# COMUNE DI NAPOLI

## AREA TUTELA DEL TERRITORIO

Servizio Ciclo Integrato delle Acque e Tutela del Mare

COMUNE DI NAPOLI

**CUP: B66G04000470001**

**PIANO OPERATIVO "AMBIENTE" (FSC 2014 – 2020) - ADDENDUM II**

# RIASSETTO IDROGEOLOGICO E ADEGUAMENTO RETI FOGNARIE DELL'AREA DI SOCCAVO - PRIMO STRALCIO

# PROGETTO ESECUTIVO

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO:

Dott. Ing. ROBERTA CATAPANO - Comune di Napoli


STUDIO PAOLETTI
INGEGNERI ASSOCIATI
20133 MILANO - via Bassini, 23 - tel.(02) 26681264
fax (02) 26681553 - E-Mail: Studiopaoletti@etatec.it

I PROGETTISTI:

Prof. Ing. ALESSANDRO PAOLETTI
Dott. Ing. FILIPPO MALINGEGNO
Dott. Ing. VINCENZO CICCARELLI

GRUPPO DI LAVORO:

Dott. Ing. NICOLA PACCANELLI
Geom. FABRIZIO SALMISTRARO
Geom. RUGGERO GORLA

CONSULENZA GEOTECNICA E STRUTTURALE:

Dott. Ing. NICOLA BRACALE


| | NOME | FIRMA | DATA |
|---|---|---|---|
| REDAZIONE | G. MININ | | |
| VERIFICA | F. MALINGEGNO | | |
| APPROVAZIONE | A. PAOLETTI | | |

TITOLO

## RELAZIONE GEOLOGICA

| Revisioni | N° | Descrizione | Data |
|---|---|---|---|
| | 1 | EMISSIONE | Dicembre 2004 |
| | 2 | AGGIORNAMENTO | Dicembre 2016 |
| | 3 | AGGIORNAMENTO | Ottobre 2021 |
| | 4 | AGGIORNAMENTO | Ottobre 2023 |
| | 5 | REVISIONE ED INTEGRAZIONE PER VERIFICA PROGETTO | Gennaio 2024 |

| Numero elaborato | TIPOLOGIA | COMMITTENTE | COMMESSA | DOCUMENTO | NUMERO |
|---|---|---|---|---|---|
| | PE | 342 | 21/03 | AT | A.02.01 |

# Sommario

1. PREMESSA ..... 1

2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE ..... 2

3. PROGETTO ..... 5

3.1 Sistema di collettamento principale fino alla dorsale "Nord – Sud" in Via Adriano ..... 5
3.2 Tratto a cielo aperto lungo via F. Bottazzi fino a piazza Croce di Piperno ..... 6
3.3 Tratto in minitunnel lungo via S. Manna fino a Via dell'Epomeo ..... 7
3.4 Attraversamento in minitunnel (spingitubo) di Via dell'Epomeo ..... 8
3.5 Tratto in minitunnel e in scavo a cielo aperto lungo Via Servio Tullio ..... 9
3.6 Tratto lungo Via Adriano fino alla dorsale Nord - Sud ..... 10
3.7 Nuove fognature afferenti alla dorsale principale ..... 10
3.8 Tratto di Via Filippo Bottazzi da piazza S. Pietro a Via Pia ..... 10
3.9 Tratti di Via Canonico, traversa Croce di Piperno, Via Croce di Piperno ..... 11

4. VINCOLI ..... 13

5. CAMPAGNE INDAGINI ..... 17

5.1 Sondaggi a carotaggio continuo - Soc. GST - 2016 ..... 17
5.2 Prove penetrometriche dinamiche DPSH - Soc. GST - 2016 ..... 18
5.3 Indagini sismiche del tipo "MASW" – ottobre 2023 ..... 18
5.3.1 Risultati prova MASW M_1 ..... 20
5.3.2 Risultati prova MASW M_2 ..... 23

6. SITO IN OGGETTO ..... 27

6.1 Elementi di geotecnica ..... 28

7. MODELLAZIONE SISMICA ..... 30

7.1 Classificazione del suolo ..... 32
7.2 Considerazioni in merito alla liquefazione dei terreni ..... 33

8. RIEPILOGO E CONCLUSIONI ..... 35

**ALLEGATI**

Allegato A: Sondaggi a carotaggio continuo - Soc. GST - 2016

Allegato B: Prove penetrometrica dinamiche DPSH - Soc. GST - 2016

## 1. PREMESSA

Nell'ottobre del 2023, con nota n° 013/23/AP/rp, lo scrivente è stato incaricato dall'associazione professionale "Studio Paoletti - Ingegneri Associati", di redigere uno studio geologico finalizzato al progetto di "*Adeguamento progetto esecutivo relativo all'intervento di riassetto idrogeologico e adeguamento rete fognaria -Area di Soccavo",* nel comune di Napoli.

A tal fine è stato redatto uno studio finalizzato ad accertare le caratteristiche geologiche, sismiche e geomeccaniche dei terreni che costituiscono il sottosuolo che sarà sede degli interventi in progetto.

Lo studio è stato così articolato:

- sopralluoghi;
- reperimento dati bibliografici;
- campagna indagini sismiche;
- elaborazione dati e stesura della presente relazione.

In particolare, per quanto riguarda gli studi e le indagini pregresse, sono stati utilizzati i risultati di campagne geognostiche fatte eseguire dall'Amministrazione Comunale di Napoli per la realizzazione del Piano Regolatore Generale, i risultati delle seguenti indagini realizzate nel 2016 dalla soc. GST:

- n° 2 sondaggi a carotaggio continuo;
- n° 2 prove penetrometriche dinamiche DPSH.

Il tutto ha consentito di individuare e determinare:

- le litologie dei terreni e le loro principali caratteristiche geologico-tecniche;
- i parametri sismici dei terreni costituenti l'immediato sottosuolo e la modellizzazione sismica del sito ai sensi della Nuova Normativa Sismica 17/01/18 ex OPCM 3274 del 20/03/2003;
- la eventuale presenza di dissesti in atto o potenziali.

## 2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'area in oggetto ricade in una zona subpianeggiante presente nel settore occidentale della città di Napoli, con quote comprese tra 79 e 100 m sul livello medio marino ed una debole pendenza in direzione sud dell'ordine del 1.0 %.

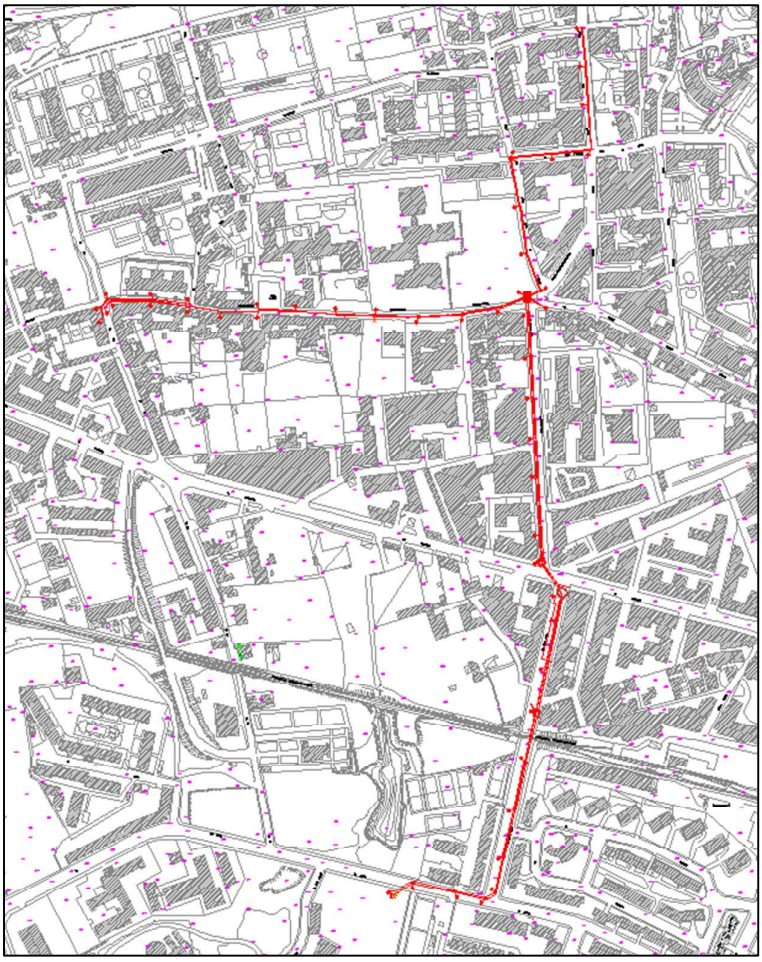


**Figura n° 1**: In rosso, tratti di reti fognarie interessate dai lavori di adeguamento.

Dal punto di vista geologico la città di Napoli è posta in un'area vulcanica particolarmente articolata avendo ad ovest il complesso vulcanico dei Campi Flegrei e ad est l'apparato del Somma-Vesuvio; l'area in studio si individua cartograficamente nel foglio 184, "Napoli", della Carta Geologica d'Italia, redatta dall'I.G.M. In via generale, i materiali che costituiscono il sottosuolo sono rappresentati sostanzialmente formazioni di terreni generatisi nei vari periodi di attività eruttiva del complesso dei Campi Flegrei, alternati a depositi continentali, i cui principali depositi sono costituiti da prodotti vulcanici appartenenti alla sequenza delle seguenti Formazioni riportate nella carta geologica realizzata per il Progetto CARG di cui si riporta di seguito uno stralcio (§ Figura n° 2):

- Litosoma degli Astroni (§ ATN in figura n°1);
- Piroclastiti di Agnano-Monte Spina;
- Subsintema di Agnano-Soccavo;
- Subsintema di Napoli.

L'intensa attività antropica ha causato il ricoprimento dei depositi vulcanici in giacitura primaria e rimaneggiati con coltri di materiali di riporto eterometriche ed eterogenee con spessori anche di diversi metri; queste sono legate essenzialmente ad attività di colmamento e regolarizzazione della morfologia, e ai residui dell'intensa attività edificatorie concentrata nel periodo post bellico. Il sito in studio ricade all'interno di un settore dove i materiali di riporto sono sovrapposti ai depositi piroclastici legati all'eruzione di Astroni; questi ultimi sono caratterizzati da alternanze di depositi a granulometria da sabbioso-limosa a limoso-sabbiosa contenenti variabili quantità di pomici e litici e grado di addensamento variabile da poco a mediamente addensato.

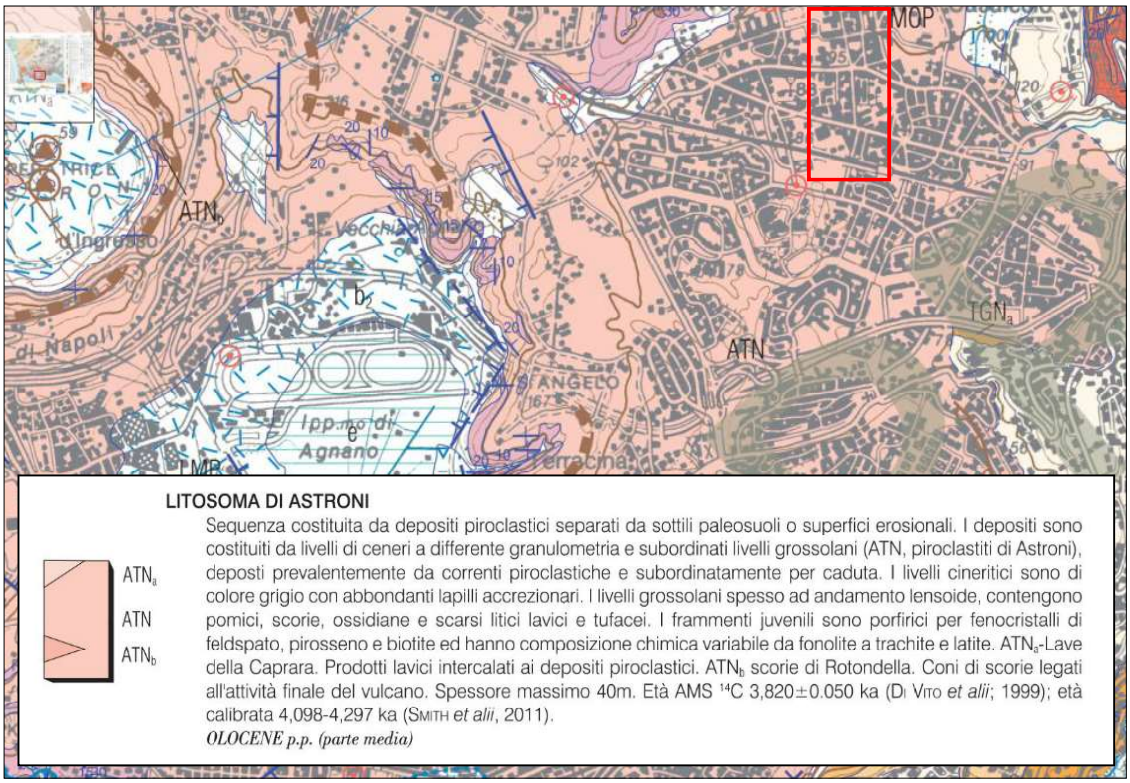



**Figura n° 2**: Stralcio carta geologica progetto CARG - rilevamento geologico 1:10.000.

La situazione idrogeologica dell'area è condizionata dall'estrema variabilità della granulometria e del grado di addensamento dei materiali piroclastici sciolti e semicoerenti presenti in affioramento. Il grado di permeabilità è quindi variabile da basso, in tutti i livelli a matrice cineritica prevalente, a medio, nei banchi e lenti di pomici, scorie, lapilli, sabbioni, brecce

laviche e nei tufi litoidi fratturati. La circolazione idrica sotterranea è da considerarsi unica per l'assenza di strati totalmente impermeabili che creano confinamento nel movimento della falda acquifera; per tale ragione la falda defluisce verso mare all'interno dei materiali incoerenti più grossolani ed all'interno della Formazione del Tufo Giallo Napoletano, quest'ultima permeabile per porosità e fratturazione. Per quanto concerne l'area in studio, nel corso delle indagini di campagna non sono state rinvenute acque di falda nell'ambito delle profondità investigate; il pelo libero della falda, nell'area in esame, si colloca a profondità maggiori di 60 metri dal piano campagna (§ Figura n° 3).

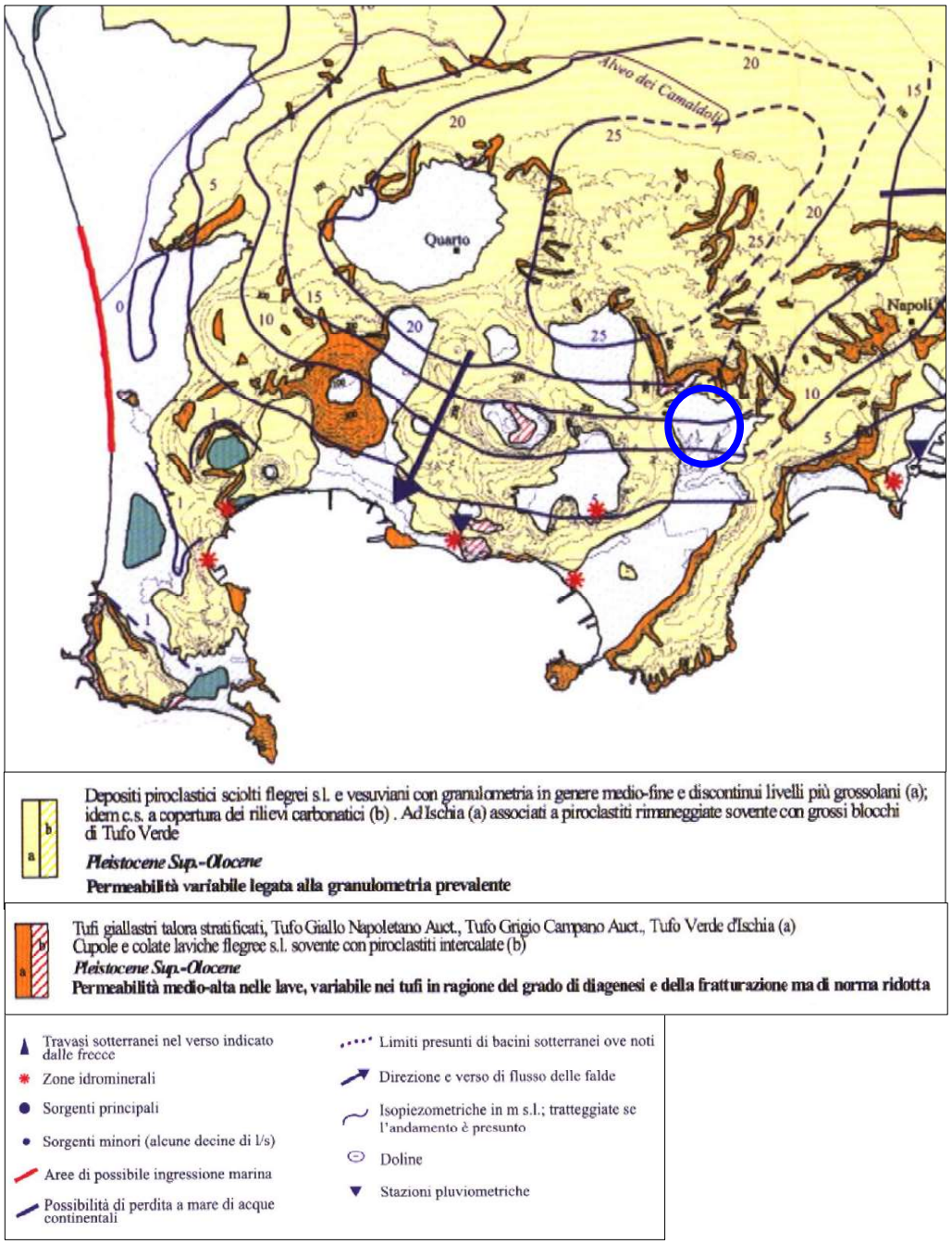



**Figura n° 3**: Stralcio carta idrogeologica della Provincia di Napoli – Corniello A. – de Riso R. – Ducci D.

## 3. PROGETTO

In sintesi il progetto prevede i seguenti gruppi di intervento:

- realizzazione di un nuovo sistema di drenaggio principale atto a raccogliere le portate del bacino di Soccavo a completamento del primo tratto della dorsale Nord-Sud già costruita. Esso è quindi destinato a creare la nuova dorsale principale di deflusso delle acque meteoriche e nere di Soccavo verso la dorsale Nord-Sud e l'Arena S. Antonio;
- adeguamento di altre fognature comunali afferenti alla suddetta dorsale principale;
- realizzazione degli interventi atti a migliorare la capacità di intercettazione e convogliamento delle acque meteoriche della zona di Soccavo che attualmente ruscellano sulle superfici stradali provocando allagamenti.

### 3.1 Sistema di collettamento principale fino alla dorsale "Nord – Sud" in Via Adriano

Il progetto prevede la realizzazione di un nuovo sistema di collettamento principale destinato a costituire l'asse centrale di drenaggio del centro di Soccavo fino al recapito in corrispondenza di via Adriano nella dorsale Nord – Sud già realizzata dal 2011 e regolarmente funzionante.

In particolare, con riferimento alla planimetria riportata nella figura n°4**,** il progetto prevede di realizzare i tratti fognari qui di seguito descritti da monte a valle.

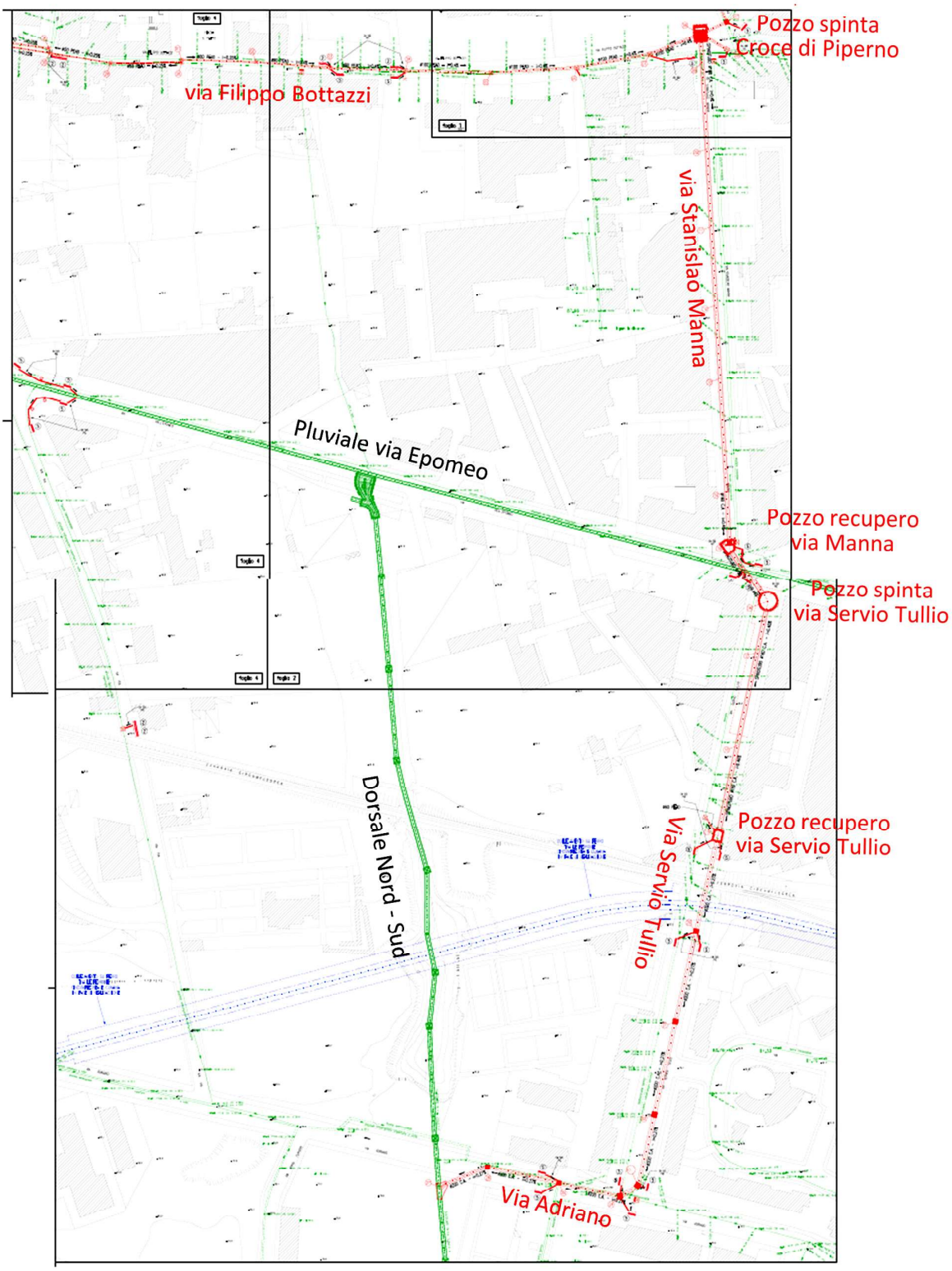



**Figura n°4:** Planimetria delle opere in progetto afferenti alla dorsale Nord-sud.

### 3.2 Tratto a cielo aperto lungo via F. Bottazzi fino a piazza Croce di Piperno

Si sviluppa lungo via Filippo Bottazzi da ovest a est per 294 m a partire da piazza S. Pietro fino a piazza Croce di Piperno ove confluisce nella grande camera di spinta del collettore di via

Stanislao Manna più oltre descritto. Il nuovo collettore è previsto in PEAD corrugato con diametri DN 800 e 1000 mm, pendenza 0,4 %. Il collettore dovrà essere posato da valle verso monte sostituendo le due condotte esistenti, aventi funzionalità precaria, e quindi via via collegando gli allacciamenti privati esistenti in destra e sinistra mediante brevi secondari fino alla più vicina cameretta di ispezione. Anche per tale motivo le camerette di ispezioni sono molto frequenti, come mostrano le planimetrie e i profili longitudinali di dettaglio del progetto, con intervallo medio di circa 40 m.

**Figura n° 5**: Tratto a cielo aperto lungo via F. Bottazzi fino a piazza Croce di Piperno.

Il progetto comprende anche le opere di ricostruzione completa della pavimentazione superficiale riutilizzando il medesimo basolato in pietra lavica oggi presente.

Allo scopo di minimizzare l'ingombro del cantiere lo scavo sarà realizzato a sezione ristretta con protezione laterale delle pareti di scavo mediante palancole metalliche mobili (sistema blindoscavi) con contemporaneo spostamento o ancoraggio locale dei sottoservizi.

### 3.3 Tratto in minitunnel lungo via S. Manna fino a Via dell'Epomeo

Trattandosi di una via principale con intenso traffico veicolare e avente una fitta rete di sottoservizi (telefono, energia elettrica, acquedotto, gas) la costruzione della nuova condotta è prevista con la tecnica del minitunnel (spingitubo) onde evitare l'apertura di scavi a cielo aperto cui conseguirebbero gravi disagi ed oneri diretti ed indiretti.

Si sviluppa da nord a sud per 275 m, diametro DN 1600 mm, pendenza 0,4 %, a partire dalla camera di spinta in piazza Croce di Piperno fino all'incrocio di via dell'Epomeo dove termina nella camera di recupero dello scudo di scavo in galleria (v. disegni di dettaglio di progetto: planimetria 1:500, profilo longitudinale, manufatti).

Nella suddetta camera di spinta verranno immessi tutti i condotti fognari confluenti in piazza Croce di Piperno, esistenti e in progetto, onde centralizzare in tal punto tutte le acque confluenti e indirizzarle nel nuovo collettore di via Stanislao Manna.

Questo è previsto in cls armato, strutturalmente compatibile con le sollecitazioni indotte dalla posa in opera in spinta, con profondità di posa idonea a restare sicuramente al di sotto dei prima citati sottoservizi. I due condotti fognari attualmente esistenti lungo via Manna rimarranno in

funzione, ma conquistando un regime di esercizio molto più consono essendo state intercettate a monte, in piazza Croce di Piperno, le acque che attualmente li sovraccaricano.

**Figura n° 6**: Tratto in minitunnel lungo via S. Manna fino a via dell'Epomeo.

### 3.4 Attraversamento in minitunnel (spingitubo) di Via dell'Epomeo

Anche il successivo tratto di attraversamento di via dell'Epomeo è previsto in minitunnel (spingitubo) in modo da non interferire con l'intensissimo traffico veicolare di tale importante arteria stradale e anche per sottopassare a profondità di sicurezza il collettore pluviale di via dell'Epomeo. Si sviluppa per 41,50 m, pendenza 0,46 %, dalla camera di spinta posta in via Servio Tullio, immediatamente dopo l'attraversamento di via dell'Epomeo, e con recupero dello scudo e del macchinario di scavo in galleria nella medesima camera di recupero del tratto di via Manna prima descritta.

**Figura n° 7**: Attraversamento in minitunnel (spingitubo) di via dell'Epomeo.

Onde consentire l'apertura delle necessarie finestre di attraversamento delle due cortine di pali poste lateralmente alla pluviale di via dell'Epomeo, questo tratto è previsto in cls armato DN 1800 mm. La sua quota di scorrimento è posta a circa 10 m dal piano stradale di via dell'Epomeo.

### 3.5 Tratto in minitunnel e in scavo a cielo aperto lungo Via Servio Tullio

Come già detto immediatamente a ridosso dell'incrocio con via dell'Epomeo è ubicata la camera di spinta del tratto prima citato di attraversamento dell'incrocio. Data l'elevata profondità di posa dell'attraversamento, è necessario proseguire in minitunnel (spingitubo) anche per un primo tratto di via Servio Tullio, che ivi è fortemente in discesa, per una lunghezza di 130,5 m, diametro 1800 mm, pendenza 0,46 %, fino alla camera di recupero ubicata circa a metà di via Servio Tullio, poco a monte del sottopasso ferroviario, laddove la profondità di scorrimento si è ridotta a circa 4 m (v. disegni di dettaglio di progetto: planimetria, profilo longitudinale, manufatti). Dalla camera di recupero del macchinario di spinta ubicata circa a metà di via Servio Tullio il collettore prosegue con scavo a cielo aperto per 202 m, diametro DN 2000 mm, pendenza 0,27 %, fino all'incrocio con via Adriano.

**Figura n° 8**: Tratto in minitunnel e in scavo a cielo aperto lungo via Servio Tullio.

Data la larghezza della strada il tratto di valle da costruire con scavo a cielo aperto è previsto lungo il lato della strada dove non sono presenti fognature. In ogni caso lo scavo, onde non allargarne l'ampiezza in superficie, avverrà a sezione ristretta con protezione laterale delle pareti di scavo mediante palancole metalliche mobili (sistema blindoscavi).

### 3.6 Tratto lungo Via Adriano fino alla dorsale Nord - Sud

Il medesimo collettore in cls armato DN 2000 mm, pendenza 0,27 %, prosegue poi con scavo a cielo aperto lungo via Adriano per una lunghezza di 110 m, fino a raggiungere la dorsale Nord-Sud già realizzata a seguito di precedente progettazione. La corrispondente camera di confluenza è ubicata all'interno di un terreno di proprietà comunale sul fregio sud di via Adriano (v. disegni di dettaglio di progetto: planimetria, profilo longitudinale, manufatti).

**Figura n° 9**: Tratto lungo via Adriano fino alla dorsale Nord - Sud

Anche in questo tratto lo scavo lungo la sede stradale, onde non allargarne l'ampiezza in superficie, avverrà a sezione ristretta con protezione laterale delle pareti di scavo mediante palancole metalliche mobili (sistema blindoscavi). Nella camera di ispezione ubicata in corrispondenza dell'incrocio via Servio Tullio – via Adriano confluiranno anche i condotti fognari della parte est di via Adriano.

### 3.7 Nuove fognature afferenti alla dorsale principale

Gli interventi previsti all'interno del presente progetto prevedono anche la costruzione di altri tratti della rete fognaria di Soccavo, finalizzata a risanare le insufficienze esistenti e potenziare la raccolta delle acque meteoriche.

### 3.8 Tratto di Via Filippo Bottazzi da piazza S. Pietro a Via Pia

Per il tratto più a monte di via Filippo Bottazzi il progetto prevede:

- la ricostruzione della fognatura nera (fecale) da piazza S. Pietro a via Pia con una tubazione in PEAD corrugato φ 500 mm, lunghezza 165 m, pendenza 0,25 %, compreso il tratto di attraversamento dell'incrocio con via Pia fino ad una nuova confluenza con l'esistente fecale di via Pia;
- la ricostruzione della fognatura pluviale dall'incrocio con via dei Monti a via Pia con una tubazione in PEAD corrugato φ 800 mm, lunghezza 106 m, pendenza 0,25 %,

compreso il tratto di attraversamento dell'incrocio con via Pia fino alla nuova confluenza con l'esistente pluviale di via Pia.

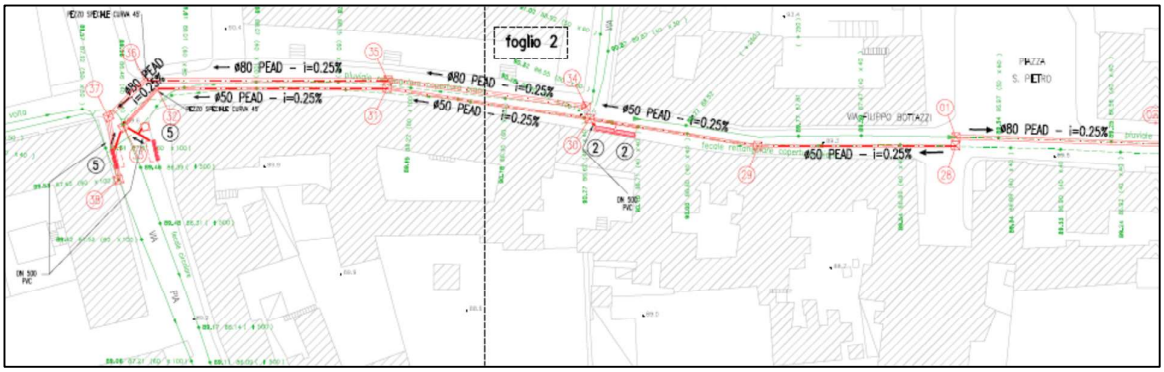



**Figura n° 10**: Tratto di via Filippo Bottazzi da piazza S. Pietro a via Pia.

Anche in questo tratto lo scavo, onde non allargarne l'ampiezza in superficie, avverrà a sezione ristretta con protezione laterale delle pareti di scavo mediante palancole metalliche mobili (sistema blindoscavi).

### 3.9 Tratti di Via Canonico, traversa Croce di Piperno, Via Croce di Piperno

Per quanto riguarda la porzione est del bacino drenato dalla dorsale di via Filippo Bottazzi, è previsto, partendo da monte verso valle, il rifacimento della rete fognaria lungo via Giovanni Canonico, via traversa Croce di Piperno e via Croce di Piperno mediante la posa di nuovi condotti di fognatura mista e precisamente, da monte a valle:

**Figura n° 11**: Tratti di via Canonico, traversa Croce di Piperno, via Croce di Piperno.

- via Giovanni Canonico: condotto circolare ϕ 800 mm in PEAD, lunghezza 126 m, pendenza 2,5 %;

- via traversa Croce di Piperno: condotto circolare ϕ 800 mm in PEAD, lunghezza 85 m, pendenza 3,4 %;
- via Croce di Piperno: condotto circolare ϕ 1200 mm in PEAD, lunghezza 157 m, pendenza 2,3 %.

Anche in questi tratti lo scavo, onde non allargarne l'ampiezza in superficie, avverrà a sezione ristretta con protezione laterale delle pareti di scavo mediante palancole metalliche mobili (sistema blindoscavi).

## 4. VINCOLI

L'area in oggetto rientra nelle competenze del Distretto Idrografico dell'Appennino Meridionale, ex Autorità di Bacino regionale della Campania Centrale che, nel proprio territorio di competenza, ha realizzato diversi studi tra i quali il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.S.A.I.), Rischio Frane e Rischio Idraulico

In particolare, la stessa area è rientrata all'interno degli studi particolareggiati riguardanti il "rischio frana" derivante dalla presenza di versanti ad elevata pendenza in materiali litoidi sottoposti ad una coltre di depositi incoerenti.

Per quanto riguarda il "*Rischio Frana*" ed il "*Rischio Idraulico*", l'Autorità di Bacino ha distinto le seguenti differenti classi di rischio:

**R1 –** moderato, per il quale sono possibili danni sociali ed economici marginali;

**R2 –** medio, per il quale sono possibili danni minori agli edifici e alle infrastrutture che non pregiudicano l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici e lo svolgimento delle attività socio- economiche;

**R3 –** elevato, per il quale sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi e l'interruzione delle attività socio - economiche, danni al patrimonio culturale;

**R4 –** molto elevato, per il quale sono possibili la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici e alle infrastrutture, danni al patrimonio culturale, la distruzione di attività socio - economiche.

Come si evince dallo stralcio cartografico riportato nelle figure n° 12 e n° 13, l'area in studio non rientra in aree a classificate a "rischio", sia di tipo idraulico che idrogeologico.

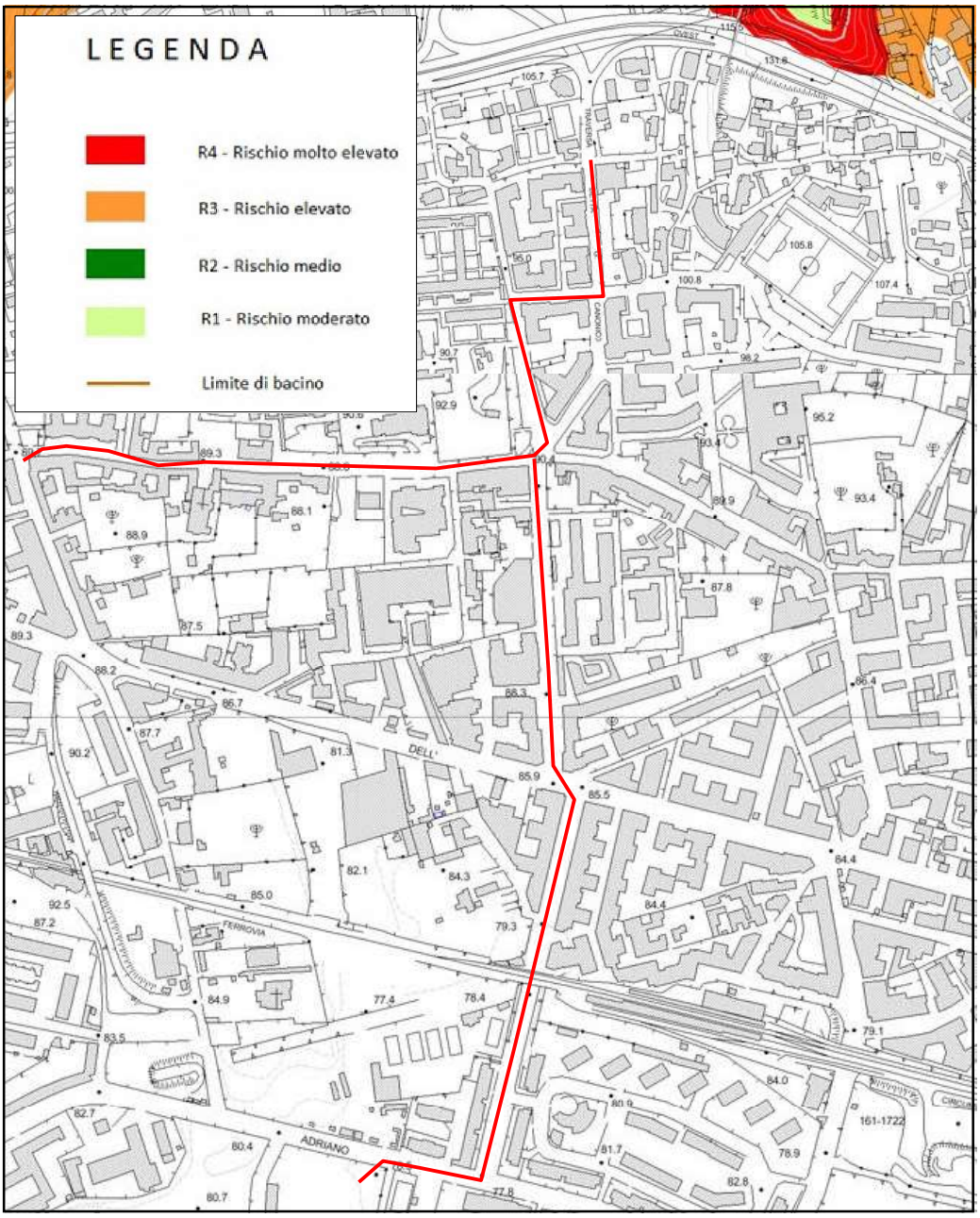



**Figura n° 12**: Perimetrazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico – Rischio Frane.

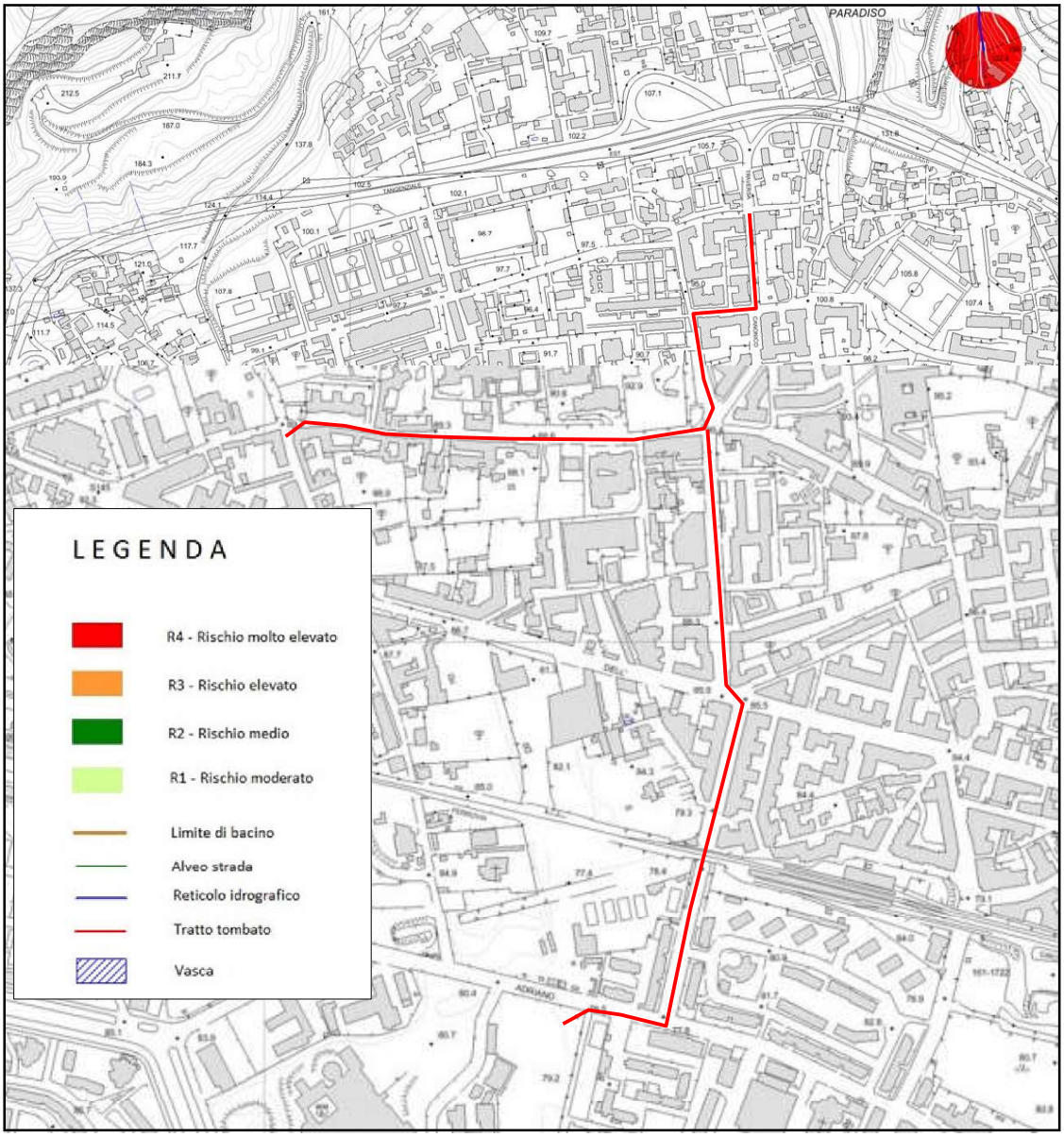



**Figura n° 13**: Perimetrazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico – Rischio Idraulico.

L'area, secondo quanto riportato nella "Tavola 12 - Vincoli geomorfologici", allegata alla Variante al Piano Regolatore Generale del Comune di Napoli, rientra in una zona classificata come "*Area stabile*" (§ Figura n° 14); per quanto concerne i vincoli paesaggistici, l'area in studio risulta in parte assoggettata ai vincoli delle Leggi nn° 431 e 1497 (§ Figura n° 15).

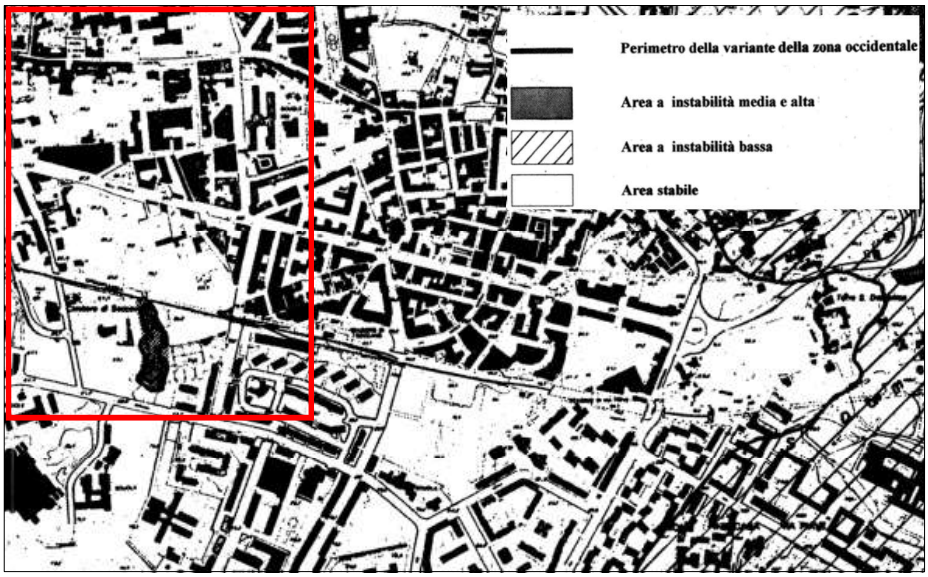



**Figura n° 14**: Tavola 12 - Vincoli geomorfologici – Variante al P.R.G..

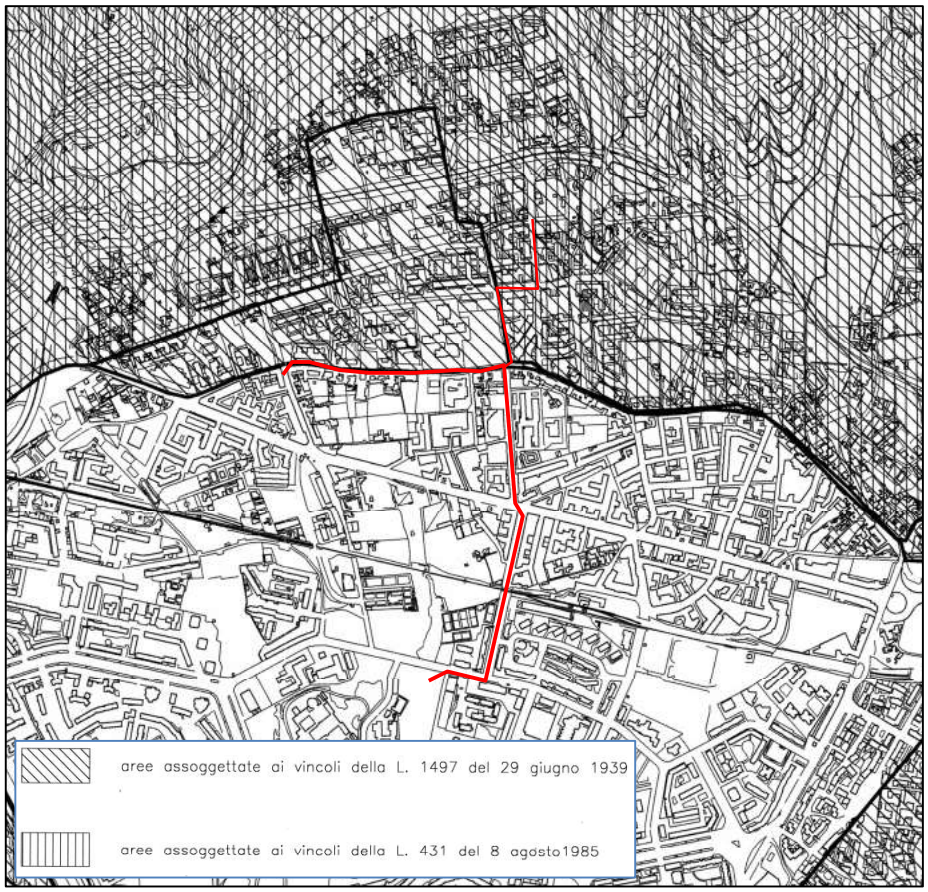



**Figura n° 15**: Tavola 13 - Vincoli paesaggistici – Variante al P.R.G..

## 5. CAMPAGNE INDAGINI

La ricostruzione geologica e geotecnica dell'immediato sottosuolo che sarà interessato dai lavori di realizzazione del nuovo collettore fognario, è stata realizzata utilizzando ed elaborando i dati dei seguenti studi ed indagini pregresse, unitamente alle indagini sismiche realizzate dallo scrivente nell'ottobre 2023:

- **Anno 2016**

  Soc. GST - c.da Cerrine 9/6 84050 Laureana C.to (SA)

  - n° 2 sondaggi a carotaggio continuo;
  - n° 2 prove penetrometriche dinamiche DPSH.

- **Anno 2023**

  - n° 2 prove sismiche del tipo MASW.

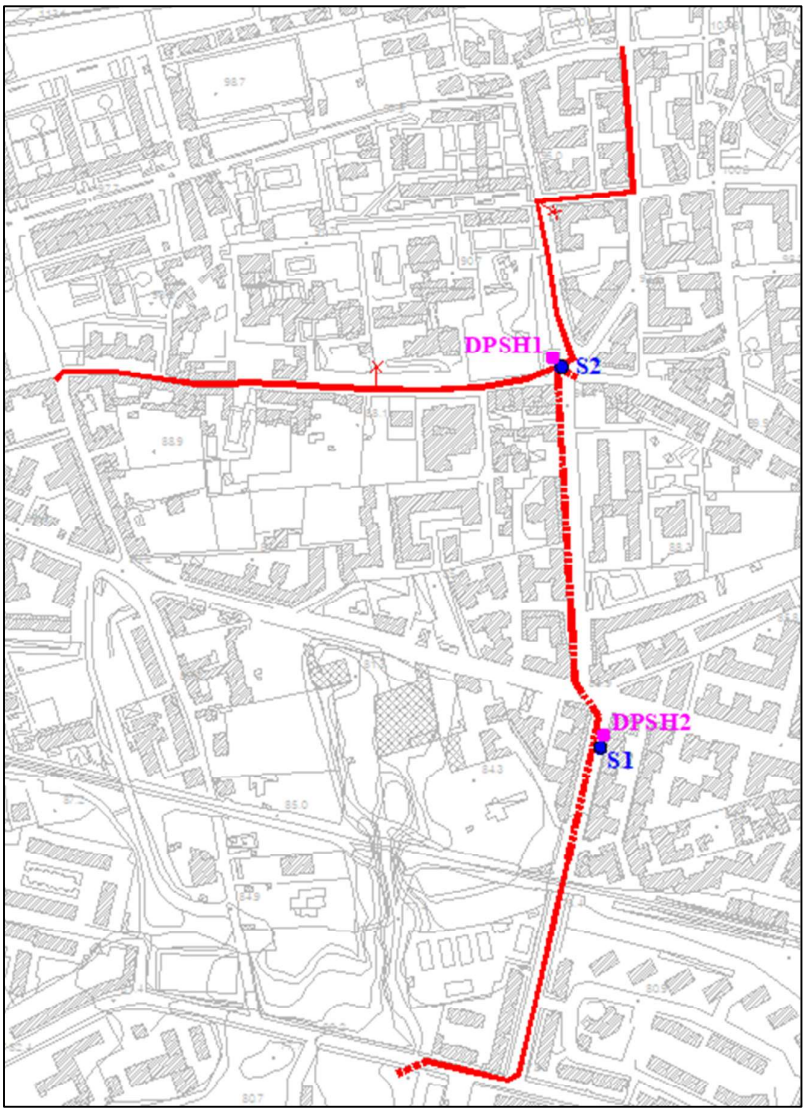



**Figura n° 16**: Ubicazione indagini relative alla campagna del 2016.

### 5.1 Sondaggi a carotaggio continuo - Soc. GST - 2016

I sondaggi a carotaggio continuo sono stati realizzati rispettivamente in Via Servo Tullio (S1) e Via Croce di Piperno (S2); attraversando alternanze di depositi piroclastici incoerenti in giacitura primaria e rimaneggiati a granulometrie variabili da sabbioso-limose a limoso-sabbiose, talvolta con presenza più o meno abbondante di pomici disperse o in livelli.

I sondaggi hanno raggiunto le profondità riportate nella seguente tabella n° 1.

| Sigla Prova | Profondità raggiunta in m |
|---|---|
| S1 | 20.00 |
| S2 | 20.00 |

**Tabella n° 1**: Sintesi delle prove DPSH.

### 5.2 Prove penetrometriche dinamiche DPSH - Soc. GST - 2016

Le prove penetrometriche sono state realizzate rispettivamente in Via Servo Tullio (DPSH1) e Via Croce di Piperno (DPSH2) in adiacenza ai sondaggi a carotaggio continuo; l'attrezzatura utilizzata per entrambe le prove è costituita da un penetrometro Statico-Dinamico PAGANI mod. TG 63-200 KN cingolato. Le prove dinamiche realizzate sono consistite nell'infissione a battuta nel terreno di una punta metallica conica, misurando il numero di colpi, forniti da un maglio, necessari per ottenere avanzamenti progressivi di 20 cm; è stato, quindi, possibile valutare la resistenza offerta da un terreno alla penetrazione che, per i terreni incoerenti, si esprime in differenti stati di addensamento.

Le prove penetrometriche realizzate dalla suddetta società hanno attraversato depositi piroclastici incoerenti in giacitura primaria e rimaneggiati e sono terminate senza aver raggiunto il rifiuto strumentale alle profondità riportate nella seguente tabella n° 2.

| Sigla Prova | Profondità raggiunta in m |
|---|---|
| DPSH1 | 10.20 |
| DPSH2 | 10.20 |

**Tabella n° 2**: Sintesi delle prove DPSH.

### 5.3 Indagini sismiche del tipo "MASW" – ottobre 2023

Le indagini sismiche realizzate dallo scrivente nell'ottobre 2023 (§ Figura nn° 17 e 18), denominate MASW1 e MASW2 hanno avuto lo scopo di determinare il valore del $Vs_{eq}$, ai sensi

dell'O.P.C.M. 3274/03 e succ. mod. ed integr., D.M. 14/09/2005, D.M. 14/01/2008 e 17/01/2018.

**Figura n° 17**: Ubicazione stendimento sismico Via Servo Tullio - M_1.

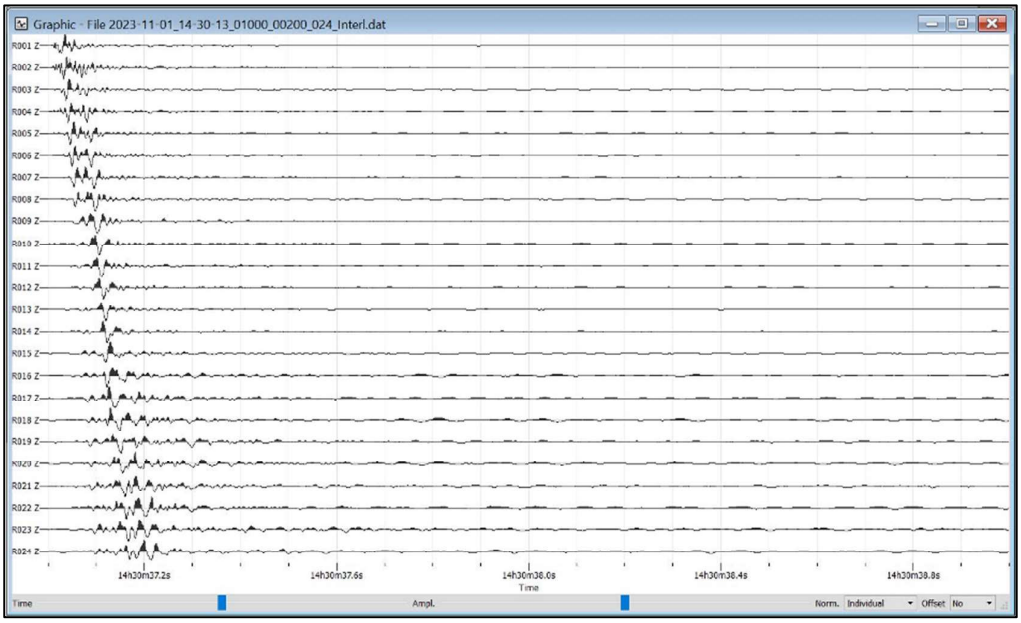
**Figura n° 18**: Ubicazione stendimento sismico Via Croce del Piperno - M_2.

### 5.3.1 Risultati prova MASW M_1

Dall'analisi della dispersione delle onde di Rayleigh è stato possibile ricostruire il profilo verticale delle onde sismiche di taglio Vs individuando quattro sismostrati riportati nella seguente tabella riassuntiva.

| ***PROFILO VERTICALE Vs*** | | | |
|---|---|---|---|
| Sismostrato | Vs *(m/s)* | Spessore *(m)* | Profondità *(m)* |
| *1* | *171* | *1.7* | *1.7* |
| *2* | *235* | *3.7* | *5.4* |
| *3* | *310* | *8.9* | *14.3* |
| *4* | *515* | *15.7* | *30.0* |
| **Misfit** | | | ***0.015*** |
| **$V_{S,eq}$ (m/s)** Calcolato dal piano campagna fino al bedrock (Vs > 800 m/s) o alla profondità di 30 m se non rinvenuto | | | ***354 m/s*** |

**Tabella n° 3:** Profilo verticale delle Vs e Vs,eq.




Sismogrammi acquisiti

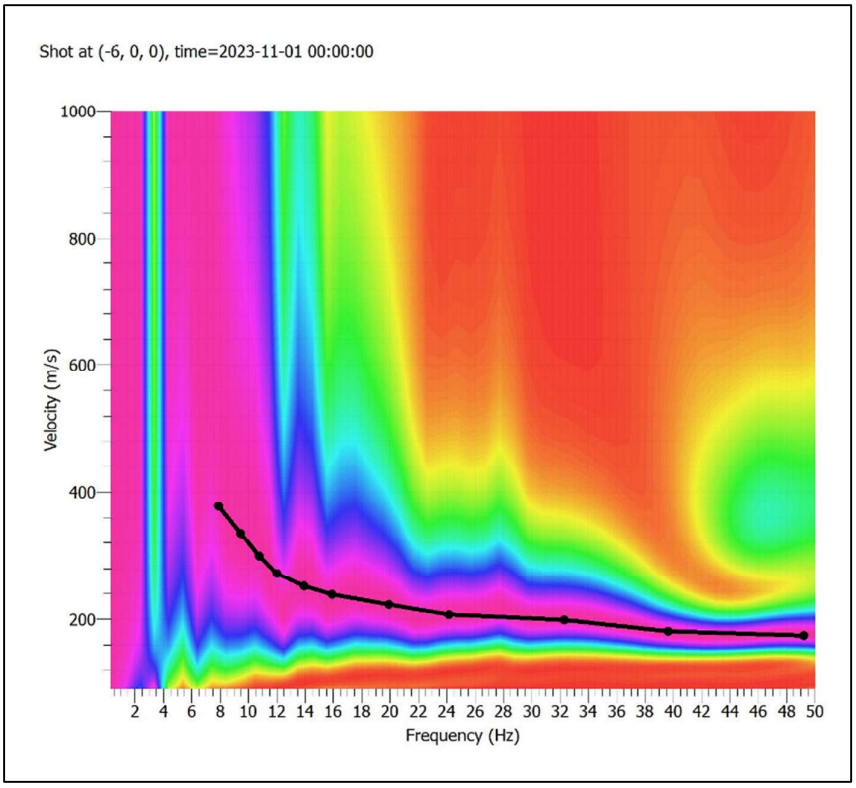



Grafico curva di dispersione sperimentale e picking manuale effettuato

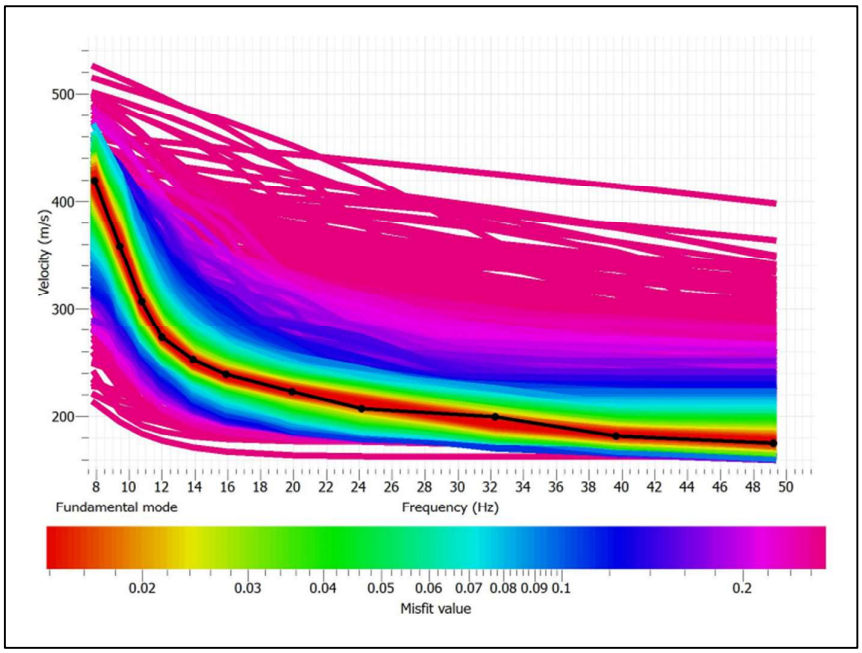
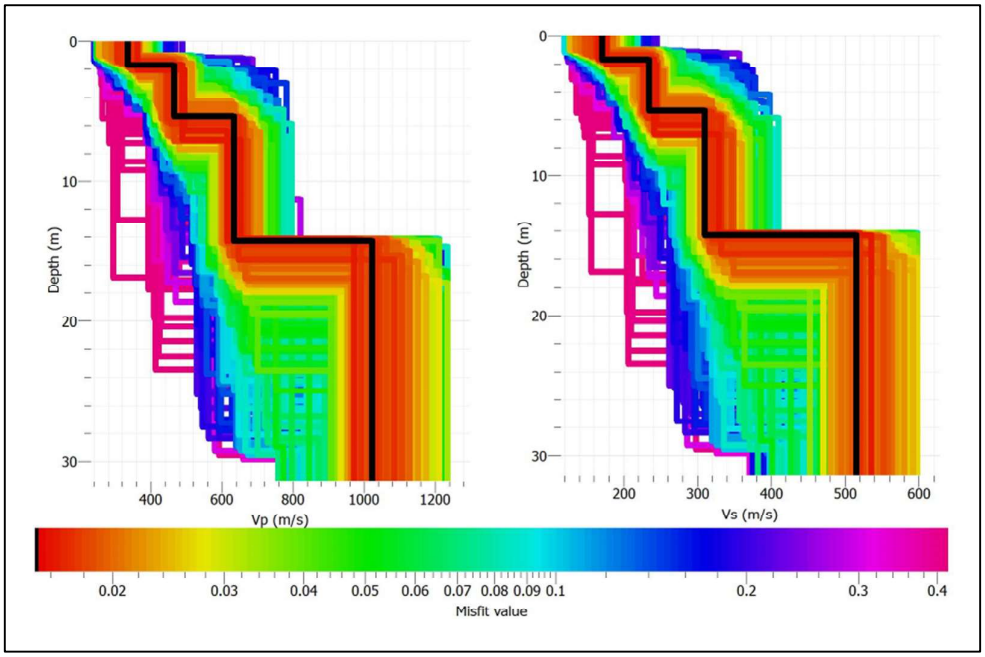



Grafico di comparazione della curva di dispersione sperimentale e teorica




Profilo delle Vs e Vp (stimate)

**Foto n° 1***:* Masw M_1.

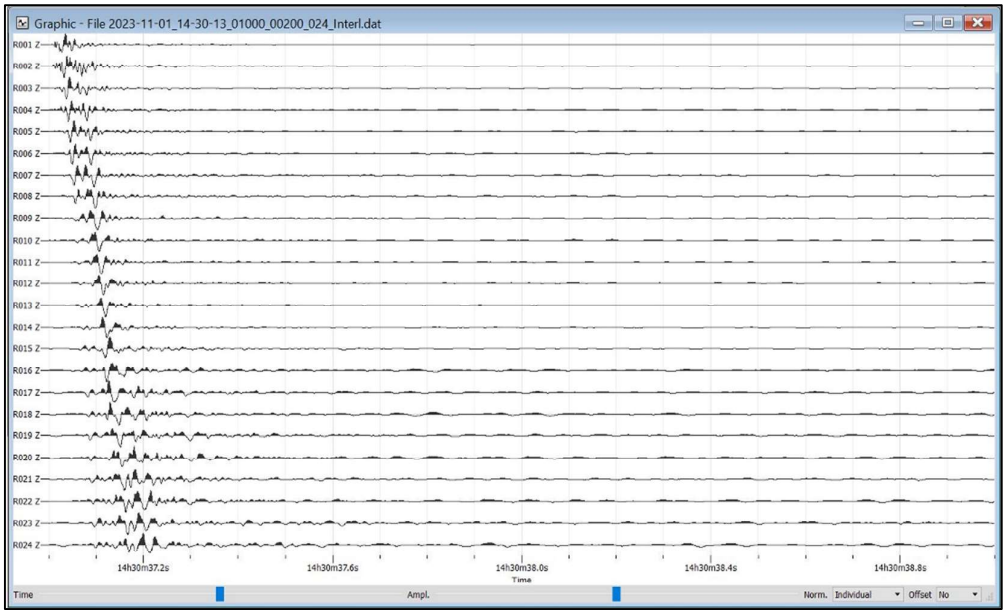
**Foto n° 2***:* Masw M_1.

### 5.3.2 Risultati prova MASW M_2

Dall'analisi della dispersione delle onde di Rayleigh è stato possibile ricostruire il profilo verticale delle onde sismiche di taglio Vs individuando quattro sismostrati riportati nella seguente tabella riassuntiva.

| ***PROFILO VERTICALE Vs*** | | | |
|---|---|---|---|
| Sismostrato | Vs *(m/s)* | Spessore *(m)* | Profondità *(m)* |
| *1* | *212* | *2.7* | *2.7* |
| *2* | *221* | *4.4* | *7.1* |
| *3* | *310* | *13.2* | *20.3* |
| *4* | *495* | *9.7* | *30.0* |
| **Misfit** | | | ***0.009*** |
| **$V_{S,eq}$ (m/s)** Calcolato da piano campagna fino al bedrock (Vs > 800 m/s) o alla profondità di 30 m se non rinvenuto | | | ***316 m/s*** |

**Tabella n° 4**: Profilo verticale delle Vs e Vs,eq




Sismogrammi acquisiti

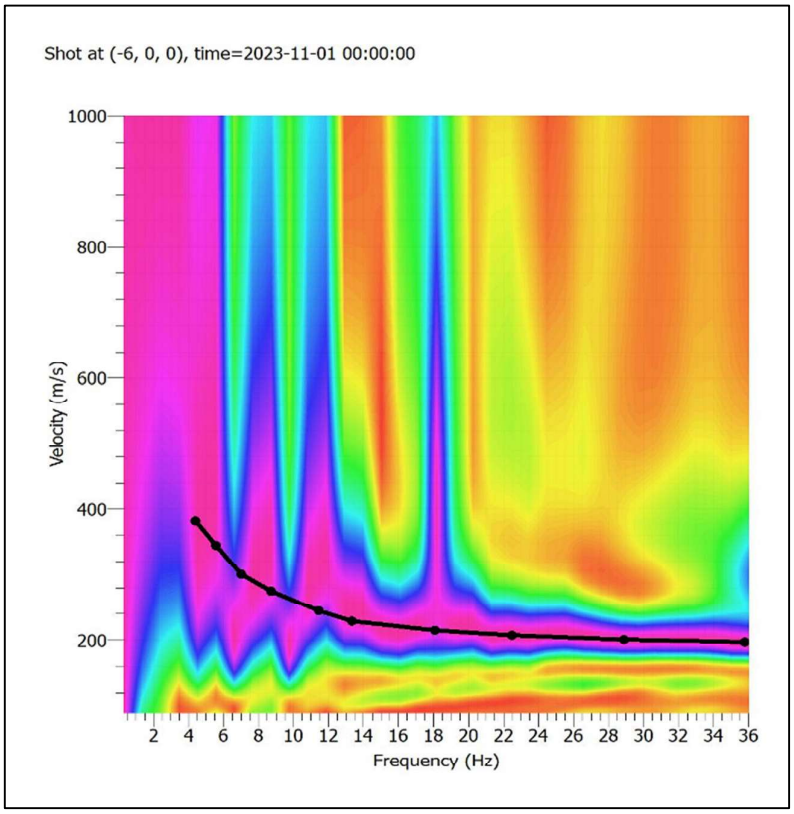



Grafico curva di dispersione sperimentale e picking manuale effettuato

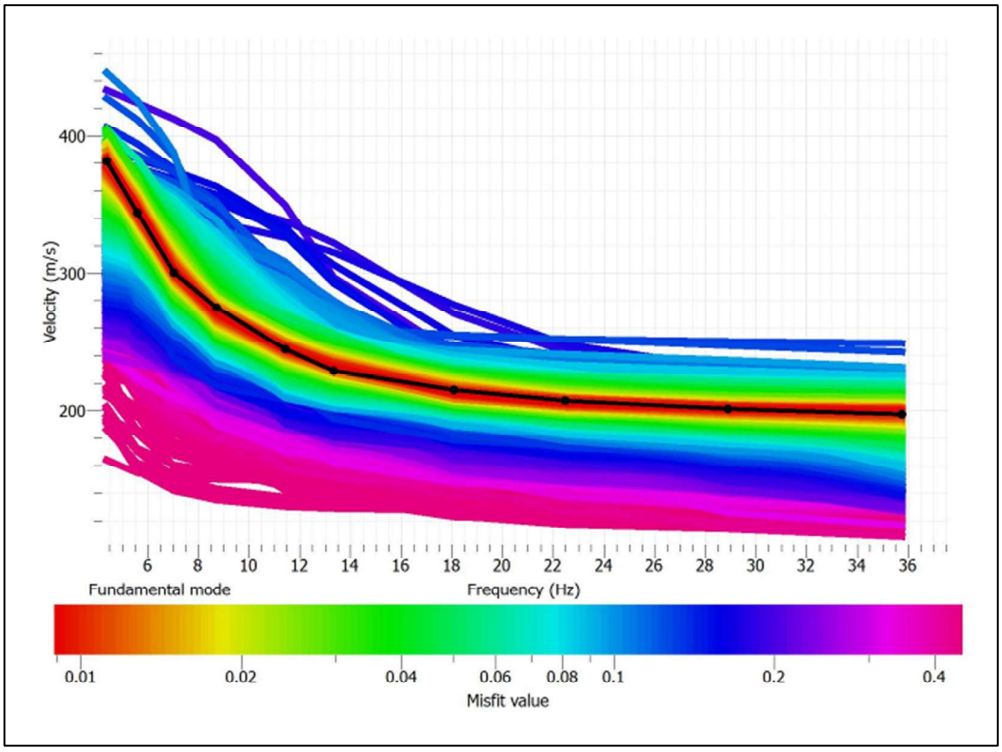
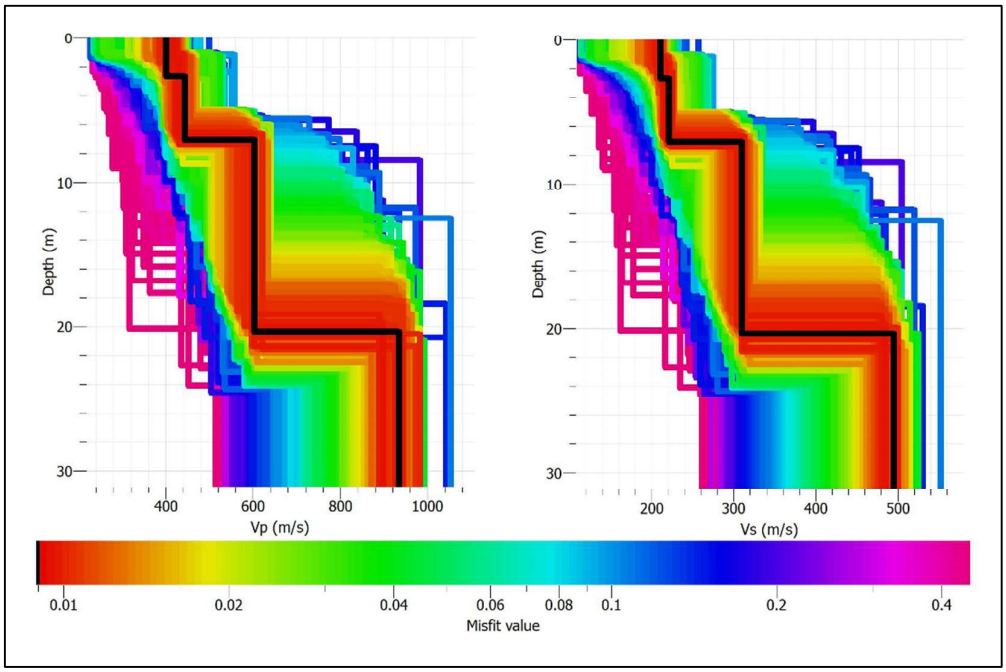



Grafico di comparazione della curva di dispersione sperimentale e teorica




Profilo delle Vs e Vp (stimate)

**Foto n° 3***:* Masw M_2.

**Foto n° 4***:* Masw M_2.

## 6. SITO IN OGGETTO

L'area oggetto di studio è ubicata nel settore occidentale del Comune di Napoli, ad una quota topografica compresa tra i 79 ed i 100 m.s.l. (§ Figura n° 18).

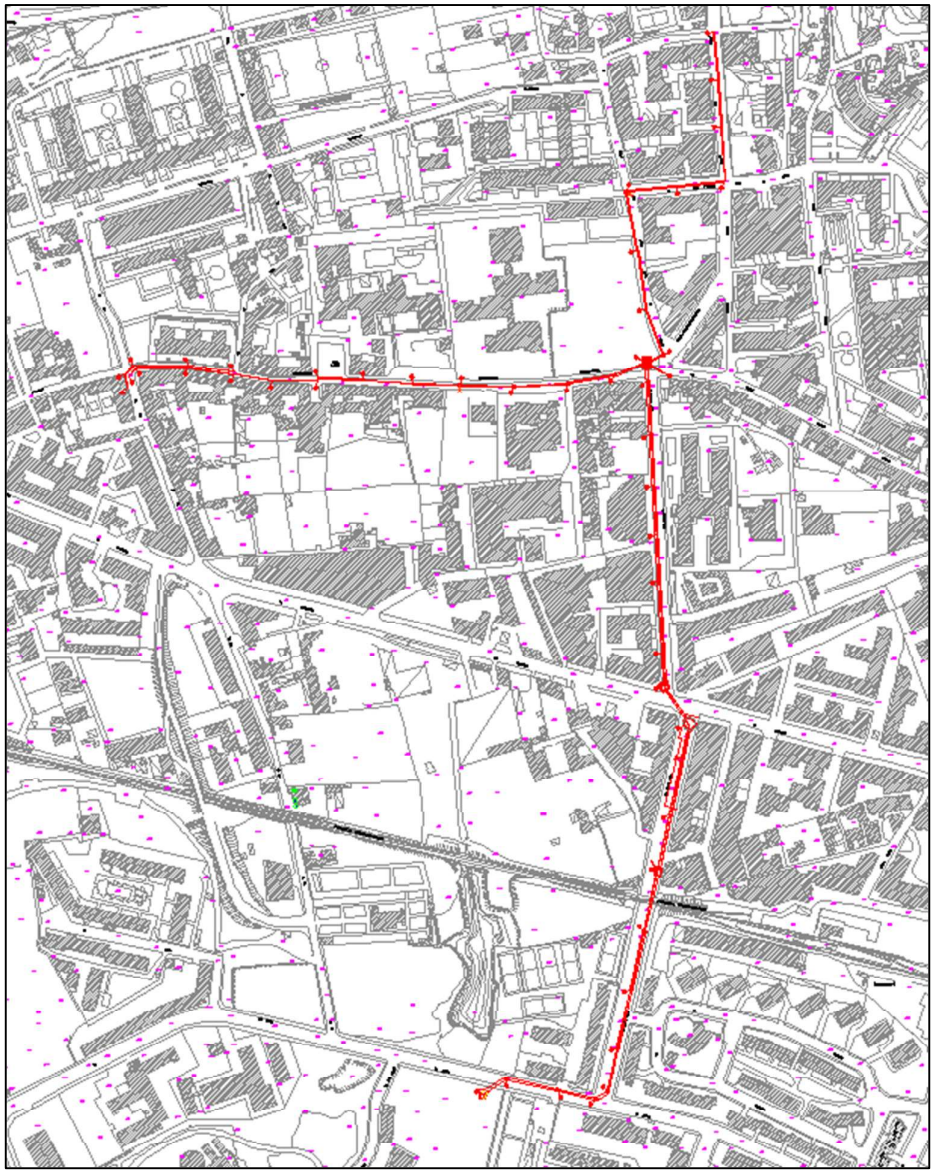


**Figura n° 18**: Tratti fognari interessati dal progetto di adeguamento.

La ricostruzione del modello geologico e geotecnico dei terreni è stata eseguita sulla base delle numerose informazioni disponibili in letteratura integrate con i risultati ottenuti dalla campagna di indagini realizzata nel dicembre 2016 dalla soc. GST di Laureana C.to (SA).

I terreni incoerenti attraversati dai sondaggi e dalle prove penetrometriche rientrano nella "Serie Urbana Recente" e sono costituiti da alternanze di depositi sabbioso-limosi e limoso-sabbiosi, talvolta interrotti da paleosuoli e da livelli grossolani costituiti prevalentemente da pomici.

Le prove penetrometriche realizzate nella campagna di indagini del 2016 hanno confermato l'alternanza di livelli piroclastici legati a differenti eruzioni del complesso vulcanico dei Campi Flegrei, alternati a paleosuoli formatisi durante i periodi di stasi eruttiva.

Al di sopra dei depositi piroclastici è stata rinvenuta la coltre di materiali di riporto derivante dai frequenti riempimenti e lavorazioni legati all'urbanizzazione.

### 6.1 Elementi di geotecnica

La caratterizzazione geotecnica dei terreni presenti nell'immediato sottosuolo è stata elaborata realizzando una sezione geotecnica passante per le due prove penetrometriche realizzate nel 2016 in prossimità delle quali saranno realizzati gli scavi profondi per la realizzazione dei pozzi di recupero e spinta; tale sezione è considerata estendibile all'intera zona interessata dalle opere in progetto in quanto l'intera area si presenta subpianeggiante ed è caratterizzata da equivalenti modalità deposizionali dei terreni piroclastici in giacitura primaria presenti a partire da 3.50 m di profondità.

Per quanto concerne i principali parametri geotecnici dei terreni presenti nell'immediato sottosuolo, si fa riferimento alle elaborazioni realizzate dal progettista delle strutture Ing. Nicola Bracale sulla base della globalità delle prove realizzate e dei dati bibliografici riferibili all'ara in studio.

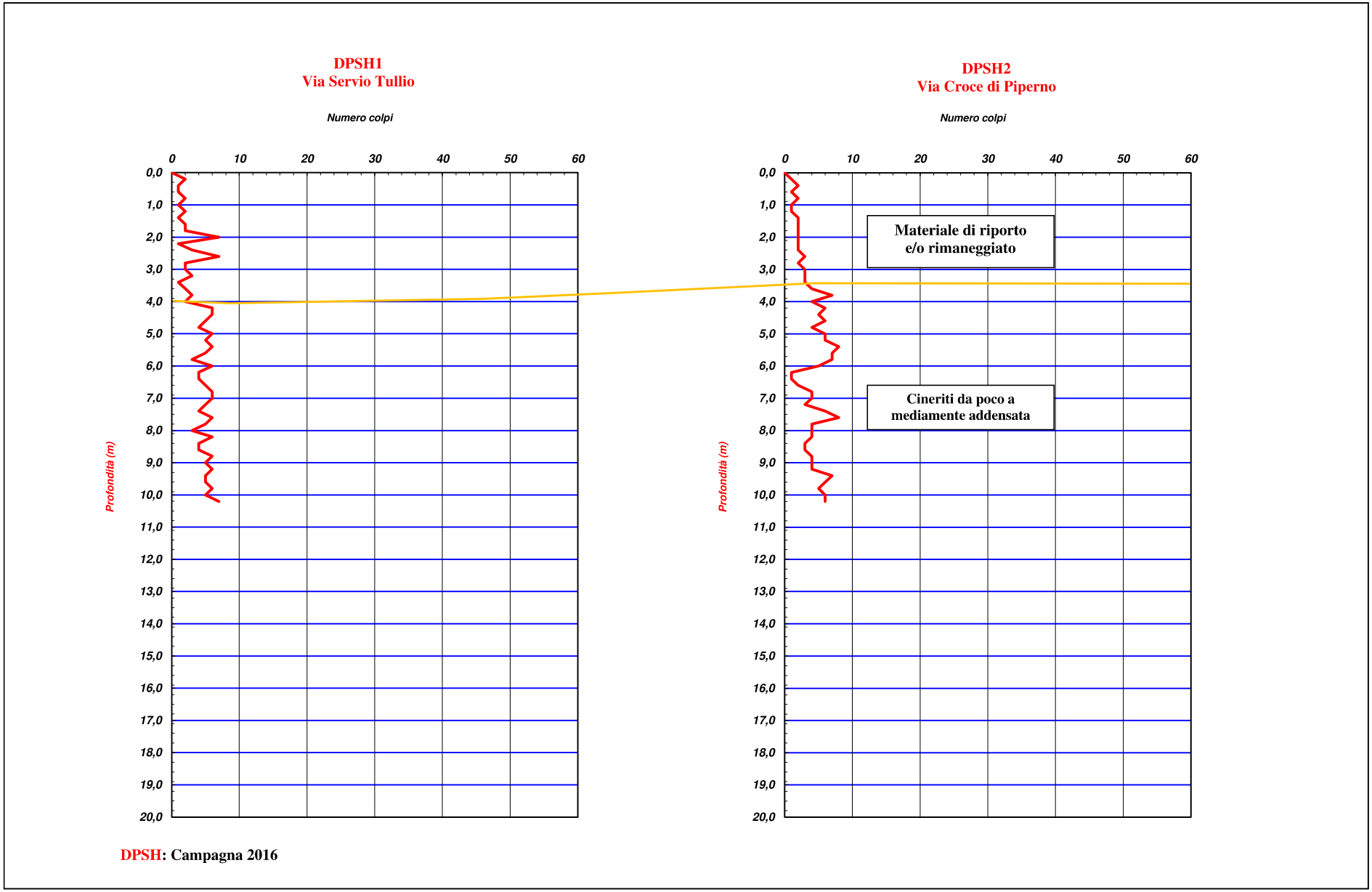



**Figura n°19:** Ricostruzione geotecnica del sottosuolo attraverso la correlazione tra le prove penetrometriche realizzate nelle campagne del 2008 e 2021.

## 7. MODELLAZIONE SISMICA

A seguito di recenti catastrofi, il legislatore attraverso la consulenza dei vari Gruppi di lavori sul tema, ha emanato nel 2003 nuove norme antisismiche.

Le nuove norme sono state introdotte con l'Ordinanza n. 3274 "*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*" del Presidente del Consiglio dei Ministri in data 20 marzo 2003 e pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale in data 08/05/2003.

L'Ordinanza contiene modifiche sostanziali in termini di riclassificazione delle zone a rischio sismico e di criteri costruttivi; l'aggiornamento contiene non solo le mappe stilate con le modifiche riportate dai vari decreti succedutosi nel tempo, ma anche una rielaborazione basata su nuovi criteri dettati dalle Commissioni istituite ad hoc.

Una novità della nuova classificazione sismica del 2003 consiste nella suddivisione del territorio nazionale in 4 zone omogenee a cui corrisponde un'accelerazione di riferimento variabile da meno di 0.05 g nella quarta zona fino a 0.35 g nella prima zona.

Nella successiva tabella n°5 sono riportate le accelerazioni per ogni zona omogenea di riferimento.

**TABELLA 1**

| | ACCELERAZIONE ORIZZONTALE CON PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO PARI AL 10% IN 50 ANNI AG/G | ACCELERAZIONE ORIZZONTALE DI ANCORAGGIO DELLO SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO (NORME TECNICHE) AG/G |
|---|---|---|
| 1 | >0.25 | 0.35 |
| 2 | 0.15-0.25 | 0.25 |
| 3 | 0.05-0.15 | 0.15 |
| 4 | <0.05 | 0.05 |

Livelli energetici delle Azioni sismiche previste dall'OPCM 3274/03 per le varie Zone

**Tabella n° 5:** Accelerazioni per ogni zona omogenea di riferimento.

L'OPCM 3274/2003 inserisce il Comune di Napoli nella zona 2 con un'accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (ag/g) pari a 0,25.

Per quanto riguarda specificamente gli aspetti geosismici, il parametro fisico che è risultato essere più significativo e contemporaneamente facilmente misurabile è il Modulo di Taglio dinamico G, ovvero la Velocità delle onde sismiche trasversali Vs ($Vs=\sqrt{G/densità}$), che caratterizza il pacco di terreno più superficiale (si ricorda che l'Impedenza sismica o Rigidità sismica, spesso utilizzata nel passato come parametro caratterizzante i terreni, è il prodotto di Vs per la densità, ed ha quindi praticamente la stessa significatività).

Tale ordinanza aggiorna la normativa sismica in vigore, con l'attribuzione alle diverse località del territorio nazionale di un valore di scuotimento sismico di riferimento, espresso in termini di

incremento dell'accelerazione al suolo.

Recentemente questa ordinanza è stata integralmente ripresa ed in parte sostituita (in particolare nelle parti riguardanti la valutazione delle azioni sismiche di progetto) dalla nuova normativa "Norme tecniche per le costruzioni" del 14 gennaio 2008 e, più recentemente, dal D.M. del 17/01/18 nel quale si passa da un approccio "zona dipendente" (O.P.C.M. 3274) ad uno "sito dipendente" (D.M. 14/01/08 e D.M. 17/01/18). Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto la nuova normativa sismica, semplificando la molteplicità delle situazioni geologiche possibili su un generico sito, tende, quindi, alla modellizzazione sintetica del sottosuolo dettando le seguenti definizioni per le varie categorie di profilo stratigrafico per il suolo di fondazione:

| | |
|---|---|
| ***A*** | ***Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi 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*** | ***Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti,*** *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*** | ***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.* |
| ***D*** | ***Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente 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 100 e 180 m/s.* |
| ***E*** | ***Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.*** |

**Tabella n° 6:** Categorie di profilo stratigrafico per il suolo di fondazione.

Pertanto, si è proceduto al calcolo delle Vs,eq (velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio ) che la legge pone nella seguente formulazione:

$$Vs,eq = \frac{H}{\sum_{i=1,N} \frac{hi}{Vs,i}}$$

Dove :

**hi** = *Spessore dello strato iesimo*

**$Vs_{30}$,i** = *Vs velocità delle onde s dello strato iesimo*

**N** = *Numero di strati*

**H** = *profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da VS non inferiore a 800 m/s. Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio VS,eq è definita dal parametro Vs30, ottenuto ponendo H=30 m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.*

*Condizioni topografiche*

Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale. Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione:

| | |
|---|---|
| **T1** | Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media i ≤ 15° |
| **T2** | Pendii con inclinazione media i > 15° |
| **T3** | Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media 15° ≤ i ≤ 30° |
| **T4** | Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media i > 30° |

**Tabella n° 7**: Classificazione condizioni topografiche superficiali semplici.

### 7.1 Classificazione del suolo

Le indagini effettuate sono, quindi, prevalentemente finalizzate alla determinazione della giacitura e potenza degli strati nei siti scelti, fino ad una profondità di 30 m dal piano di posa delle fondazioni, ed alla caratterizzazione sismica dei terreni presenti, intesa come determinazione in particolare della Velocità delle onde sismiche trasversali Vs dei singoli sismostrati, con calcolo della media pesata per i primi 30 metri ($Vs_{30}$) ed attribuzione alla categoria di suolo di cui alla OPCM n.3274/03 con la verifica della significatività, in senso orizzontale, di tale attribuzione.

Le prove MASW realizzate hanno consentito di verificare che il sottosuolo è classificabile nella **Categoria C**, definita come "*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti con spessori 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*" (O.P.C.M. 3274/03 e s.m.i., D.M. 14/09/2005**,** D.M. 17/01/2018).

Per quanto riguarda le condizioni topografiche, l'area in oggetto è classificabile come T1: "*Pendii con inclinazione media i ≤ 15°*".

### 7.2 Considerazioni in merito alla liquefazione dei terreni

Il fenomeno della liquefazione dinamica assume una particolare pericolosità in presenza di materiali granulari poco addensati saturi; il meccanismo di tale fenomeno dipende sia dalle caratteristiche relative al sisma (magnitudo, durata, distanza dall'epicentro, accelerazione massima al sito) che da quelle del terreno (distribuzione granulometrica, uniformità, saturazione, densità relativa, pressioni efficaci di confinamento, stato tensionale in situ iniziale, etc.).

La previsione della pericolosità di liquefazione si basa, oltre che sui parametri del sisma atteso, sulla stima di un "potenziale di liquefazione" del terreno, il quale dipende da una serie di parametri geotecnici quali ad esempio:

a) distribuzione granulometrica: sono suscettibili di liquefazione i terreni con diametro mediano dei grani D50 compreso fra 0.075 mm e 2 mm e coefficiente di uniformità compreso fra 2 e 5 (sabbie e sabbie limose);
b) indice di plasticità: il fenomeno è possibile in terreni caratterizzati da un indice di plasticità inferiore a 10%;
c) densità relativa: sono suscettibili di liquefazione i terreni sciolti con densità relativa Dr<50% o nei quali N<2z, dove N è il numero di colpi della prova penetrometrica standard (SPT) e z la profondità in metri;
d) saturazione: sono suscettibili di liquefazione i terreni in cui la falda è prossima al piano di campagna;
e) profondità: in genere il fenomeno di liquefazione si può verificare entro i primi 20 m di terreno o comunque per pressioni verticali di confinamento inferiori a 200 kPa.

In base all'art. 7.11.3.4.2 delle NTC 2018 la verifica alla liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5;
2. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) < 0,1g;
3. profondità media stagionale della falda superiore a 15 metri dal p.c., per piano di campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
4. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata (N1)60 > 30 oppure qc1N>180 dove (N1)60 è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (SPT) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e qc1N è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (CPT) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
5. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella figura che segue nel caso di

terreni con coefficiente di uniformità Uc < 3,5 (grafico 1) e per coefficienti di uniformità Uc > 3,5 (grafico 2).

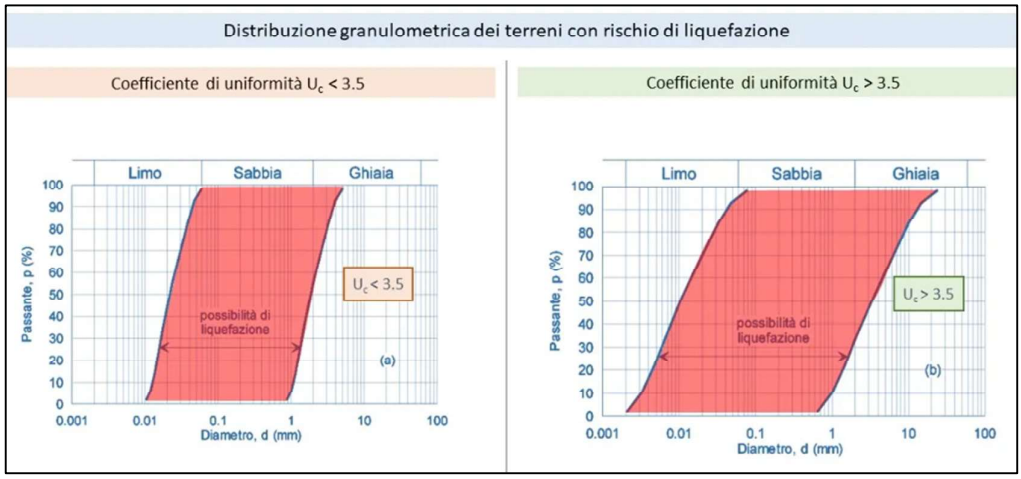



**Figura n° 20:** Distribuzione granulometrica dei terreni con rischio di liquefazione.
A sinistra Grafico 1; a destra Grafico 2.

In base ai suddetti parametri, ed in considerazione della tipologia di terreni rinvenuti nel corso delle indagini realizzate, si specifica quanto segue:

- la falda acquifera è presente ad una profondità superiore ai 60 m dal piano campagna;
- da notizie storiche e bibliografiche, il comune di Napoli non risulta mai essere stato soggetto a fenomeni di liquefazione, con particolare riferimento al terremoto del 1980;
- i depositi piroclastici caratterizzati con le prove penetrometriche presentano un grado di addensamento variabile come conseguenza della natura vulcanica e della granulometria dei terreni presenti e dei fenomeni di cementazione post deposizionali;
- la granulometria dei depositi è molto disomogenea come conseguenza dell'alternanza di livelli a granulometria sabbioso-limosa e limoso-sabbiosa, intercalati con livelli grossolani caratterizzati dalla presenza di pomici da millimetriche a centimetriche.

Per le suddette ragioni, **il fenomeno della liquefazione è sicuramente da escludere.**

## 8. RIEPILOGO E CONCLUSIONI

Nell'ottobre del 2023, con nota n° 013/23/AP/rp, lo scrivente è stato incaricato dall'associazione professionale "Studio Paoletti - Ingegneri Associati", di redigere uno studio geologico finalizzato al progetto di "*Adeguamento del progetto esecutivo relativo all'intervento di riassetto idrogeologico e adeguamento rete fognaria - Area di Soccavo",* nel comune di Napoli.

A tal fine è stato redatto uno studio finalizzato ad accertare le caratteristiche geologiche, sismiche e geomeccaniche dei terreni che costituiscono il sottosuolo che sarà sede degli interventi in progetto.

Lo studio è stato così articolato:

- sopralluoghi;
- reperimento dati bibliografici;
- campagna indagini sismiche;
- elaborazione dati e stesura della presente relazione.

In particolare, per quanto riguarda gli studi e le indagini pregresse, sono stati utilizzati i risultati di campagne geognostiche fatte eseguire dall'Amministrazione Comunale di Napoli per la realizzazione del Piano Regolatore Generale, i risultati delle seguenti indagini realizzate nel 2016 dalla soc. GST:

- n° 2 sondaggi a carotaggio continuo;
- n° 2 prove penetrometriche dinamiche DPSH.

Da un punto di vista geologico, il sito in studio ricade all'interno di un settore dove in affioramento sono presenti materiali di riporto sovrapposti a depositi piroclastici legati prevalentemente all'eruzione di Astroni, in giacitura primaria e parzialmente rimaneggiati; questi sono caratterizzati da alternanze di depositi a granulometria da sabbioso-limosa a limoso-sabbiosa contenenti variabili quantità di pomici e litici e grado di addensamento variabile da poco a mediamente addensato.

Per quanto riguarda gli aspetti idrogeologici, la falda acquifera che si colloca a profondità maggiori di 60.00 m dal piano campagna non interferendo con le strutture in progetto.

Per la ricostruzione del modello geotecnico dell'immediato sottosuolo si rimanda alle elaborazioni realizzate dal progettista delle strutture Ing. Nicola Bracale, mentre la caratterizzazione sismica è stata realizzata elaborando i dati delle prove sismiche MASW eseguite

dallo scrivente nell'ottobre 2023; in particolare, le due prove sismiche MASW hanno rilevato la velocità di propagazione delle onde di taglio dei terreni investigati nei primi 30 m di profondità, consentendo di classificare l'area in studio come rientrante nella "Categoria C".

Per quanto concerne la compatibilità degli interventi in progetto, si rileva che l'area in studio non rientra in zone perimetrate a Rischio Frana ovvero a Rischio Idraulico, come risulta dagli elaborati realizzati per il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico dall'Autorità di Bacino ex Campania Centrale, ora Distretto Idrografico per l'Appennino Meridionale.

In conclusione, da un punto di vista geologico, morfologico e idrogeologico, il sito in oggetto, risulta idoneo ad accogliere i manufatti in progetto.

02 novembre 2023

**ALLEGATO A**

**SONDGGI A CAROTAGGIO CONTINUO**

**SOC. GST - 2016**

| Committente | Profondità raggiunta | Quota Ass. P.C. | Certificato n° | Pagina |
|---|---|---|---|---|
| studio Paoletti | | | | |
| Operatore | Indagine | Note1 | | Inizio/Fine Esecuzione |
| | Riassetto idrogeologico e adeguamento reti fognarie dellarea di soccavo | | | |
| Responsabile | Sondaggio | Tipo Carotaggio | Tipo Sonda | Coordinate X Y |
| Dott. Geologo Fimiani Rosario | S1 | | | |

| Scala (mt) | Litologia | Descrizione | Quota | Parametri geotecnici | S.P.T. | Pocket Test kg/cmq | Vane Test kg/cmq | Campioni | Metodo Perforazione | Metodo Stabilizzaz. | Cass. Catalog. | Falda | Altre prove |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | | terreno vegetale costituito da sabbie e limi di colore marrone | 1.50 | | | | | | | | | | |
| 2 | | limo sabbioso allo stato sciolto debolmente ghiaioso | 3.00 | | | | | | | | | | |
| 3 4 | | limo con sabbia poco addensato | 5.04 | | | | | | | | | | |
| 5 6 | | sabbia limosa poco addensata di colore grigiastra | 6.50 | | | | | | | | | | |
| 7 8 9 10 | | sabbia debolmente limosa di colore marrone | 11.00 | | | | | | | | | | |
| 11 12 13 14 | | sabbia con limo poco addesanato di colore marrone chiaro | 15.07 | | | | | | | | | | |
| 15 16 17 18 19 | | sabbia e limo mediamente addensatodi colre marrone con pomici sparse | 20.00 | | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | | | | | |

Campioni: S-Pareti Sottili, O-Osterberg, M-Mazier, R-Rimaneggiato, Rs-Rimaneggiato da SPT
Perforazione:CS-Carotiere Semplice, CD-Carotiere Doppio, EC-Elica Continua
Stabilizzazione:RM-Rivestimento Metallico, FB-Fanghi Betonitici
Prove SPT:PA-Punta Aperta, PC-Punta Chiusa

Responsabile

MODELLO STRATIGRAFIA

| Committente | Profondità raggiunta | Quota Ass. P.C. | Certificato n° | Pagina |
|---|---|---|---|---|
| Studio Paoletti | | | | |
| Operatore | Indagine | Note1 | | Inizio/Fine Esecuzione |
| | Riassetto idrogeologico e adeguamento rete fognaria di soccavo | | | |
| Responsabile | Sondaggio | Tipo Carotaggio | Tipo Sonda | Coordinate X Y |
| Dr. Geologo Fimiani Rosario | S2 | | | |

| Scala (mt) | Litologia | Descrizione | Quota | Parametri geotecnici | S.P.T. | Pocket Test kg/cmq | Vane Test kg/cmq | Campioni | Metodo Perforazione | Metodo Stabilizzaz. | Cass. Catalog. | Falda | Altre prove | Altre prove |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | terreno vegetale e riporto costituito da sabbia e limo | 1.00 | | | | | | | | | | | |
| 1 2 | | sabbia e limo di colore marrone | 3.00 | | | | | | | | | | | |
| 3 4 5 6 7 | | sabbia poco limosa e debolmente addensata di colore grigio verdastra | 8.00 | | | | | | | | | | | |
| 8 9 | | sabbia e limo di colore marrone | 10.00 | | | | | | | | | | | |
| 10 11 12 13 14 | | sabbia debolmente limosa di colre marrone con inclusione di elemnti pomicei | 15.00 | | | | | | | | | | | |
| 15 16 17 18 19 | | sabbia mediamente limosa di colore marrone verso il basso si evidenziano elementi pomicei a varia granulometria | 20.00 | | | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | | | | | | |

Campioni: S-Pareti Sottili, O-Osterberg, M-Mazier, R-Rimaneggiato, Rs-Rimaneggiato da SPT
Perforazione:CS-Carotiere Semplice, CD-Carotiere Doppio, EC-Elica Continua
Stabilizzazione:RM-Rivestimento Metallico, FB-Fanghi Betonitici
Prove SPT:PA-Punta Aperta, PC-Punta Chiusa

Responsabile

**ALLEGATO B**

**PROVE PENETROMETRICHE STATICHE DPSH**

**SOC. GST - 2016**

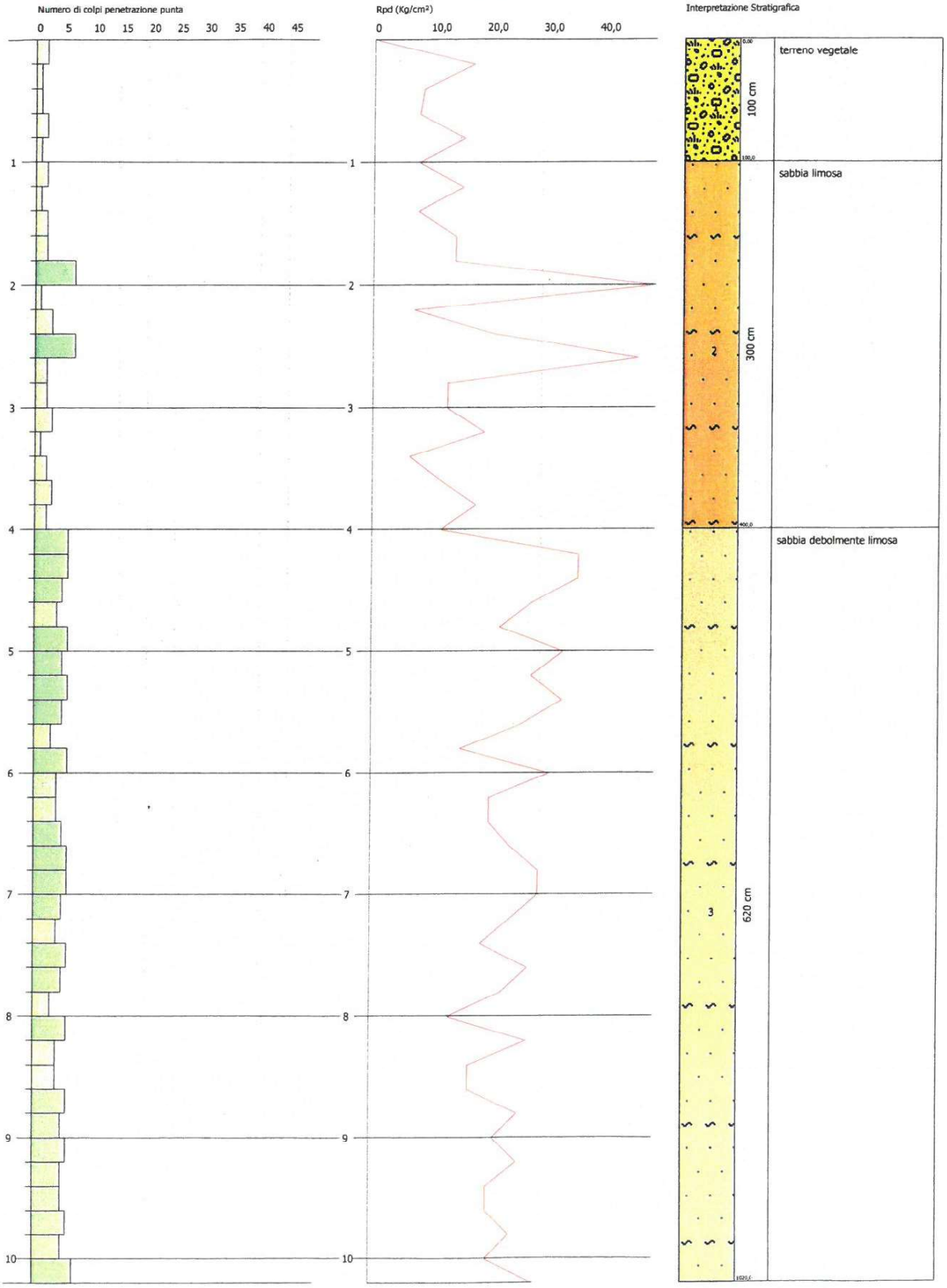
Dott. Geologo Rosario Firmiani
Via V. Cirri Rescigno 1
Castel San Giorgio c.a.p.84083
Salerno

# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1
## Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: Studio Paoletti
Cantiere: Soccavo
Località: Napoli

Data: 16/12/2016

Scala 1:46




SIGNATURE 1

SIGNATURE 2

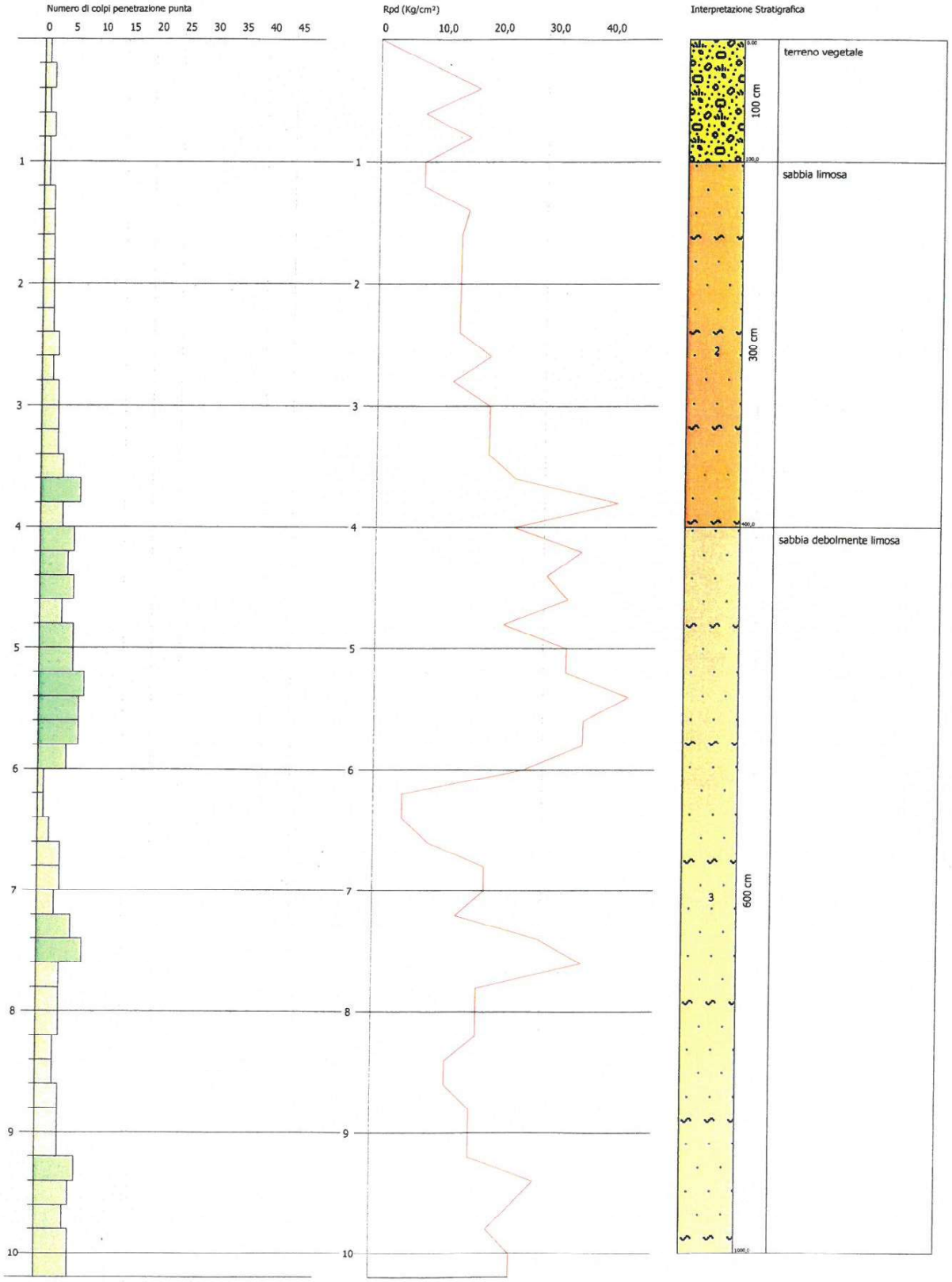
Dott. Geologo Rosario Fimiani
Via V. Cirri Rescigno 1
Castel San Giorgio c.a.p.84083
Salerno

# PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.2
## Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: Studio Paoletti
Cantiere: Soccavo
Località: Napoli

Data: 16/12/2016

Scala 1:46




SIGNATURE 1

SIGNATURE 2