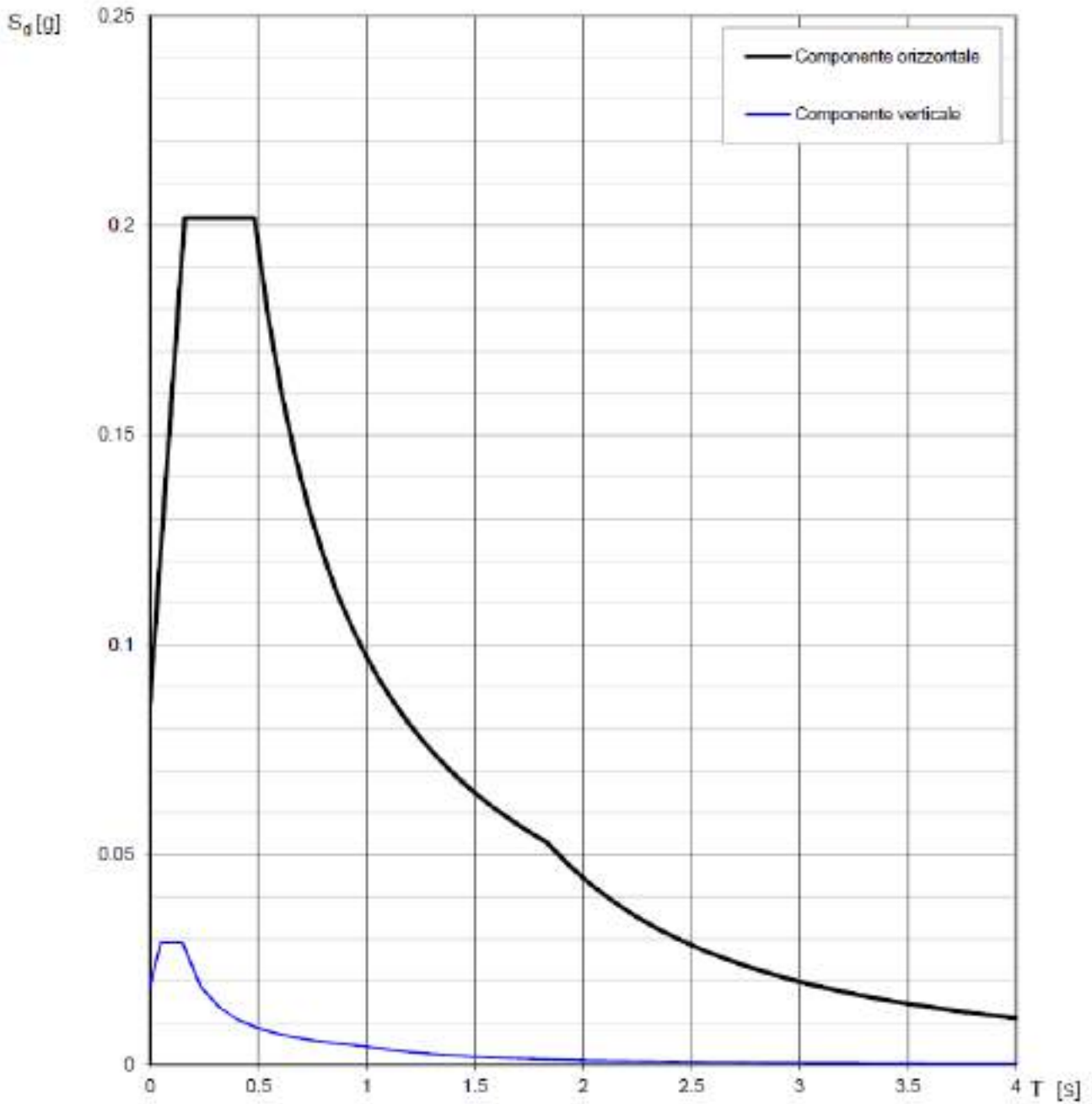


Fig. 38 – Spettri di risposta elastici (componenti orizzontale e verticale) per lo stato limite SLD – Categ. sottosuolo C. Categ. topografica T1. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 1$ – Classe d'uso della costruzione II; smorzamento 5%, fattore di struttura $q = 1.5$.

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_1	0.184 g
F_a	2.367
T_a	0.337 s
S_s	1.468
C_c	1.503
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.468
η	1.000
T_B	0.169 s
T_C	0.507 s
T_D	2.254 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_s \cdot S_T$$

$$\eta = \sqrt{10 \cdot (5 + \xi)} \geq 0.55; \eta = 1/q$$

$$T_B = T_C / 3$$

$$T_C = C_c \cdot T_a$$

$$T_D = 4.0 \cdot a_g / g + 1.6$$

Espressioni dello spettro di risposta

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

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

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

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

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

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.240
$T_B \leftarrow$	0.169	0.588
$T_C \leftarrow$	0.507	0.588
	0.580	0.488
	0.673	0.428
	0.757	0.381
	0.840	0.343
	0.923	0.312
	1.008	0.286
	1.089	0.264
	1.173	0.246
	1.256	0.229
	1.339	0.215
	1.422	0.202
	1.505	0.191
	1.589	0.181
	1.672	0.172
	1.755	0.164
	1.838	0.157
	1.921	0.150
	2.005	0.144
	2.088	0.138
	2.171	0.133
$T_D \leftarrow$	2.254	0.128
	2.337	0.119
	2.420	0.111
	2.504	0.104
	2.587	0.097
	2.670	0.091
	2.753	0.086
	2.836	0.081
	2.919	0.076
	3.002	0.072
	3.085	0.068
	3.169	0.065
	3.252	0.061
	3.335	0.058
	3.418	0.056
	3.501	0.053
	3.584	0.051
	3.667	0.048
	3.751	0.046
	3.834	0.044
	3.917	0.042
	4.000	0.041

Tab. 10 – Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLV. Categ. sottosuolo C. Categ. topografica T1. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 1$ – Classe d'uso della costruzione II; smorzamento 5%, fattore di struttura $q = 1.5$.

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_{S_1}	0.089 g
S_s	1.000
S_T	1.000
q	1.500
T_B	0.050 s
T_C	0.150 s
T_D	1.000 s

Parametri dipendenti

F_v	1.292
S	1.000
η	0.667

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_s \cdot S_T$$

$$\eta = 1/q$$

$$F_v = 1.35 \cdot E_s \left(\frac{a_s}{g} \right)^{0.3}$$

Espressioni dello spettro di risposta

$$\begin{aligned} 0 \leq T < T_B & \quad S_s(T) = a_s \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_v} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \\ T_B \leq T < T_C & \quad S_s(T) = a_s \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \\ T_C \leq T < T_D & \quad S_s(T) = a_s \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right) \\ T_D \leq T & \quad S_s(T) = a_s \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right) \end{aligned}$$

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.089
$T_B \leftarrow$	0.050	0.141
$T_C \leftarrow$	0.150	0.141
	0.235	0.090
	0.320	0.066
	0.405	0.052
	0.490	0.043
	0.575	0.037
	0.660	0.032
	0.745	0.028
	0.830	0.025
	0.915	0.023
$T_D \leftarrow$	1.000	0.021
	1.094	0.018
	1.188	0.015
	1.281	0.013
	1.375	0.011
	1.469	0.010
	1.563	0.009
	1.656	0.008
	1.750	0.007
	1.844	0.006
	1.938	0.006
	2.031	0.005
	2.125	0.005
	2.219	0.004
	2.313	0.004
	2.406	0.004
	2.500	0.003
	2.594	0.003
	2.688	0.003
	2.781	0.003
	2.875	0.003
	2.969	0.002
	3.063	0.002
	3.156	0.002
	3.250	0.002
	3.344	0.002
	3.438	0.002
	3.531	0.002
	3.625	0.002
	3.719	0.002
	3.813	0.001
	3.906	0.001
	4.000	0.001

Tab. 11 – Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite SLV. Categ. sottosuolo C. Categ. topografica T1. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 1$ – Classe d'uso della costruzione II; smorzamento 5%, fattore di struttura $q = 1.5$.

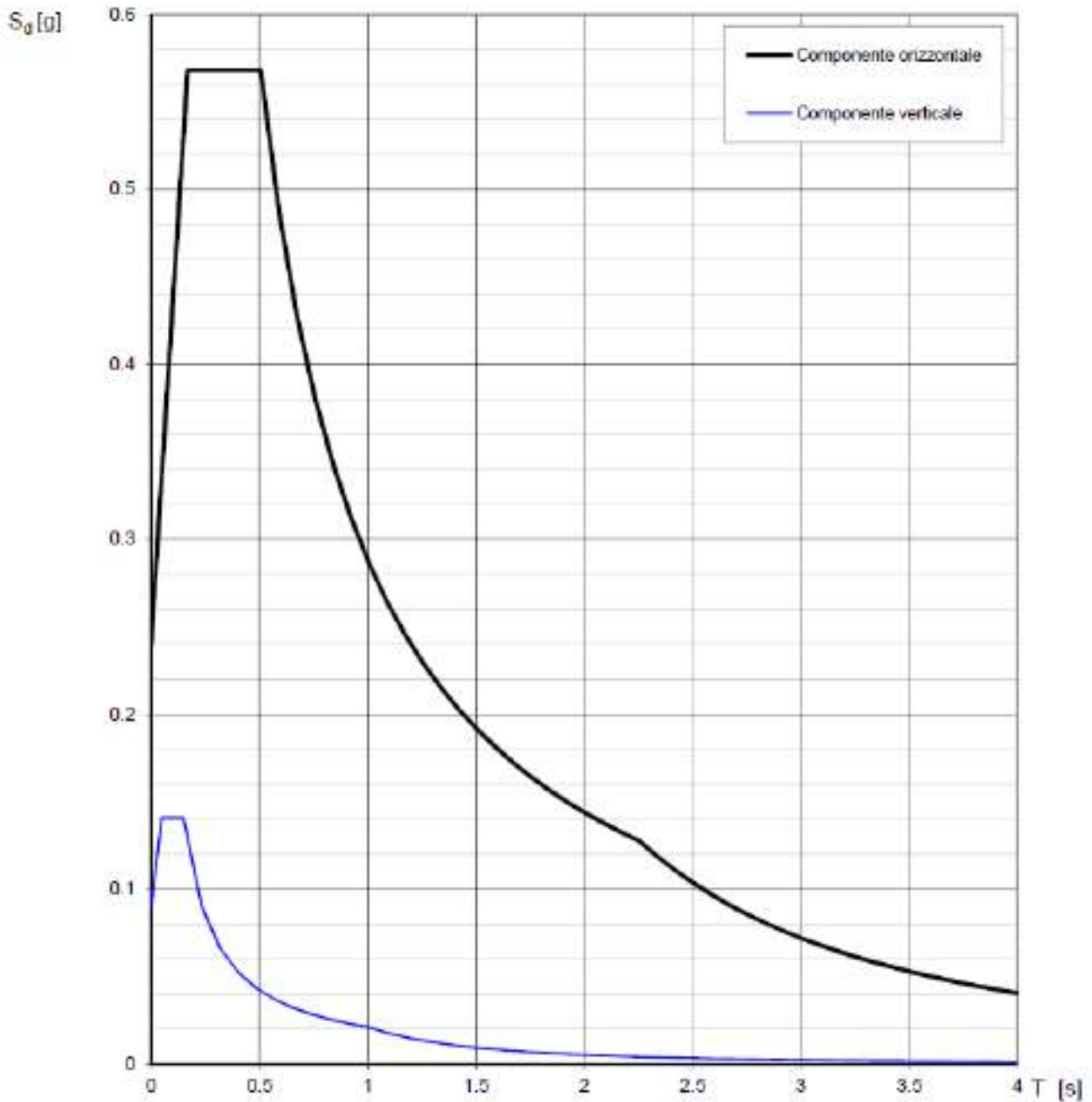


Fig. 39 – Spettri di risposta elastici (componenti orizzontale e verticale) per lo stato limite SLV – Categ. sottosuolo C. Categ. topografica T1. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 1$ – Classe d'uso della costruzione II; smorzamento 5%, fattore di struttura $q = 1.5$.

6.2.1 – CONCLUSIONI relative alla Risposta Sismica Locale

Il territorio comunale di Napoli (NA), a seguito della riclassificazione sismica del 2002 effettuata dalla Regione Campania, è classificato in II categoria - $S=9$ - $a_g=0.25g$ (Fig. 12).

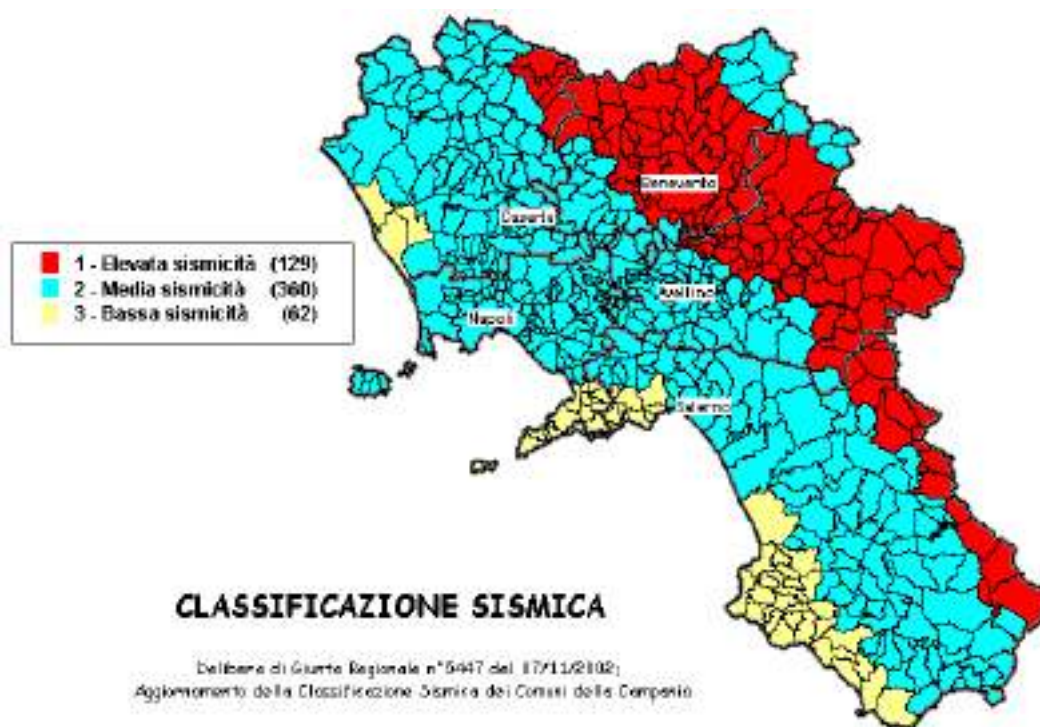


Fig. 40 – Classificazione sismica del 2002 dei comuni della regione Campania. Zona 1, valore di $a_g=0.35g$; Zona 2, valore di $a_g=0.25g$; Zona 3, valore di $a_g=0.15g$.

La mappa del territorio nazionale per la pericolosità sismica (Fig. 41), disponibile on-line sul sito dell'INGV di Milano, indica che il territorio comunale di Napoli (NA) rientra nelle celle contraddistinte da valori di a_g di riferimento compresi tra 0.150 e 0.175 (punti della griglia riferiti a: parametro dello scuotimento a_g ; probabilità in 50 anni 10%; percentile 50).

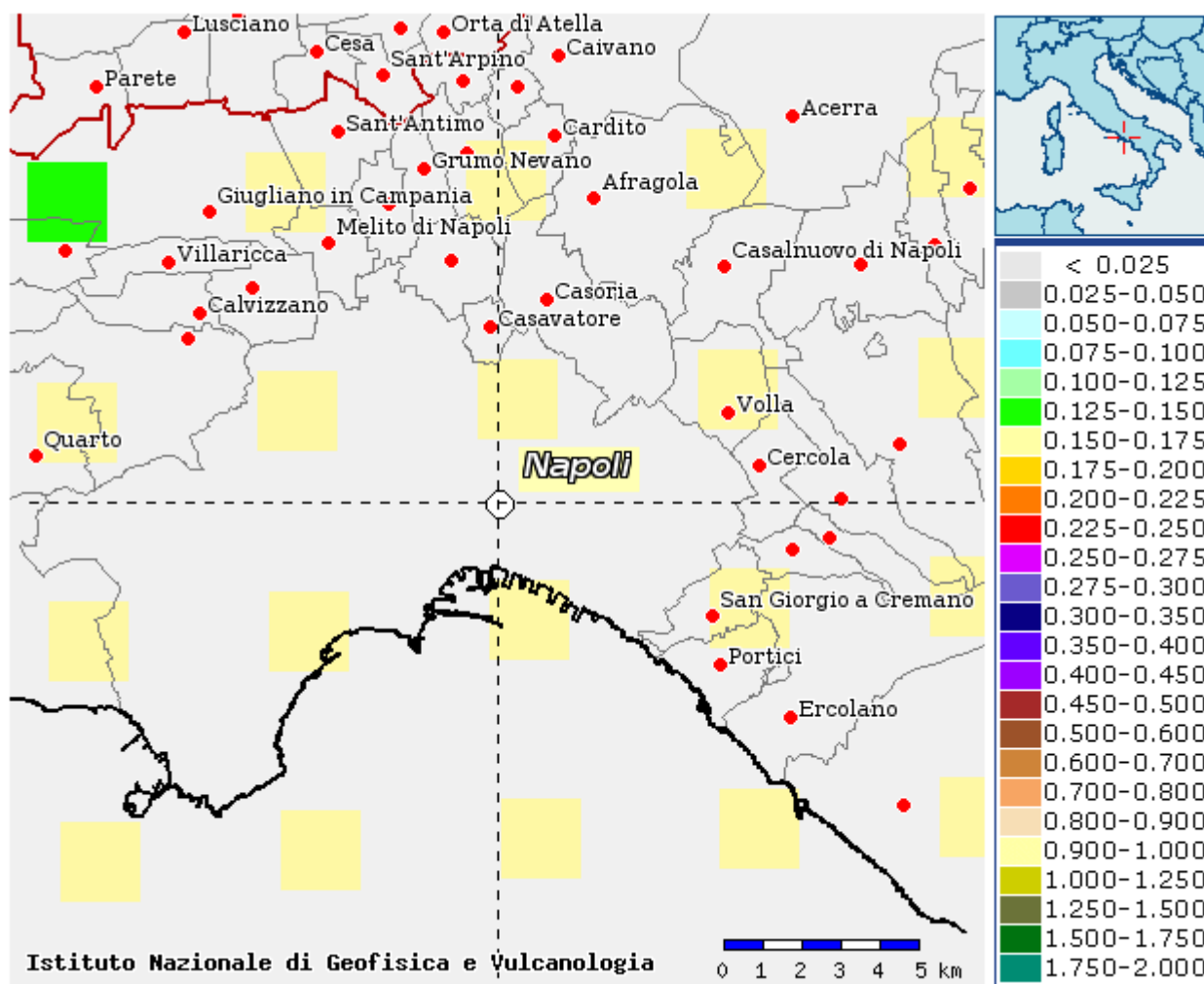


Fig. 41 – Mappa di pericolosità sismica redatta a cura dell'INGV di Milano - Punti della griglia riferiti a: parametro dello scuotimento a_g ; probabilità in 50 anni 10%; percentile 50.

L'indagine di sismica passiva HVSR effettuata ha permesso di individuare la seguente frequenza di picco (Tab. 12):

Prospezione sismica	f_o (Hz)
HVSR n. 1	$[1.44 \pm 0.04\text{Hz}]$

Tab. 12 – Valore di f_o calcolato, relativo alla prospezione sismica HVSR effettuata.

Si consiglia pertanto di tenere in considerazione che i manufatti con frequenze proprie di oscillazione coincidenti con le frequenze di oscillazione dei terreni di interesse progettuale sono soggetti a fenomeni di risonanza e, quindi, effetti amplificativi delle sollecitazioni strutturali.

Inoltre, la stessa indagine ha consentito di valutare la categoria di sottosuolo del sito, che risulta posto nella categoria **C**.

Proprio in funzione della categoria di sottosuolo **C** e della categoria topografica **T1** sono stati ricavati tutti i parametri d'interesse ingegneristico, quali gli spettri di risposta elastici.

Il calcolo degli spettri di risposta elastici è stato effettuato con la seguente strategia di progettazione:

- Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni;
- Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 1$ – Classe d'uso della costruzione II.

Il computo ha fornito valori massimi di a_g (accelerazione orizzontale massima al sottosuolo) e S_e [g] (accelerazione orizzontale corrispondente ai periodi compresi tra T_B e T_C) (Tabb. 8 – 10 – 13), relativamente agli stati limite SLD (Stato Limite di Danno) e SLV (Stato Limite di salvaguardia della Vita) pari a:

a_g SLD	a_g SLV	S_e [g] SLD	S_e [g] SLV
[0.058]	[0.164]	[0.202]	[0.568]

Tab. 13 – Valori massimi di a_g e S_e [g] relativamente agli stati limite SLD e SLV – componenti orizzontali degli spettri di risposta elastici. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 1$ – Classe d'uso della costruzione II; smorzamento 5%, fattore di struttura $q = 1.5$.

7 – CAMPAGNA DI INDAGINE DEL 2006 - RISULTATI

Durante una campagna di indagini condotta dallo scrivente nel 2006, per conto di un'altra società, nelle immediate vicinanze del sito investigato, sono state realizzate 2 prove penetrometriche dinamiche pesanti continue (DPSH) e un sondaggio geognostico.

All'interno del foro di sondaggio sono stati prelevati due campioni indisturbati, successivamente sottoposti a prove di laboratorio.

Il sondaggio geognostico e la prova DPSH denominata "A", realizzata nelle immediate vicinanze del sondaggio, sono stati spinti fino alla profondità di 20 m dal p.c.

La prova DPSH denominata "B", è stata spinta fino a 12 m dal p.c.

Nella figura 13, di seguito riproposta, è riportata l'ubicazione delle indagini svolte nel 2006 e di quelle attuali de 2021.



Figura 13: L'area interessata dalle indagini

7.1 – Sondaggio

Nel sondaggio "Sond. 2006", è stato realizzato un prescavo fino alla profondità di 1.50 m dal p.c., al fine di individuare, ed evitare, eventuali sottoservizi presenti.

Immediatamente al di sotto del prescavo sono state intercettate delle ceneri rimaneggiate, per uno spessore di 6.40 m, seguiti da 20 cm di scorie e pomici, riferibili all'eruzione di "Minopoli 2" (10.3/9.5 ky b.p.).

Al di sotto, sono stati intercettati i prodotti riferibili alle ceneri attribuibili all'eruzione di "Soccavo" (10.3/9.5 ky b.p.), per uno spessore pari a 10.20 m. Dopo un paleosuolo di circa 20 cm,

GeoGlobo s.r.l.

Sede Legale: Piazzale Gabriele d'Annunzio 16 – 80125 Napoli

Sede Operativa: Via Tribuni della Plebe, 17 – 80126 Napoli

P.IVA e C.F.: 08497951213 – Iscrizione alla CCIAA di Napoli - Cap. Soc. € 10.000,00

[E-mail: amministrazione@geoglobosrl.it; geoglobosrl@gmail.com; info@eoglobosrl.it](mailto:amministrazione@geoglobosrl.it)

alla profondità di 17.40 m dal p.c., sono state intercettate le pomici e scorie attribuibili all'eruzione di "Agnano Montespina" (4.1 ky b.p.).

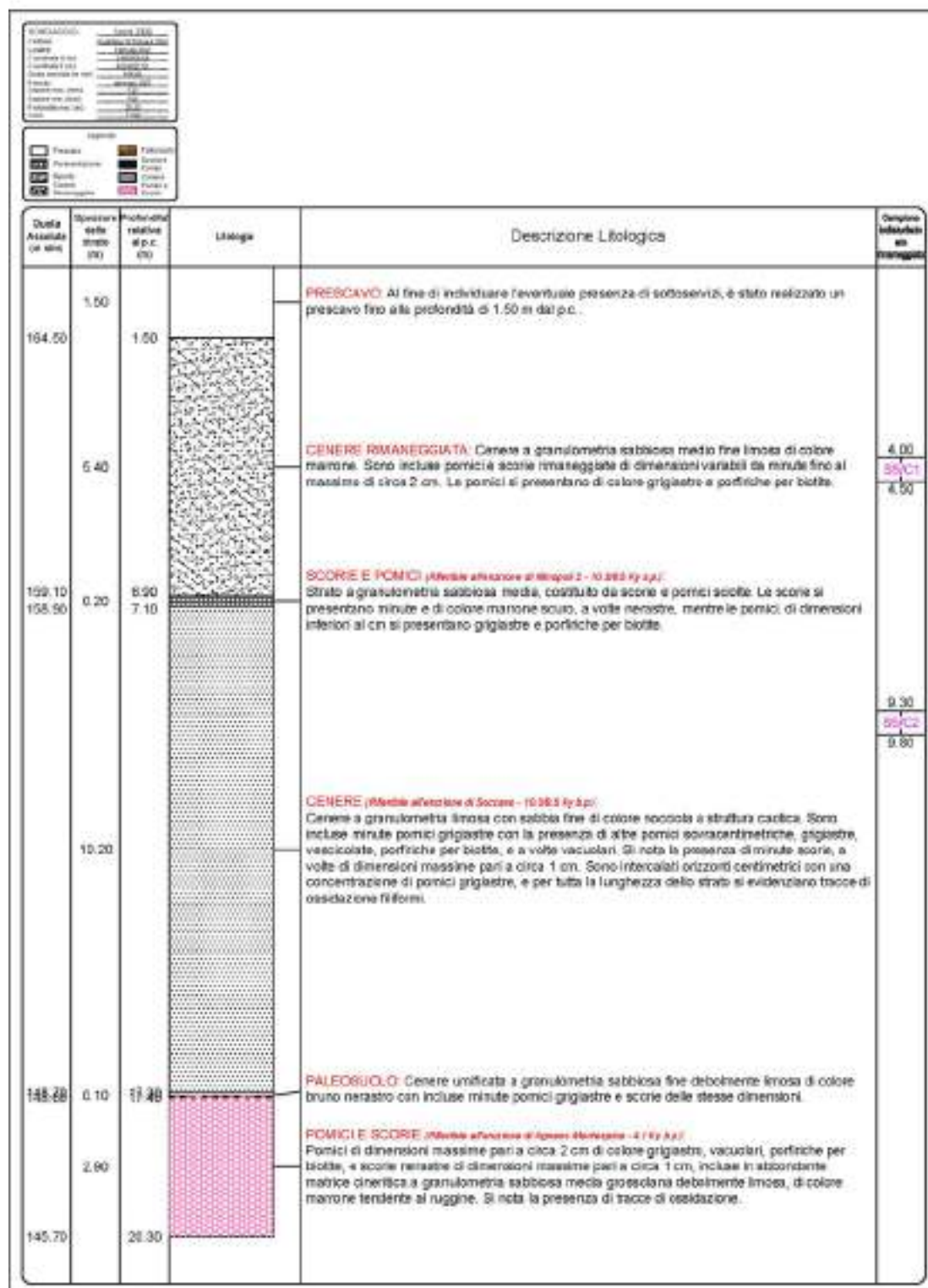


Figura 42: La colonna stratigrafica del Sond. 2006

7.2 – Prove di Laboratorio

I campioni indisturbati, prelevati in sito nel sondaggio del 2006, sono stati analizzati, al fine di determinare le caratteristiche fisiche e meccaniche dei litotipi costituenti il sottosuolo lungo la verticale investigata.

In particolare, si è proceduto alle seguenti determinazioni:

- caratteristiche generali: contenuto d'acqua (W), peso specifico dei granuli (G), peso di volume naturale (γ_n), tramite i quali si ricavano peso di volume secco (γ_d), grado di saturazione (Sr), indice dei vuoti (e), porosità (n)
- curva granulometrica mediante analisi granulometrica per setacciatura e/o sedimentazione
- Φ (angolo di attrito interno) e C (coesione) mediante prova di taglio diretto CD

Nella tabella 14, riepilogativa delle prove effettuate per ogni campione prelevato e dei valori ottenuti.

Tabella 14: “Riepilogo delle prove di laboratorio relative al sondaggio S5

Sigla campione	S5/C1	S5/C2
Profondità prelievo (m)	4.00/4.50	9.30/9.80
Peso volume naturale γ_n (KN/m ³)	14.35	13.32
Peso volume del secco γ_d (KN/m ³)	11.65	10.64
Contenuto d'acqua W (%)	23.28	25.19
Peso volume dei granuli G (-)	2.67	2.60
Porosità n (%)	56.39	59.07
Indice dei vuoti e (-)	1.30	1.45
Grado di saturazione S_r (%)	47.64	45.43
Classe granulometrica	Sabbia limosa ghiaiosa	Limo con sabbia
Taglio diretto		
Angolo di attrito di picco (°)	30	29
Coesione di picco kPa	0	3

7.3 – Prove DPSH

Nel corso delle indagini svolte nel 2006, sono state realizzate due prove DPSH (fig. 43). La prova denominata “A” è stata spinta fino alla profondità di 20 m ed eseguita a ridosso del foro di sondaggio, al fine di caratterizzare, in continuo, il sottosuolo investigato, dal punto di vista geomeccanico (fig. 44).

La Prova denominata “B”, è stata spinta fino alla profondità di circa 12 m dal p.c. e realizzata tra il sondaggio e la posizione delle indagini svolte nella campagna attuale del 2011.

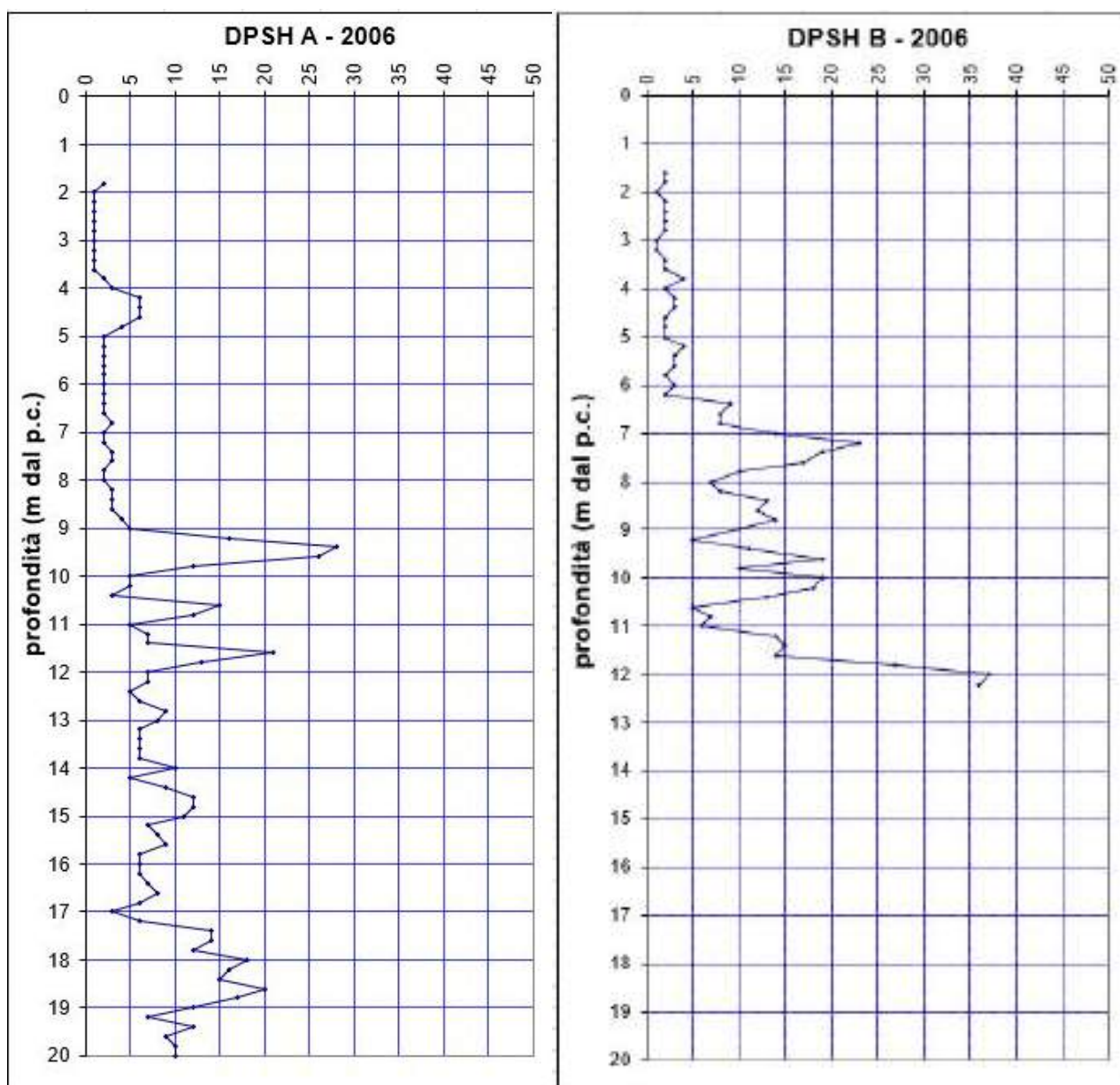


Figura 43: I grafici delle due prove DPSH del 2006, a confronto

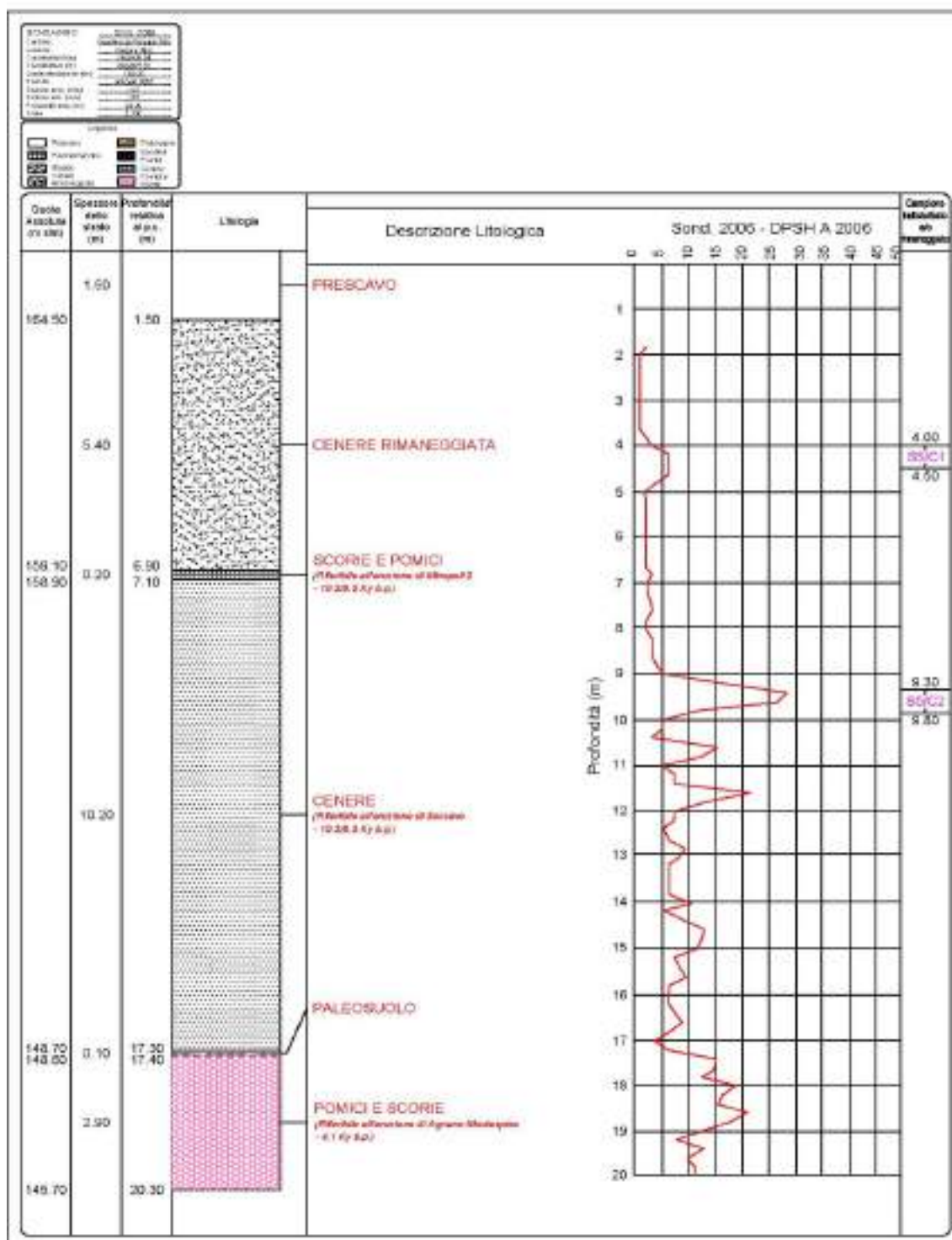


Figura 44: La colonna stratigrafica del Sond. 2006, con a fianco, l'andamento generico della prova DPSH A

GeoGlobo s.r.l.

Sede Legale: Piazzale Gabriele d'Annunzio 16 – 80125 Napoli

Sede Operativa: Via Tribuni della Plebe, 17 – 80126 Napoli

P.IVA e C.F.: 08497951213 – Iscrizione alla CCIAA di Napoli - Cap. Soc. € 10.000,00

E-mail: amministrazione@geoglobosrl.it; geoglobosrl@gmail.com; info@eoglobosrl.it

Le due prove penetrometriche sono state messe a confronto, determinando un'unica curva rappresentativa (fig. 45), determinando le discretizzazioni in aree omogenee, sono riportate di seguito

Dall'analisi di questo grafico, dalle risultanze del sondaggio, e dal confronto con i dati di laboratorio, è stato possibile individuare, nell'ambito dei 20 m di profondità investigati, cinque orizzonti a differente comportamento geomeccanico, i cui parametri sono riportati nella tabella 15, di seguito esposta.

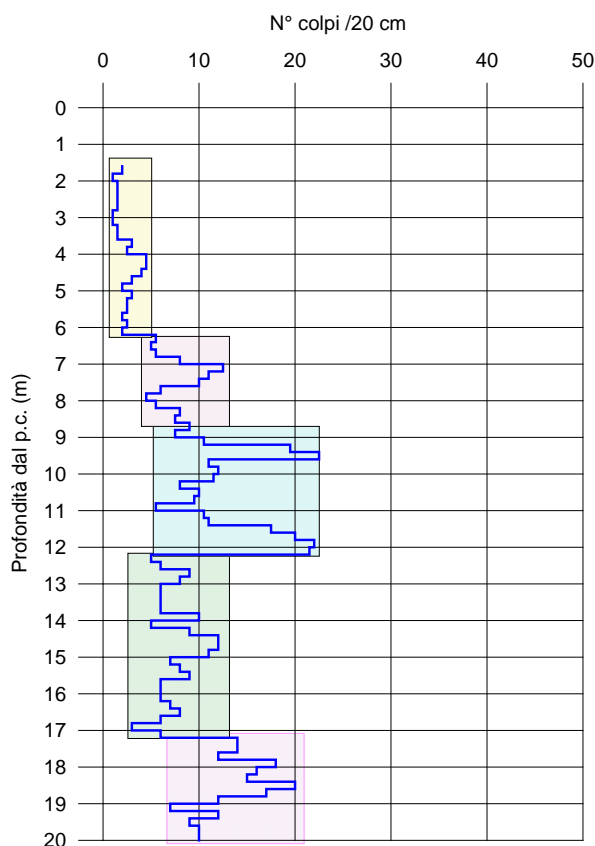


Figura 45: Curva rappresentativa del sito

Tabella 15: Parametri geomeccanici generali rappresentativi del sottosuolo relativo al sondaggio Sond. 2006

Macrostrato	prof. dal p.c. (m)	Tipologia litologica	Parametri rappresentativi		
			Φ (°)	Dr (%)	Coesione (Kpa)
1	1.60 / 6.20	Terreni assimilabili a ceneri rimaneggiate	24	43	0
2	6.40 / 9.20	Terreni appartenenti a ceneri rimaneggiate, alle eruzioni di "Monopoli 2" e di "Soccavo", facenti riferimento alla Serie Urbana Recente.	26	57	3
3	9.40 / 12.20	Terreni appartenenti all'eruzione di "Soccavo", facente riferimento alla Serie Urbana Recente.	30	67	3
4	12.40 / 17.20	Terreni appartenenti all'eruzione di "Soccavo", facente riferimento alla Serie Urbana Recente.	28	50	3
5	17.20 / 20.00	Terreni appartenenti o assimilabili ad un sottile paleosuolo e all'eruzione di "Agnano Montespina" facente riferimento alla Serie Urbana Recente.	31	63	3

8 – CONFRONTO DEI RISULTATI TRA LA CAMPAGNA DI INDAGINE DEL 2021 E QUELLA DEL 2006

I dati tra le due campagne di indagini sono stati messi a confronto, posizionando l'andamento generico delle tre prove DPSH disponibili, tra di loro (fig. 46) e lungo lo sviluppo stratigrafico del sondaggio (fig. 47 - in rosso la prova penetrometrica realizzata nel 2021).

Dal confronto, si evince una corrispondenza della risposta del sottosuolo, a meno di alcuni orizzonti che si differenziano, presumibilmente per alcune variazioni locali, nell'ambito della stessa litologia, dal momento che le tre prove penetrometriche sono state realizzate in tre posizioni differenti, come si evince dalla planimetria con le ubicazioni delle indagini.

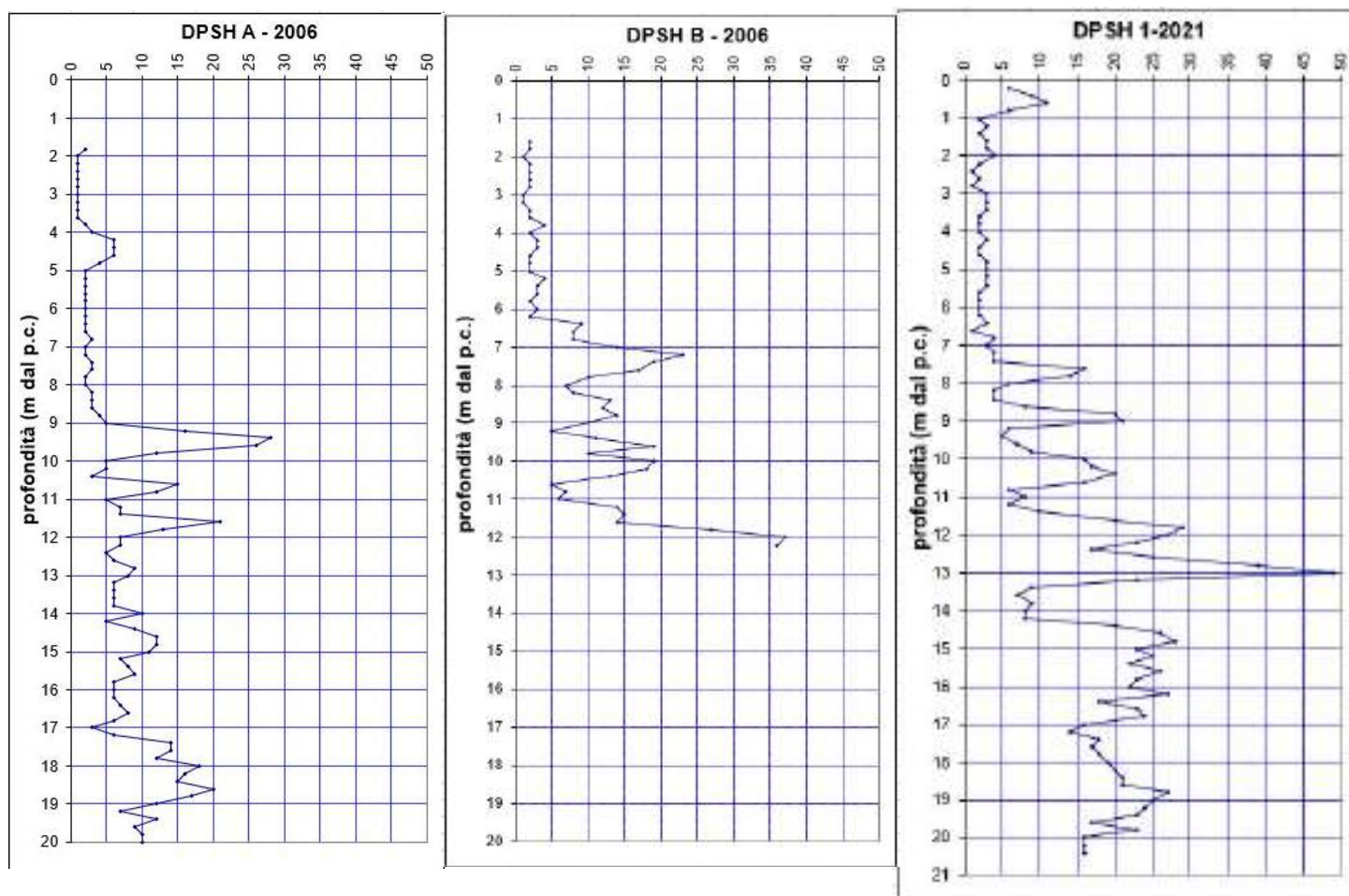


Figura 46: I grafici delle tre prove DPSH a confronto

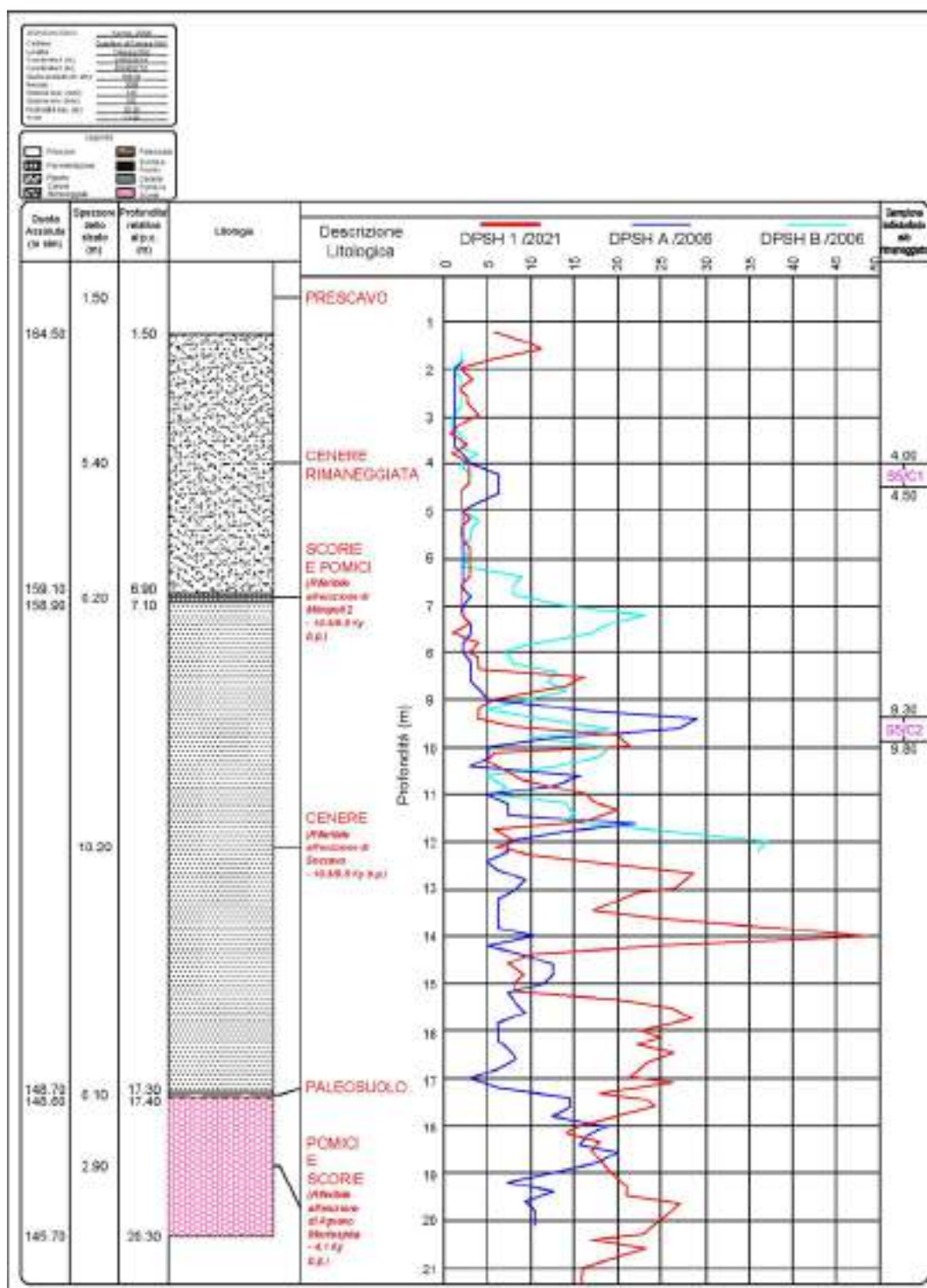


Figura 47: I grafici delle tre prove DPSH a confronto con la colonna stratigrafica

GeoGlobo s.r.l.

Sede Legale: Piazzale Gabriele d'Annunzio 16 – 80125 Napoli

Sede Operativa: Via Tribuni della Plebe, 17 – 80126 Napoli

P.IVA e C.F.: 08497951213 – Iscrizione alla CCIAA di Napoli - Cap. Soc. € 10.000,00

E-mail: amministrazione@geoglobosrl.it; geoglobosrl@gmail.com; info@eoglobosrl.it

Successivamente sono stati messi a confronto i parametri geotecnici, calcolati per le indagini del 2006, desunti dalle prove di laboratorio realizzate sui due campioni indisturbati prelevati (tabella 15) e, per quelli del 2021, riportati nella tabella 16, calcolati attraverso il programma Geostru.

*Tabella 15: Parametri geomeccanici generali rappresentativi del sottosuolo relativo al sondaggio **Sond. 2006***

Macrostrato	prof. dal p.c. (m)	Tipologia litologica	Parametri rappresentativi		
			ϕ (°)	Dr (%)	Coesione (Kpa)
1	1.60 / 6.20	Terreni assimilabili a ceneri rimaneggiate	24	43	0
2	6.40 / 9.20	Terreni appartenenti a ceneri rimaneggiate, alle eruzioni di "Monopoli 2" e di "Soccavo", facenti riferimento alla Serie Urbana Recente.	26	57	3
3	9.40 / 12.20	Terreni appartenenti all'eruzione di "Soccavo", facente riferimento alla Serie Urbana Recente.	30	67	3
4	12.40 / 17.20	Terreni appartenenti all'eruzione di "Soccavo", facente riferimento alla Serie Urbana Recente.	28	50	3
5	17.20 / 20.00	Terreni appartenenti o assimilabili ad un sottile paleosuolo e all'eruzione di "Agnano Montespina" facente riferimento alla Serie Urbana Recente.	31	63	3

*Tabella 16: Parametri geomeccanici generali rappresentativi del sottosuolo relativi alla **DPSH 1 del 2021***

Macrostrato	prof. dal p.c. (m)	Tipologia litologica	Parametri rappresentativi		
			ϕ (°)	Dr (%)	Coesione (Kpa)
1	0,00 / 0,80	Terreni di riporto	31	83	0
2	0,80 / 7,40	Terreni assimilabili a ceneri rimaneggiate	29	36	0
3	7.40 / 13.20	Terreni appartenenti all'eruzione di "Soccavo", facente riferimento alla Serie Urbana Recente.	35	67	10
4	13.20 / 20,20	Terreni appartenenti all'eruzione di "Soccavo" o assimilabili ad un sottile paleosuolo e all'eruzione di "Agnano Montespina" facente riferimento alla Serie Urbana Recente.	36	59	10/0

Come si può notare dal confronto dei grafici delle tre DPSH, il tracciato della DPSH 1 del 2021, ripercorre lo stesso andamento di quello della DPSH A del 2006, con valori di NSPT più alti, dai 6 m circa, in poi.

Ciò potrebbe essere giustificativo dell'angolo di attrito più alto rilevato attraverso il programma Geostru, nell'orizzonte compreso tra 7.40/13.20 della DPSH 1 del 2021, comparabile con lo strato 2 della DPSH A del 2006 da 9.40/15.20. Stesso discorso valido per il quarto strato compreso tra 13.20/20.20 della DPSH 1 del 2021 ed il quinto strato della DPSH A del 2006 da 17.20/20.00.

Volendo trarre da questo confronto una parametrizzazione complessiva delle due campagne di indagini, riferita alla stratificazione attuale, individuata attraverso la DPSH 1 del 2021 (tabella 17):

Tabella 17: Parametri geomeccanici generali, combinati con le indagini del 2006, rappresentativi del sottosuolo relativi alla DPSH 1 del 2021

Macrostrato	prof. dal p.c. (m)	Tipologia litologica	Parametri rappresentativi		
			ϕ (°)	Dr (%)	Coesione (Kpa)
1	0,00 / 0,80	Terreni di riporto	31	83	0
2	0,80 / 7,40	Terreni assimilabili a ceneri rimaneggiate	28	45	0
3	7.40 / 13.20	Terreni appartenenti all'eruzione di "Soccavo", facente riferimento alla Serie Urbana Recente.	33	67	8
4	13.20 / 20,20	Terreni appartenenti o assimilabili ad un sottile paleosuolo e all'eruzione di "Agnano Montespina" facente riferimento alla Serie Urbana Recente.	33	61	0

Dato l'assetto idrogeologico dell'area di cui al paragrafo relativo all'inquadramento idrogeologico, la falda risulta essere stata intercettata a quote pari a circa 20-25 m s.l.m. (circa 140 m dal p.c.), ed i siti oggetto delle nostre indagini si trovano ubicati a quote comprese tra circa 166 e 164 m s.l.m..

9 – CONCLUSIONI

La presente relazione viene redatta su incarico dell'*Amministrazione Comunale di Napoli – Area trasformazione del territorio, Servizio Edilizia Residenziale Pubblica e Nuove Centralità*, per la realizzazione di una rampa di accesso, nei pressi della biblioteca, nel quadro della *“Realizzazione degli interventi previsti nel Quartiere di Pianura, per il completamento del programma di riqualificazione di cui al contratto di Quartiere II”*.

Lo studio fin qui esposto, effettuato sulla scorta di dati noti in letteratura integrati con i risultati delle indagini effettuate dalla GeoGlobo s.r.l., e di una campagna di indagini condotta dallo scrivente nel 2006, per conto di un'altra società, a poche decine di metri dall'attuale area di indagine, ha permesso di delineare un esauriente inquadramento geologico, morfologico, idrogeologico e geotecnico dell'area, individuandone le principali caratteristiche e problematiche.

Infatti dalle indagini eseguite nel 2021 e nel 2006, i cui risultati sono stati esposti nei paragrafi precedenti, è stato possibile trarre le seguenti considerazioni conclusive:

1. L'area oggetto delle presenti indagini ricade nel F° 183-184 Napoli-Isola d'Ischia della Carta Geologica d'Italia; essa fa parte del distretto vulcanico dei Campi Flegrei;
2. Dal punto di vista geologico, l'area si ubica nella piana compresa tra gli edifici vulcanici di Astroni e Senga ai margini della Conca di Agnano, complessivamente essa si sviluppa all'interno di un graben costituito dalla Piana Campana, ad est della Catena appenninica, e comprende oltre ai Campi Flegrei, i distretti vulcanici del Somma-Vesuvio e delle isole di Ischia e Procida. Essa risulta costituita da prodotti piroclastici ascrivibili all'attività eruttiva dei distretti vulcanici dei Campi Flegrei e del Somma Vesuvio. Morfologicamente, l'area di ns. stretto interesse si colloca all'interno del bordo calderico dell'Ignimbrite Campana (fig. 3) formata da due collassi successivi, legati alle eruzioni dell'Ignimbrite Campana (37 ka) e del Tufo Giallo Napoletano (12 ka);
3. Dal punto di vista stratigrafico, il sondaggio realizzato nel 2006 e condotto dal sottoscritto, per conto di un'altra società, ha restituito le seguenti risultanze: Al di sotto delle ceneri attribuibili all'eruzione di “Soccavo” (10.3/9.5 ky b.p.), alla profondità di 17.40 m dal p.c., sono state intercettate le pomice e scorie attribuibili all'eruzione di “Agnano Montespina” (4.1 ky b.p.). Esse sono separate dalle sovrastanti ceneri di “Soccavo”, da un piccolo paleosuolo di spessore pari a 20 cm. A monte delle ceneri riferibili all'eruzione di “Soccavo”, è presente un piccolo strato di 20 cm, di scorie e pomice, riferibili all'eruzione di “Minopoli 2” (10.3/9.5 ky b.p.), ricoperti da 6.20 m di ceneri rimaneggiate, sature a monte da terreni di riporto.

4. Nell'area di interesse, in occasione di precedenti studi, l'andamento della piezometrica è stato ricostruito con maggiore dettaglio, mediante la misurazione dei livelli idrici in una serie di pozzi esistenti; tale ricostruzione mostra due principali linee di deflusso separate da uno spartiacque ad andamento NE-SO e la falda attestata a quote comprese tra 20 e 25 m s.l.m.; la circolazione idrica si svolge lungo due principali linee di cui quella più occidentale, diretta verso traversa Campana-Senga, caratterizzata da una maggiore trasmissività, e quella meridionale diretta verso gli Astroni che si esplica, invece, in terreni relativamente meno permeabili; Da quanto riportato nei paragrafi precedenti, come accennato, la falda si ubica a quote di circa 20-25 m s.l.m. (corrispondente a circa 140 m dal p.c.), e non è stata intercettata nel sondaggio del 2006, tantomeno attraverso la DPSH 1 del 2021. Si può affermare, pertanto, che essendo il piano campagna dei siti indagati, attestato a quote comprese tra 166 e 164 m s.l.m., eventuali oscillazioni del livello freatico non potranno interagire con i terreni fondali della struttura in progetto.
5. Per la caratterizzazione del sottosuolo investigato, è stata realizzata un'indagine di sismica passiva HVSR. L'indagine di sismica passiva HVSR effettuata ha permesso di individuare la seguente frequenza di picco:
- | <i>Prospezione sismica</i> | <i>f_0 (Hz)</i> |
|----------------------------|------------------------------|
| <i>HVSR n. 1</i> | <i>[1.44 ± 0.04Hz]</i> |
- pertanto di tenere in* *Si consiglia considerazione*
che i manufatti con frequenze proprie di oscillazione coincidenti con le frequenze di oscillazione dei terreni di interesse progettuale sono soggetti a fenomeni di risonanza e, quindi, effetti amplificativi delle sollecitazioni strutturali.
6. Per la caratterizzazione del sottosuolo investigato, è stata utilizzata la stessa indagine di sismica passiva HVSR, attraverso la quale, non è stato raggiunto il bedrock sismico nei primi 30 metri di profondità dal p.c., essa ha fornito risultati che collocano i terreni oggetto d'indagine nella categoria C del D.M. 17 gennaio 2018.

CATEGORIA	DESCRIZIONE
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> , caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D</i> , con profondità del substrato non superiore a 30m.

Prospezione sismica	$V_{S\ 0-30}$ (m/s)	Categoria Sottosuoli di Fondazione (D.M. 17/01/2018)
<i>HVSR n. 1</i>	[270]	C

Categoria di sottosuolo di fondazione C = *Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti* con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.

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

Categoria topografica T₁ = Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$

7. Dal punto di vista vincolistico, da uno studio delle cartografie e dai dati rilevati sui siti degli enti è stato accertato, per la zona d'intervento, quanto segue: dal punto di vista idrogeologico:
- non ricade in area soggetta a Pericolosità Idraulica e Rischio Idraulico;
 - non ricade in area soggetta a Pericolosità da Frana e Rischio da Frana;
 - non ricade in un'area soggetta a vincolo idrogeologico R.D. 3267/1923;

dal punto di vista paesaggistico, ai sensi del al D.lgs. 42/2004 e ss. mm. ii.:

- d. non ricade in una zona di rispetto paesaggistico di territori costieri, corpi idrici, zone umide e relative fasce di rispetto (art. 142² lett. a, b, c, i);
- e. ricade in una zona di rispetto paesaggistico di montagne, ghiacciai e circhi glaciali, e vulcani (art. 142 lett. d, e, l), in particolare: l = Vulcani (Area vulcanica dei Campi Flegrei);
- f. non ricade in una zona di rispetto paesaggistico di parchi e riserve, e foreste e boschi, e relative fasce di rispetto (art. 142 lett. f, g);
- g. non ricade in area soggetta a vincolo archeologico (art. 142 lett. m);
- h. non ricade in un'area vincolata paesaggisticamente (aree di notevole interesse pubblico) (artt.136-157);

dal punto di vista naturalistico:

- i. non ricade all'interno di Parchi Nazionali e Regionali;
- j. non ricade in aree protette SIC e ZPS;

dal punto di vista urbanistico:

- k. non interferisce con vie di comunicazione o edifici sottoposti a vincoli
- l. Non ricade in aree rientranti nella perimetrazione del Patrimonio mondiale UNESCO;

Inoltre, ai sensi della nuova normativa - Codice degli Appalti D.Lgs. 50/2016 e s.m.i., art.25 - si dovrà trasmettere il progetto, per l'acquisizione del parere, alla Soprintendenza Archeologica territorialmente competente la quale, se ravvisa l'esistenza di un interesse archeologico nell'area oggetto dei lavori, di volta in volta darà indicazioni e prescrizioni.

Di conseguenza, necessita richiedere un parere e/o autorizzazione ai seguenti Enti:

- ✓ Soprintendenza Archeologia Belle Arti e Paesaggio per l'Area di Avellino e Salerno (per i punti 2.2 e 5);
 - ✓ Comune di Napoli.
8. La ricostruzione della sequenza stratigrafica dei primi 20.20 metri di sottosuolo in base ai dati derivanti dall'analisi del grafico relativo alla prova DPSH 1 del 2021, integrati con quelli derivanti dal sondaggio e dalle prove di laboratorio realizzati nel 2006, consente di individuare i seguenti possibili orizzonti stratigrafici, con i successivi parametri geotecnici di riferimento:

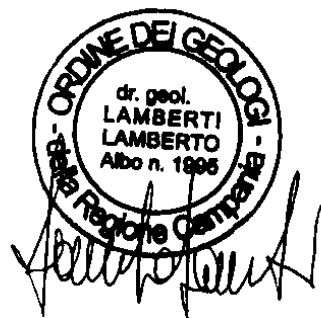
² (articolo così sostituito dall'art. 12 del d.lgs. n. 157 del 2006, poi modificato dall'art. 2 del d.lgs. n. 63 del 2008)

- *Orizzonte 1* (da 0 a 0,80 m dal p.c. - Nspt 12), moderatamente addensato
- *Orizzonte 2* (da 0,80 a 7.40 m dal p.c. - Nspt 4), sciolto
- *Orizzonte 3* (da 7.40 a 13.20 m dal p.c. - Nspt 24), moderatamente addensato o molto consistente, se considerato coesivo
- *Orizzonte 4* (da 13.20 a 20.20 m dal p.c. - Nspt 29), moderatamente addensato

Orizzonte	prof. dal p.c. (m)	Tipologia litologica	Parametri rappresentativi		
			ϕ (°)	Dr (%)	Coesione (Kpa)
1	0,00 / 0,80	<i>Terreni di riporto</i>	31	83	0
2	0,80 / 7,40	<i>Terreni assimilabili a ceneri rimaneggiate</i>	28	45	0
3	7.40 / 13.20	<i>Terreni appartenenti all'eruzione di "Soccavo", facente riferimento alla Serie Urbana Recente.</i>	33	67	8
4	13.20 / 20,20	<i>Terreni appartenenti o assimilabili ad un sottile paleosuolo e all'eruzione di "Agnano Montespina" facente riferimento alla Serie Urbana Recente.</i>	33	61	0

Napoli, 30 Marzo 2021

Dott. Geol. Lamberto Lamberti



ELABORATI ALLEGATI

FOTO PANIMETRIA DELL'AREA CON UBICAZIONE DELLE INDAGINI ATTUALI (2021) E PREGRESSE (2006)

..... **ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.**

CERTIFICATO E GRAFICO DELLA PROVA PENETROMETRICA DPSH P1 - 2021 **ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È**

DEFINITO.

GeoGlobo s.r.l.

Sede Legale: Piazzale Gabriele d'Annunzio 16 – 80125 Napoli

Sede Operativa: Via Tribuni della Plebe, 17 – 80126 Napoli

P.IVA e C.F.: 08497951213 – Iscrizione alla CCIAA di Napoli - Cap. Soc. € 10.000,00

E-mail: amministrazione@geoglobosrl.it; geoglobosrl@gmail.com; info@eoglobosrl.it

Allegato 1 di 2

Planimetria dell'area con ubicazione delle indagini attuali (2021) e pregresse (2006)

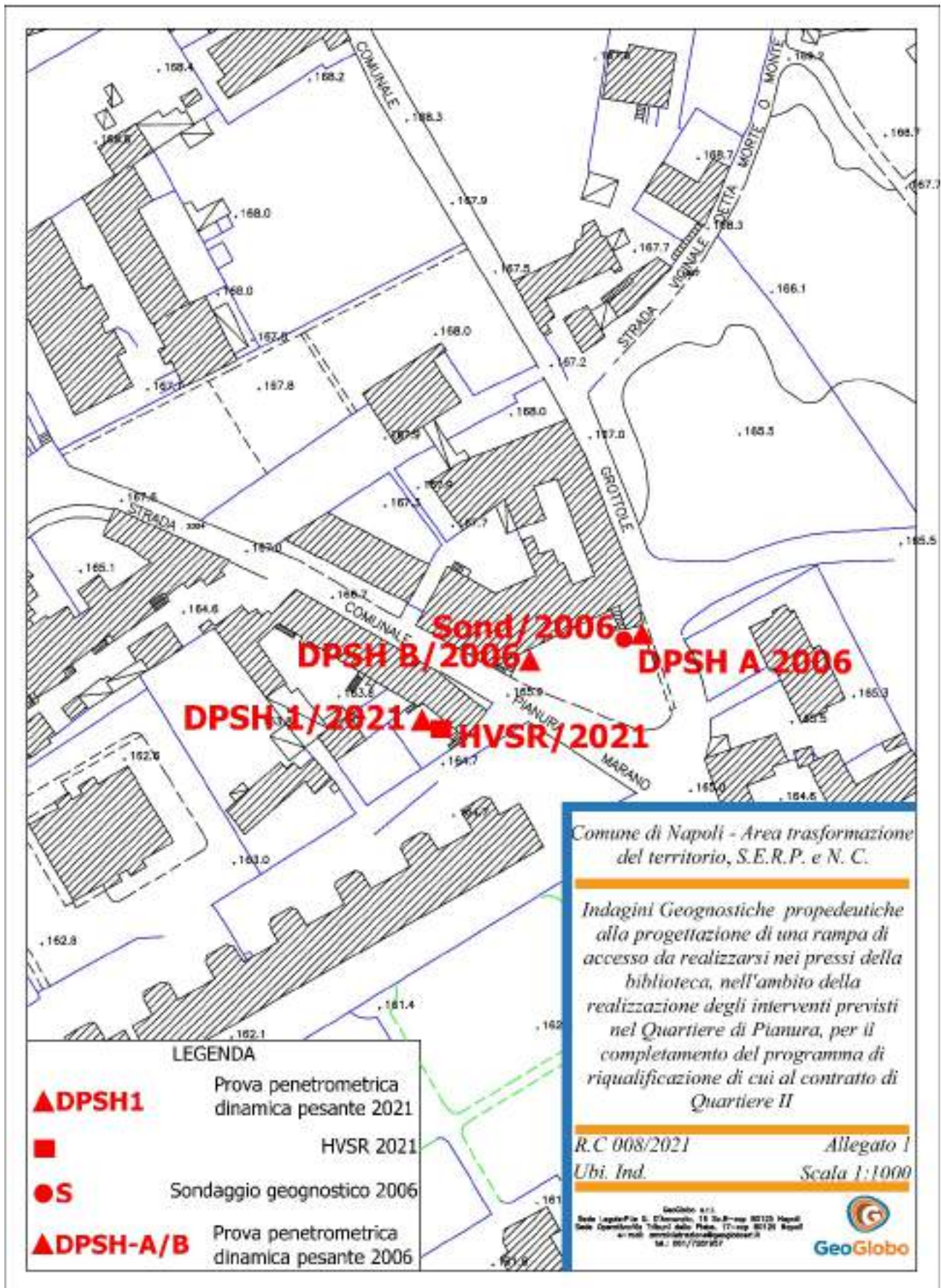
GeoGlobo s.r.l.

Sede Legale: Piazzale Gabriele d'Annunzio 16 – 80125 Napoli

Sede Operativa: Via Tribuni della Plebe, 17 – 80126 Napoli

P.IVA e C.F.: 08497951213 – Iscrizione alla CCIAA di Napoli - Cap. Soc. € 10.000,00

[E-mail: amministrazione@geoglobosrl.it; geoglobosrl@gmail.com; info@eoglobosrl.it](mailto:amministrazione@geoglobosrl.it)



GeoGlobo s.r.l.

Sede Legale: Piazzale Gabriele d'Annunzio 16 – 80125 Napoli

Sede Operativa: Via Tribunali della Plebe, 17 – 80126 Napoli

P.IVA e C.F.: 08497951213 – Iscrizione alla CCIAA di Napoli - Cap. Soc. € 10.000,00

E-mail: amministrazione@geoglobosrl.it; geoglobosrl@gmail.com; info@eoglobosrl.it

Allegato 2 di 2

Certificato e grafico della Prova DPSH 1 del 2021


GeoGlobo s.r.l.

Sede Legale: Piazzale Gabriele d'Annunzio 16 – 80125 Napoli

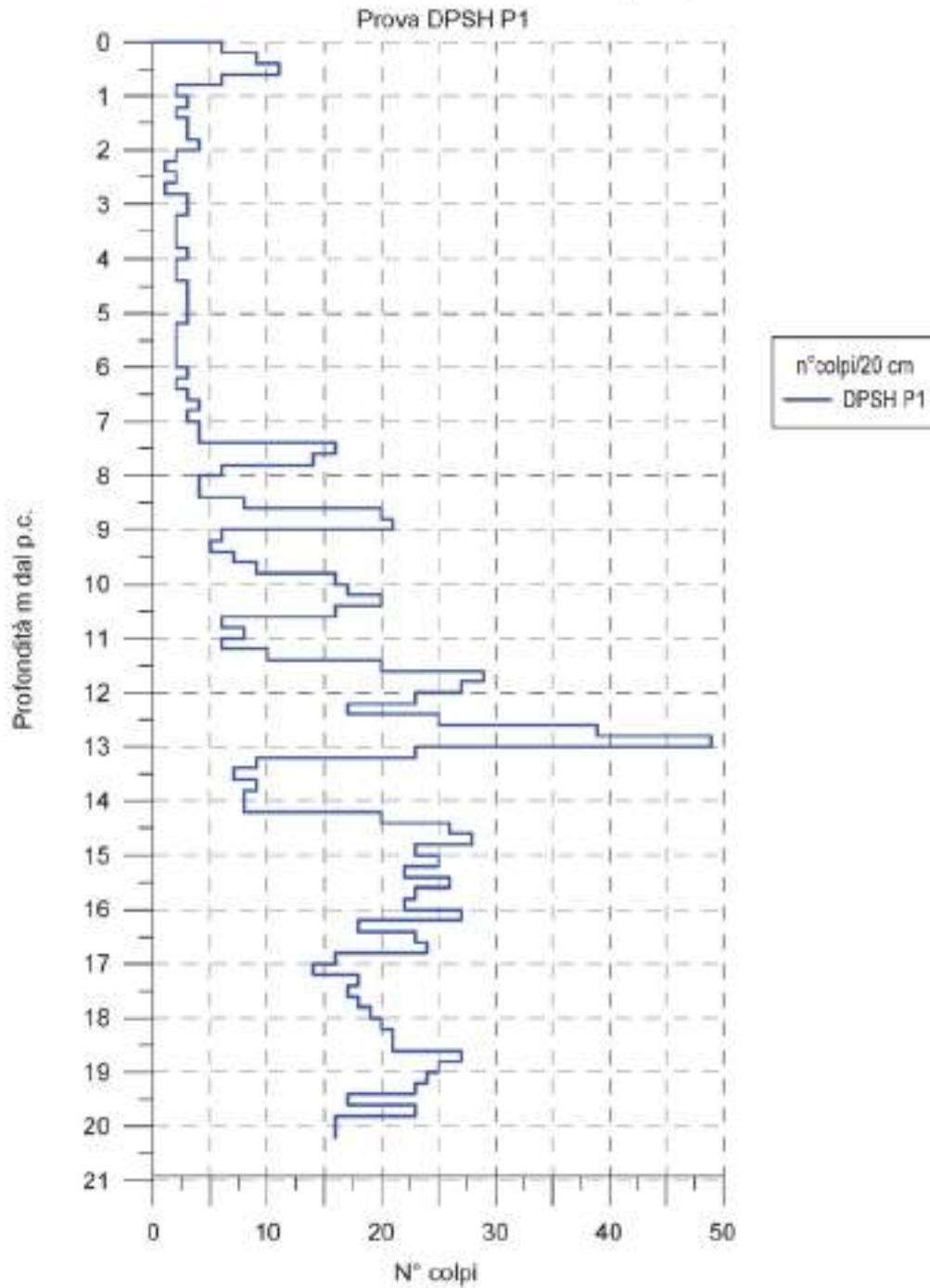
Sede Operativa: Via Tribuni della Plebe, 17 – 80126 Napoli

P.IVA e C.F.: 08497951213 – Iscrizione alla CCIAA di Napoli - Cap. Soc. € 10.000,00

[E-mail: amministrazione@geoglobosrl.it](mailto:amministrazione@geoglobosrl.it); geoglobosrl@gmail.com; info@eoglobosrl.it

 GeoGlobo Società di geologia		GeoGlobo s.r.l. <small> Sede legale: Piazzale Gabriele D'Annunzio, 16 Sc. B - 80125 Napoli Tel.: 081.7281957 Sede operativa: Via Tribunali della Plebe, 17 - 80126 Napoli P.IVA e C.F.: 08497951213 - Iscrizione alla CCIAA di Napoli - Cap. Soc. € 10.000,00 E-mail: amministrazione@geoglobosrl.it; geoglobosrl@gmail.com; info@geoglobosrl.it </small>							
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CONTINUA D. P. S. H.									
Committente:	Area Trasformazione del Territorio								
Località:	Pianura (NA)	N° certificato	C.04/2021		Pagina	1 di 1			
Data Prova	29/01/2021								
Prova n.:	DPSH P1	Data certificato	29/01/2021		Reg.Com.	008-2021			
Profondità (m):	20,20								
Tipo di penetrometro:	Pagani TG63/100	N° accettazione	004/20		Sigla Prova	SCPT (04/21)			
Prof. (m)	Numero colpi	Prof. (m)	Numero colpi	Prof. (m)	Numero colpi	Prof. (m)	Numero colpi	Prof. (m)	Numero colpi
0,2	6	6,2	3	12,2	23	18,2	20	24,2	
0,4	9	6,4	1	12,4	17	18,4	21	24,4	
0,6	11	6,6	3	12,6	25	18,6	21	24,6	
0,8	8	6,8	4	12,8	39	18,8	27	24,8	
1	2	7	3	13	49	19	25	25	
1,2	3	7,2	4	13,2	23	19,2	24	25,2	
1,4	2	7,4	4	13,4	9	19,4	23	25,4	
1,6	3	7,6	16	13,6	7	19,6	17	25,6	
1,8	3	7,8	14	13,8	9	19,8	23	25,8	
2	4	8	6	14	8	20	16	26	
2,2	2	8,2	4	14,2	8	20,2	16	26,2	
2,4	1	8,4	4	14,4	20	20,4		26,4	
2,6	2	8,6	8	14,6	26	20,6		26,6	
2,8	1	8,8	20	14,8	28	20,8		26,8	
3	3	9	21	15	23	21		27	
3,2	3	9,2	6	15,2	25	21,2		27,2	
3,4	2	9,4	5	15,4	22	21,4		27,4	
3,6	2	9,6	7	15,6	26	21,6		27,6	
3,8	2	9,8	9	15,8	23	21,8		27,8	
4	3	10	16	16	22	22		28	
4,2	2	10,2	17	16,2	27	22,2		28,2	
4,4	2	10,4	20	16,4	18	22,4		28,4	
4,6	3	10,6	16	16,6	23	22,6		28,6	
4,8	3	10,8	6	16,8	24	22,8		28,8	
5	3	11	8	17	16	23		29	
5,2	3	11,2	6	17,2	14	23,2		29,2	
5,4	2	11,4	10	17,4	18	23,4		29,4	
5,6	2	11,6	20	17,6	17	23,6		29,6	
5,8	2	11,8	29	17,8	18	23,8		29,8	
6	2	12	27	18	19	24		30	
NOTE									
GeoGlobo s.r.l.:		Sede legale: Piazzale Gabriele D'Annunzio, 16 Sc. B - 80125 Napoli Tel.: 081.7281957 Sede operativa: Via Tribunali della Plebe, 17 - 80126 Napoli Tel.: 081.7281957							

Prova Penetrometrica Dinamica Continua (DPSH)



GeoGlobo s.r.l.

Sede Legale: Piazzale Gabriele d'Annunzio 16 – 80125 Napoli

Sede Operativa: Via Tribunali della Plebe, 17 – 80126 Napoli

P.IVA e C.F.: 08497951213 – Iscrizione alla CCIAA di Napoli - Cap. Soc. € 10.000,00

E-mail: amministrazione@geoglobosrl.it; geoglobosrl@gmail.com; info@eoglobosrl.it