



DISTRETTO CAMPANO DELL'AUDIOVISIVO - POLO DEL DIGITALE E DELL'ANIMAZIONE CREATIVA"

PROGETTO DEFINITIVO

Titolo Tavola

RELAZIONE GEOLOGICA

Numero Tavola

B4

Scala

-

Il Progettista

Ing. Fabio Mastellone di Castelvete

Il R.U.P.

Dott. Maurizio Gemma

Il Supporto al R.U.P.

Ing. Vincenzo Brandi

EDIZ. DATA

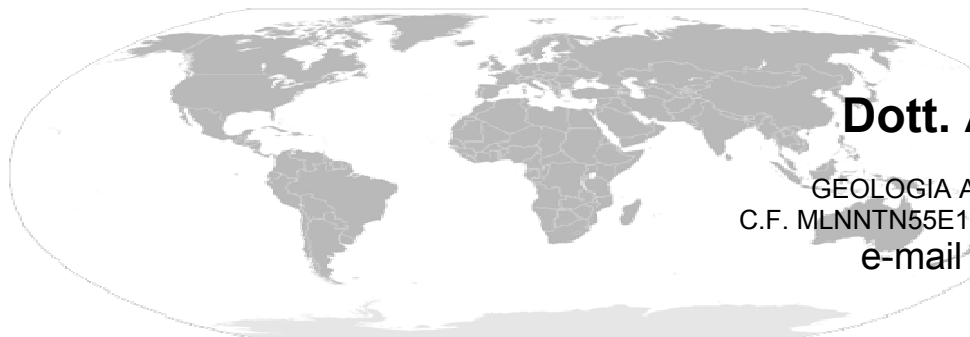
ottobre 2020

DISEGNATO CONTROLLATO APPROVATO

ottobre 2020

ottobre 2020

01320.20307.03.06.0B4.E.000.FMC.dm



Studio Geologico

Dott. Antonio Milano

GEOLOGIA AMBIENTALE

GEOLOGIA APPLICATA ALL'INGENERIA

C.F. MLNNTN55E10G813V P.IVA 00631361219

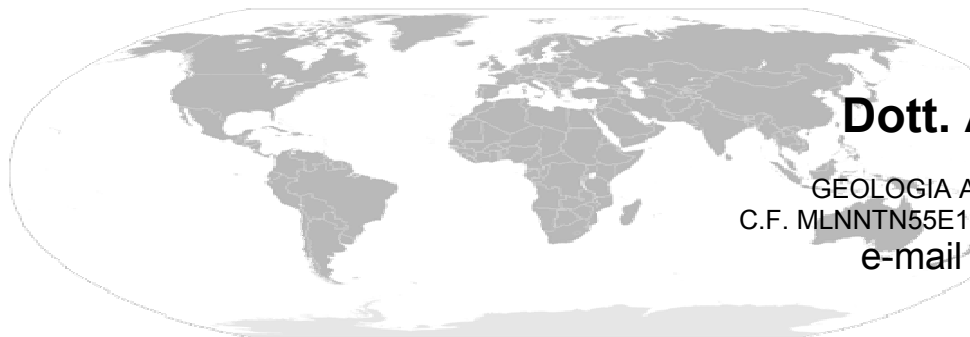
e-mail antoniomilano@iol.it

INDICE

- PREMESSA
- MODALITA' E MEZZI DI INDAGINE
- PROSPEZIONI SISMICHE MASW
- CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE E GEOLITOLOGICHE DELL'AREA
- CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE DELL'AREA
- DESCRIZIONE DELLA SUCCESSIONE DEI TERRENI
- CONSIDERAZIONI SULLE INDAGINI GEOFISICHE
- PARAMETRI FISICO-MECCANICI DEI TERRENI
- CONCLUSIONI

ALLEGATI:

- 1) INDAGINI SIMICHE MASW E DOWN-HOLE
- 2) TABELLE RIASSUNTIVE N° 5 PROVE SPT
- 3) STRATIGRAFIA SODAGGIO S17
- 4) CARTA GEOLOGICA
- 5) CARTA DEI COMPLESSI IDROGEOLOGICI
- 6) CARTA DELLA PERICOLOSITA' DA FRANA
- 7) CARTA DELLE AREE INONDABILI
- 8) CARTA IFFI (INVENTARIO FENOMENI FRANOSI)



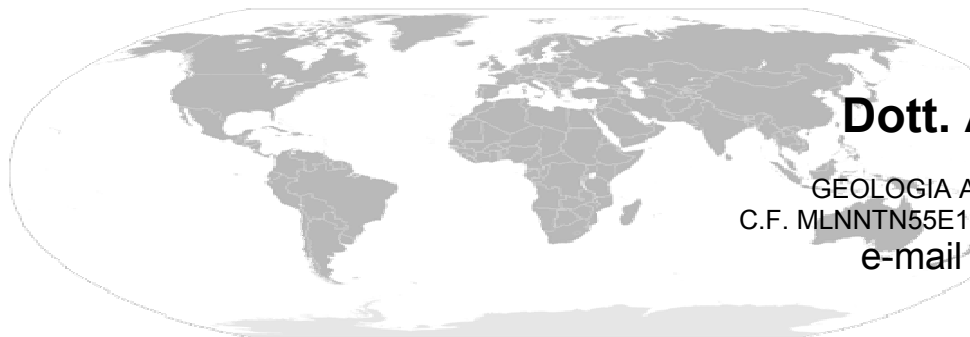
PREMESSA

Il progetto di cui in oggetto prevee la realizzazione di interventi di adeguamento funzionale (distributivo interno) ed impiantistico dell'edificio al fine di realizzare il "distretto campano dell'audiovisivo - polo del digitale e dell'animazione creativa" al Viale della Liberazione Municipalità Bagnoli del Comune di Napoli.

Lo scrivente ha redatto la presente relazione geologico-tecnica atta a determinare le condizioni del sottosuolo, l'assetto idrogeologico dei terreni e la loro portanza nel rispetto della Legge 64 del 2.2.74 e dei Decreti Ministeriali emanati ai sensi degli artt. 1 e 3 della medesima Legge e del Decreto Ministeriale 11 Marzo 1988.

L'ubicazione sia del suolo in oggetto, sia delle indagini eseguite è riportata in copertina della presente Relazione. Quest'ultima riferisce sui risultati delle indagini fornendo le necessarie indicazioni progettuali per le opere di intervento del progetto in oggetto.

Lo scrivente ha utilizzato Sondaggi effettuati sul sito di indagine (vedi ubicazione profilo sismico passivo e prove penetrometriche).



Studio Geologico

Dott. Antonio Milano

GEOLOGIA AMBIENTALE

GEOLOGIA APPLICATA ALL'INGENERIA

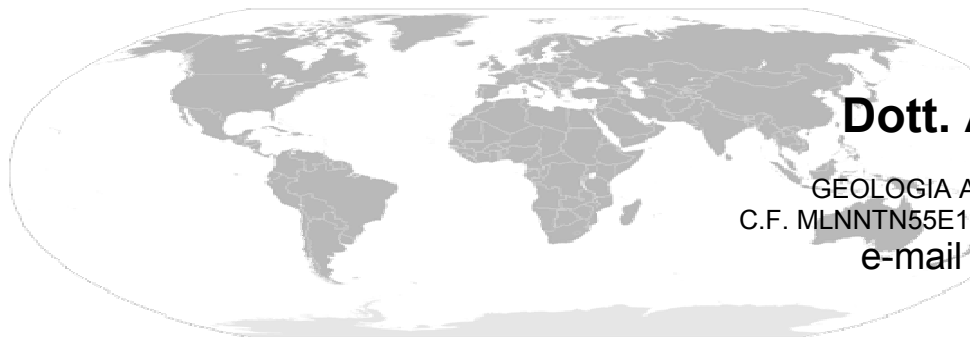
C.F. MLNNTN55E10G813V P.IVA 00631361219

e-mail antoniomilano@iol.it

MODALITA' E MEZZI DI INDAGINE

A seguito di un'attenta analisi della progettazione dell'opera già realizzata e dopo vari consulti col tecnico incaricato della stesura della parte ingegneristica dell'opera ed in seguito a sopralluogo sul sito di intervento e dopo un'attenta e dettagliata analisi sia morfologica che geologica del sito di intervento, ho ritenuto opportuno programmare il seguente "piano" di indagine:

- N° 1** utilizzo di profilo sismico effettuate dalla Tecno in S.p.a con sismografo 24 canali 24 bit (indagini **MASW** Multichannel Analysis of Surface Waves ovvero Analisi Multicanale delle onde superficiali di Rayleigh) al fine di individuare spessori e geometrie dei litotipi, le caratteristiche sismostratigrafiche degli stessi e per classificare sismicamente il suolo dell'area oggetto di studi ai fini della recente normativa antisismica (NTC 2008).
- N° 5** utilizzi prove SPT effettuate dalla Tecno in S.p.A.
- N° 1** utilizzo prova effettuata dall'Ambiente S.C.



PROSPEZIONI SISMICHE MASW

L'analisi multicanale delle onde superficiali di Rayleigh – MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) – è un efficiente metodologia sismica per la determinazione delle velocità delle onde di taglio V_s . Tale metodo utilizza le onde superficiali di Rayleigh registrate da una serie di geofoni lungo uno stendimento rettilineo e collegati ad un comune sismografo multicanale. Le onde di Rayleigh, durante la loro propagazione vengono registrate lungo lo stendimento di geofoni e vengono successivamente analizzate attraverso complesse tecniche computazionali, simili alla tecnica SASW, basate su un approccio di riconoscimento di modelli multistrato di terreno.

L'intera procedura per una MASW consiste di 4 passi fondamentali:

1. Ripetute acquisizioni multicanale dei segnali sismici (Fig. 2), generati da una sorgente energizzante artificiale (mazza battente su piastra), lungo uno stendimento rettilineo di sorgente-geofoni (Fig. 1) che viene spostato lungo la linea dello stendimento stesso dopo ogni acquisizione;

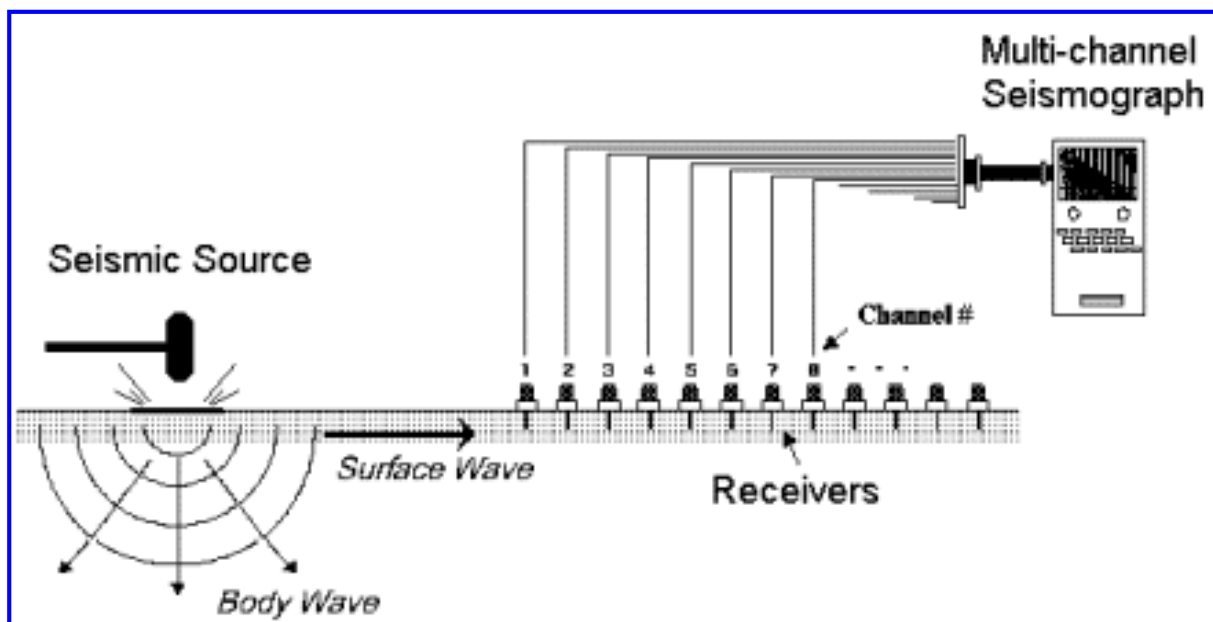


Fig. 1 – Schema di acquisizione dei segnali sismici con metodo MASW.

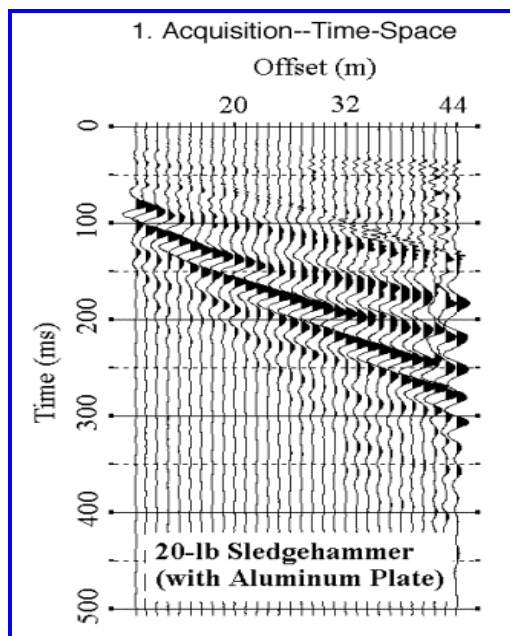
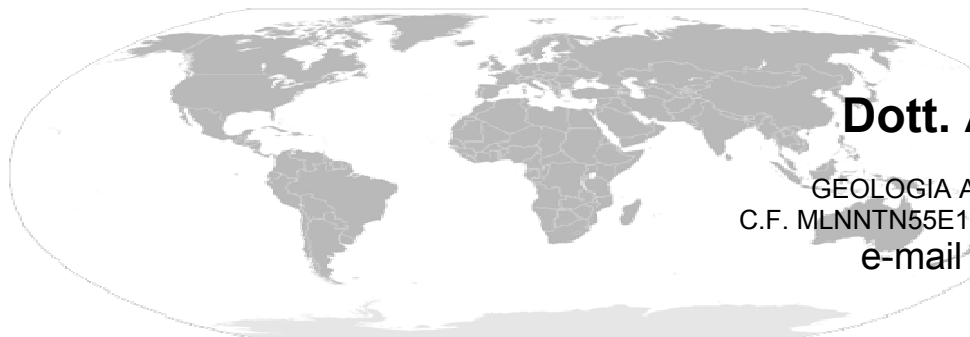


Fig. 2 – Segnali sismici acquisiti dai geofoni lungo uno stendimento.

2. Estrazione del modo fondamentale dalle curve di dispersione delle velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh (una curva per ogni acquisizione) (Fig. 3);

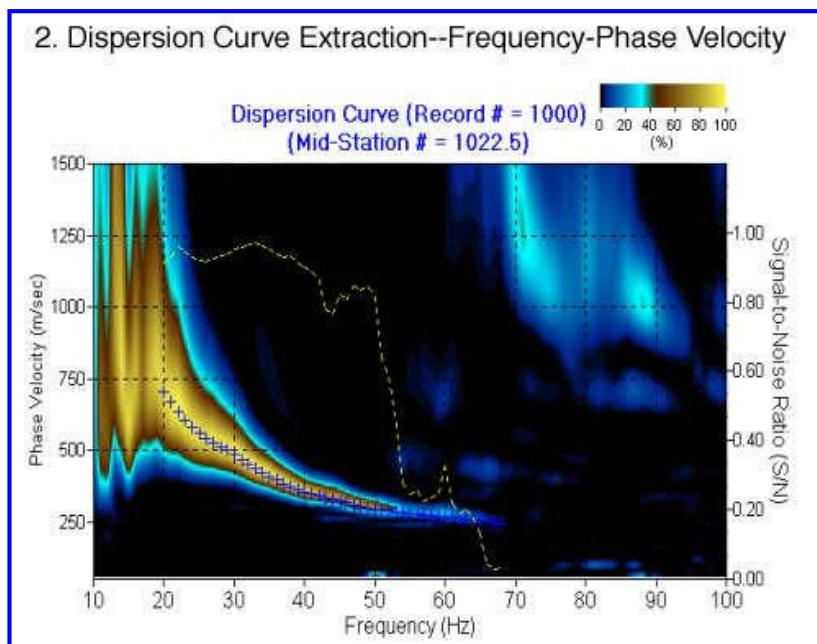
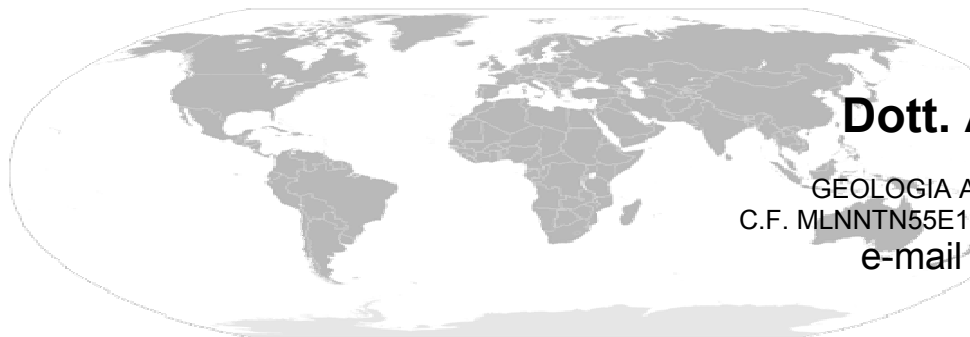


Fig. 3 – Curva di dispersione delle velocità di fase in funzione della frequenza delle onde superficiali di Rayleigh.



3. Inversione delle curve di dispersione per ottenere profili verticali 1D delle V_s (Fig. 4) (un profilo verticale per ogni curva di dispersione, posizionato nel punto medio di ogni stendimento geofonico);

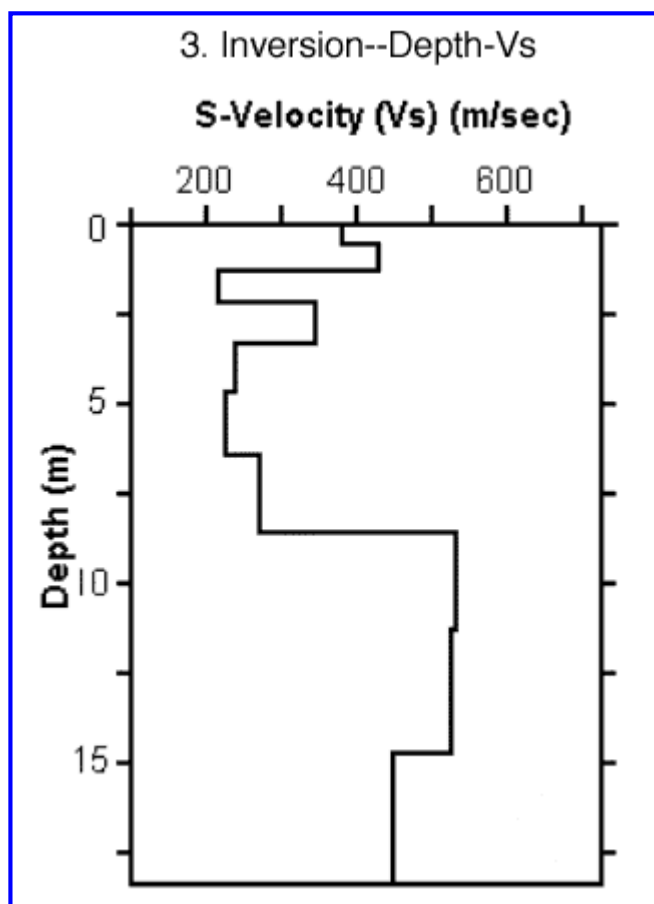


Fig. 4 – Modello di velocità delle onde di taglio (V_s) ottenuto dalla curva di dispersione della velocità di fase delle onde di Rayleigh attraverso l'inversione di un modello multistrato di terreno. La velocità delle onde di taglio è approssimativamente pari a $1.1V_R$ (V_R =velocità delle onde di Rayleigh) e la profondità è pari a circa 0.4λ (λ =lunghezza d'onda).

4. Ricostruzione di una sezione (modello 2D) delle V_s dei terreni con approccio multicanale (con almeno due acquisizioni dei segnali, ovvero due spostamenti lungo la linea dello stendimento) (Fig. 5).

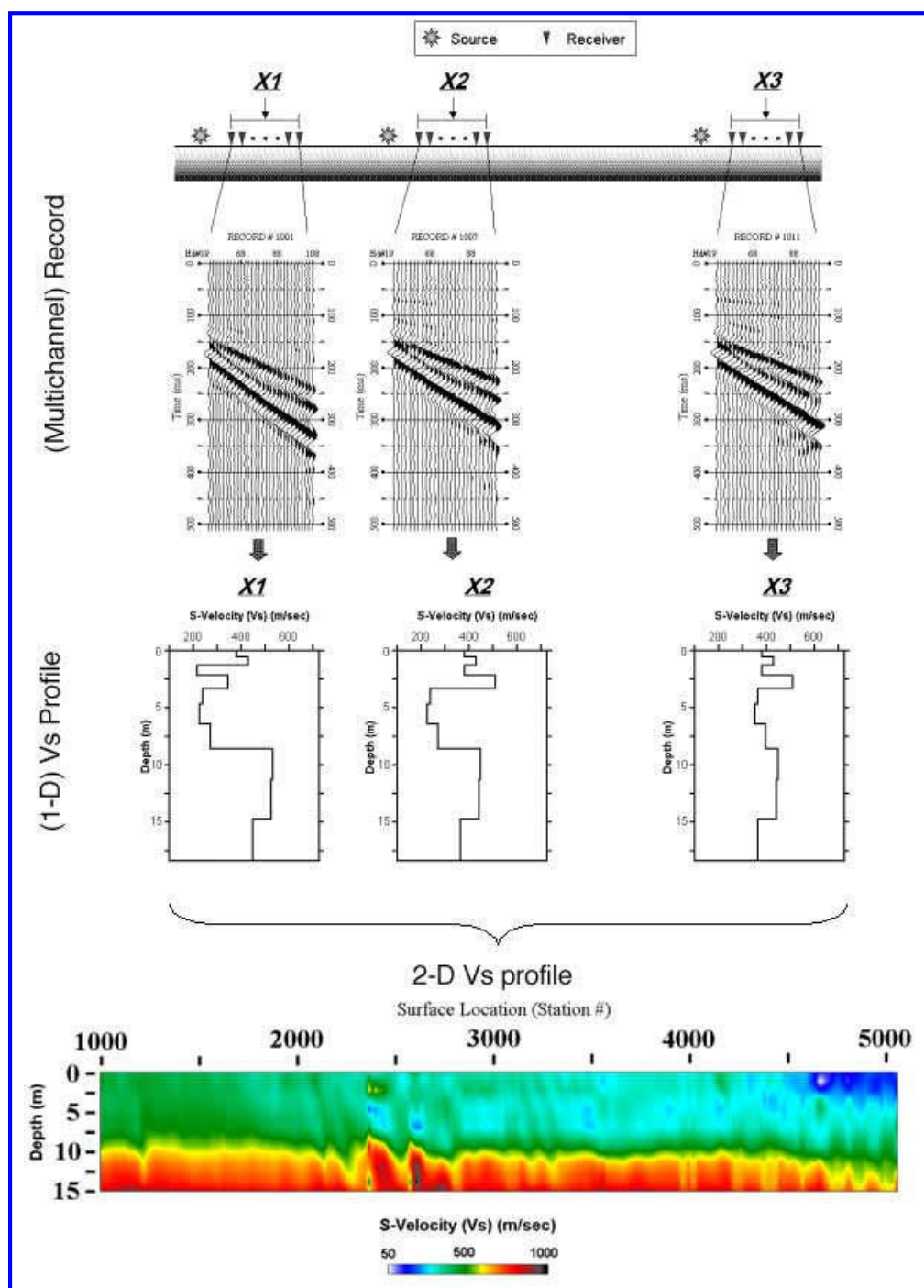
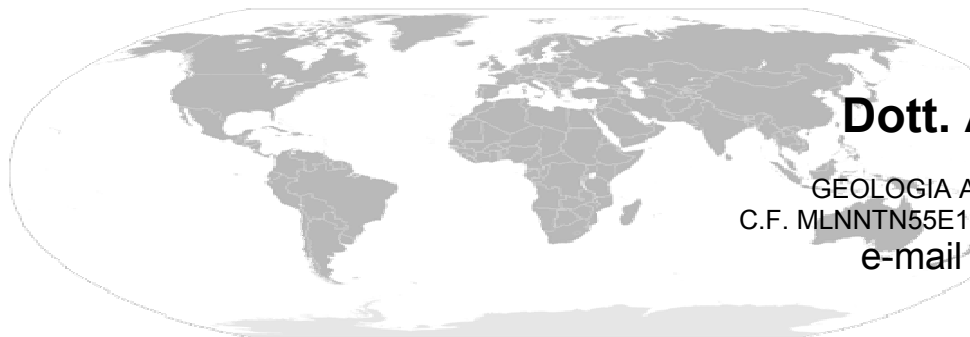
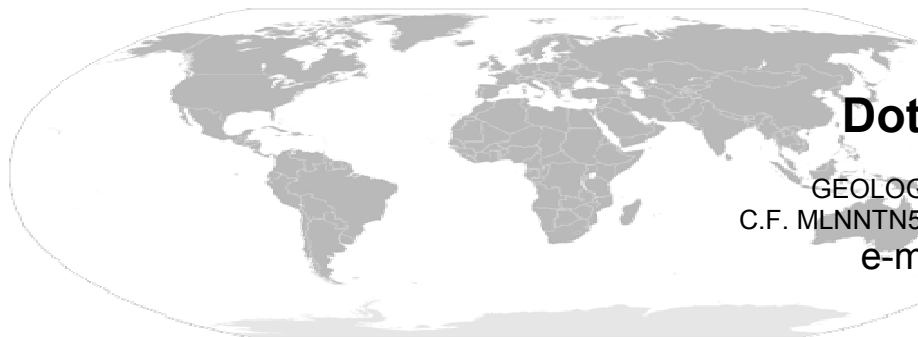


Fig. 5 – Modello 2D di velocità delle onde di taglio (V_s) ottenuto dalle inversioni delle curve di dispersione della velocità di fase delle onde di Rayleigh.



Quando vengono generate onde sismiche usando una sorgente impattante come un martello su una piastra vengono generate sia onde di volume (P e S), sia onde di superficie (Rayleigh e

Love), che si propagano in tutte le direzioni. Alcune di queste onde vengono riflesse e disperse quando incontrano oggetti superficiali o poco profondi (ad esempio, fondazioni di edifici, canali sotterranei, trovanti lapidei, ecc.) e diventano rumore (Fig. 6).

Inoltre, vengono quasi sempre rilevate vibrazioni da rumore ambientale proveniente dal traffico veicolare, dall'attività industriale e, in generale, dall'attività umana (Fig. 6).

Il vantaggio principale dell'approccio multicanale della tecnica MASW sta nella sua intrinseca capacità di distinguere tutte queste onde dovute al rumore e di isolarle dalle onde superficiali di Rayleigh evidenziando solo il modo fondamentale di oscillazione dei terreni. L'isolamento del modo fondamentale di oscillazione si basa su molteplici caratteristiche sismiche dei segnali.

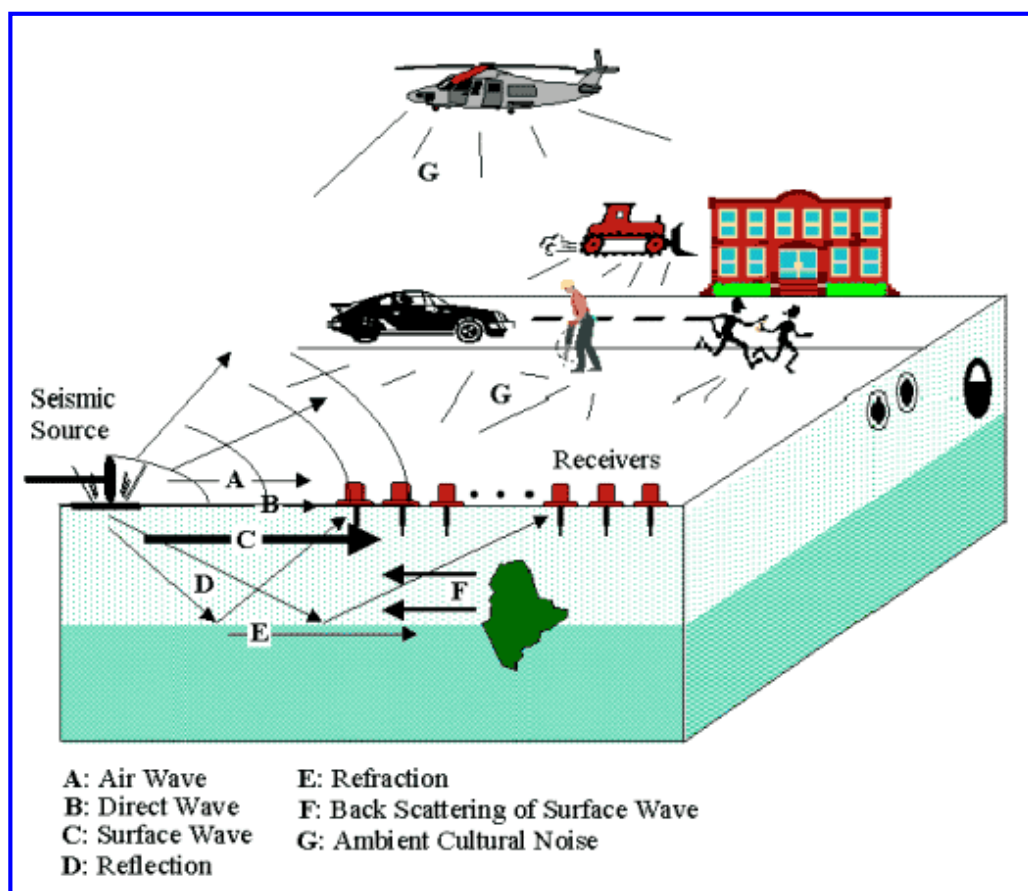
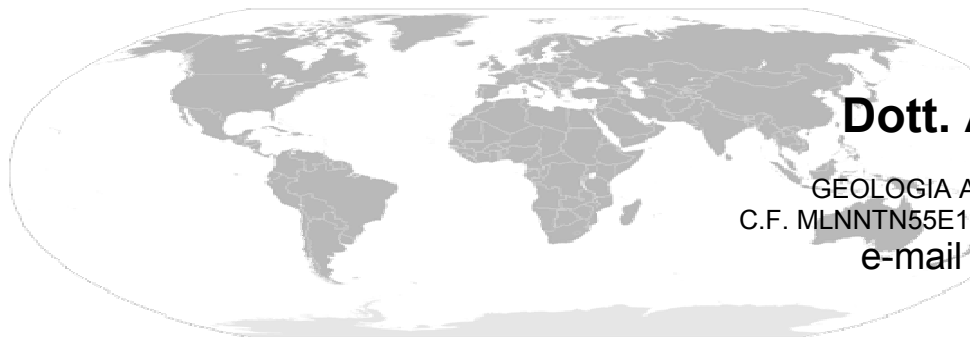


Fig. 6 – Schematizzazione dei vari tipi di onde (di volume e superficiali) e di alcune possibili sorgenti di rumore ambientale.



Le proprietà della dispersione di tutti i tipi di onde (di volume e superficiali) sono visualizzate attraverso un metodo di trasformazione (basato sull'analisi spettrale dei segnali sismici) del campo d'onda che converte direttamente i segnali sismici acquisiti (Fig. 7) in una immagine dove un modello di dispersione è riconosciuto nella distribuzione dell'energia trasformata in oscillazioni (Fig. 8).

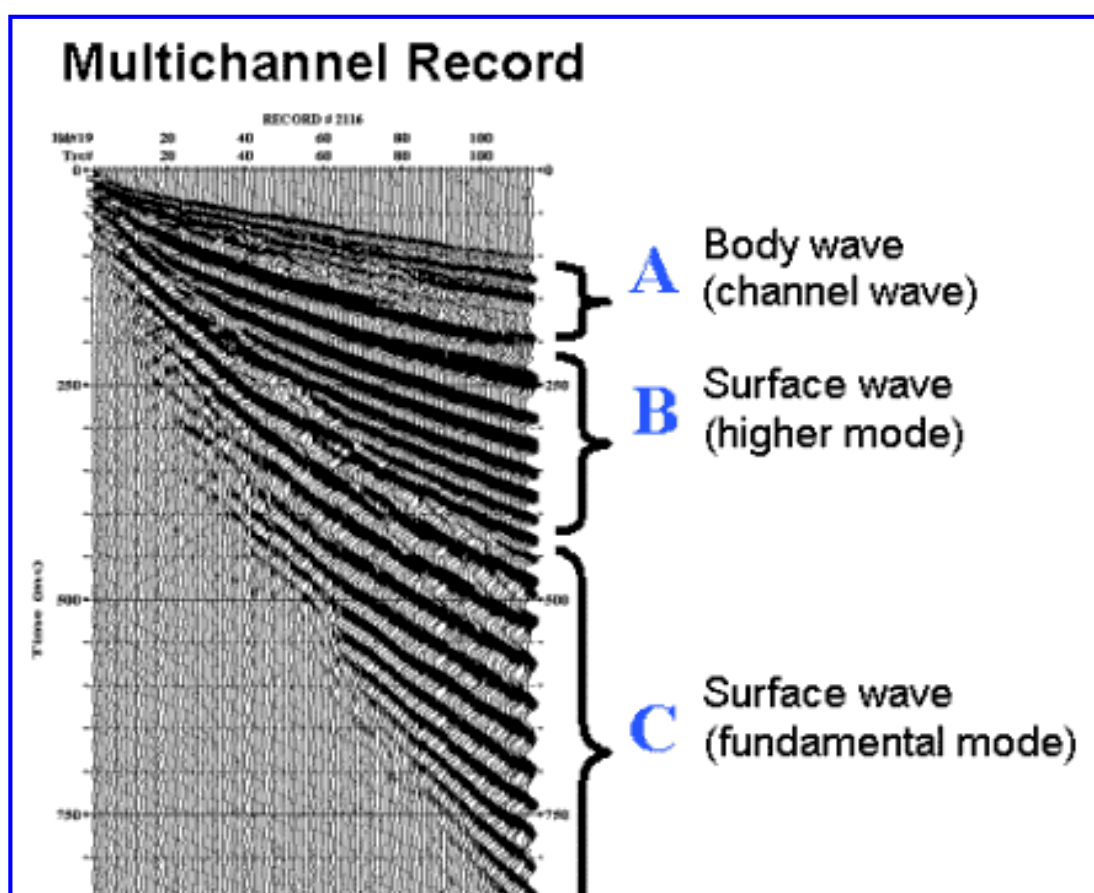


Fig. 7 – Segnali sismici con acquisizione multicanale e riconoscimento delle varie fasi sismiche (onde di volume, modo fondamentale e modi superiori delle onde superficiali).

Successivamente, il modo fondamentale (proprietà fondamentale della dispersione della velocità di fase delle onde di Rayleigh) viene estratto da un modello specifico. Tutte le altre onde (riflesse, disperse, modi superiori delle onde superficiali, noise ambientale) vengono quindi rimosse durante il processo di elaborazione.

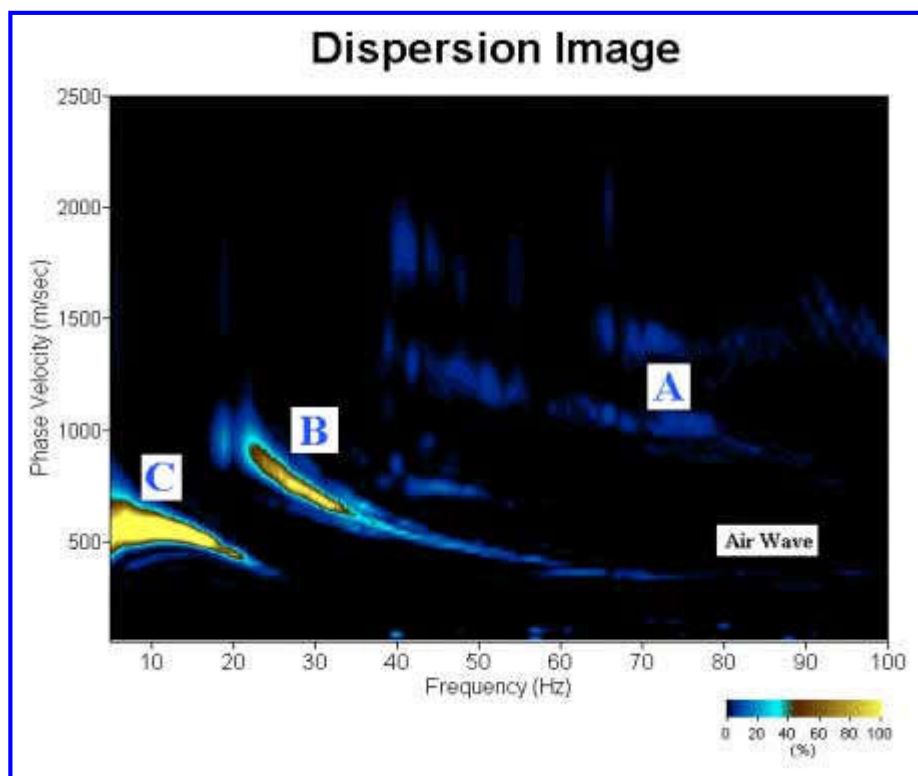
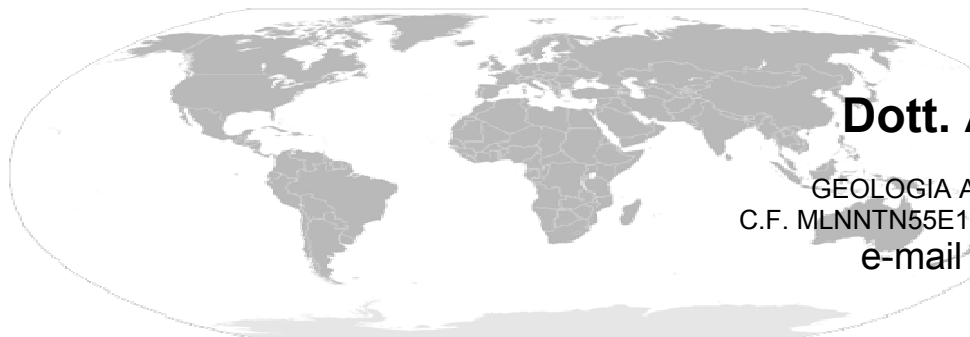
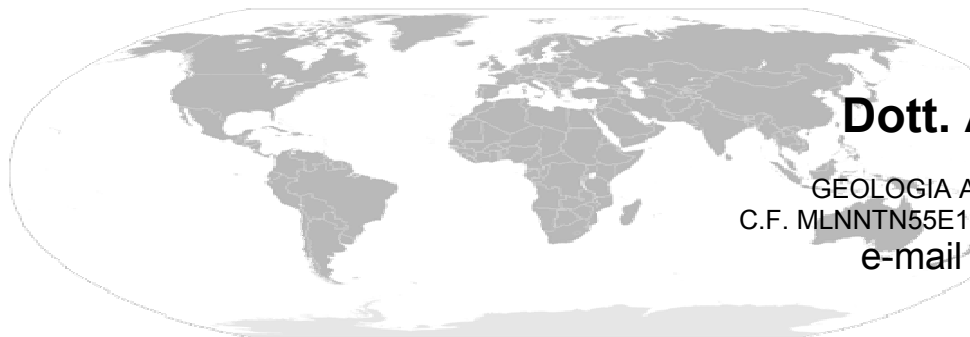


Fig. 8 – Curva di dispersione delle velocità di fase in funzione della frequenza delle onde superficiali di Rayleigh relativa ai segnali sismici in Fig. 7. Il picco energetico in corrispondenza di C rappresenta, nel modello della dispersione, il modo fondamentale da estrarre. Il picco energetico in B rappresenta il primo modo mentre quello in A, poco evidente, rappresenterebbe il secondo modo.



CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE E GEOLITOLOGICHE DELL'AREA

I terreni presenti in quest'area sono geneticamente legati all'attività dei sistemivulcanici del Somma-Vesuvio e dei Campi Flegrei. Non è noto l'inizio del vulcanismo nell'area flegrea che può farsi risalire alla fase tettonica quaternaria che ha investito il bordo tirrenico della penisola. La risalita di un notevole volume di magma ha prodotto, circa 39.000 anni fa, un'eruzione esplosiva con l'emissione di oltre 250 Km³ di prodotti piroclastici che hanno dato luogo alla formazione dell'Ignimbrite Campana e della caldera flegrea.

Il prodotto tipico di questa eruzione è noto come Tufo Grigio Campano, diffuso in tutta la Piana e nelle valli circostanti. Il piperno rappresenta una fase di questa eruzione. Successivamente alla grande eruzione dell'Ignimbrite Campana, segue un'attività intracalderica, prevalentemente esplosiva di più modesta entità.

Tra i prodotti di maggiore diffusione di questa fase eruttiva si annoverano i così detti Tufi Biancastri di cui risulta problematica la definizione dei centri di emissione, in quanto la parte interna della caldera dell'Ignimbrite sarà soggetta a profonde modifiche in seguito all'eruzione del Tufo Giallo Napoletano, circa 15.000 anni fa, con l'emissione di circa 50 Km³ di prodotti piroclastici.

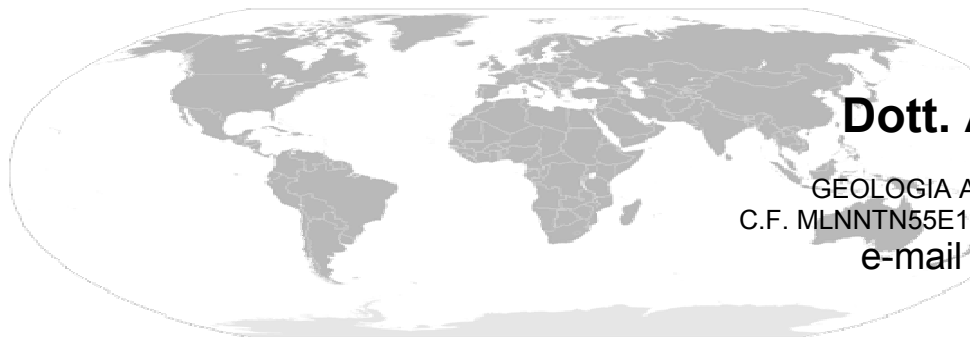
Quest'eruzione modificherà profondamente il paesaggio del territorio dove si svilupperà la città di Napoli, in quanto i flussi generati dall'eruzione, mantelleranno le alture formatesi con le eruzioni precedenti.

L'eruzione del Tufo Giallo Napoletano (TGN), la seconda per importanza nell'area campana, è stata caratterizzata da una storia eruttiva complessa, assumendo carattere variabile da freatopliniano a freatomagmatico, in funzione della variabile efficienza dell'interazione acqua/magma (Orsi et al., 1991 a, 1992, 1995; Wohletz et al., 1995).

La dinamica eruttiva è stata inoltre notevolmente condizionata dal verificarsi di un collasso calderico sineruttivo. Nel corso dell'eruzione furono emessi, da un centro ubicato nei Campi Flegrei, 40 km³ di magma a composizione da alcalitrachitica a latitica che ricoprirono un'area di circa 1.000 km².

I depositi connessi all'eruzione del TGN si rinvencono nell'area napoletano-flegrea e nella Piana Campana fino ai rilievi dell'Appennino. Sebbene il centro eruttivo fosse ubicato nei Campi Flegrei, gli affioramenti più vicini al centro si rinvencono solo ad una distanza di alcuni km da quest'ultimo. Anche nel Golfo di Napoli si rinvencono depositi, attualmente sommersi, attribuibili al TGN.

I ricercatori Orsi e Scarpati nelle pubblicazioni del 1989, 1991 e 1992, sulla base delle caratteristiche stratigrafiche, sedimentologiche e composizionali del TGN, hanno



dedotto che nel corso dell'eruzione incominciò a verificarsi un collasso calderico. Tale ipotesi fu in seguito sostenuta anche in Scarpati et al. (1993), Orsi et al. (1995) e Wohletz et al. (1995).

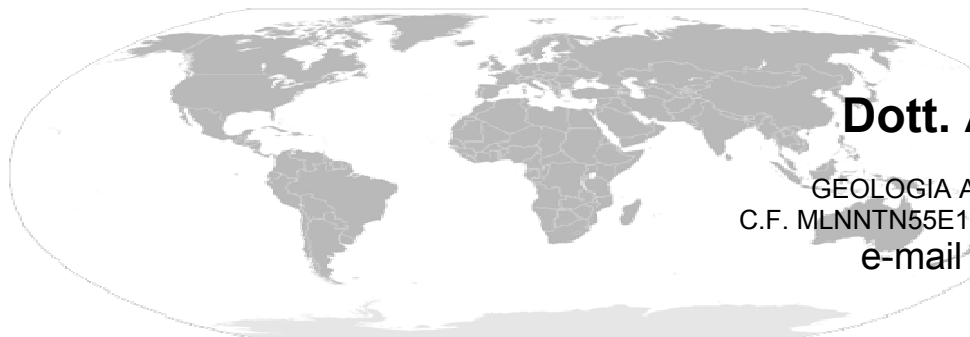
Sebbene il verificarsi di un collasso calderico sia comprovato dalle stesse caratteristiche sedimentologiche e chimiche del TGN, il bordo della caldera non è visibile in affioramento. La sola evidenza morfologica, visibile nella parte continentale della caldera, è data dal versante occidentale ad alto angolo della collina di Posillipo, che probabilmente, rappresenta l'evoluzione morfologica di una scarpata di faglia prodottasi durante il collasso calderico. La maggior parte del bordo calderico può essere ricostruita sulla base di evidenze di carattere geofisico, essenzialmente dati gravimetrici e magnetici (Barberi et al., 1991), sulla base della distribuzione dei centri eruttivi più recenti del TGN, sulla base dell'andamento di superfici di abrasione marina di età nota nella parte sommersa dei Campi Flegrei (Pescatore et al., 1984), e sulla base delle interpretazioni di perforazioni superficiali e profonde.

Tutti i centri eruttivi di età inferiore a 15 ka sono ubicati all'interno dell'area calderica così individuata. L'allineamento di centri eruttivi tra Averno e Capo Miseno può essere considerato come un'evidenza del fatto che il margine occidentale della caldera segue una struttura ad andamento N-S, probabilmente legata ad un sistema regionale di faglie. La depressione della baia di Pozzuoli è delimitata verso sud dagli alti morfologici del banco di Pentapalummo e del banco di Miseno.

L'età di questi due banchi è compresa tra 39 e 18-14 ka ed i loro depositi sono spianati dalla superficie di abrasione marina del Würm, che viene bruscamente interrotta e ribassata a nord del banco di Pentapalummo. Le scarpate tagliate nei depositi del banco di Pentapalummo sono ricoperte in discordanza da depositi che ne hanno variato la geometria originaria ed hanno parzialmente colmato la baia di Pozzuoli. L'età di questi depositi è compresa tra 14 e 9.0-6.5 ka: essi pertanto devono comprendere anche i depositi connessi con l'eruzione del TGN.

L'età delle scarpate che delimitano a sud la baia di Pozzuoli, quindi, sarebbe compatibile con quella del TGN e pertanto esse si sarebbero formate, con ogni probabilità, a seguito del collasso calderico, così come l'intera depressione della baia di Pozzuoli. L'insieme dei dati provenienti dallo studio delle perforazioni, inoltre, dimostra che il collasso calderico si è realizzato attraverso l'attivazione di faglie (sia preesistenti che prodottesi ex novo), che hanno sbloccato il fondo della caldera, dislocando una serie di blocchi in maniera differenziale.

Il vulcanismo flegreo è associato al processo distensivo che investe il margine continentale della penisola italiana in seguito all'apertura del Tirreno ed alla conseguente migrazione della penisola verso est, sud-est, iniziato circa 9 milioni di anni fa.

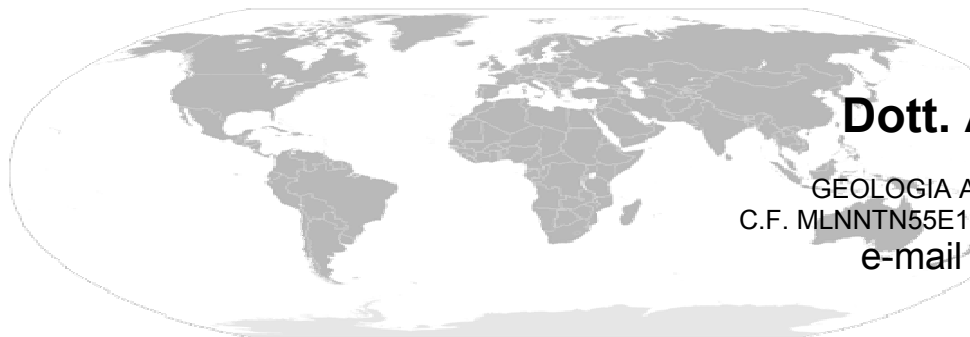


Dopo la formazione della catena Maghreb – Appennino, in seguito alla collisione Africa – Europa, il crescente carico litostatico in asse di catena ha generato un campo di deformazioni tensili tale da produrre un assottigliamento litosferico e la risalita del mantello.

Tale processo si è evoluto con l'espansione di un'area continentale che ha dato origine al bacino tirrenico ed ha prodotto l'oceanizzazione della crosta. In conseguenza di tale processo l'area napoletana è caratterizzata da una struttura di collasso (graben) all'interno della quale si è formata la piana campana e si è sviluppato il vulcanismo.

Il fenomeno si è manifestato attraverso più centri di espansione in seguito alla risalita del mantello con un meccanismo diapirico che avrebbe dato origine a hot plume. Si individuano due centri ben sviluppati, uno al centro del Tirreno in corrispondenza del centro eruttivo sottomarino Vavilov e l'altro nella parte meridionale del bacino in corrispondenza del vulcano sottomarino Marsili. Il vulcanismo ricordato è di tipo tholeitico caratteristico di sorgenti magmatiche che si generano in condizioni di alta temperatura e bassa pressione, coerenti con zone caratterizzate da crosta assottigliata e temperature elevate, proprie delle aree interessate dai rami ascendenti di celle convettive sviluppate nel mantello. Un terzo centro di espansione, in corso di formazione, è ai margini del bacino tirrenico lungo la costa della Campania. Qui la risalita del mantello ha prodotto prima la tumescenza della litosfera, poi la risalita dei magmi nella crosta, successivamente eruzioni e collassi, fino alla costruzione dei tre centri eruttivi principali: Vesuvio, Ischia e Campi Flegrei.

Il Vesuvio si formerà come apparato poligenico da un originario campo vulcanico, Ischia ed i Campi Flegrei conserveranno le caratteristiche di campi vulcanici.



CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE DELL'AREA

L'analisi delle condizioni geomorfologiche e strutturali, dei rapporti stratigrafici e delle caratteristiche tecniche dei terreni rinvenuti, consente di delineare il generale andamento dei deflussi superficiali e quello della circolazione idrica nel sottosuolo dell'area in esame.

La porzione di reticolo idrografico dell'area in oggetto è caratterizzata da alcuni tratti in cui l'acqua viene convogliata a valle.

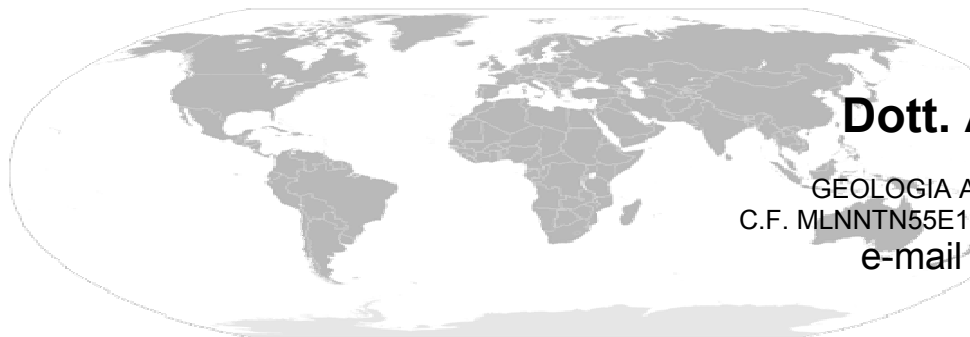
Queste direttrici drenano la maggior parte delle acque superficiali provenienti dalle aree poste a monte di quella in esame e le recapitano a mare con una velocità di corrvazione che, in funzione anche dell'entità delle precipitazioni, è variabile ed è elevata solo in concomitanza di versanti non interessati da terrazzamenti artificiali.

Si deve considerare, inoltre, che una buona aliquota delle acque meteoriche ricadenti nell'area in oggetto viene intercettata dalla fitta rete stradale che le smaltisce velocemente nella condotta fognaria comunale e, da questa, nei rivoli circostanti.

Durante il rilevamento geologico effettuato dallo scrivente sono stati individuati due principali complessi litologici di diversi spessori che mostrano differenti gradi di porosità e permeabilità e, pertanto, diverso comportamento nei riguardi della circolazione idrica sotterranea.

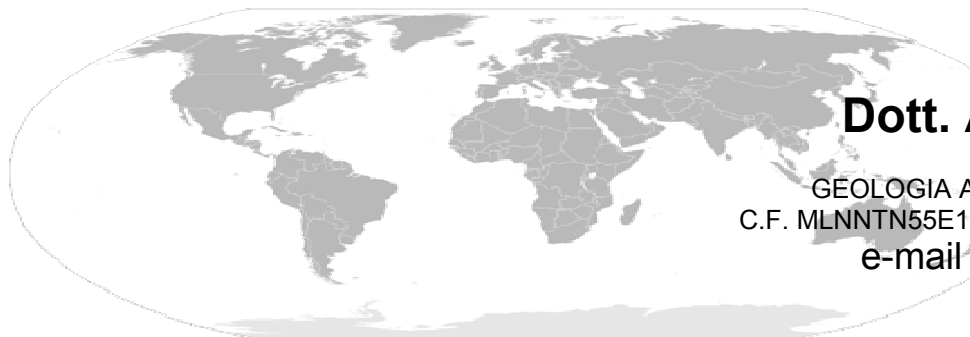
I terreni di copertura del substrato tufaceo mostrano una notevole porosità ed una permeabilità medio-bassa tale da consentire soltanto un limitato trasferimento delle acque pluviali, raccolte nel bacino idrogeologico, al sottostante substrato tufaceo. La parte sommitale (0,50-1,50 m), più ricca di sostanze organiche, costituisce la coltre di terreno vegetale. Lo spessore complessivo del litotipo varia in funzione della morfologia del substrato ed è, comunque, compreso tra 10 e 20 metri.

I terreni sottostanti sono costituiti da sabbia, lapilli, pomici e ceneri vulcaniche che hanno subito un rilevante rimaneggiamento per l'azione degli agenti atmosferici. Sono, pertanto, classificabili in un campo variabile che va da quello più fine (limo sabbioso) a quello più denso (sabbia piroclastica).



DESCRIZIONE DELLA SUCCESSIONE DEI TERRENI

La descrizione della successione dei terreni si evince dai 5 sondaggi fatti dalla Tecno in S.p.a. e dal sondaggio effettuato dall'Ambiente S.C ed allegate alla presente Relazione.



CONSIDERAZIONI SULLE INDAGINI GEOFISICHE

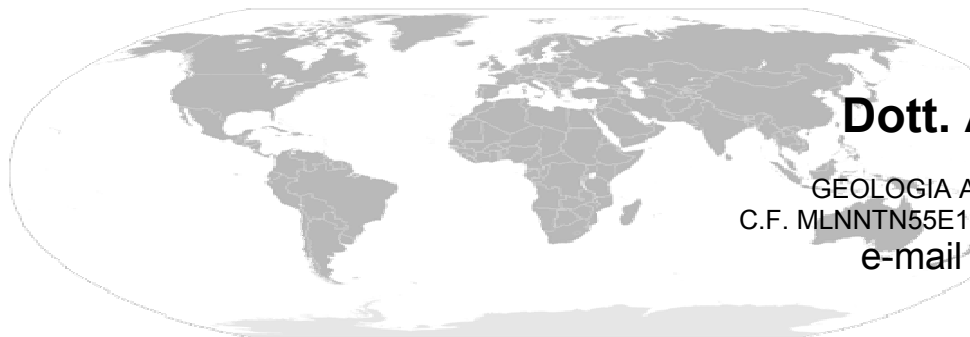
L'indagine è stata condotta mediante l'utilizzo di un sismografo M.A.E. A6000-S, strumento compatto e versatile progettato e realizzato appositamente per eseguire indagini di prospezione sismica a rifrazione e riflessione.

Inoltre l'elevata dinamica (24 bit di risoluzione) unita alla notevole memoria di registrazione (circa 10000 campioni), ne consente inoltre l'utilizzo per tecniche di indagine di tipo passivo Re.Mi.-M.A.S.W.-S.A.S.W..

La gestione dell'apparecchiatura è notevolmente semplificata dall'interfaccia grafica e dall'interazione con essa tramite il sistema di puntamento touch-screen, che consente di eseguire tutte le operazioni toccando con uno stilo gli oggetti interessati direttamente sullo schermo.

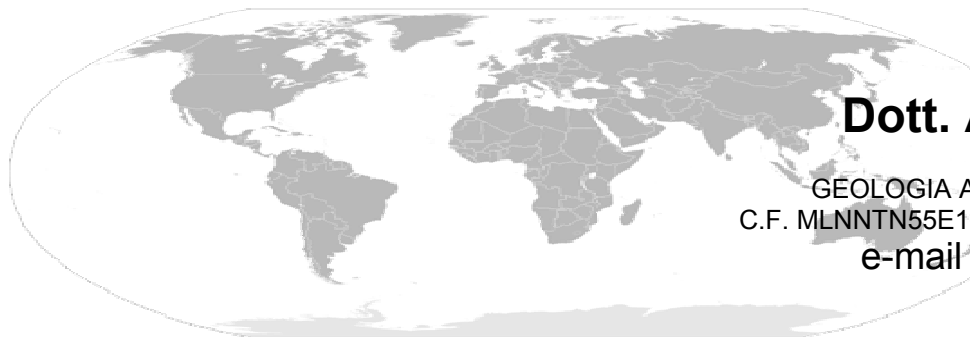
L'ambiente operativo dello strumento è quello di Microsoft Windows. Tutte le operazioni, come già detto, possono essere gestite in modo intuitivo toccando lo schermo con l'apposito stilo, che sostituisce il mouse normalmente utilizzato sui PC da scrivania.

La descrizione più dettagliata e puntuale è presente nell'indagine sismica redatta dallo scrivente in una relazione a parte.



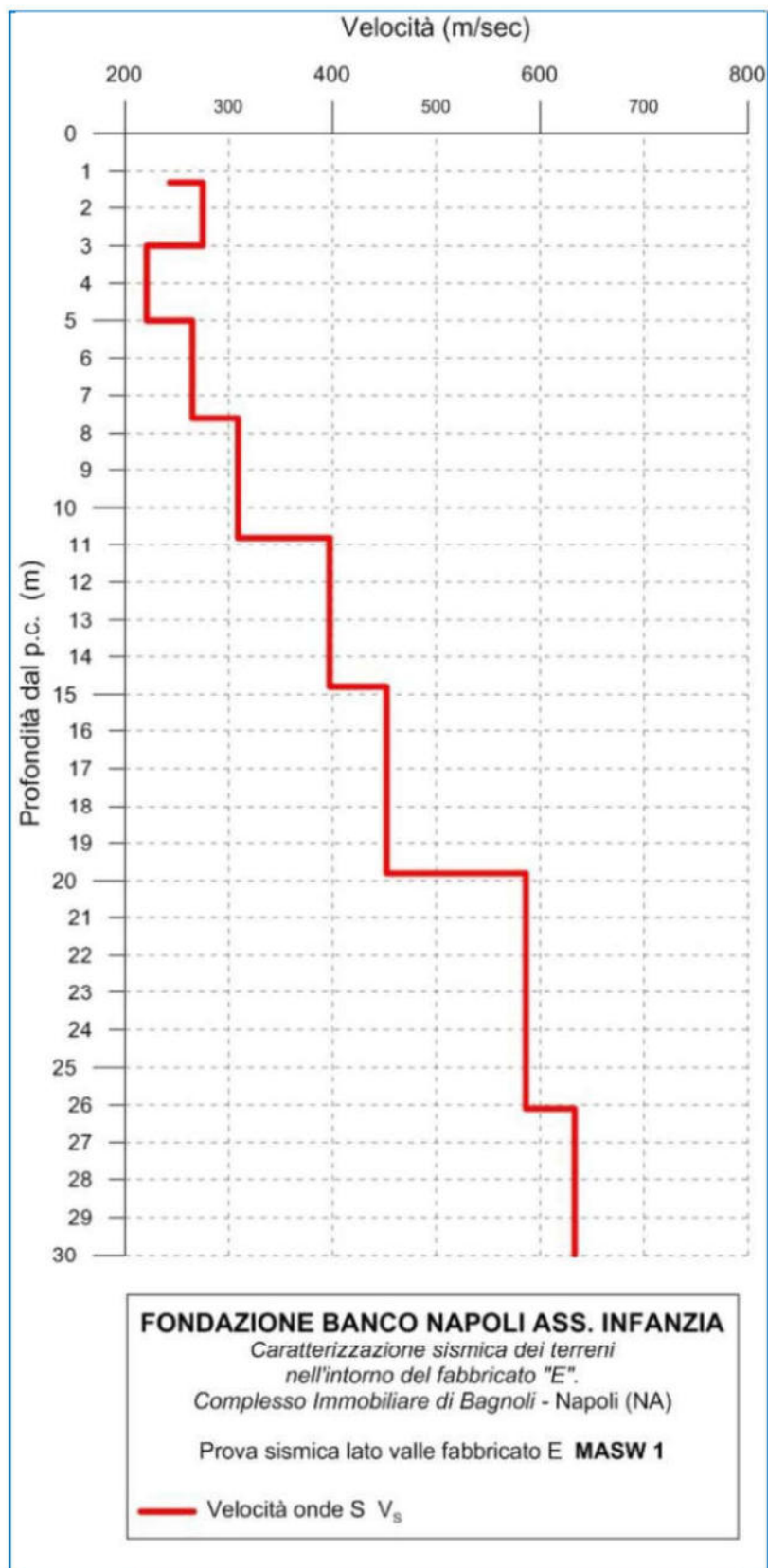
PARAMETRI FISICO-MECCANICI DEI TERRENI

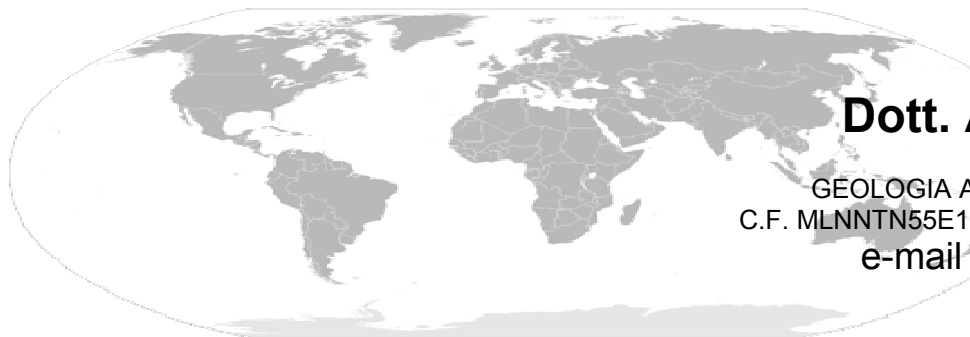
I parametri geotecnici dei terreni si evincono dalle 5 prove SPT effettuate dalla Tecno in S.p.a. ed allegate alla presente Relazione.



Studio Geologico
Dott. Antonio Milano

GEOLOGIA AMBIENTALE
GEOLOGIA APPLICATA ALL'INGENERIA
C.F. MLNNTN55E10G813V P.IVA 00631361219
e-mail antoniomilano@iol.it





Studio Geologico

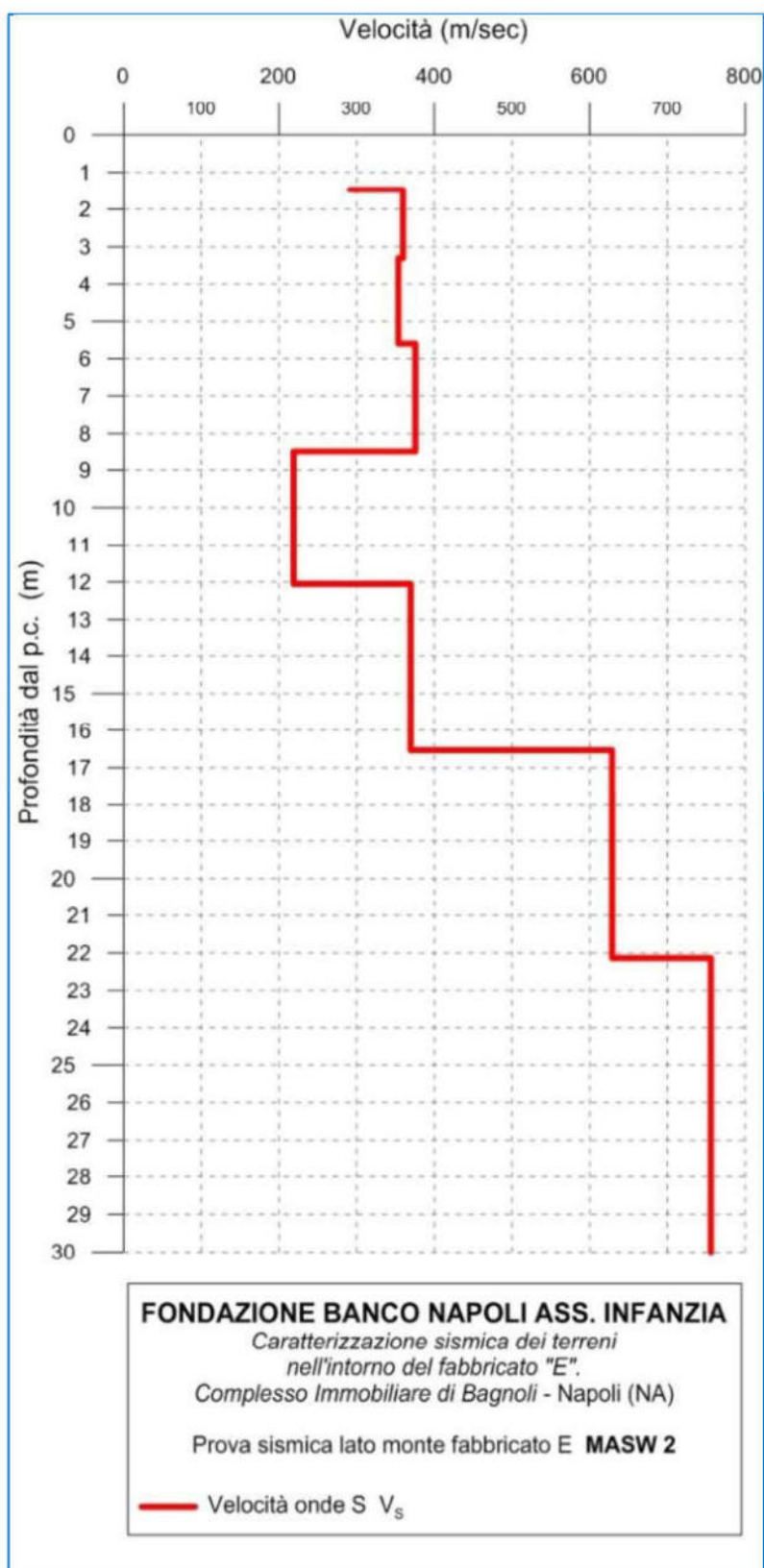
Dott. Antonio Milano

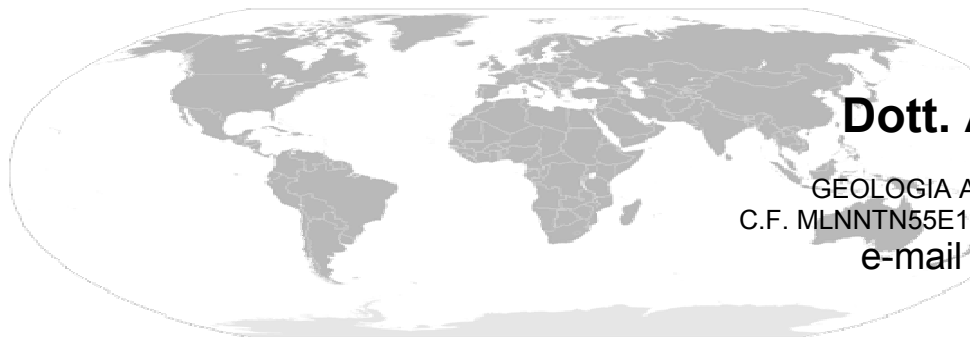
GEOLOGIA AMBIENTALE

GEOLOGIA APPLICATA ALL'INGENERIA

C.F. MLNNTN55E10G813V P.IVA 00631361219

e-mail antoniomilano@iol.it





CONCLUSIONI

Il valore del carico ammissibile ipotizzato alle varie profondità si evince dalle prove SPT allegate.

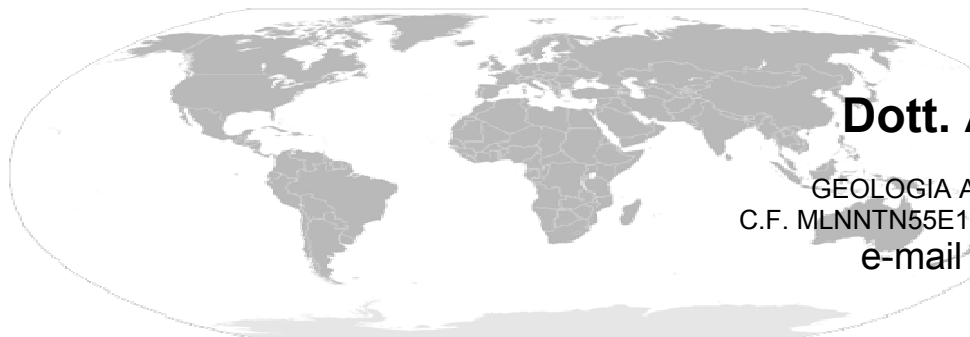
Le indagini hanno fornito risultati concordanti che collocano i terreni in categoria **B** dell'O.P.C.M. 3274/03 e successive modificazioni. Questa categoria è stata ricavata, come da normativa, dalla relazione:

MASW 1

$$V_{S30} = \frac{30m}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}} = [378]m/s \quad V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_{s,i}}} = [362]m/s$$

MASW 2

$$V_{S30} = \frac{30m}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}} = [416]m/s \quad V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_{s,i}}} = [410]m/s$$



Studio Geologico
Dott. Antonio Milano

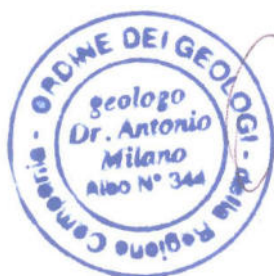
GEOLOGIA AMBIENTALE
GEOLOGIA APPLICATA ALL'INGENERIA
C.F. MLNNTN55E10G813V P.IVA 00631361219
e-mail antoniomilano@iol.it

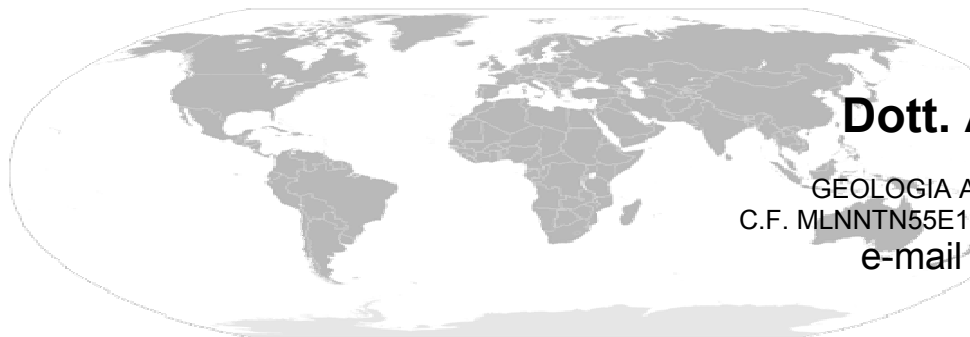
Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, 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> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

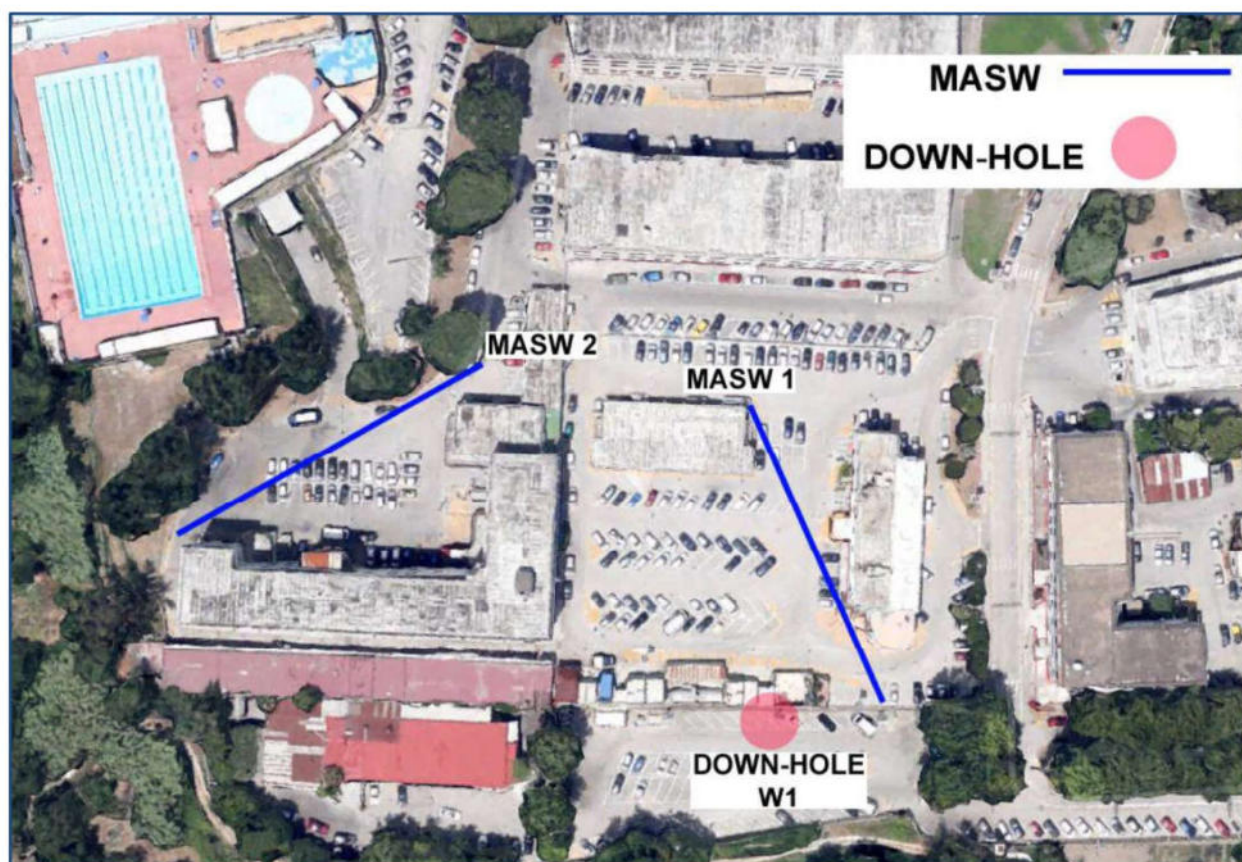
Tab. 1 - Classificazione dei suoli in base alla V_s per le NTC2018.

Il Relatore
dott. geologo Antonio Milano





UBICAZIONE PROFILI SISMICI MASW E DOWN-HOLE



Tecno In S.p.A.	Complesso immobiliare di Bagnoli – Napoli Prove in sito per la caratterizzazione sismica dei terreni nell'intorno del fabbricato "E" <i>Prospezioni geofisiche</i>	Reg. Com.: 082-14 ediz. 11.04.14 Rev. 1 Pag. 3 di 27
-----------------	---	---

1 - Premessa

La **Tecno In S.p.A.** è stata incaricata¹ dalla **Fondazione Banco di Napoli** per l'assistenza **all'infanzia** di eseguire una campagna d'indagini indirette, consistenti in prove per la caratterizzazione sismica in sito dei terreni, nell'intorno del fabbricato "E" afferente al *Complesso Immobiliare di Bagnoli* (ex Comando NATO Sud Europa), di cui la Fondazione è proprietaria.

Le indagini hanno previsto l'esecuzione di prospezioni geofisiche comprendenti le seguenti attività:

- a) n.1 prospezione sismica in foro *down-hole* all'interno del perforo denominato W1;
- b) n.2 prospezioni sismiche *MASW*.

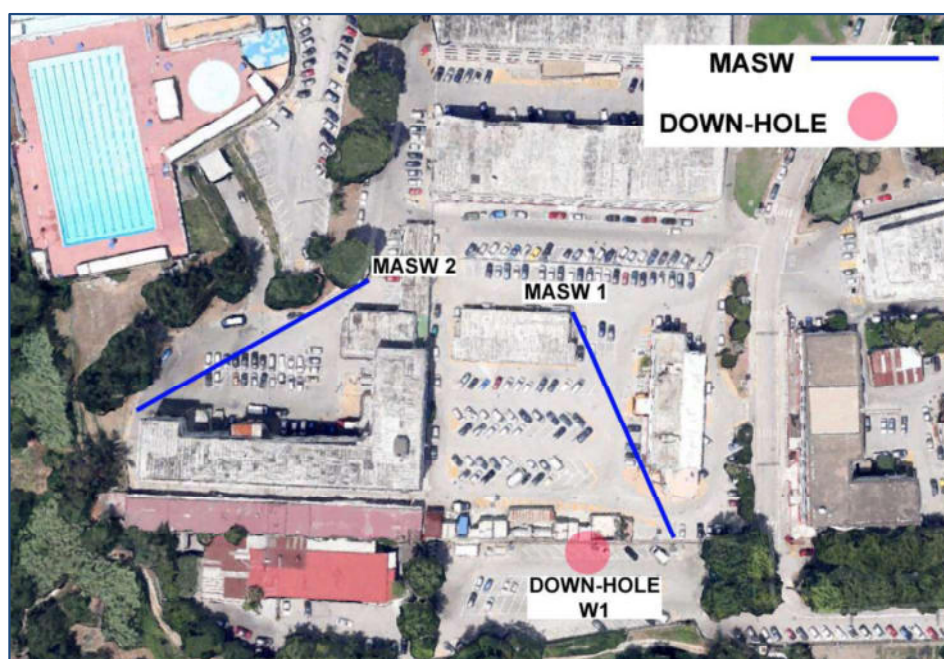


Figura 1 – Ubicazione delle prospezioni sismiche per la caratterizzazione dei terreni intorno al fabbricato E.

La prospezione *down-hole* e l'indagine *M.A.S.W.* sono state eseguite avvalendosi di un sismografo M.A.E. modello A6000S corredato, rispettivamente, da un geofono da pozzo e da ventiquattro geofoni a componente verticale da 4.5 Hz.

Le attività si sono svolte in data 4 aprile 2014.

¹ Lettera di incarico Vs. Prot. 2014/1125 del 03-04-2014.

Tecno In S.p.A.	<p>Complesso immobiliare di Bagnoli – Napoli</p> <p>Prove in sito per la caratterizzazione sismica dei terreni nell'intorno del fabbricato "E"</p> <p><i>Prospezioni geofisiche</i></p>	<p>Reg. Com.: 082-14 ediz. 11.04.14 Rev. 1 Pag. 19 di 27</p>
------------------------	---	--

3.2 – Prospezione sismica con metodologia M.A.S.W.

Le prove sismiche M.A.S.W., denominate **MASW 1** (*lato valle*) e **MASW 2** (*lato monte*, rispetto al fabbricato E), sono state eseguite per la determinazione dei profili verticali delle velocità sismiche delle onde di taglio nel terreno.

Sono consistite nell'esecuzione di n. 2 stendimenti sismici lineari, di lunghezza ciascuno pari a 46 metri, costituiti da 24 sensori, disposti sul terreno con una spaziatura di 2 metri.

L'offset tra la sorgente energizzante ed il primo geofono è stato fissato in 10 metri; la sorgente è stata posta in linea col profilo su entrambi i lati dello stendimento.

Come tipologia di sorgente, è stata utilizzata una massa battente (martello) del peso di 8 kg; l'energia è stata prodotta mediante l'impatto su una piastra di metallo, posta al suolo.

I segnali generati sono stati acquisiti mediante un sismografo digitale multicanale a 24 bit, configurato per rilevare ad una frequenza di campionamento di 2.000 cps, al fine di evitare l'effetto *aliasing*.

La durata totale dell'acquisizione è stata pari a 2 secondi.

L'elaborazione dei dati è avvenuta avvalendosi dei seguenti software specialistici:

- **IXSeg2Segy** software per la visualizzazione ed il picking dei segnali acquisiti;
- suite **SurfSeis** del Kansas Geological Survey e software **Geopsy** e **Dinver** (Geophysical Signal Database For Noise Array Processing), per l'estrazione della curva di dispersione e per l'inversione dei dati.

La fase di elaborazione dei segnali acquisiti in campo, effettuata avvalendosi dei software indicati, prevede la sequenza di step elaborativi riportati a seguire.

In primo luogo, per ciascuna indagine, è stata operata una conversione dal formato di acquisizione (SEG-2) al formato di elaborazione (KGS o altri) del set di dati, compreso filtraggio ed equalizzazione del segnale. Si riportano, a seguire i sismogrammi scelti per l'elaborazione (*Figura 10 e Figura 11*).

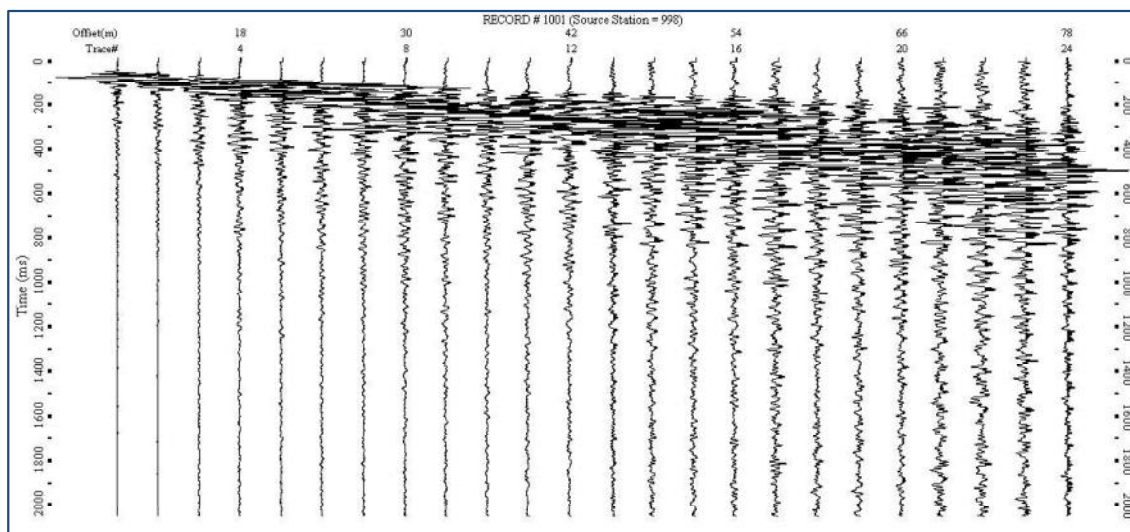


Figura 10 – Tracce registrate durante l'acquisizione del profilo MASW 1.

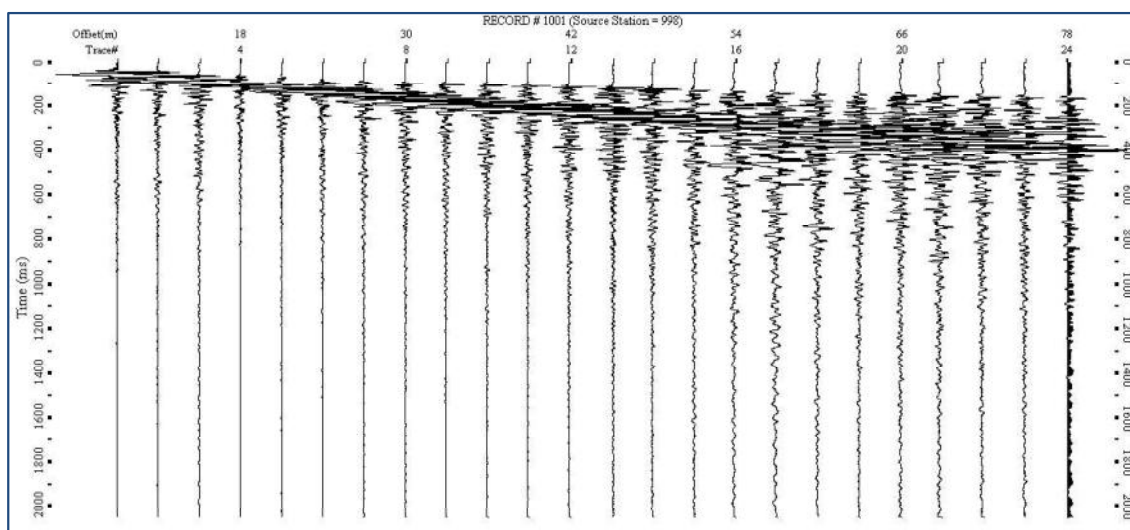


Figura 11 – Tracce registrate durante l'acquisizione del profilo MASW 2.

Tecno In S.p.A.	<p>Complesso immobiliare di Bagnoli – Napoli</p> <p>Prove in sito per la caratterizzazione sismica dei terreni nell'intorno del fabbricato "E"</p> <p><i>Prospezioni geofisiche</i></p>	<p>Reg. Com.: 082-14 ediz. 11.04.14 Rev. 1 Pag. 21 di 27</p>
-----------------	---	--

Successivamente, sono state definite le geometrie di acquisizione ed elaborate le curve di dispersione sperimentali, attraverso trasformata bidimensionale “*lentezza-frequenza*” (p-f); da queste curve, è stato possibile riconoscere il contributo dovuto alle onde di Rayleigh che presentano carattere dispersivo, rispetto agli altri tipi di onde (volume, onda d’aria, rumore non coerente).

Sulle curve di dispersione sperimentale è stato eseguito il picking di un certo numero di punti; tali punti sono stati in seguito importati in un altro diagramma periodo – velocità di fase.

Elaborati i diagrammi velocità di fase – frequenza, sono state estrapolate le **curve di dispersione sperimentale**, di seguito riportate per entrambe le indagini MASW (*Figura 12 e Figura 13*).

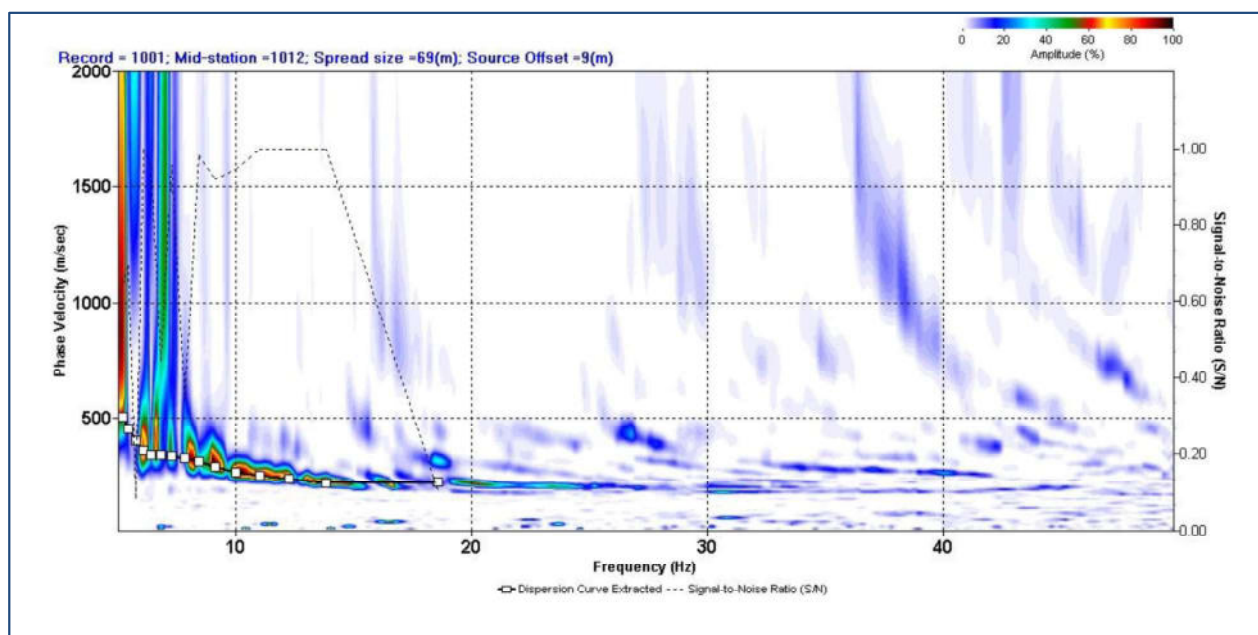


Figura 12 – Curva di dispersione risultante dal processo di elaborazione del profilo MASW 1.

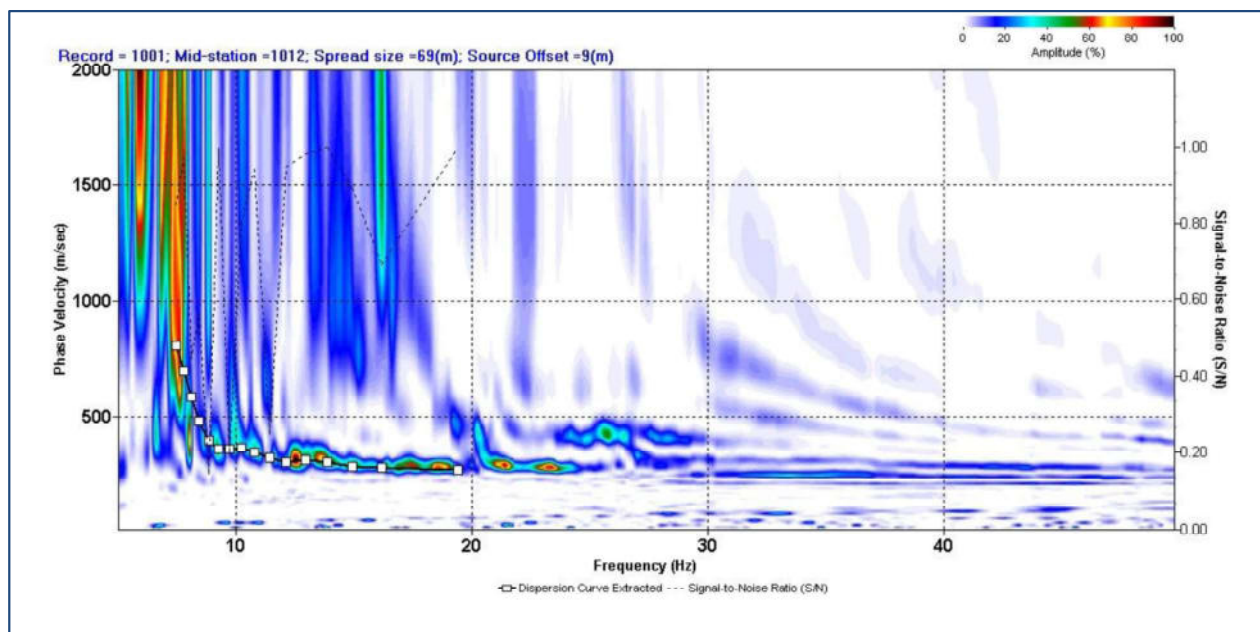


Figura 13 – Curva di dispersione risultante dal processo di elaborazione del profilo **MASW 2**.

Successivamente, si è proceduto all'inversione dei dati sperimentali sino alla giustapposizione con una curva *teorica* ottenuta modificando, per via iterativa, il numero di strati, gli spessori e la loro velocità, sino a quando i punti identificati durante il picking non si sovrappongono all'andamento della linea di dispersione teorica.

L'elaborazione in oggetto ha permesso di ricostruire i “*Profili di velocità*” delle onde di taglio (V_s), espresse in m/sec, in funzione della profondità, per le due indagini MASW, riportati nelle figure che seguono (*Figura 14* e *Figura 15*).

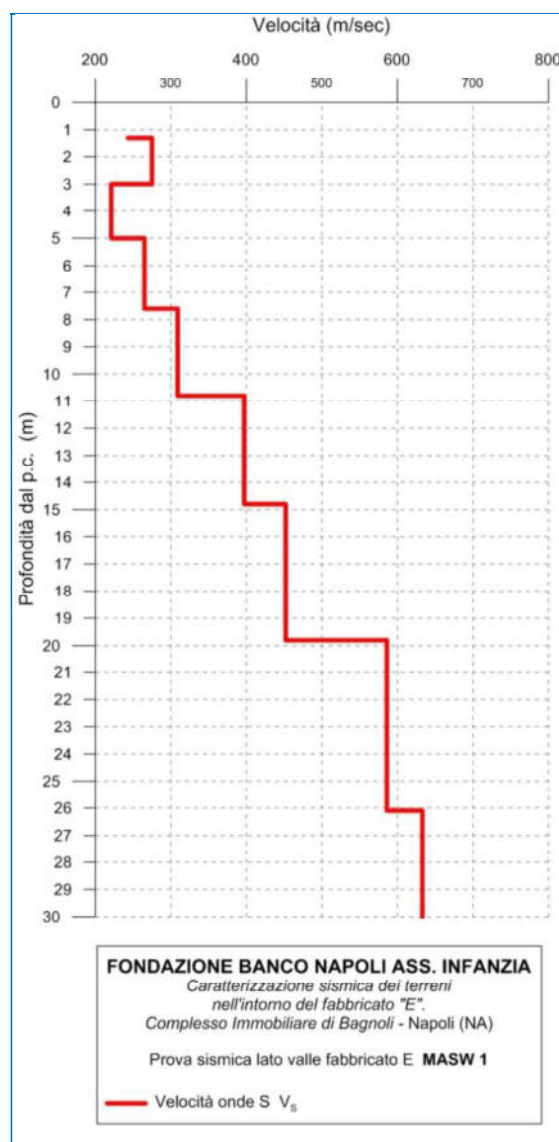


Figura 14 – Diagramma relativo all'andamento delle velocità delle onde di taglio in funzione della profondità dal p.c.

Profilo MASW 1 lato valle rispetto al Fabbricato "E"

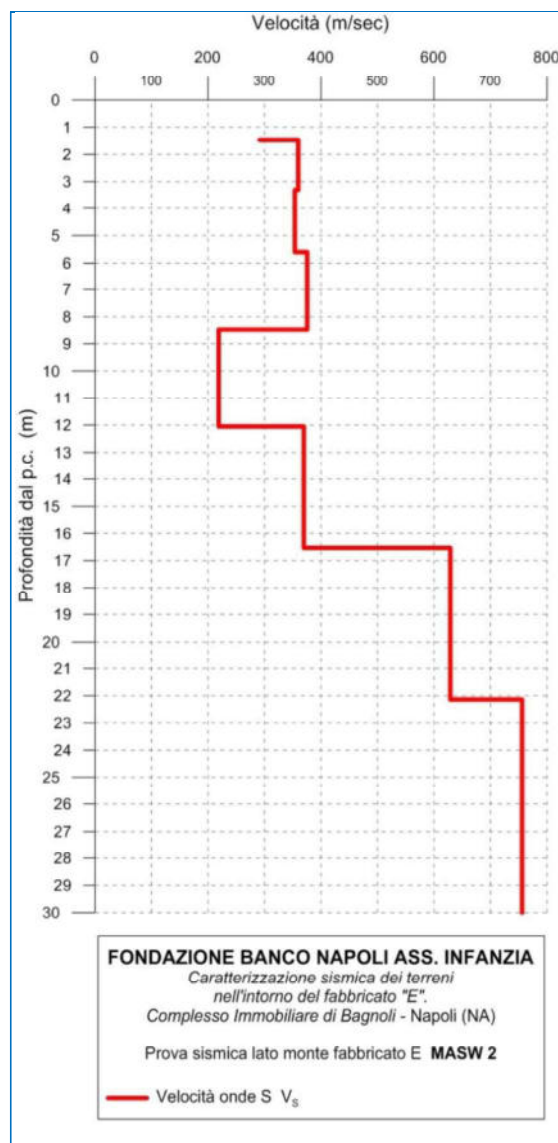


Figura 15 – Diagramma relativo all'andamento delle velocità delle onde di taglio in funzione della profondità dal p.c.

Profilo MASW 2 lato monte rispetto al Fabbricato "E"

Infine, si è proceduto al calcolo del valore di V_{s30} e, quindi, alla determinazione della categoria sismica del sottosuolo ai sensi del Decreto del Ministero per le Infrastrutture 14 gennaio 2008.

Tecno In S.p.A.	Complesso immobiliare di Bagnoli – Napoli Prove in sito per la caratterizzazione sismica dei terreni nell'intorno del fabbricato "E" <i>Prospezioni geofisiche</i>	Reg. Com.: 082-14 ediz. 11.04.14 Rev. 1 Pag. 25 di 27
------------------------	---	--

3.3 – Identificazione della categoria di sottosuolo

La problematica inerente la classificazione del terreno da un punto di vista sismico è stata oggetto di numerose ordinanze e normative (OPCM 3274; DM 14/09/2005); in ultimo, il Decreto del Ministero per le Infrastrutture 14 gennaio 2008, costituisce *l'approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni*.

Nel suddetto Decreto al par. 3.2.2. "*Categorie di Sottosuolo e Condizioni Topografiche*", facente parte del più ampio capitolo riguardante l'**Azione Sismica**, si riporta che "... per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento ad un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento".

Tali categorie sono riepilogate nella tabella di seguito riportata:

Categoria di sottosuolo	
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, 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> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina)
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina)
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina)
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s)

Tabella 2 – Tabella di suddivisione delle categorie di suolo

Tecno In S.p.A.	<p>Complesso immobiliare di Bagnoli – Napoli</p> <p>Prove in sito per la caratterizzazione sismica dei terreni nell'intorno del fabbricato "E"</p> <p><i>Prospezioni geofisiche</i></p>	<p>Reg. Com.: 082-14 ediz. 11.04.14 Rev. 1 Pag. 26 di 27</p>
------------------------	---	--

Fatta salva la necessità della caratterizzazione geotecnica dei terreni nel “volume significativo” (per *volume significativo* di terreno si intende la parte di sottosuolo influenzata, direttamente o indirettamente, dalla costruzione del manufatto e che influenza il manufatto stesso), ai fini dell'identificazione della categoria di sottosuolo, la classificazione si effettua in base ai valori della velocità equivalente $V_{s,30}$ di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 m di profondità.

Per le fondazioni superficiali, tale profondità è riferita al piano d'imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione.

Sono, inoltre, definite ulteriori due categorie che prevedono specifiche analisi per la definizione delle azioni sismiche, particolarmente nei casi in cui la presenza di terreni suscettibili di liquefazione e/o di argille d'elevata sensitività possa comportare fenomeni di collasso del terreno.

S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche	$V_{s,30} < 100$ m/s ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ kPa
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti	

La velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s,30}$ è definita dall'espressione:

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

dove:

h_i è lo spessore (in metri) dell'i-esimo strato compreso nei primi 30 m di profondità;

V_{si} velocità (in m/s) delle onde di taglio nell'i-esimo strato.

Tecno In S.p.A.	Complesso immobiliare di Bagnoli – Napoli Prove in sito per la caratterizzazione sismica dei terreni nell'intorno del fabbricato "E" <i>Prospezioni geofisiche</i>	Reg. Com.: 082-14 ediz. 11.04.14 Rev. 1 Pag. 27 di 27
------------------------	---	--

Per quanto concerne le prospezioni in oggetto, se si considerano i valori della velocità di propagazione delle onde "S", attraverso i materiali rinvenuti nell'ambito dei primi 30 metri dal piano campagna, la determinazione del valore della velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s,30}$ è risultata pari a:

a) **prospezione sismica in foro *down-hole* W1:**

- da 0 a – 30 m dal p.c. $V_{s,30} = 410$ m/sec
- da – 5 m dal p.c. a – 35 m dal p.c. $V_{s,30} = 480$ m/sec

b) **prospezione sismica valle fabbricato "E" *MASW 1*: $V_{s,30} = 381$ m/sec**

c) **prospezione sismica monte fabbricato "E" *MASW 2*: $V_{s,30} = 416$ m/sec**

Ne consegue che, sulla scorta di quanto riportato nel citato Decreto del Ministero per le Infrastrutture 14 gennaio 2008 "*Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni*", i terreni investigati dalle prospezioni geofisiche ricadono nella categoria di **suolo sismico tipo "B"** ($360 \text{ m/s} < V_{s,30} < 800 \text{ m/s}$).

Tecno In S.p.A.

R. CANIPAROLI <i>geologo</i>	COMMITTENTE: FOND.BANCO NAPOLI LOCALITA': BAGNOLI CANTIERE: NATO	RISULTATI PROVE S.P.T.
TABELLA RIASSUNTIVA DELLE PROVE S.P.T. SONDAGGIO S1		
PROFONDITA' (metri)	NUMERO DI COLPI	STIMA DEL CARICO AMMISSIBILE (qu = kg/cmq)
3,20	12 / 22 / 16	5,06
5,20	14 / 18 / 24	5,60
7,15	18 / 19 / 18	4,93
9,20	17 / 44 / Rif.	> 13,30
12,00	17 / 23 / 19	5,60
14,70	14 / 20 / 20	5,33
18,00	13 / 15 / 23	5,06
20,00	14 / 18 / 25	5,73

R. CANIPAROLI geologo	COMMITTENTE: FOND. BANCO NAPOLI LOCALITA': BAGNOLI CANTIERE: NATO	RISULTATI PROVE S.P.T.
<p align="center">TABELLA RIASSUNTIVA DELLE PROVE S.P.T.</p> <p align="center">SONDAGGIO S2</p>		
PROFONDITA' (metri)	NUMERO DI COLPI	STIMA DEL CARICO AMMISSIBILE (qu = kg/cmq)
5,30	12 / 22 / 16	5,06
8,00	13 / 14 / 16	4,00
12,50	17 / 18 / 14	4,27
15,50	26 / 34 / 36	9,33
18,20	31 / 35 / 37	9,60
20,30	16 / 21 / 27	6,40

R. CANIPAROLI geologo	COMMITTENTE: FOND. BANCO NAPOLI LOCALITA': BAGNOLI CANTIERE: NATO	RISULTATI PROVE S.P.T.
<p align="center">TABELLA RIASSUNTIVA DELLE PROVE S.P.T.</p> <p align="center">SONDAGGIO S3 P1</p>		
PROFONDITA' (metri)	NUMERO DI COLPI	STIMA DEL CARICO AMMISSIBILE (q_u = kg/cm ²)
5,20	5 / 7 / 10	2,27
10,50	7 / 11 / 12	3,07
14,80	15 / 18 / 14	4,27
20,50	13 / 30 / 49	10,53

R. CANIPAROLI geologo	COMMITTENTE: FOND.BANCO NAPOLI LOCALITA': BAGNOLI CANTIERE: NATO	RISULTATI PROVE S.P.T.
TABELLA RIASSUNTIVA DELLE PROVE S.P.T. SONDAGGIO S4 P2		
PROFONDITA' (metri)	NUMERO DI COLPI	STIMA DEL CARICO AMMISSIBILE (qu = kg/cmq)
5,20	3 / 4 / 4	1,07
10,10	16 / 33 / 33	8,80
15,10	20 / 31 / 28	7,86
20,10	23 / 31 / 35	8,80

R. CANIPAROLI geologo	COMMITTENTE: FOND. BANCO NAPOLI LOCALITA': BAGNOLI CANTIERE: NATO	RISULTATI PROVE S.P.T.
<p align="center">TABELLA RIASSUNTIVA DELLE PROVE S.P.T.</p> <p align="center">SONDAGGIO S5</p>		
PROFONDITA' (metri)	NUMERO DI COLPI	STIMA DEL CARICO AMMISSIBILE (qu = kg/cmq)
3,50	10 / 10 / 6	2,14
6,10	14 / 16 / 18	4,54
10,20	10 / 14 / 19	4,40
13,00	16 / 18 / 23	5,46
18,40	4 / 25 / 30	7,33
20,10	24 / 34 / 44	10,40

R. CANIPAROLI geologo	COMMITTENTE: FOND.BANCO NAPOLI LOCALITA': BAGNOLI CANTIERE: NATO	RISULTATI PROVE S.P.T.	
TABELLA RIASSUNTIVA DELLE PROVE S.P.T. SONDAGGI LATO NORD			
SONDAGGIO	PROFONDITA' (metri)	NUMERO DI COLPI	STIMA DEL CARICO AMMISSIBILE (qu = kg/cmq)
P0	5,30	20 / 28 / 29	7,60
P1	5,20	5 / 6 / 9	2,01
P3	5,50	4 / 3 / 5	1,07
P4	5,20	16 / 19 / 24	5,73
P5	5,30	15 / 15 / 28	5,73
P6	5,30	25 / 49 / Rif.	> 13,30
P7	5,50	5 / 4 / 5	1,20

<i>R. CANIPAROLI</i> <i>geologo</i>	COMMITTENTE: FOND.BANCO NAPOLI LOCALITA': BAGNOLI CANTIERE: NATO	RISULTATI PROVE S.P.T.
--	--	-------------------------------

**TABELLA RIASSUNTIVA DELLE PROVE S.P.T.
SONDAGGI LATO OVEST**

SONDAGGIO	PROFONDITA' (metri)	NUMERO DI COLPI	STIMA DEL CARICO AMMISSIBILE (qu = kg/cmq)
P8	5,00	14 / 18 / 12	4,00
P9	5,00	12 / 22 / 21	5,73

R. CANIPAROLI geologo	COMMITTENTE: FOND. BANCO NAPOLI LOCALITA': BAGNOLI CANTIERE: NATO	RISULTATI PROVE S.P.T.	
TABELLA RIASSUNTIVA DELLE PROVE S.P.T. SONDAGGI LATO SUD			
SONDAGGIO	PROFONDITA' (metri)	NUMERO DI COLPI	STIMA DEL CARICO AMMISSIBILE (qu = kg/cmq)
P10	5,10	6 / 5 / 5	1,33
P11	5,30	6 / 7 / 11	2,40
P12	5,15	15 / 21 / 18	5,19
P13	5,50	6 / 5 / 5	1,33
P14	5,20	8 / 14 / 18	4,27
P15	5,15	20 / 31 / 29	7,99

geologo

LOCALITA': BAGNOLI
CANTIERE: NATO
ATTREZZATURE: CAROTAGGIO
CONTINUO

Nº **S2**

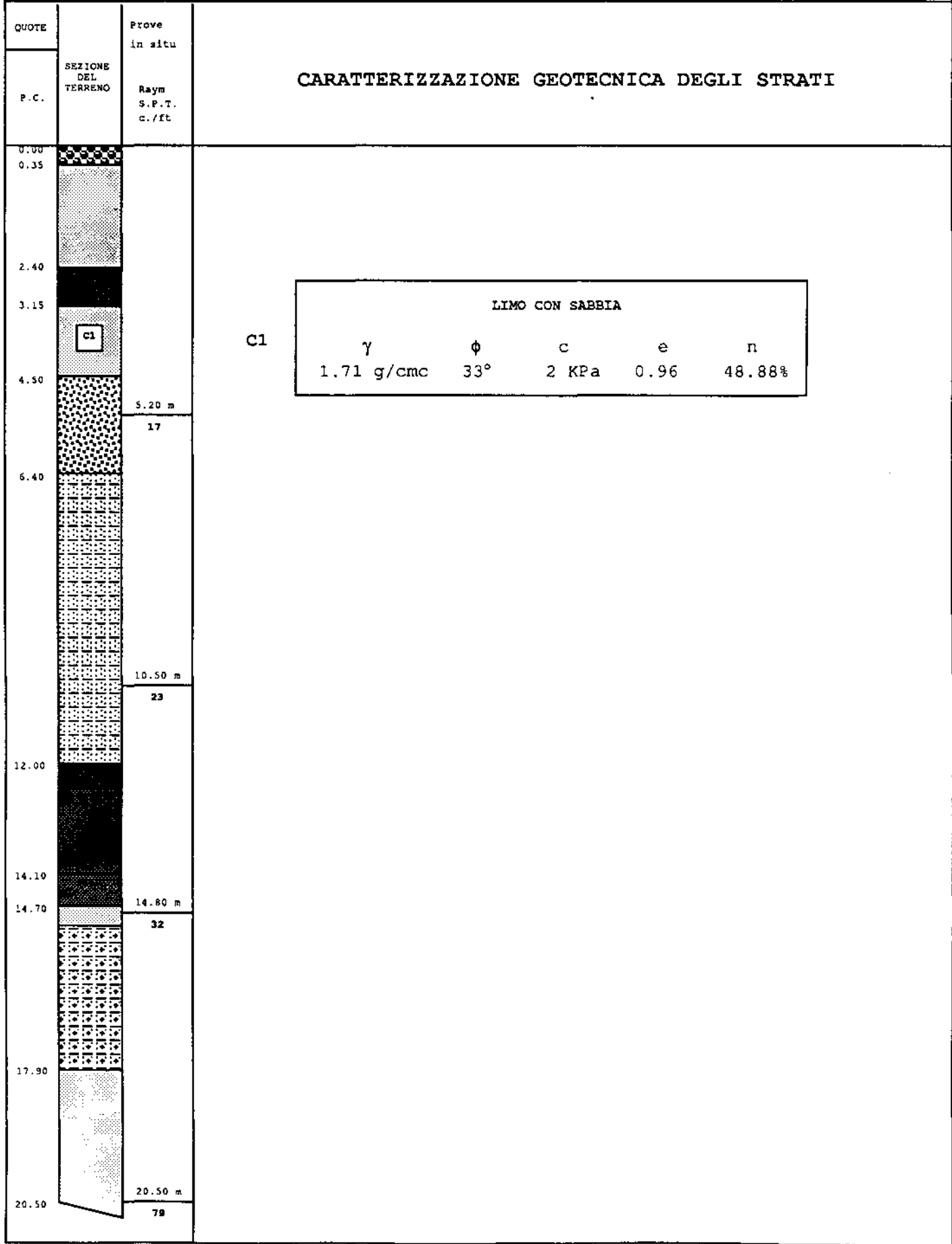
SCALA 1/100

QUOTE	SEZIONE DEL TERRENO	Prove in situ
P.C.		Raym S.P.T. c./ft
0.00		
0.70		
2.50		
2.80		
4.00		
4.80		5.30 m
		19
8.00		8.00 m
8.50		30
10.00		
		12.50 m
12.50		32
13.50		
		15.50 m
		70
		18.20 m
		72
19.30		20.30 m
20.30		48

SABBIA CON LIMO DEBOLMENTE GHIAIOSA

γ	ϕ	c	e	n
1.71 g/cm ³	34°	18 KPa	0.81	44.83%

R. CANIPAROLI geologo	COMMITTENTE: FONDAZIONE BANCO NAPOLI	SONDAGGIO
	LOCALITA': BAGNOLI CANTIERE: NATO ATTREZZATURE: CAROTAGGIO CONTINUO	N° S3 P1 SCALA 1/100



R. CANIPAROLI

geologo

COMMITTENTE: FONDAZIONE BANCO
NAPOLI

LOCALITA': BAGNOLI

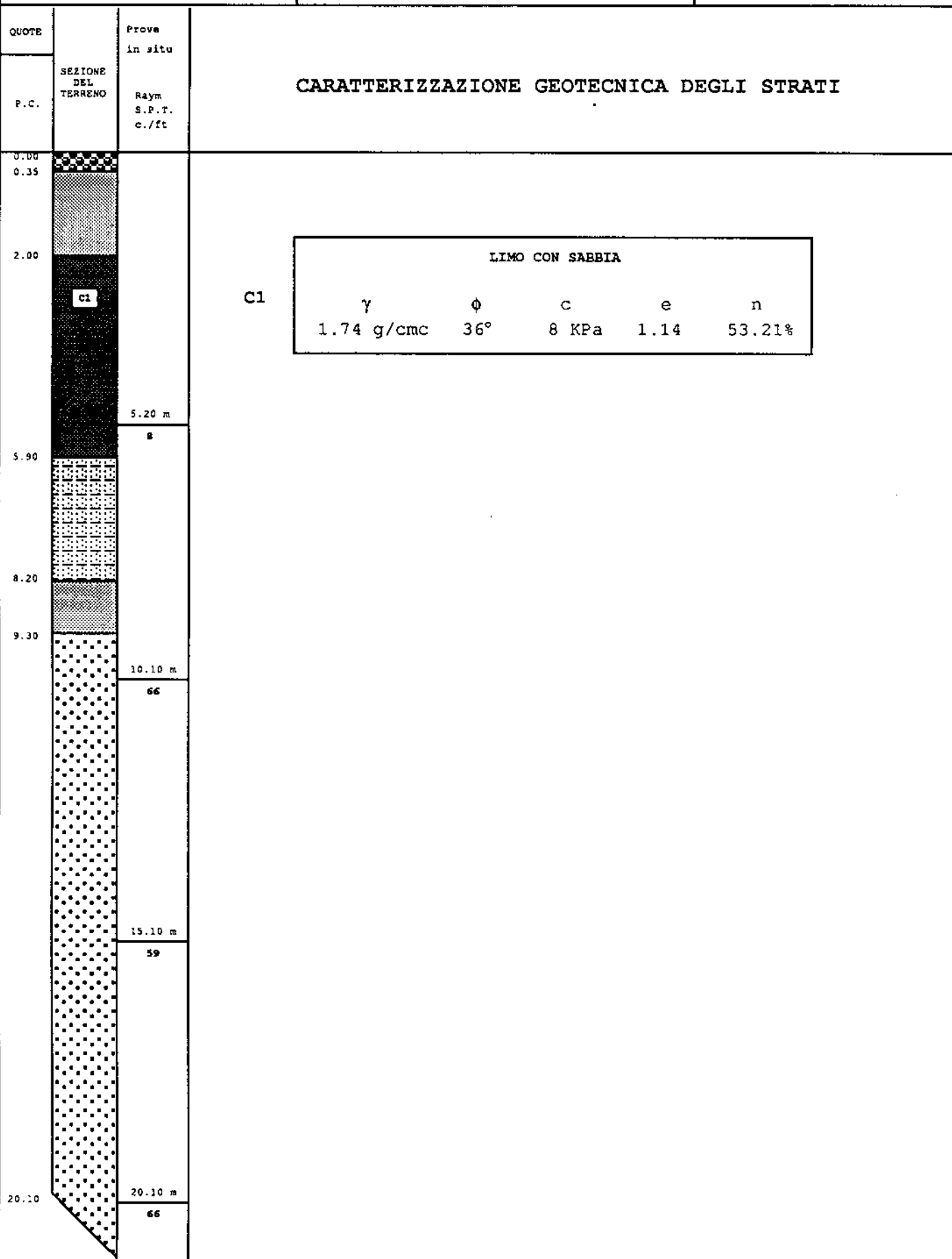
CANTIERE: NATO

ATTREZZATURE: CAROTAGGIO
CONTINUO

SONDAGGIO

N° S4 P2

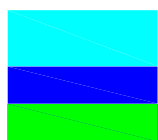
SCALA 1/100



R. CANIPAROLI geologo	COMMITTENTE: FONDAZIONE BANCO NAPOLI LOCALITA': BAGNOLI CANTIERE: NATO ATTREZZATURE: CAROTAGGIO CONTINUO	SONDAGGIO N° S5 SCALA 1/100
--	---	--

QUOTE	SEZIONE DEL TERRENO	Prove in situ	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEGLI STRATI
P.C.		Raym S.P.T. c./ft	
3.00			<div data-bbox="548 696 1300 871"> <div>SABBIA CON LIMO</div> <div> <div>C1</div> <div> <div>γ</div> <div>ϕ</div> <div>c</div> <div>e</div> <div>n</div> </div> <div> <div>1.69 g/cmc</div> <div>32°</div> <div>14 KPa</div> <div>0.89</div> <div>47.14%</div> </div> </div> </div>
0.60			
1.50			
4.00		3.50 m 16	
			<div data-bbox="548 696 1300 871"> <div>SABBIA CON LIMO</div> <div> <div>C1</div> <div> <div>γ</div> <div>ϕ</div> <div>c</div> <div>e</div> <div>n</div> </div> <div> <div>1.69 g/cmc</div> <div>32°</div> <div>14 KPa</div> <div>0.89</div> <div>47.14%</div> </div> </div> </div>
			<div data-bbox="548 696 1300 871"> <div>SABBIA CON LIMO</div> <div> <div>C1</div> <div> <div>γ</div> <div>ϕ</div> <div>c</div> <div>e</div> <div>n</div> </div> <div> <div>1.69 g/cmc</div> <div>32°</div> <div>14 KPa</div> <div>0.89</div> <div>47.14%</div> </div> </div> </div>
			<div data-bbox="548 696 1300 871"> <div>SABBIA CON LIMO</div> <div> <div>C1</div> <div> <div>γ</div> <div>ϕ</div> <div>c</div> <div>e</div> <div>n</div> </div> <div> <div>1.69 g/cmc</div> <div>32°</div> <div>14 KPa</div> <div>0.89</div> <div>47.14%</div> </div> </div> </div>
			<div data-bbox="548 696 1300 871"> <div>SABBIA CON LIMO</div> <div> <div>C1</div> <div> <div>γ</div> <div>ϕ</div> <div>c</div> <div>e</div> <div>n</div> </div> <div> <div>1.69 g/cmc</div> <div>32°</div> <div>14 KPa</div> <div>0.89</div> <div>47.14%</div> </div> </div> </div>

R. CANIPAROLI		COMMITTENTE: ITI LOCALITA': BAGNOLI CANTIERE: NATO ATTREZZATURE: CAROTAGGIO CONTINUO				SONDAGGIO N° S5 SCALA 1/100			
geologo									
QUOTE		SPESSORE STRATI	SEZIONE DEL TERRENO	DESCRIZIONE DEGLI STRATI	Campioni Ind. ● Rim. ○ N. Quote	Falda	Prove in situ		OSSERVAZIONI
sul l.m.	P.C.						Vane Boxer Kg/cmq	Raym S.P.T. c./ft	
	0.00	0.60		CALCESTRUZZO					
	0.60	0.90		CINERITE LIMOSO-SABBIOSA BRUNO-NERASTRA CON POMICI (TERRENO DI RIPORTO HUMIFICATO)					
	1.50	2.50		MATERIALE POMICEO CEMENTATO (MATERIALE DI RIPORTO)				3.50 m	
	4.00	1.60		CINERITE SABBIOSO-LIMOSA CON LAPILLI E POMICI				10 10 6	
	5.60	7.40		CINERITE LIMOSO-SABBIOSA GRIGIO-VERDASTRA CON LAPILLI E POMICI				6.20 m 14 16 18	
	13.00	3.80		CINERITE LIMOSO-SABBIOSA ROSSASTRA CON LAPILLI, POMICI E SCORIE LAVICHE				10.20 m 13 14 19	
	16.80 17.00	0.20		PALEOSUOLO				13.00 m 16 18 23	
	20.10			CINERITE LIMOSO-SABBIOSA GRIGIO-VERDASTRA E GRIGIA CON POMICI, ANCHE GROSSE				18.40 m 4 25 30	
								20.10 m 24 34 44	



AMBIENTE S.C.
Ingegneria ambientale e laboratori

Via Frassina, 21 - 54031 Carrara (MS) tel. 0585-855624
e-mail: home@ambientesc.it - P.I. 00262540453

SONDAGGIO S17

Committente: Joint Force Command

Quota p.c.
(m s.l.m.)

Resp Cantiere:
Dott. Geol. Giuseppe Palla

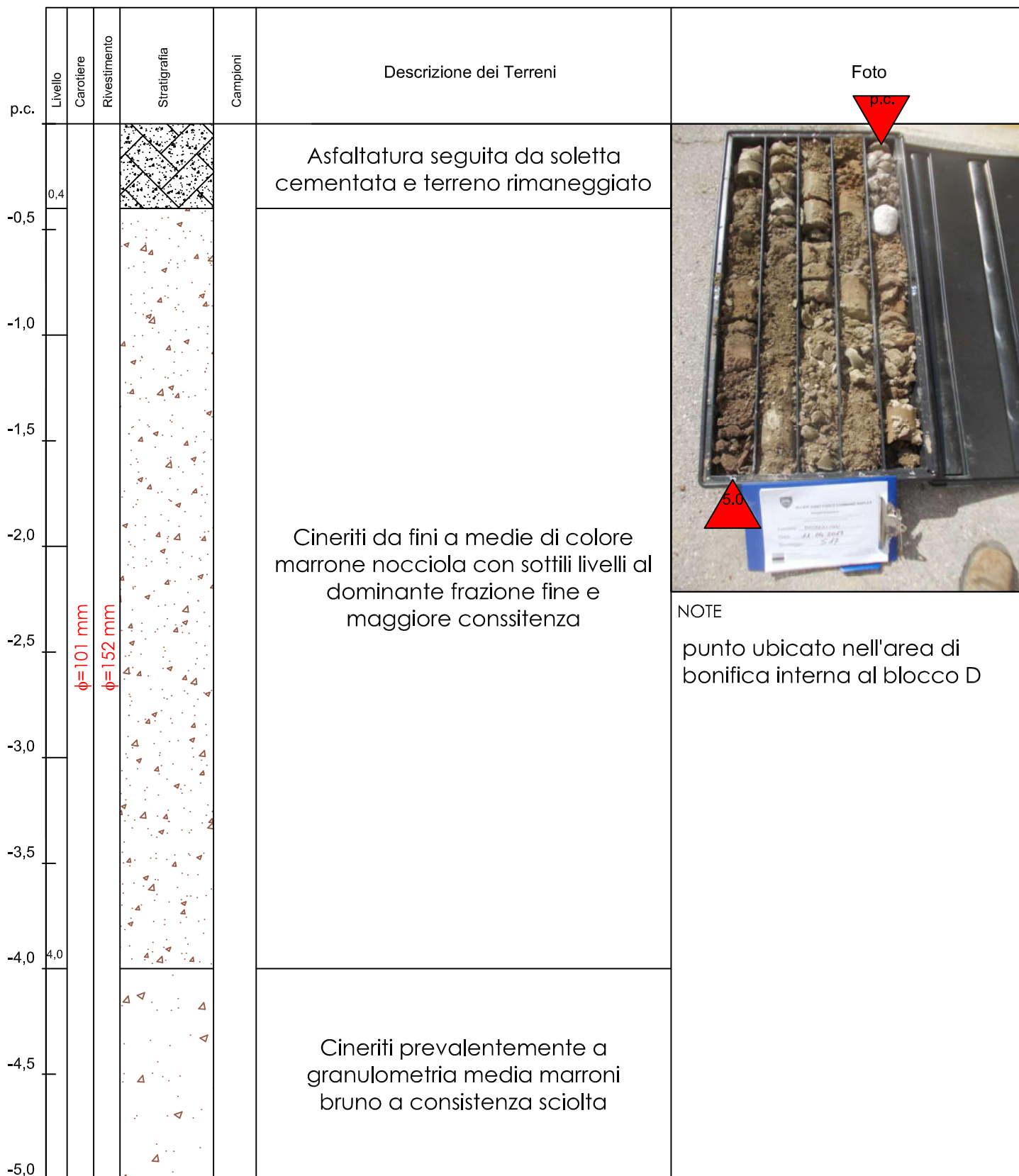
Stabilimento: Headquarters NATO

Coord E
(Roma 1940-GB)N

Ditta di perforazione:
Tecno IN S.p.A.

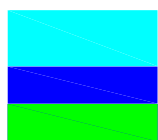
Località : Bagnoli (NA)

Data di esecuzione : 10.04.2013



NOTE

punto ubicato nell'area di bonifica interna al blocco D



AMBIENTE S.C.
Ingegneria ambientale e laboratori

Via Frassina, 21 - 54031 Carrara (MS) tel. 0585-855624
e-mail: home@ambientesc.it - P.I. 00262540453

SONDAGGIO S17

Committente: Joint Force Command

Quota p.c.
(m s.l.m.)

Resp Cantiere:
Dott. Geol. Giuseppe Palla

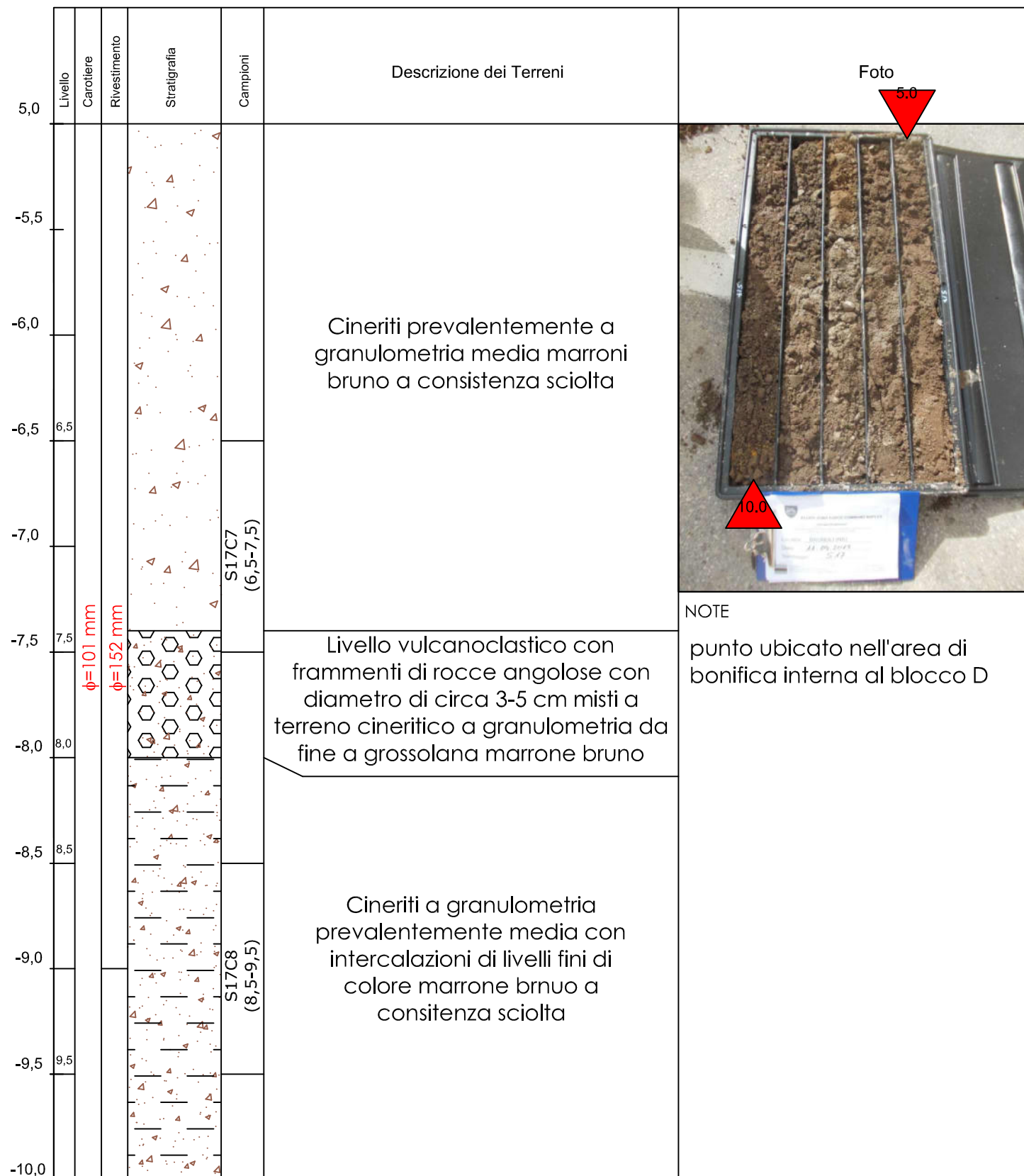
Stabilimento: Headquarters NATO

Coord E
(Roma 1940-GB)N

Ditta di perforazione:
Tecno IN S.p.A.

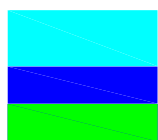
Località : Bagnoli (NA)

Data di esecuzione : 10.04.2013



NOTE

punto ubicato nell'area di bonifica interna al blocco D



AMBIENTE S.C.
Ingegneria ambientale e laboratori

Via Frassina, 21 - 54031 Carrara (MS) tel. 0585-855624
e-mail: home@ambientesc.it - P.I. 00262540453

SONDAGGIO S17

Committente: Joint Force Command

Quota p.c.
(m s.l.m.)

Resp Cantiere:
Dott. Geol. Giuseppe Palla

Stabilimento: Headquarters NATO

Coord E
(Roma 1940-GB)N

Ditta di perforazione:
Tecno IN S.p.A.

Località : Bagnoli (NA)

Data di esecuzione : 11.04.2013

Livello	Carotiere	Rivestimento	Stratigrafia	Campioni	Descrizione dei Terreni	Foto
10,0						
10,4						
-10,5						
-11,0						
-11,5						
-12,0						
-12,5						
-13,0						
-13,5						
-14,0						
-14,5						
-15,0						

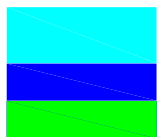
Cineriti a granulometria prevalentemente media con intercalazioni di livelli fini di colore marrone bruno a consistenza sciolta

Cineriti a granulometria prevalentemente media e grossolana di colore marrone bruno con vulcanoclasti sparsi e angolosi a diametro 3-4 cm



NOTE

punto ubicato nell'area di bonifica interna al blocco D



AMBIENTE S.C.
Ingegneria ambientale e laboratori

Via Frassina, 21 - 54031 Carrara (MS) tel. 0585-855624
e-mail: home@ambientesc.it - P.I. 00262540453

SONDAGGIO S17

Committente: Joint Force Command

Quota p.c.
(m s.l.m.)

Resp Cantiere:
Dott. Geol. Giuseppe Palla

Stabilimento: Headquarters NATO

Coord E
(Roma 1940-GB)N

Ditta di perforazione:
Tecno IN S.p.A.

Località : Bagnoli (NA)

Data di esecuzione : 11.04.2013

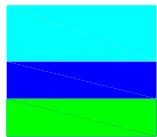
Descrizione dei Terreni					Foto
Livello	Carotiere	Rivestimento	Stratigrafia	Campioni	
15,0					
-15,5				S17C1 (15,0-16,0)	
-16,0					
-16,5					
-17,0					
-17,5				S17C2 (17,0-18,0)	
-18,0					
-18,5				S17C3 (18,0-19,0)	
-19,0					
-19,5				S17C4 (19,0-20,0)	
-20,0					

Cineriti prevalentemente fini e medie marroni bruno a consistenza sciolta o poco consistente con livelli ad abbondante frazione grossolana e subordinata presenza di lapilli a granulometria fine. Presenza di vulcanoclasti sparsi angolosi



NOTE

punto ubicato nell'area di bonifica interna al blocco D



AMBIENTE S.C.
Ingegneria ambientale e laboratori

Via Frassina, 21 - 54031 Carrara (MS) tel. 0585-855624
e-mail: home@ambientesc.it - P.I. 00262540453

SONDAGGIO S17

Committente: **Joint Force Command**

Quota p.c.
(m s.l.m.)

Resp Cantiere:
Dott. Geol. Giuseppe Palla

Stabilimento: **Headquarters NATO**

Coord E
(Roma 1940-GB)N

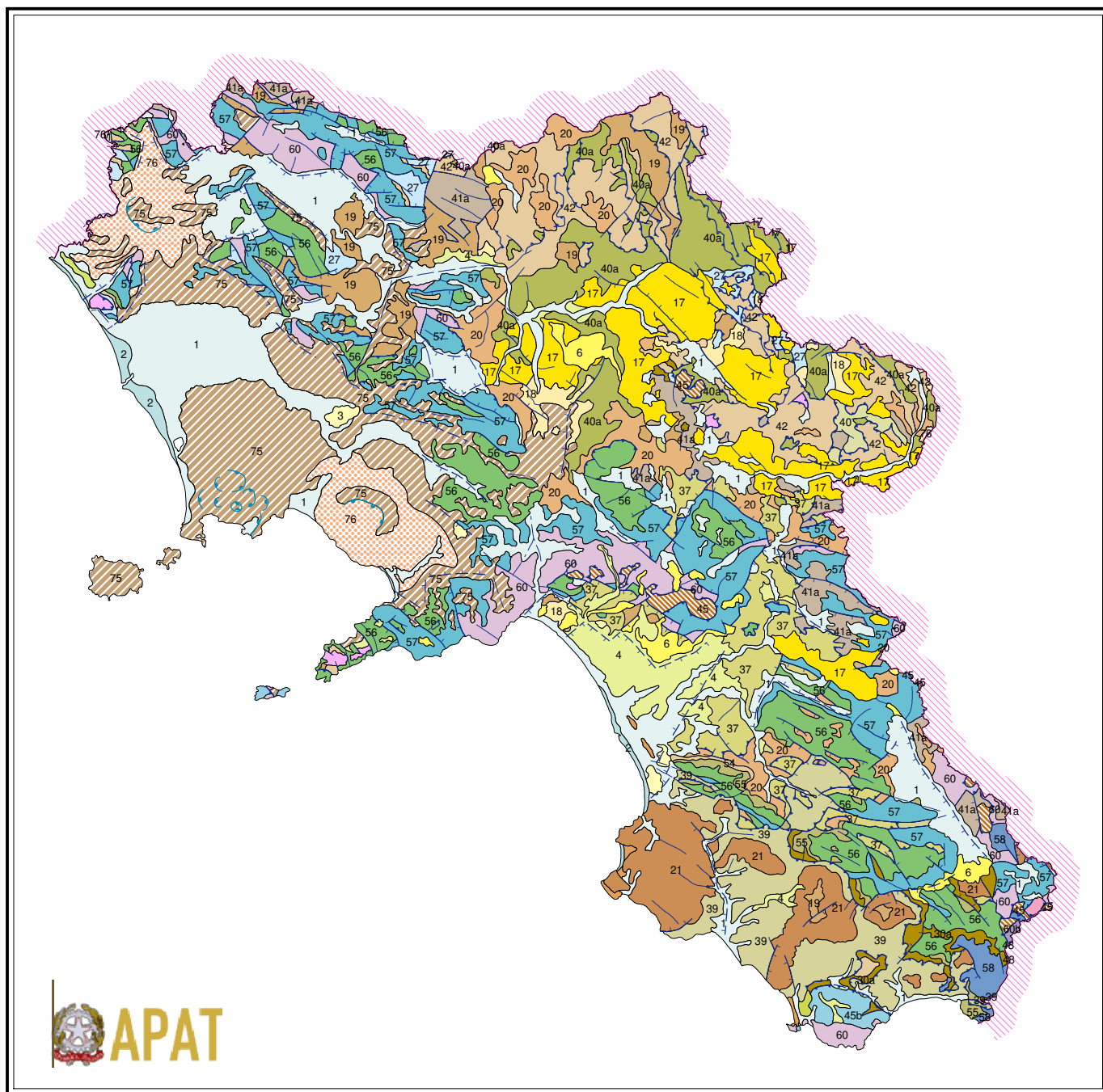
Località : **Bagnoli (NA)**

Data di esecuzione : **11.04.2013**

Ditta di perforazione:
Tecno IN S.p.A.

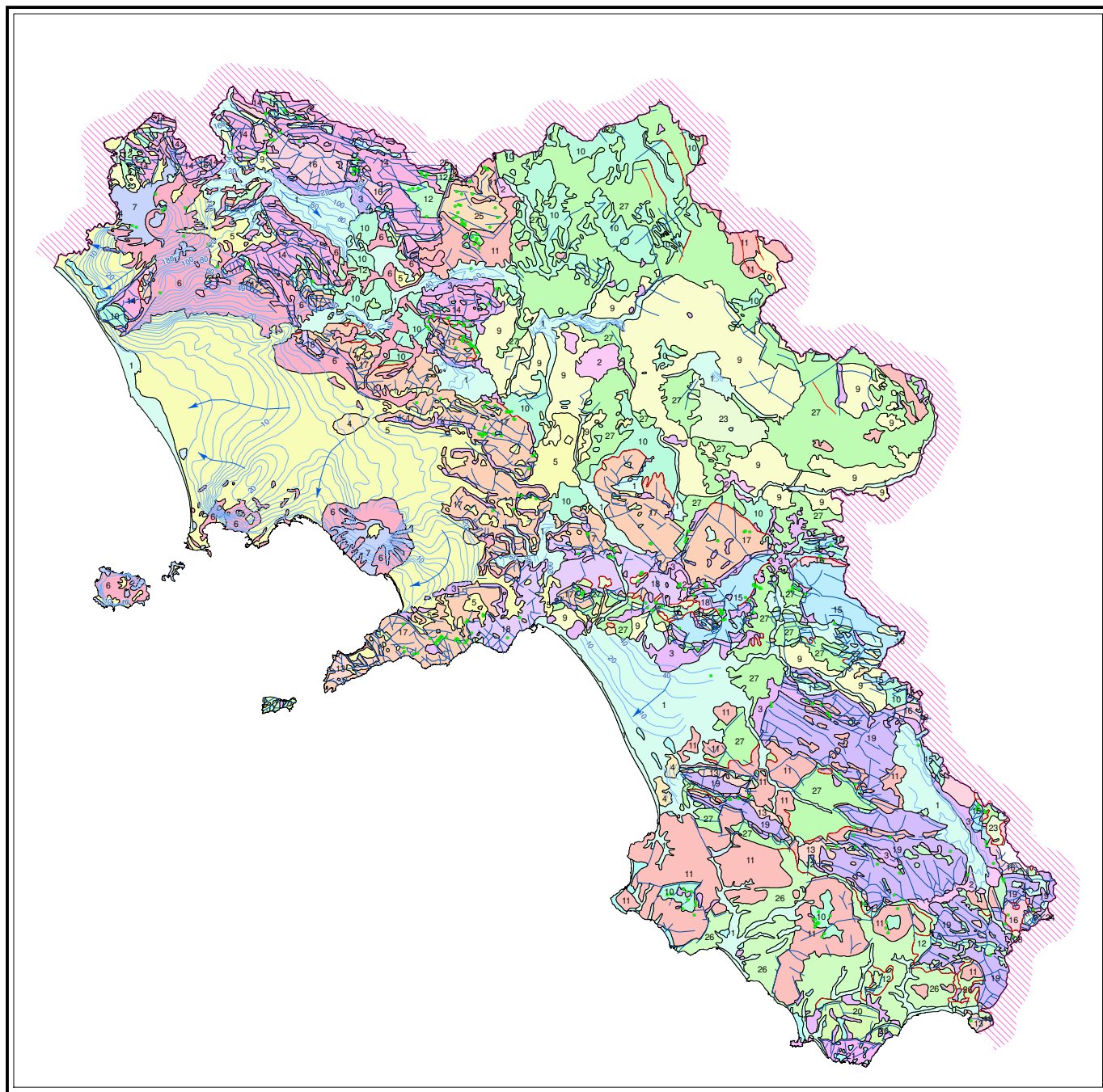
Livello	Carotiere	Rivestimento	Stratigrafia	Campioni	Descrizione dei Terreni	Foto
20,0	$\phi = 101 \text{ mm}$			S17C5 (20,0-21,0)	Cineriti prevalentemente fini e medie marroni bruno a consistenza sciolta o poco consistente con livelli ad abbondante frazione grossolana e subordinata presenza di lapilli a granulometria fine. Presenza di vulcanoclasti sparsi angolosi	 20.0
-20,5				S17C6 (21,0-22,0)		
-21,0						
-21,5						
-22,0						
					FINE PERFORAZIONE	 22.0
						NOTE punto ubicato nell'area di bonifica interna al blocco D

Carta Geologica



- | | | | |
|--|---|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> — Contatto tettonico — Contatto tettonico incerto — Faglia trascorrente — Faglia diretta — Faglia diretta incerta — Sovrascorrimento — Sovrascorrimento incerto — Orlo di caldera | <ul style="list-style-type: none"> 1. Depositi deltici e delle piane alluvionali; Olocene 2. Depositi delle piane costiere, depositi eolici; Olocene 3. Travertini; Pleistocene-Olocene 4. Alluvioni terrazzate; Pleistocene-Olocene 4a. Depositi eolici; Pleistocene-Olocene 6. Conglomerati, sabbie e argille; Pliocene-Pleistocene 8. Depositi, a luoghi terrazzati: conglomerati e sabbie; Pliocene-Pleistocene a luoghi comprendente il Miocene medio 12a. Marne, peliti, sabbie, conglomerati con gessi; Messiniano 16. Peliti, sabbie e conglomerati; Pleistocene inferiore-medio, a luoghi comprendente il Pliocene superiore 17. Peliti, sabbie e conglomerati, localmente con olistostromi di 37; Pliocene 18. Calcarei marnosi, marne, peliti, arenarie, conglomerati e gessi, Localmente con olistostromi di 37; Messiniano superiore-Pliocene inferiore | <ul style="list-style-type: none"> 18a. Calcarei evaporitici, peliti, arenarie conglomerati, gessi e gessareniti (18a); Messiniano 19. Peliti, arenarie e conglomerati, anche in facies torbiditiche; Tortoniano medio-Messiniano inferiore 20. Marne, peliti, arenarie e conglomerati, anche in facies torbiditiche; Langhiano-Messiniano inferiore 21. Calcarei marnosi, marne, peliti, arenarie e conglomerati, anche in facies torbiditiche; Aquitaniano-Serravalliano, a luoghi comprendente l'Oligocene superiore 23. Peliti, sabbie e conglomerati; Pliocene medio-Pleistocene medio 26. Torbiditi arenacee ed arenaceo-pelittiche, talvolta marne bituminose, gessi e gessareniti torbiditiche; alla base marne calcaree, marne e argille emipelagiche del Serravalliano superiore-Messiniano inferiore; Messiniano 27. Torbiditi arenacee ed arenaceo-pelittiche, localmente breccie intercalate, alla base marne calcaree, marne e peliti emipelagiche del Serravalliano superiore-Tortoniano; Tortoniano, a luoghi comprende il Messiniano 28a. Torbiditi arenaceo-pelittiche e pelittico-arenacee, localmente con olistostromi di 37 e 39; torbiditi calcareo marnose e marnoso-arenaceo-pelittiche, localmente con, alla base, arenarie e calcarenitiche glauconitiche che dell'Aquitano-Langhiano inferiore; Langhiano-Tortoniano superiore, a luoghi comprende il Burdigaliano superiore 30a. Torbiditi arenacee e arenaceo-marnoso-pelittiche; Aquitaniano-Langhiano 32. Marne con intercalazioni di argilliti ed arenarie; Torbiditi arenaceo-vulcanoclastiche ed arenaceo-pelittico-marnose; Oligocene-Burdigaliano 37. Argilliti, calcari, breccie a matrice argillosa; arenarie e peliti torbiditiche; Cretaceo superiore-Oligocene, a luoghi comprendente il Miocene inferiore 39. Calcarei, argille, arenarie, conglomerati e breccie a matrice argillosa; Giurassico medio-Oligocene, a luoghi comprendente il Miocene inferiore 40. Marne calcaree, marne e peliti; Eocene superiore-Tortoniano 40a. Marne calcaree, marne e peliti con diffuse intercalazioni di calcareniti torbiditiche; Eocene superiore-Tortoniano | <ul style="list-style-type: none"> 41a. Calcarei e calcari marnosi con selce, marne calcaree, radiolari e peliti con diffuse intercalazioni di calcareniti torbiditiche; Aptiano-Eocene 42. Calcarei e calcari marnosi con selce, marne calcaree, marne e peliti, localmente con intercalazioni di calcareniti torbiditiche; Aptiano-Miocene inferiore 45. Calcarei e dolomie con selce, radiolari e marne; argilliti e argille silicee; Giurassico-Cretaceo inferiore, a luoghi comprendente il Triassico superiore 45b. Calcarei e dolomie con selce, radiolari e marne; argilliti e argille silicee con prevalenti intercalazioni di calcareniti torbiditiche; Giurassico-Cretaceo inferiore, a luoghi comprendente il Triassico superiore 48. Calcarei e dolomie, talvolta seliferi, calcari marnosi e argille marnose, localmente bituminose; Triassico medio-Lias inferiore 54. Calcarei organogeni e bioclastici; Miocene, a luoghi comprendente l'Oligocene superiore 55. Calcarei organogeni e bioclastici; Paleogene 56. Calcarei, calcari dolomitici e dolomie, talvolta alla base livelli bauxitici; Cretaceo superiore, localmente Cretaceo inferiore 57. Calcarei, calcari dolomitici e dolomie, talvolta con livelli marnosi; Giurassico-Cretaceo inferiore 58. Calcarei organogeni e bioclastici, calcari, calcari dolomitici e dolomie; Giurassico medio-Paleogene 60. Calcarei, calcari dolomitici e dolomie; calcari marnosi, marne e argilliti bituminose; Triassico-Giurassico inferiore 60b. Calcarei, arenarie e peliti; Triassico inferiore-medio 75. Trachiti, fonoliti, latiti, shoshoniti, basalti (lave e piroclastiti); Pleistocene-Olocene 76. Tefriti, tefriti fonolitiche, fonoliti, trachiti (lave e piroclastiti); Pleistocene-Olocene |
|--|---|---|--|

Carta dei Complessi Idrogeologici



• Sorgenti potabili

— Piezometriche

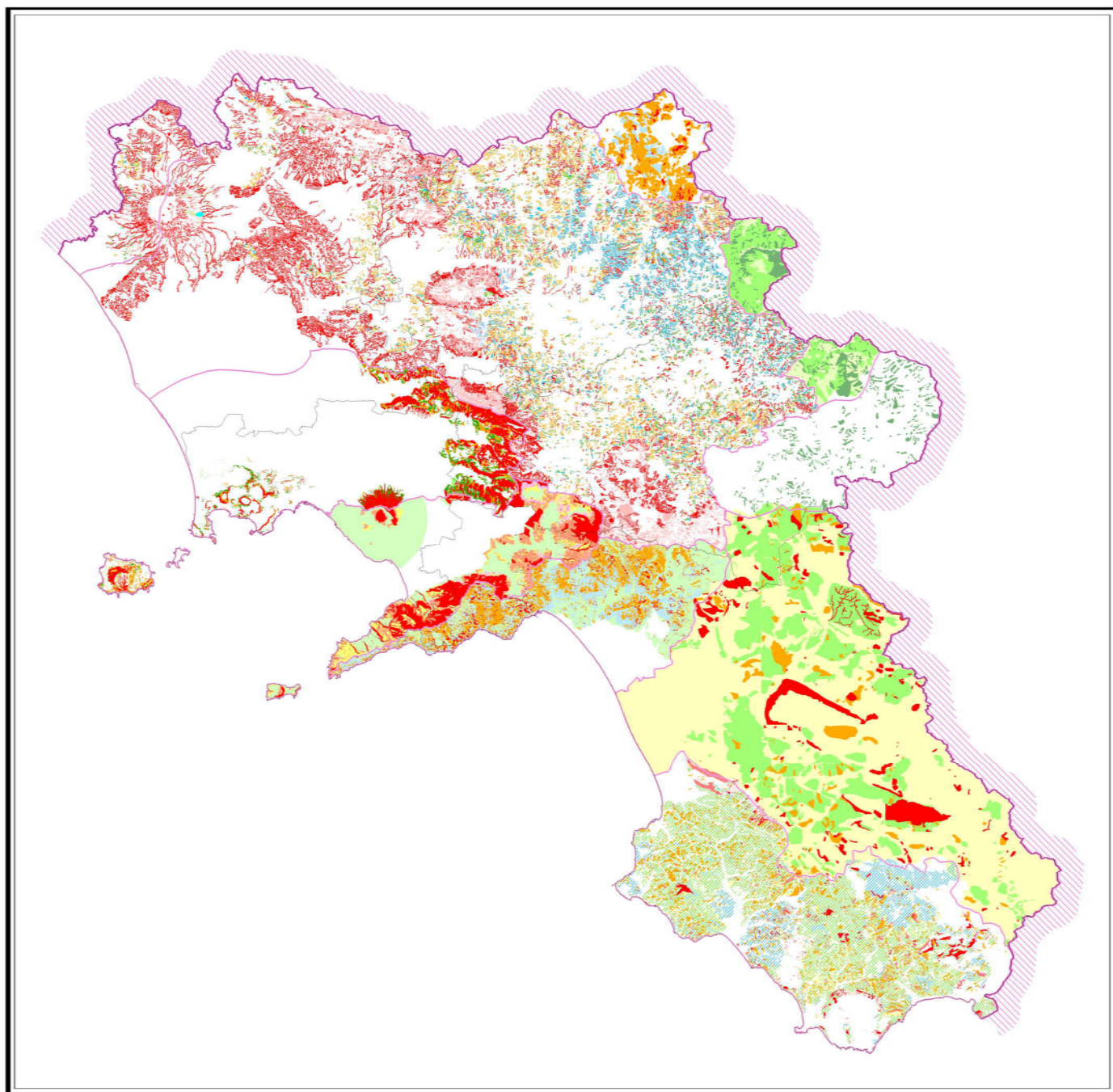
→ Assi di drenaggio

Complessi Idrogeologici

- 1. Complesso alluvionale-costiero
- 2. Complesso lacustre
- 3. Complesso dei depositi epiclastici continentali
- 4. Complesso dei travertini
- 5. Complesso delle piroclastiti da caduta
- 6. Complesso delle piroclastiti da flusso
- 7. Complesso delle lave
- 8. Complesso sabbioso-conglomeratico
- 9. Complesso molassico
- 10. Complesso arenaceo-conglomeratico
- 11. Complesso delle successioni arenaceo-calcareo-pelitiche

- 12. Complesso delle successioni pelitico-calcaree
- 13. Complesso calcarenitico-marnoso di transizione
- 14. Complesso calcareo dell'Unità' Matese-Monte Maggiore e Monte Alpi
- 15. Complesso calcareo delle Unità' del M.te Marzano e M.ti della Maddalena
- 16. Complesso dolomitico dell'Unità' Monti della Maddalena e Monte Foraporta
- 17. Complesso calcareo dell'Unità' Picentino-Taburno
- 18. Complesso dolomitico-marnoso dell'Unità' Picentino-Taburno
- 19. Complesso calcareo dell'Unità' Alburno-Cervati-Pollino
- 20. Complesso calcareo dell'Unità' Bulgheria-Verbicaro
- 21. Complesso dolomitico dell'Unità' Bulgheria-Verbicaro
- 23. Complesso silico-marnoso delle Unità' Lagonegresi I e II
- 24. Complesso dei calcari con selce delle Unità' Lagonegresi I e II
- 25. Complesso calcareo-marnoso delle Unità' molisane
- 26. Complesso calcareo-argillitico dell'Unità' Nord-calabrese
- 27. Complesso argilloso-calcareo delle Unità' Sicilidi
- 99. Corpi Idrici

Carta della Pericolosità da Frana



□ Limiti provinciali

□ Limite (presunto) tra le Autorità di Bacino

LIRI-GARIGLIANO e VOLTURNO nazionale

- R1
- R2
- R3
- R4
- Rpa
- Rpb
- R1 parco
- R2 parco
- R3 parco
- R4 parco
- Rpa parco
- Rpb parco
- Apa
- Area di alta attenzione A4
- Area di medio-alta attenzione A3
- Area di media attenzione A2
- Area di moderata attenzione A1
- Apb

dal Progetto di Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico

SARNO regionale

- Bassa
- Moderata
- Elevata
- Molto elevata
- Media Elevata

DESTRA SELE regionale

- P1
- P2
- P3
- P4

PUGLIA interregionale (per i bacini campani Ofanto, Interregionale Calaggio e Cervaro, regionali)

- PG1
- PG2
- PG3

NORD-OCCIDENTALE regionale

- P3-Area a suscettibilità alta all'innesco, al transito e/o all'invasione da frana
- P2-Area a suscettibilità media all'innesco, al transito e/o all'invasione da frana
- P1-Area a suscettibilità bassa all'innesco, al transito e/o all'invasione da frana
- Area suscettibile all'invasione di materiale detritico-fangoso, di incerta classif.
- Area con attività estrattiva in cui sono necessari studi di dettaglio ...
- Pareti di tufo con interv. di stabilizzazione (reti, cavi d'acciaio) ...
- Pareti di tufo con interv. di stabilizzazione (spritz-beton)
- Pareti di tufo con interv. di stabilizzazione (muro di sostegno)

SINISTRA SELE regionale

- Moderata
- Media
- Elevata
- Molto elevata
- Moderata potenziale
- Media potenziale
- Elevata potenziale
- Molto elevata potenziale

SELE interregionale

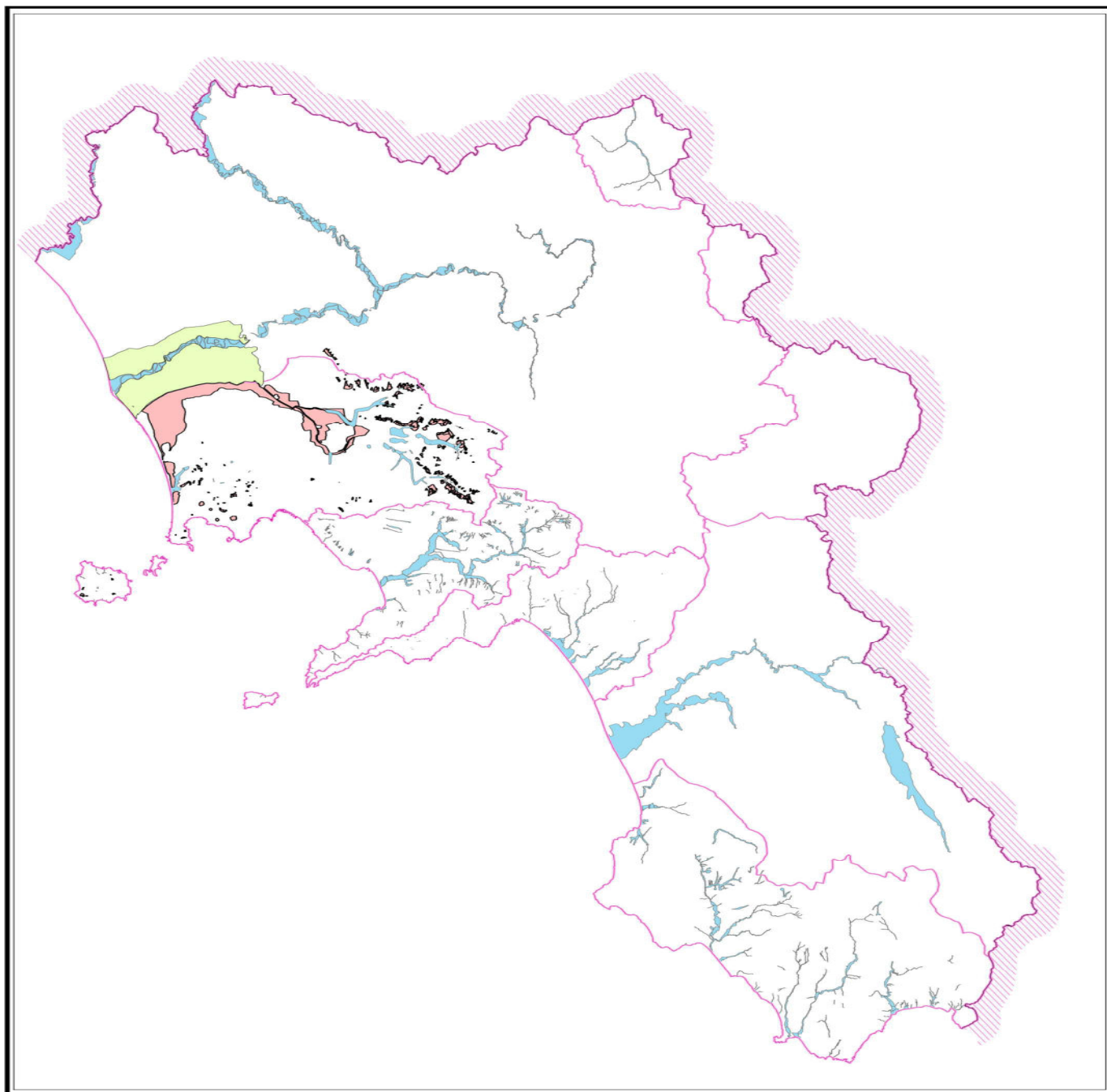
- Alta
- Media
- Bassa
- Irrilevante

TRIGNO, BIFERNO e MINORI, SACCIONE e FORTORE interregionale

- Estremamente Elevata
- Elevata
- Moderata

dal Progetto di Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico

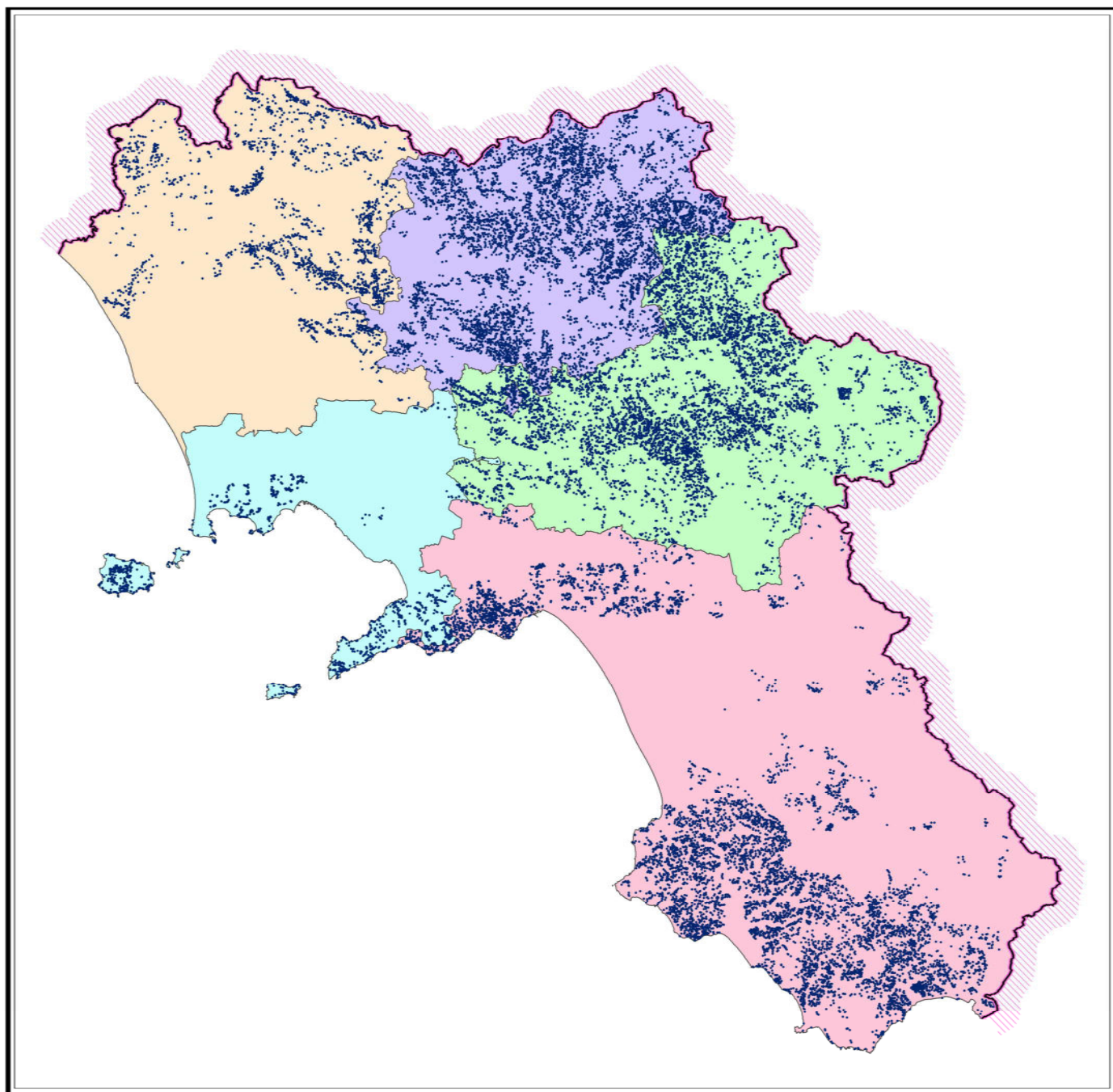
Carta delle Aree Inondabili



- Aree inondabili
- AdB Nord-Occidentale
Pericolosità da invasione per fenomeni
di trasporto liquido e solido da alluvionamento
- AdB Liri-Garigliano e Volturno
Aree di retroargine

AdB	Aree inondabili		
	(km2)	% nel bacino	% in Regione
Liri Garigliano - Volturno	355,2	6,4	0,026
Interr. Sele	119,2	4,7	0,009
Nord-Occidentale	188,0	13,4	0,014
Sinistra Sele	41,0	2,6	0,003
Destra Sele	19,2	2,8	0,001
Sarno	48,5	7,0	0,004
Trigno, Biferno, Fortore etc.	3,2	1,3	0,000
Puglia	0,0	0,0	0,000

Progetto IFFI (Inventario dei fenomeni franosi in Italia)



Evento censito

- Dissesto poligonale e/o puntuale

Numero di eventi per provincia

Napoli	1.163
Salerno	7.285
Avellino	6.610
Benevento	6.335
Caserta	2.037