

**S.S. 268 "DEL VESUVIO"  
RADDOPPIO DA DUE A QUATTRO CORSIE DELLA STATALE  
dal Km 19+550 al Km 29+300  
IN CORRISPONDENZA DELLO SVINCOLO DI ANGRÌ**

**1° Lotto, dal Km 19+554 al Km 23+100**

**PROGETTO DEFINITIVO**

COD. NA234

**PROGETTAZIONE: R.T.I.: PROGER S.p.A. (capogruppo mandataria)  
PROGIN S.p.A. - INTEGRA CONSORZIO STABILE  
IDROESSE Engineering S.r.l. - Prometeoengineering.it S.r.l. - ART S.r.l.**

**RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:**

Prof. Ing. Antonio GRIMALDI (Progin S.p.A.)

**CAPOGRUPPO MANDATARIA:**



Direttore Tecnico:  
Dott. Ing. Stefano PALLAVICINI

**GEOLOGO:**

Dott. Geol. Nocerino GIOSAFATTE (Prometeoengineering.it S.r.l.)

**MANDANTI:**



Direttore Tecnico:  
Dott. Ing. Lorenzo INFANTE



Direttore Tecnico:  
Prof. Ing. Franco BRAGA

**COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:**

Dott. Ing. Nicola SCIARRA (Proger S.p.A.)



Direttore Tecnico:  
Dott. Ing. Alberto CECCHINI



Direttore Tecnico:  
Dott. Ing. Alessandro FOCARACCI

**PROJECT MANAGER DELL'R.T.I.:**

Dott. Ing. Carlo LISTORTI (Proger S.p.A.)

**VISTO: RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:**

Dott. Ing. Domenico PIETRAPERIOSA



Direttore Tecnico:  
Dott. Ing. Ivo FRESIA

**STUDI GENERALI  
GEOLOGIA, IDROGEOLOGIA E GEOTECNICA  
Relazione geologica, geomorfologica e geoidrologica generale**

CODICE PROGETTO		NOME FILE			REVISIONE	SCALA:
PROGETTO <b>DPNA0234</b>		<b>T01GE00GEORE01_B</b>				
LIV. PROG.	N. PROG.	CODICE ELAB.				
<b>D</b>	<b>19</b>	<b>T01GE00GEORE01</b>			<b>B</b>	-
<b>B</b>	Revisione per scheda di merito del 29/09/2020	02/09/2021	Nocerino	Salcuni	Focaracci	
<b>A</b>	Emissione	15/07/2020	Mattozzi	Focaracci	Nocerino	
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	

---

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>INDAGINI ESEGUITE</b>	<b>9</b>
3.1	SONDAGGI A CC	10
3.2	PROVE S.P.T.	13
3.3	PRELIEVO DI CAMPIONI GEOTECNICI	23
<b>4</b>	<b>AREA DI INTERVENTO</b>	<b>31</b>
<b>5</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOLOGICO E IDROGEOLOGICO GENERALE</b>	<b>33</b>
5.1	Lineamenti geologici	33
5.2	Lineamenti idrogeologici	41
5.3	Piezometria generale	42
<b>6</b>	<b>MODELLAZIONE GEOLOGICA</b>	<b>49</b>
6.1	Geologica	49
6.2	Aspetti litostatigrafici e geologico tecnici	53
6.3	Morfologia	73
6.4	Idrogeologia	73
<b>7</b>	<b>PERICOLOSITA' GEOLOGICA</b>	<b>76</b>
7.1	Piano Stralcio Assetto idrogeologico	76
7.2	Rischio vulcanico	78
7.3	Rischio di sprofondamenti	79
7.4	Subsidenza	80
<b>8</b>	<b>MODELLAZIONE SISMICA</b>	<b>84</b>
8.1	Inquadramento sismico	84
8.2	Classificazione sismica	85
8.3	Sismicità dell'area	89
8.4	Classificazione del suolo (VS,eq)	99
8.5	Valutazione della suscettibilità alla liquefazione	103
<b>9</b>	<b>CARTOGRAFIA</b>	<b>106</b>
9.1	Carta geolitologica (1:2000)	106
9.2	Carta geomorfologica (1:2000)	107
9.3	Carta idrogeologica (1:2000)	108
9.4	Carta della Microzonazione Sismica (1:2000)	110
<b>10</b>	<b>CONCLUSIONI</b>	<b>111</b>

## 1 PREMESSA

Nel presente documento si analizzano gli aspetti geologici dell'area interessata dall'attività di progettazione definitiva riguardanti i lavori di raddoppio da 2 a 4 Corsie della statale S.S 268 "del Vesuvio", dal km 19+550 al km 29+300.

Il lavoro è stato suddiviso in due lotti:

- Lotto 1 dal Km 19+554 al Km 23+100;
- Lotto 2 dal Km 23+100 al 29+300.

La presente relazione geologica riguarda il lotto 1.

Con tale studio si è inteso accertare l'idoneità delle opere dal punto di vista geologico-tecnico, valutando la stabilità d'insieme dell'area, ed individuare eventuali problemi legati alle caratteristiche dei terreni, nonché l'assetto geomorfologico e idrogeologico, come stabilito dalla L.R. n°9 del 7/1/83, dalla Legge n° 64 del 2/2/74 art. 17 in particolare, e dai DD.MM. emanati ai sensi degli art. 1 e 3 della medesima Legge ed in particolar modo del D.M. del 21/1/81, nonché le NTC del 2018.

La relazione comprende i seguenti aspetti:

- a) geologici: l'identificazione delle formazioni presenti nel sito, lo studio dei tipi litologici e dei caratteri fisico-meccanici del sottosuolo, il modello geologico del sottosuolo, gli aspetti geomorfologici, stratigrafici e strutturali, nonché la pericolosità geologica.
- b) idrogeologici: le caratteristiche delle acque sotterranee nella zona di progetto, sulla base delle indagini eseguite (livello piezometrico, permeabilità, etc).
- c) sismici: la caratterizzazione sismica dei terreni attraverso la misura dei valori di velocità delle onde sismiche (onde P ed SH), la definizione del valore  $V_{s,eq}$  (NTC 2018) per la classificazione dei suoli di fondazione nelle categorie previste dalla normativa vigente in materia e la stima della pericolosità sismica con definizione dei parametri sismici.

Il presente lavoro, infatti, rappresenta lo studio geologico-tecnico effettuato con particolare riferimento alla stratigrafia ed ai parametri geotecnici dell'immediato sottosuolo nell'area in oggetto.

I temi principali considerati e sviluppati sono stati:

- la caratterizzazione geomorfologica del territorio in esame e il suo processo evolutivo;
- il modello lito-stratigrafico del sottosuolo;
- la caratterizzazione geologico-tecnica dell'area anche ai fini della valutazione degli effetti dei sismi.
- le acque sotterranee.
- ricerca bibliografica;
- studio alle foto aeree;
- rilievi di campagna a carattere geomorfologico, litostratigrafico e idrogeologico;
- esecuzione di indagini geognostiche.

Il tutto, ha consentito di individuare e determinare :

- le litologie dei terreni e le loro principali caratteristiche geologico-tecniche;
- i parametri sismici e la caratterizzazione sismica del sito ai sensi della Nuova Normativa Sismica 14/01/08 ex OPCM 3274 del 20/03/2003 e successive NTC 2018;
- l'eventuale presenza di dissesti in atto o potenziali.

Lo studio geologico ha permesso di redigere le seguenti tavole tematiche in scala 1:5000:

- Carta Geolitologica con rappresentazione delle formazioni affioranti e l'assetto delle stesse, con la definizione della stratigrafia e delle strutture presenti;
- Carta Geomorfologica e della stabilità riportante i fenomeni di instabilità reali e potenziali, antichi e recenti, liquefazioni, amplificazioni o eccessivo addensamento in caso di sisma, modifiche dei regimi delle acque superficiali e profonde;
- Carta Idrogeologica con rappresentazioni della situazione idrologica ed idrogeologica, sia in prospettiva sismica, sia in funzione di eventuale utilizzazione delle risorse idriche;
- Carta della zonazione del territorio in prospettiva sismica con rappresentazione di eventuali limitazioni di natura urbanistica o suggerimenti per la progettazione di edifici in genere, definizione delle zone omogenee con similari categorie di profilo stratigrafico del suolo di fondazione, eventuali sottozone;
- Sezioni geologiche del sottosuolo.

## 2 BIBLIOGRAFIA

L'attuale progressione delle azioni conoscitive consente la descrizione del contesto geologico, geomorfologico, idrogeologico, nonché sismico, a livello di inquadramento generale dell'area di intervento, ciò in quanto le specifiche indagini geognostiche risultano programmate ma non ancora eseguite. Inoltre le attività di ricerca ed acquisizione della documentazione relativa sia alla progettazione che alla realizzazione dell'esistente unica carreggiata, effettuate presso gli archivi compartimentali di Napoli di Anas SpA, non hanno reperito materiale attinente ai pregressi sondaggi e dati di base.

Pertanto, saranno illustrati gli elementi ed i fenomeni connessi al sottosuolo che interagiscono con le previsioni di progetto, sulla scorta di ricognizioni dirette e di quanto riportato nelle seguenti fonti bibliografiche e cartografiche di carattere tecnico, scientifico e pianificatorio:

- Fabbrocino S., Lanari R., Celico P., Termolini G. & Zeni G. (2007) – Groundwater Pumping and Land Subsidence in the Sarno River Plain (Campania). Memorie Descrittive della Carta geologica d'Italia, LXXVI, 163-174;
- Aprile F. & Mariano Toccaceli R. (2002) - Nuove conoscenze sulla stratigrafia e distribuzione dei depositi Ignimbrici quaternari nel sottosuolo della Piana del Sarno (Salerno-Campania) – Italia Meridionale,
- Amato A. (2008) - Caratterizzazione geologica della Piana del Sarno da dati di sondaggio. Quaderni AdB Sarno 1/2008: 45-50;
- Celico F. & Piscopo V. (1995) - Idrodinamica sotterranea e vulnerabilità all'inquinamento delle piane del Sarno e del Solofrana (Campania). Quaderni di Geol. Appl, 2: 407-412;
- Celico P. & Allocca V. (2004): Il bacino del fiume Sarno: idrodinamica sotterranea. Quaderni AdB Sarno 1/2004: 35-41;
- Celico P.B., Salzano G. & Valletta M. (1990) – Studio idrogeologico preliminare della piana del Sarno (Campania). Mem. Descr. Carta Geol. d'It., 28, 297-308;
- Autorità Di Bacino Del Sarno (2004) - Progetto di Piano Stralcio di Tutela delle Acque. Relazione Generale e cartografia PAI;
- Ducci D., De Simone S. & Sellerino M. (2012) – Modello litostratigrafico 3D propedeutico allo sviluppo di un modello di flusso sotterraneo: caso di studio, la piana del Sarno (Italia). It. J. of Engineering Geology and Environment, 1, 41-58;

- Corniello A. & Baistrocchi F. (2009) - Riflessioni sui risultati del monitoraggio piezometrico condotto negli anni 2007/2008 dall'Autorità di bacino del Sarno. *Giornale di Geologia Applicata*, 12, 61-70;
- Alfonso Corniello, Marco Trifuoggi, Giovanni Ruggieri & Mariangela Sellerino 2013 - The Sarno River plain (Campania): piezometric and hydrochemical observations - *Rend. Online Soc. Geol. It.*, Vol. 24 (2013), pp. 61-63, 7 figs., 1 tab. Società Geologica Italiana, Roma 2013;
- Corniello A. & Baistrocchi F. (2009) - Riflessioni sui risultati del monitoraggio piezometrico condotto negli anni 2007/2008 dall'Autorità di bacino del Sarno. *Giornale di Geologia Applicata*, 12, 61-70;
- Budetta P., Celico P., Corniello A., De Riso R., Ducci D. & Nicotera P. (1994) - Carta idrogeologica della Campania 1/200.000 e relativa memoria illustrativa. *Proc. IV Geoengineering International Congress: Soil and Groundwater Protection*, 2, 565-586, Geda, Torino;
- Ippolito F., Ortolani F., & Russo M. 1973 - Struttura marginale tirrenica dell'Appennino Campano: reinterpretazione di dati di ricerche di idrocarburi. *Mem.Soc.Geol.It.*, 12, 228-249;
- Cinque A., Alinaghi H.H., Laureti L. & Russo F. 1987 - Osservazioni preliminari sull'evoluzione geomorfologia della Piana del Sarno. (Campania, Appennino Meridionale). *Geogr. Fisica e Dinamica Quaternaria*, 10, 161 – 174;
- Aprile F. & Ortolani F. 1978 - Nuovi dati sulla struttura profonda della Piana Campana a Sud Est del Fiume Volturno. *Boll. Soc. Geol. It.*, 97, 591-608;
- Aprile F. & Ortolani F. 1985 - Principali caratteristiche stratigrafiche e strutturali dei depositi superficiali della Piana Campana. *Boll. Soc. Geol. It.*, 104, 195-206;
- Aprile F. & Toccaceli R.M. (2002) – Nuove conoscenze sulla stratigrafia e sulla distribuzione dei depositi ignimbrici quaternari nel sottosuolo della piana di Sarno (Salerno – Campania – Italia Meridionale). *Il Quaternario*, 15(2), 169-174;
- Cassano E. & La Torre P. 1987 - Geophysics in Somma-Vesuvius. *Quaderni della Ricerca Scientifica, CNR*, 8, 175-196;
- Rolandi G., Bertolini F., Cozzolino G., Esposito N., Sannino D. 2000 - Sull'origine delle coltri piroclastiche presenti sul versante occidentale del Pizzo d'Alvano (Sarno – Campania). *Quaderni di Geologia Applicata*, 7 – 1, 37-47;

- De Vivo B., Rolandi G., Gans P.B., Calvert A., Bohrson W.A., Spera F.J., H.E. 2001 -New constraints on the pyroclastic eruptive history of the Campanian volcanic Plain ( Italy). *Mineralogy and Petrology*,73, (1-3), 47- 65;
- Cinque A.; Hossein H., Laureti L. & Russo F. (1987) – Osservazioni preliminari sulla evoluzione geomorfologia della Piana del Sarno (Campania, Appennino Meridionale) – *Geogr. Fis. Dinam. Quat.*, 10, 161-174;
- Barra D., Bonaduce G., Brancaccio L., Cinque A., Ortolani F., Pagliuca S., Russo F. (1989) - Evoluzione geologica olocenica della piana costiera del Fiume Sarno (Campania) – *Mem. Soc. Geol. It. n. 42* - pp. 255 - 267;
- Del Prete S., Guarino P. M., Nisio S., Santo A. - I sinkholes in Campania - *Mem. Descr. Carta Geol. d'It. LXXXV* (2008), pp. 149 – 212;
- Calcaterra D., Esposito A., Fuschini V., Galluccio F., Giulivo I., Nardò S., Russo F., Terranova C., 2009. - L'utilizzo della tecnica Psinsar™ per l'individuazione ed il monitoraggio di sinkholes in aree urbanizzate della Campania: i casi di Telesse Terme (BN) e Sarno (SA). *Atti 2° Workshop Int. "I sinkholes. Gli sprofondamenti catastrofici nell'ambiente naturale ed in quello antropizzato"*, Roma, 3-4 dicembre 2009, ISPRA – Servizio Geologico d'Italia, pp. 931-948;
- Guarino P.M. & Nisio S., 2009a. - Il contributo della ricerca storico-archivistica nello studio dei sinkhole della piana del F. Sarno (Campania, Italia). *Atti 2° Workshop Int. "I sinkholes. Gli sprofondamenti catastrofici nell'ambiente naturale ed in quello antropizzato"*, Roma, 3-4 dicembre 2009, ISPRA – Servizio Geologico d'Italia, pp. 85-96;
- Guarino P.M. & Nisio S., 2009b. - I sinkholes del settore nord orientale della piana del F. Sarno: ulteriori dati relativi all'assetto litostratigrafico del sottosuolo. *Atti 2° Workshop Int. "I sinkholes. Gli sprofondamenti catastrofici nell'ambiente naturale ed in quello antropizzato"*, Roma, 3-4 dicembre 2009, ISPRA – Servizio Geologico d'Italia, pp. 541-551;
- Santo A. & Del Prete S. (2011) - I sinkhole di origine naturale nel territorio campano - Un GIS per il censimento dei fenomeni di sprofondamento - Regione Campania - Settore Difesa del Suolo e Università degli Studi di Napoli Federico II, Dipartimento di Ingegneria Idraulica, Geotecnica e Ambientale – Maggio 2011;
- Rovida A., Locati M., Camassi R., Lolli B. and Gasperini P. (eds.); 2016. CPTI15, the 2015 version of the Parametric Catalogue of Italian Earthquakes. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. doi: <http://doi.org/10.6092/INGV.IT-CPTI15>;

- Locati M., Camassi R., Rovida A., Ercolani E., Bernardini F., Castelli V., Caracciolo C.H., Tertulliani A., Rossi A., Azzaro R., D'Amico S., Conte S., Rocchetti E. (2016) - Database Macrosismico Italiano DBMI15 - Release v1.5 - DBMI15, the 2015 version of the Italian Macro seismic Database. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia";
- Basili R., G. Valensise, P. Vannoli, P. Burrato, U. Fracassi, S. Mariano, M.M. Tiberti, E. Boschi, 2008 - DISS - Database of Individual Seismogenic Sources;
- Postpischl D., Branno A., Esposito E.G.I., Ferrari G., Marturano A., Porfido S., Rinaldis V., Stucchi M., 1985. The Irpinia earthquake of November 23, 1980. In: Postpischl, D. (Ed.), Atlas of Isoseismal Maps of Italian Earthquakes, vol. 114(2A) C.N. R. – P. F. G.;
- INGV (2004) - Rapporto conclusivo, aprile 2004 del Gruppo di lavoro per la redazione della mappa sismica;
- Albarello D., 2014 - Una procedura per la valutazione della magnitudo di riferimento per lo studio della liquefazione – GNGTS;
- Ferro D. e Viggiani C. (1991) – Variante alla SS 268; secondo stralcio – Relazione geotecnica;
- Termolini G. (2007) - Analisi degli effetti indotti dal sovrasfruttamento degli acquiferi di pianura: emungimenti e subsidenza nella Piana Campana, Tesi di dottorato – Università "Federico II" di Napoli;
- Carta Geologica d'Italia, Foglio geologico n° 185 Salerno - Scala 1:100.000;
- Carta Idrogeologica della Campania - Scala 1:100.000;
- Carta Geologica d'Italia - Scala 1:50.000 – Foglio 466 – Sorrento - ISPRA - Servizio Geologico d'Italia e Progetto CARG;
- Carta Geologica d'Italia - Scala 1:50.000 – Foglio 448 – Ercolano - ISPRA - Servizio Geologico d'Italia e Progetto CARG;
- Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia - Scala 1:50.000 – Foglio 466/485 – Sorrento/Termini - ISPRA - Servizio Geologico d'Italia e Progetto CARG – 2015;
- Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia - Scala 1:50.000 – Foglio 448 - Ercolano - ISPRA - Servizio Geologico d'Italia e Progetto CARG – 2015;
- Piano Assetto idrogeologico (Autorità di Bacino del Sarno, Autorità di bacino della Campania Centrale e Autorità di Distretto dell'Appennino Settentrionale);
- Piano Territoriale regionale della Campania (2006);
- P.T.C.P. Città Metropolitana di Napoli;

- P.T.C.P. Provincia di Salerno;
- Carta C.A.R.G. Regione Campania - Scala 1:10.000;
- Comune di Angri – Piano Urbanistico Comunale;
- Comune di Scafati – Piano Urbanistico Comunale;
- Comune di Boscoreale – Piano Urbanistico Comunale;
- A.R.P.A. Campania - Piano Regionale di Bonifica - Censimento dei Siti Potenzialmente Contaminati negli ex Siti di Interesse Nazionale (CSPC ex SIN): l'elenco di tutti i siti sub-perimetrati o censiti all'interno del perimetro degli ex siti di interesse nazionale della Regione Campania fino alla data del decadimento del SIN (Allegato 4bis).

### 3 INDAGINI ESEGUITE

Nell'ambito del progetto summenzionato, per i Lotti 1 e 2, sono state condotte due campagne di indagini. Successivamente alla prima campagna di indagini (Fase 1) condotta nell'anno 2019, è stata eseguita una seconda campagna di indagini nell'anno 2021 (Fase 2).

Le indagini sono finalizzate alla determinazione delle caratteristiche geotecniche e alla definizione stratigrafica in chiave geolitologica.

Le indagini di Fase 1 hanno previsto la realizzazione di:

- n.14 sondaggi geognostici verticali a carotaggio continuo finalizzati alla definizione della sequenza stratigrafica e condizionati con tubo piezometrico (sigla Sn-PZ) o con tubazione per prova down-hole (sigla Sn-DH), ad eccezione dei sondaggi S09-DH e S11-DH.
- n.64 prove penetrometriche SPT;
- n.28 prelievi di campioni indisturbati da sottoporre a prove di laboratorio geotecnico (cfr. "Documentazione prove di laboratorio geotecnico");
- n.67 prelievi di campioni rimaneggiati da sottoporre a prove di laboratorio geotecnico (cfr. "Documentazione prove di laboratorio geotecnico");
- n.18 prelievi di campioni litoidi da sottoporre a prove di laboratorio geotecnico (cfr. "Documentazione prove di laboratorio geotecnico");
- n.13 pozzetti esplorativi spinti alla profondità di 2 m dal p.c..
- n.13 prelievi di campioni rimaneggiati prelevati dai pozzetti esplorativi, da sottoporre a prove di laboratorio geotecnico (cfr. "Documentazione prove di laboratorio geotecnico");
- n.14 prove penetrometriche statiche C.P.T.U. per la caratterizzazione dei terreni del sottosuolo;
- n.13 prove penetrometriche dinamiche DPSH per la caratterizzazione dei terreni del sottosuolo;
- n.13 prove di carico su piastra in corrispondenza dei pozzetti esplorativi
- n.8 prove di permeabilità di tipo Lefranc;
- georeferenziazione dei punti di indagine.

Sono state realizzate inoltre:

- n.6 prove down hole
- n.2 prove masw.

---

Le indagini di Fase 2 sono state effettuate da novembre 2019 a gennaio 2020.

Le indagini di Fase 2 hanno previsto la realizzazione di:

- n.33 sondaggi geognostici verticali a carotaggio continuo finalizzati alla definizione della sequenza stratigrafica, di cui n. 16 condizionati con tubo piezometrico da 2", e n. 13 con tubo down hole; il piezometro S40-PZ è stato tombato per risalita della falda oltre il p.c.
- n.279 prove penetrometriche S.P.T.;
- n.161 prelievi di campioni da sottoporre a prove di laboratorio geotecnico, di cui n. 71 indisturbati e n. 90 rimaneggiati (cfr. "Documentazione prove di laboratorio geotecnico");
- n.28 prove di permeabilità Lefranc
- n.41 prove pressiometriche
- n.21 prove dilatometriche
- n.11 prove penetrometriche statiche C.P.T.U. e n. 32 prove penetrometriche dinamiche super pesanti D.P.S.H. per la caratterizzazione dei terreni del sottosuolo;

Sono state realizzate inoltre:

- n.14 prospezioni sismiche a rifrazione tomografica;
- n.13 indagini sismiche in foro down-hole.

Le indagini di Fase 2 sono state effettuate tra i mesi di novembre 2020 e marzo 2021.

Per la visione di dettaglio si rimanda alle monografie allegate.

### **3.1 SONDAGGI A CC**

I sondaggi geognostici sono stati eseguiti in conformità alle norme del capitolato speciale d'appalto ANAS, alle Raccomandazioni AGI (1977) ed alle Modalità Tecniche ANISG (1977).

Di seguito la tabella riepilogativa dei sondaggi effettuati con indicazione del metodo di perforazione, della profondità raggiunta, della tipologia di installazione in foro, delle prove in sito e del prelievo di campioni (CI= campioni Indisturbati, CR= Campioni Rimaneggiati, CL= Campioni Litoidi).

### Indagini di Fase 1

Sigla ID	profondità (m dal p.c.)	SPT	CI	CR	CL
S01-DH	35	4	1	4	1
S02-PZ	30	5	2	5	
S03-DH	35	6	3	6	1
S04-PZ	30	4	2	4	2
S05-DH	35	4	3	4	1
S06-PZ	30	2	1	7	
S07-DH	35	5	3	6	
S08-PZ	30	6	1	6	
S09	35	6	2	6	1
S10-PZ	30	5	2	6	
S11	35	5	2	7	
S12-DH	35	4	2	4	2
S13-PZ	30	4	2	6	
S14-DH	35	4	2	6	

TABELLA 1: sondaggi geognostici eseguiti di Fase 1

## Indagini di Fase 2

N.	Sigla ID	Profondità (m dal p.c.)	SPT	CI	CR	Prove Lefranc	Prove Pressiometriche	Prove Dilatometriche	Tubi down hole	Piezometri a tubo aperto 2"
1	S15-PMT-PZ	35.00	6	3			3			X
2	S16-PMT-PZ	35.00	5	2			2			X
3	S18-PMT-PZ	35.00	5	3			2			X
4	S19-PZ	35.00	12	3		3				X
5	S20-DH	35.00	11	3					X	
6	S22-DH	35.00	13	2					X	
7	S23-PMT-PZ	35.00	6	3		3	5			X
8	S24-DH	35.00	10	2					X	
9	S25-PMT-PZ	35.00	7	3		3	4			X
10	S26-DH	35.00	12	3					X	
11	S27-PMT-PZ	35.00	7	3		3	3			X
12	S28-PMT-PZ	35.00	6	2			3			X
13	S29-PZ	40.00	11	3	3	3				X
14	S30-DH	35.00	11	2					X	
15	S31-PMT-PZ	40.00	8	2	4	3	3			X
16	S32-PMT	35.00	7	1			3			
17	S33-DH	32.50	6	1	4				X	
18	S34-PMT-PZ	35.00	4	1	4		2			X
19	S35-DH	35.00	5	1					X	
20	S36-PZ	35.00	6		4	2				X
21	S37-DH	40.00	11	2	5				X	
22	S38-PZ	40.00	12	3	7	2				X
23	S39-DH	35.00	8	3	6	1			X	
24	S40-PZ	37.00	13	3	8	1				X
25	S41-PMT	35.00	7	3	5		4			
26	S42-DH	35.00	12	1	4				X	
27	S43-PMT	35.00	8	1	5		3			
28	S44-DH	35.00	12	3	8				X	
29	S46-DH	35.00	9	2	6				X	
30	S47-PMT	35.00	5	2	4		4			
31	S48-PZ	35.00	8	1	5	2				X
32	S49-PZ									X
33	S50-DH								X	

TABELLA 2: sondaggi geognostici eseguiti di Fase 2

### 3.2 PROVE S.P.T.

Le prove SPT (Standard Penetration Test) sono state eseguite rispettando la normativa vigente (AGI, 1977) e le modalità esecutive del capitolato speciale d'appalto.

La prova consente di determinare la resistenza di un terreno alla penetrazione dinamica di un campionatore infisso a partire dal fondo di un foro di sondaggio.

#### Indagini di Fase 1

N.	Sigla ID	da (m dal p.c.)	a (m dal p.c.)	Colpi	N spt
1	S01-DH	2.55	3	8-12-13	25
2	S01-DH	7.3	7.75	6-6-9	15
3	S01-DH	12.4	12.85	6-5-7	12
4	S01-DH	18	18.45	9-10-10	20
5	S02-PZ	3.55	4	9-8-11	19
6	S02-PZ	10	10.45	10-10-13	23
7	S02-PZ	16.5	16.95	18-22-19	41
8	S02-PZ	22.5	22.96	18-20-19	39
9	S02-PZ	25.55	26	21-15-19	34
10	S03-DH	3	3.45	15-21-24	45
11	S03-DH	8	8.45	16-23-27	50
12	S03-DH	12	12.45	18-19-24	43
13	S03-DH	18.55	19	12-14-17	31
14	S03-DH	26.55	27	13-15-19	34
15	S03-DH	30.3	30.75	14-19-26	45
16	S04-PZ	2	2.45	13-16-18	34

TABELLA 3: prove SPT di Fase 1 (continua)

N.	Sigla ID	da (m dal p.c.)	a (m dal p.c.)	Colpi	N spt
17	S04-PZ	8.5	8.95	9-12-15	27
18	S04-PZ	13	13.45	9-14-17	31
19	S04-PZ	17	17.45	9-11-13	24
20	S05-DH	2.55	3	9-12-13	25
21	S05-DH	6	6.45	10-13-15	28
22	S05-DH	12	12.45	8-10-11	21
23	S05-DH	20	20.45	14-17-21	38
24	S06-PZ	2.55	3	7-11-12	23
25	S06-PZ	8	8.45	4-5-7	12
26	S07-DH	3	3.45	6-10-12	22
27	S07-DH	8.55	9	5-9-10	19
28	S07-DH	14	14.45	10-14-16	30
29	S07-DH	19.55	20	6-7-11	18
30	S07-DH	24.2	24.65	12-14-15	29
31	S08-PZ	4.5	4.95	18-20-16	36
32	S08-PZ	6.5	6.95	7-11-14	25
33	S08-PZ	12.5	12.95	6-8-10	18
34	S08-PZ	16	16.45	5-5-8	13
35	S08-PZ	21.55	22	19-23-22	45
36	S08-PZ	26.55	27	18-21-24	45
37	S09	2.55	3	5-7-9	16
38	S09	6	6.45	4-4-6	10
39	S09	13	13.45	7-11-15	26
40	S09	17	17.35	22-34-rif	Rif
41	S09	23	23.45	16-24-27	51
42	S09	27	27.45	15-18-22	40
43	S10-PZ	4	4.45	5-7-9	16
44	S10-PZ	7.55	8	3-4-6	10
45	S10-PZ	13	13.45	10-13-16	29
46	S10-PZ	16.55	17	11-15-18	33
47	S10-PZ	22	22.45	14-21-31	52
48	S11	2	2.45	6-7-11	18

TABELLA 3: prove SPT di Fase 1 (continua)

N.	Sigla ID	da (m dal p.c.)	a (m dal p.c.)	Colpi	N spt
49	S11	8.3	8.75	5-4-4	8
50	S11	12.55	13	6-7-8	15
51	S11	18.8	19.25	11-23-20	43
52	S11	21	21.45	10-16-20	16
53	S12-DH	3.5	3.95	5-8-12	20
54	S12-DH	7.5	7.95	1-1-2	3
55	S12-DH	13	13.45	4-5-5	10
56	S12-DH	16.5	16.95	3-5-6	11
57	S13-PZ	2	2.45	5-6-8	14
58	S13-PZ	7.55	8	3-3-5	8
59	S13-PZ	12	12.45	3-4-6	10
60	S13-PZ	18	18.45	11-14-22	36
61	S14-DH	4.3	4.75	4-2-2	4
62	S14-DH	12	12.45	4-8-9	17
63	S14-DH	15	15.35	7-20-rif	Rif
64	S14-DH	31.55	32	4-7-9	16

TABELLA 3: prove SPT di Fase 1

## Indagini di Fase 2

N.	Sigla ID	da (m dal p.c.)	a (m dal p.c.)	Colpi	N spt
1	S15-PMT-PZ	3.00	3.45	4-5-5	10
2	S15-PMT-PZ	6.90	7.35	8-14-15	29
3	S15-PMT-PZ	11.60	12.05	16-17-19	36
4	S15-PMT-PZ	18.00	18.45	12-16-21	37
5	S15-PMT-PZ	20.50	20.95	11-13-14	27
6	S15-PMT-PZ	27.50	27.95	22-26-29	55
7	S16-PMT-PZ	2.50	2.95	2-4-4	8
8	S16-PMT-PZ	6.00	6.45	5-6-8	14
9	S16-PMT-PZ	12.00	12.45	12-10-13	23
10	S16-PMT-PZ	17.00	17.45	18-21-25	46
11	S16-PMT-PZ	19.00	19.45	22-26-28	54
12	S18-PMT-PZ	2.20	2.65	3-3-3	6
13	S18-PMT-PZ	6.60	7.05	15-19-21	40

TABELLA 4: prove SPT di Fase 2 (continua)

N.	Sigla ID	da (m dal p.c.)	a (m dal p.c.)	Colpi	N spt
14	S18-PMT-PZ	10.30	10.75	22-26-20	46
15	S18-PMT-PZ	15.40	15.85	8-12-11	23
16	S18-PMT-PZ	20.50	20.95	27-29-31	60
17	S19-PZ	2.50	2.95	22-29-31	60
18	S19-PZ	4.00	4.30	33-41-RIF	RIF
19	S19-PZ	5.80	6.25	23-34-41	75
20	S19-PZ	7.10	7.55	27-36-32	68
21	S19-PZ	9.00	9.30	36-42-RIF	RIF
22	S19-PZ	12.00	12.30	29-39-RIF	RIF
23	S19-PZ	13.50	13.80	26-41-RIF	RIF
24	S19-PZ	15.70	16.15	20-22-23	45
25	S19-PZ	19.50	19.95	13-15-16	31
26	S19-PZ	21.40	21.85	17-25-29	54
27	S19-PZ	23.20	23.65	20-27-30	57
28	S19-PZ	26.80	27.10	32-39-RIF	RIF
29	S20-DH	2.30	2.75	2-3-5	8
30	S20-DH	6.00	6.30	12-17-RIF	RIF
31	S20-DH	8.50	8.95	19-24-27	51
32	S20-DH	10.00	10.45	21-28-27	55
33	S20-DH	13.50	13.95	23-25-29	54
34	S20-DH	15.50	15.95	22-25-25	50
35	S20-DH	17.50	17.80	23-36-RIF	RIF
36	S20-DH	20.80	21.25	26-29-32	61
37	S20-DH	22.70	23.15	25-27-30	57
38	S20-DH	24.40	24.85	16-22-26	48
39	S20-DH	26.20	26.65	18-24-27	51
40	S22-DH	2.00	2.45	2-3-3	6
41	S22-DH	4.00	4.45	4-4-5	9
42	S22-DH	5.50	5.80	17-26-RIF	RIF
43	S22-DH	7.50	7.95	6-9-12	21
44	S22-DH	9.50	9.95	12-16-21	37
45	S22-DH	11.50	11.95	21-23-26	49
46	S22-DH	13.50	13.95	14-17-19	36
47	S22-DH	17.00	17.45	22-28-31	59
48	S22-DH	19.00	19.45	18-21-22	43
49	S22-DH	21.50	21.95	18-23-22	45
50	S22-DH	23.50	23.80	27-35-RIF	RIF
51	S22-DH	25.00	25.30	29-37-RIF	RIF
52	S22-DH	28.00	28.50	16-20-19	39
53	S23-PMT-PZ	1.70	2.15	4-6-8	14
54	S23-PMT-PZ	7.00	7.45	21-25-27	52
55	S23-PMT-PZ	12.00	12.45	22-26-28	54

TABELLA 4: prove SPT di Fase 2 (continua)

N.	Sigla ID	da (m dal p.c.)	a (m dal p.c.)	Colpi	N spt
56	S23-PMT-PZ	14.00	14.45	19-22-25	47
57	S23-PMT-PZ	17.00	17.45	15-19-21	40
58	S23-PMT-PZ	19.00	19.45	20-24-26	50
59	S24-DH	2.00	2.45	12-16-20	36
60	S24-DH	4.00	4.45	14-17-18	35
61	S24-DH	7.50	7.95	18-25-29	54
62	S24-DH	9.50	9.95	20-28-26	54
63	S24-DH	11.50	11.95	24-30-31	61
64	S24-DH	16.00	16.45	25-31-33	64
65	S24-DH	18.00	18.45	27-20-23	43
66	S24-DH	20.00	20.45	16-21-31	52
67	S24-DH	23.00	23.45	13-17-18	35
68	S24-DH	25.00	25.30	29-38-RIF	RIF
69	S25-PMT-PZ	2.00	2.45	4-3-4	7
70	S25-PMT-PZ	4.00	4.45	8-11-19	30
71	S25-PMT-PZ	6.00	6.45	12-15-17	32
72	S25-PMT-PZ	9.50	9.95	19-25-28	53
73	S25-PMT-PZ	12.00	12.45	17-18-21	39
74	S25-PMT-PZ	15.80	16.10	24-26-RIF	RIF
75	S25-PMT-PZ	17.50	17.95	18-24-25	49
76	S26-DH	3.00	3.50	8-12-13	25
77	S26-DH	6.50	7.00	15-19-24	43
78	S26-DH	8.50	8.95	23-18-30	48
79	S26-DH	10.50	10.95	29-34-32	66
80	S26-DH	14.50	14.95	27-36-39	75
81	S26-DH	16.50	16.95	28-33-38	71
82	S26-DH	18.50	18.95	23-26-26	52
83	S26-DH	20.50	20.95	25-29-16	45
84	S26-DH	22.50	22.95	8-10-11	21
85	S26-DH	25.00	25.45	8-13-17	30
86	S26-DH	26.70	27.15	25-30-32	62
87	S26-DH	28.70	29.00	30-39-RIF	RIF
88	S27-PMT-PZ	2.00	2.45	2-3-4	7
89	S27-PMT-PZ	4.00	4.45	3-5-5	10
90	S27-PMT-PZ	8.00	8.45	25-32-37	69
91	S27-PMT-PZ	10.00	10.45	18-22-26	48
92	S27-PMT-PZ	12.00	12.45	14-19-30	49
93	S27-PMT-PZ	16.50	16.95	28-33-37	70
94	S27-PMT-PZ	20.50	20.95	13-15-16	31
95	S28-PMT-PZ	4.50	4.95	4-4-5	9
96	S28-PMT-PZ	6.50	6.95	7-10-13	23
97	S28-PMT-PZ	10.50	10.95	14-21-20	41

TABELLA 4: prove SPT di Fase 2 (continua)

N.	Sigla ID	da (m dal p.c.)	a (m dal p.c.)	Colpi	N spt
98	S28-PMT-PZ	12.50	12.95	12-19-17	36
99	S28-PMT-PZ	14.50	14.95	18-22-24	46
100	S28-PMT-PZ	20.50	20.95	19-20-19	39
101	S29-PZ	2.50	2.95	3-4-3	7
102	S29-PZ	4.50	4.95	5-6-7	13
103	S29-PZ	6.50	6.95	8-10-12	22
104	S29-PZ	9.50	9.95	17-19-23	42
105	S29-PZ	11.50	11.95	20-21-24	45
106	S29-PZ	15.50	15.95	18-20-19	39
107	S29-PZ	17.50	17.95	21-25-27	52
108	S29-PZ	20.00	20.45	16-17-19	36
109	S29-PZ	23.00	23.45	23-26-29	55
110	S29-PZ	25.00	25.45	14-16-21	37
111	S29-PZ	27.50	27.95	12-11-11	22
112	S30-DH	3.50	3.95	4-3-6	9
113	S30-DH	6.00	6.45	18-26-24	50
114	S30-DH	10.00	10.45	22-25-27	52
115	S30-DH	12.00	12.45	19-20-24	44
116	S30-DH	14.00	14.45	15-19-20	39
117	S30-DH	18.00	18.45	10-14-19	33
118	S30-DH	20.00	20.45	19-20-28	48
119	S30-DH	22.00	22.45	7-9-8	17
120	S30-DH	24.00	24.45	15-21-23	44
121	S30-DH	26.00	26.45	18-24-23	47
122	S30-DH	28.00	28.45	22-25-27	52
123	S31-PMT-PZ	2.50	2.95	3-5-5	10
124	S31-PMT-PZ	4.50	4.95	7-9-9	18
125	S31-PMT-PZ	9.00	9.45	11-14-16	30
126	S31-PMT-PZ	11.00	11.45	19-21-25	46
127	S31-PMT-PZ	13.00	13.45	16-17-20	37
128	S31-PMT-PZ	19.00	19.45	6-9-11	20
129	S31-PMT-PZ	21.00	21.45	12-14-16	30
130	S31-PMT-PZ	23.00	23.45	10-13-17	30
131	S32-PMT	3.10	3.60	5-7-10	17
132	S32-PMT	7.20	7.70	8-11-9	20
133	S32-PMT	12.20	12.70	4-7-4	11
134	S32-PMT	17.00	17.50	16-29-27	56
135	S32-PMT	19.50	20.00	12-22-20	42
136	S32-PMT	21.30	21.80	17-28-RIF	RIF
137	S32-PMT	24.00	24.50	20-32-RIF	RIF
138	S33-DH	6.00	6.45	2-2-3	5
139	S33-DH	8.00	8.45	6-7-7	14

TABELLA 4: prove SPT di Fase 2 (continua)

N.	Sigla ID	da (m dal p.c.)	a (m dal p.c.)	Colpi	N spt
140	S33-DH	12.00	12.45	7-9-10	19
141	S33-DH	14.00	14.45	4-4-5	9
142	S33-DH	16.00	16.45	4-7-7	14
143	S33-DH	18.40	18.70	28-40-RIF	RIF
144	S34-PMT-PZ	4.00	4.50	6-8-12	20
145	S34-PMT-PZ	6.00	6.50	5-8-9	17
146	S34-PMT-PZ	11.40	11.90	8-11-14	25
147	S34-PMT-PZ	13.20	13.70	17-25-RIF	RIF
148	S35-DH	2.20	2.70	3-3-5	8
149	S35-DH	4.10	4.60	3-6-4	10
150	S35-DH	8.00	8.50	6-8-7	15
151	S35-DH	10.30	10.80	7-10-16	26
152	S35-DH	12.10	12.60	16-22-RIF	RIF
153	S36-PZ	3.00	3.45	1-2-2	4
154	S36-PZ	5.50	5.95	2-2-3	5
155	S36-PZ	8.00	8.45	8-11-10	21
156	S36-PZ	11.50	11.95	24-31-35	66
157	S36-PZ	13.50	13.95	21-25-32	57
158	S36-PZ	15.80	16.10	24-37-RIF	RIF
159	S37-DH	2.50	2.95	2-3-3	6
160	S37-DH	4.50	4.95	6-8-9	17
161	S37-DH	6.50	6.95	4-8-8	16
162	S37-DH	8.70	9.15	8-10-9	19
163	S37-DH	10.50	10.95	6-7-9	16
164	S37-DH	12.50	12.95	7-8-10	18
165	S37-DH	14.50	14.95	4-5-5	10
166	S37-DH	16.50	16.95	2-5-4	9
167	S37-DH	18.50	18.95	1-3-5	8
168	S37-DH	20.50	20.95	12-19-21	40
169	S37-DH	28.30	28.75	16-18-25	43
170	S38-PZ	3.50	3.95	3-6-4	10
171	S38-PZ	5.50	5.95	6-8-8	16
172	S38-PZ	7.50	7.95	6-7-9	16
173	S38-PZ	9.50	9.95	1-2-2	4
174	S38-PZ	11.50	11.95	3-5-5	10
175	S38-PZ	13.50	13.95	2-2-2	4
176	S38-PZ	15.50	15.95	5-6-5	11
177	S38-PZ	18.10	18.55	6-8-8	16
178	S38-PZ	19.60	20.05	10-11-13	24
179	S38-PZ	24.30	24.60	23-30-RIF	RIF
180	S38-PZ	26.50	26.95	18-22-24	46
181	S38-PZ	29.50	29.95	12-16-18	34

TABELLA 4: prove SPT di Fase 2 (continua)

N.	Sigla ID	da (m dal p.c.)	a (m dal p.c.)	Colpi	N spt
182	S39-DH	3.00	3.50	3-3-4	7
183	S39-DH	6.00	6.50	2-3-3	6
184	S39-DH	9.00	9.50	4-3-3	6
185	S39-DH	12.30	12.80	3-6-4	10
186	S39-DH	15.00	15.50	5-6-8	14
187	S39-DH	18.00	18.50	4-7-8	15
188	S39-DH	24.00	24.50	7-9-16	25
189	S39-DH	27.00	27.50	14-18-15	33
190	S40-PZ	2.50	2.95	2-1-2	3
191	S40-PZ	4.50	4.95	2-1-1	2
192	S40-PZ	6.50	6.95	3-2-2	4
193	S40-PZ	9.80	10.25	2-2-1	3
194	S40-PZ	11.50	11.95	2-2-3	5
195	S40-PZ	13.50	13.95	3-2-3	5
196	S40-PZ	16.00	16.45	3-4-6	10
197	S40-PZ	18.00	18.45	3-4-4	8
198	S40-PZ	20.00	20.45	5-5-3	8
199	S40-PZ	21.50	21.95	7-10-18	28
200	S40-PZ	24.00	24.45	10-9-13	22
201	S40-PZ	26.00	26.45	16-19-21	40
202	S40-PZ	28.50	28.95	9-13-27	40
203	S41-PMT	3.00	3.50	2-2-3	5
204	S41-PMT	8.50	9.00	1-2-3	5
205	S41-PMT	12.30	12.80	6-14-8	22
206	S41-PMT	15.00	15.50	3-4-3	7
207	S41-PMT	18.50	19.00	3-3-4	7
208	S41-PMT	21.00	21.50	2-7-3	10
209	S41-PMT	24.00	24.50	15-19-16	35
210	S42-DH	2.50	3.00	1-2-2	4
211	S42-DH	4.50	5.00	3-3-3	6
212	S42-DH	6.50	7.00	2-1-2	3
213	S42-DH	8.50	9.00	1-2-5	7
214	S42-DH	10.50	11.00	5-8-10	18
215	S42-DH	12.50	13.00	1-1-2	3
216	S42-DH	14.50	15.00	7-11-10	21
217	S42-DH	16.50	17.00	1-2-1	3
218	S42-DH	18.50	19.00	8-11-4	15
219	S42-DH	20.50	21.00	1-1-2	3
220	S42-DH	22.50	23.00	2-3-3	6
221	S42-DH	24.50	25.00	2-2-2	4
222	S43-PMT	2.50	3.00	2-2-3	5
223	S43-PMT	4.50	5.00	4-3-5	8

TABELLA 4: prove SPT di Fase 2 (continua)

N.	Sigla ID	da (m dal p.c.)	a (m dal p.c.)	Colpi	N spt
224	S43-PMT	8.00	8.50	4-2-2	4
225	S43-PMT	11.00	11.50	2-3-3	6
226	S43-PMT	15.00	15.50	4-3-2	5
227	S43-PMT	19.50	20.00	1-2-2	4
228	S43-PMT	21.50	22.00	5-8-7	15
229	S43-PMT	23.50	24.00	13-16-18	34
230	S44-DH	2.50	3.00	3-5-6	11
231	S44-DH	4.50	5.00	4-6-5	11
232	S44-DH	6.50	7.00	1-1-1	2
233	S44-DH	8.50	9.00	1-2-2	4
234	S44-DH	10.50	11.00	3-5-4	9
235	S44-DH	13.00	13.50	3-3-2	5
236	S44-DH	15.00	15.50	1-3-4	7
237	S44-DH	17.50	18.00	4-6-7	13
238	S44-DH	19.50	20.00	5-8-10	18
239	S44-DH	21.50	22.00	3-3-4	7
240	S44-DH	23.50	24.00	7-9-11	20
241	S44-DH	29.00	29.50	7-10-16	26
242	S46-DH	2.50	3.00	2-3-2	5
243	S46-DH	4.50	5.00	1-2-2	4
244	S46-DH	6.50	7.00	2-1-2	3
245	S46-DH	8.50	9.00	3-8-4	12
246	S46-DH	12.50	13.00	1-1-2	3
247	S46-DH	14.50	15.00	2-1-2	3
248	S46-DH	16.50	17.00	2-2-2	4
249	S46-DH	18.80	19.30	8-7-3	10
250	S46-DH	21.50	22.00	9-12-15	27
251	S47-PMT	2.50	3.00	2-3-3	6
252	S47-PMT	4.50	5.00	5-8-10	18
253	S47-PMT	8.50	9.00	2-2-3	5
254	S47-PMT	15.00	15.50	7-11-10	21
255	S47-PMT	20.00	20.50	8-9-12	21
256	S48-PZ	2.50	3.00	3-3-4	7
257	S48-PZ	5.50	6.00	8-9-3	12
258	S48-PZ	8.00	8.50	3-4-3	7
259	S48-PZ	9.50	10.00	2-3-3	6
260	S48-PZ	11.50	12.00	2-3-4	7
261	S48-PZ	13.50	14.00	3-5-4	9
262	S48-PZ	15.50	16.00	4-3-5	8
263	S48-PZ	17.50	18.00	13-17-26	43
264	S49-PZ	3.00	3.50	1-2-2	4
265	S49-PZ	5.00	5.50	2-3-4	7

TABELLA 4: prove SPT di Fase 2 (continua)

N.	Sigla ID	da (m dal p.c.)	a (m dal p.c.)	Colpi	N spt
266	S49-PZ	9.50	10.00	2-2-2	4
267	S49-PZ	11.50	12.00	2-2-3	5
268	S49-PZ	13.50	14.00	4-5-7	12
269	S49-PZ	15.50	16.00	3-2-2	4
270	S49-PZ	18.00	18.50	9-10-9	19
271	S49-PZ	20.50	21.00	9-12-16	28
272	S50-DH	2.50	3.00	2-3-4	7
273	S50-DH	4.50	5.00	4-6-5	11
274	S50-DH	6.50	7.00	3-4-3	7
275	S50-DH	8.00	8.50	1-2-2	4
276	S50-DH	10.50	11.00	5-7-8	15
277	S50-DH	12.00	12.50	3-5-4	9
278	S50-DH	14.00	14.50	4-7-6	13
279	S50-DH	17.00	17.50	8-13-17	30

TABELLA 4: prove SPT di Fase 2

### 3.3 PRELIEVO DI CAMPIONI GEOTECNICI

#### Indagini di Fase 1

Durante l'esecuzione dei sondaggi sono stati prelevati n. 67 campioni geotecnici rimaneggiati, n. 28 indisturbati con campionatori Shelby e n. 18 litoidi.

N.	Sigla ID	da (m dal p.c.)	a (m dal p.c.)	sigla
1	S01-DH	4.5	5	C1
2	S02-PZ	8	8.5	C1
3	S02-PZ	19	19.5	C2
4	S03-DH	6	6.5	C1
5	S03-DH	15.5	16	C2
6	S03-DH	22	22.5	C3
7	S04-PZ	6.5	7	C1
8	S04-PZ	19	19.5	C2
9	S05-DH	9	9.5	C1
10	S05-DH	14.4	15	C2
11	S05-DH	16.5	17	C3
12	S06-PZ	6	6.5	C1
13	S07-DH	6.5	7	C1
14	S07-DH	11.5	12	C2
15	S07-DH	16.2	16.7	C3
16	S08-PZ	8.5	9	C1
17	S09	9.5	10	C1
18	S09	20.5	21	C2
19	S10-PZ	9.2	9.7	C1
20	S10-PZ	19	19.5	C2
21	S11	6.5	7	C1
22	S11	16	16.5	C2
23	S12-DH	9.5	10	C1
24	S12-DH	20	20.5	C2
25	S13-PZ	4.5	5	C1
26	S13-PZ	14.2	14.7	C2
27	S14-DH	8.5	9	C1
28	S14-DH	27	27.5	C2

TABELLA 5: campioni indisturbati Fase 1

N.	Sigla ID	da (m dal p.c.)	a (m dal p.c.)	sigla
1	S01-DH	2.55	3	CR1
2	S01-DH	7.3	7.75	CR2
3	S01-DH	12.4	12.85	CR3
4	S01-DH	18	18.45	CR4
5	S02-PZ	3.55	4	CR1
6	S02-PZ	10	10.45	CR2
7	S02-PZ	16.5	16.95	CR3
8	S02-PZ	22.5	22.96	CR4
9	S02-PZ	25.55	26	CR5
10	S03-DH	3	3.45	CR1
11	S03-DH	8	8.45	CR2
12	S03-DH	12	12.45	CR3
13	S03-DH	18.55	19	CR4
14	S03-DH	26.55	27	CR5
15	S03-DH	30.3	30.75	CR6
16	S04-PZ	2	2.45	CR1
17	S04-PZ	8.5	8.95	CR2
18	S04-PZ	13	13.45	CR3
19	S04-PZ	17	17.45	CR4
20	S05-DH	2.55	3	CR1

TABELLA 6: campioni indisturbati Fase 1 (continua)

N.	Sigla ID	da (m dal p.c.)	a (m dal p.c.)	sigla
21	S05-DH	6	6.45	CR2
22	S05-DH	12	12.45	CR3
23	S05-DH	20	20.45	CR4
24	S06-PZ	2.55	3	CR1
25	S06-PZ	8	8.45	CR2
26	S06-PZ	12	13	CR3
27	S06-PZ	17.4	18.1	CR4
28	S07-DH	3	3.45	CR1
29	S07-DH	8.55	9	CR2
30	S07-DH	14	14.45	CR3
31	S07-DH	19.55	20	CR4
32	S07-DH	24.2	24.65	CR5
33	S07-DH	29.25	29.5	CR6
34	S08-PZ	4.5	4.95	CR1
35	S08-PZ	6.5	6.95	CR2
36	S08-PZ	12.5	12.95	CR3
37	S08-PZ	16	16.45	CR4
38	S08-PZ	21.55	22	CR5
39	S08-PZ	26.55	27	CR6
40	S09	2.55	3	CR1
41	S09	6	6.45	CR2
42	S09	13	13.45	CR3
43	S09	17	17.45	CR4
44	S09	23	23.45	CR5
45	S09	27	27.45	CR6
46	S10-PZ	4	4.45	CR1
47	S10-PZ	7.55	8	CR2
48	S10-PZ	13	13.45	CR3
49	S10-PZ	16.55	17	CR4
50	S10-PZ	22	22.45	CR5
51	S11	2	2.45	CR1
52	S11	8.3	8.45	CR2
53	S11	12.55	13	CR3
54	S11	18.8	19.25	CR4

TABELLA 6: campioni indisturbati Fase 1 (continua)

N.	Sigla ID	da (m dal p.c.)	a (m dal p.c.)	sigla
55	S11	21	21.45	CR5
56	S12-DH	3.5	3.95	CR1
57	S12-DH	7.5	7.95	CR2
58	S12-DH	13	13.45	CR3
59	S12-DH	16.5	16.95	CR4
60	S13-PZ	2	2.45	CR1
61	S13-PZ	7.55	8	CR2
62	S13-PZ	12	12.45	CR3
63	S13-PZ	18	18.45	CR4
64	S14-DH	4.3	4.75	CR1
65	S14-DH	12	12.45	CR2
66	S14-DH	15	15.35	CR3
67	S14-DH	31.55	32	CR4

TABELLA 6: campioni indisturbati Fase 1

N.	Sigla ID	da (m dal p.c.)	a (m dal p.c.)	sigla
1	S01-DH	22.4	23	CL1
2	S03-DH	32.4	33	CL1
3	S04-PZ	27.7	28	CL1
4	S04-PZ	29.4	30	CL2
5	S05-DH	25.3	25.9	CL1
6	S06-PZ	21.4	21.6	CL1
7	S06-PZ	22.1	22.5	CL2
8	S06-PZ	28.4	29	CL3
9	S09-DH	30.1	30.7	CL1
10	S10-PZ	27.2	28	CL1
11	S11	26	26.8	CL1
12	S11	29.2	29.9	CL2
13	S12-DH	25	25.6	CL1
14	S12-DH	26.25	26.8	CL2
15	S13-PZ	24	24.7	CL1
16	S13-PZ	28.3	29	CL2
17	S14-DH	18.55	19.65	CL1
18	S14-DH	22	23	CL2

TABELLA 7: campioni litoidi Fase 1

## Indagini di Fase 2

Durante l'esecuzione dei sondaggi sono stati prelevati n. 161 campioni geotecnici rimaneggiati, n. 71 indisturbati con campionatori Shelby e n. 90 litoidi.

N.	Sigla ID	da (m dal p.c.)	a (m dal p.c.)	sigla	tipologia
1	S15-PMT-PZ	5.00	5.50	C11	indisturbato
2	S15-PMT-PZ	13.50	14.00	C12	indisturbato
3	S15-PMT-PZ	22.50	23.00	C13	indisturbato
4	S16-PMT-PZ	4.00	4.50	C11	indisturbato
5	S16-PMT-PZ	10.00	10.50	C12	indisturbato
6	S18-PMT-PZ	5.00	5.50	C11	indisturbato
7	S18-PMT-PZ	13.00	13.50	C12	indisturbato
8	S18-PMT-PZ	22.00	22.50	C13	indisturbato
9	S19-PZ	10.00	10.50	C11	indisturbato
10	S19-PZ	17.60	18.10	C12	indisturbato
11	S19-PZ	25.00	25.50	C13	indisturbato
12	S20-DH	4.00	4.50	C11	indisturbato
13	S20-DH	11.50	12.00	C12	indisturbato
14	S20-DH	19.00	19.50	C13	indisturbato
15	S22-DH	7.00	7.50	C11	indisturbato
16	S22-DH	15.00	15.50	C12	indisturbato
17	S23-PMT-PZ	3.50	4.00	C11	indisturbato
18	S23-PMT-PZ	9.50	10.00	C12	indisturbato
19	S23-PMT-PZ	22.50	23.00	C13	indisturbato
20	S24-DH	5.50	6.00	C11	indisturbato
21	S24-DH	14.00	14.50	C12	indisturbato
22	S25-PMT-PZ	9.00	9.50	C11	indisturbato
23	S25-PMT-PZ	13.50	14.00	C12	indisturbato
24	S25-PMT-PZ	17.00	17.50	C13	indisturbato
25	S26-DH	4.50	5.00	C11	indisturbato
26	S26-DH	12.50	13.00	C12	indisturbato
27	S26-DH	24.50	25.00	C13	indisturbato
28	S27-PMT-PZ	5.50	6.00	C11	indisturbato
29	S27-PMT-PZ	18.50	19.00	C12	indisturbato
30	S27-PMT-PZ	24.00	24.50	C13	indisturbato
31	S28-PMT-PZ	8.50	9.00	C11	indisturbato
32	S28-PMT-PZ	18.50	19.00	C12	indisturbato
33	S29-PZ	13.50	14.00	C11	indisturbato
34	S29-PZ	21.40	21.90	C12	indisturbato
35	S29-PZ	29.00	29.50	C13	indisturbato
36	S29-PZ	16.00	16.50	CR1	rimaneggiato
37	S29-PZ	18.00	18.50	CR2	rimaneggiato
38	S29-PZ	19.50	20.00	CR3	rimaneggiato
39	S30-DH	8.00	8.50	C11	indisturbato
40	S30-DH	16.00	16.50	C12	indisturbato
41	S31-PMT-PZ	6.50	7.00	C11	indisturbato
42	S31-PMT-PZ	17.00	17.50	C12	indisturbato

N.	Sigla ID	da (m dal p.c.)	a (m dal p.c.)	sigla	tipologia
43	S31-PMT-PZ	14.00	14.50	CR1	rimaneggiato
44	S31-PMT-PZ	16.00	16.50	CR2	rimaneggiato
45	S31-PMT-PZ	18.00	18.50	CR3	rimaneggiato
46	S31-PMT-PZ	20.00	20.50	CR4	rimaneggiato
47	S32-PMT	8.30	8.80	CI1	indisturbato
48	S33-DH	11.50	12.00	CI1	indisturbato
49	S33-DH	10.00	10.50	CR1	rimaneggiato
50	S33-DH	13.00	13.50	CR2	rimaneggiato
51	S33-DH	15.50	16.00	CR3	rimaneggiato
52	S33-DH	18.00	18.50	CR4	rimaneggiato
53	S34-PMT-PZ	7.40	7.90	CI1	indisturbato
54	S34-PMT-PZ	8.50	9.00	CR1	rimaneggiato
55	S34-PMT-PZ	10.00	10.50	CR2	rimaneggiato
56	S34-PMT-PZ	12.50	13.00	CR3	rimaneggiato
57	S34-PMT-PZ	16.40	16.80	CR4	rimaneggiato
58	S35-DH	6.30	6.80	CI1	indisturbato
59	S36-PZ	4.00	4.50	CR1	rimaneggiato
60	S36-PZ	6.50	7.00	CR2	rimaneggiato
61	S36-PZ	11.00	11.50	CR3	rimaneggiato
62	S36-PZ	13.00	13.50	CR4	rimaneggiato
63	S37-DH	8.20	8.70	CI1	indisturbato
64	S37-DH	26.30	26.80	CI2	indisturbato
65	S37-DH	6.00	6.50	CR1	rimaneggiato
66	S37-DH	11.50	12.00	CR2	rimaneggiato
67	S37-DH	14.00	14.50	CR3	rimaneggiato
68	S37-DH	17.50	18.00	CR4	rimaneggiato
69	S37-DH	19.50	20.00	CR5	rimaneggiato
70	S38-PZ	7.00	7.50	CI1	indisturbato
71	S38-PZ	17.50	18.10	CI2	indisturbato
72	S38-PZ	22.30	22.80	CI3	indisturbato
73	S38-PZ	3.00	3.50	CR1	rimaneggiato
74	S38-PZ	4.70	5.10	CR2	rimaneggiato
75	S38-PZ	8.50	9.00	CR3	rimaneggiato
76	S38-PZ	10.50	11.00	CR4	rimaneggiato
77	S38-PZ	13.30	13.70	CR5	rimaneggiato
78	S38-PZ	16.50	16.80	CR6	rimaneggiato
79	S38-PZ	18.50	19.00	CR7	rimaneggiato
80	S39-DH	7.00	7.50	CI1	indisturbato
81	S39-DH	11.80	12.30	CI2	indisturbato
82	S39-DH	21.50	22.00	CI3	indisturbato
83	S39-DH	2.20	2.50	CR1	rimaneggiato
84	S39-DH	3.80	4.20	CR2	rimaneggiato

TABELLA 8: campioni prelevati Fase 2 (continua)

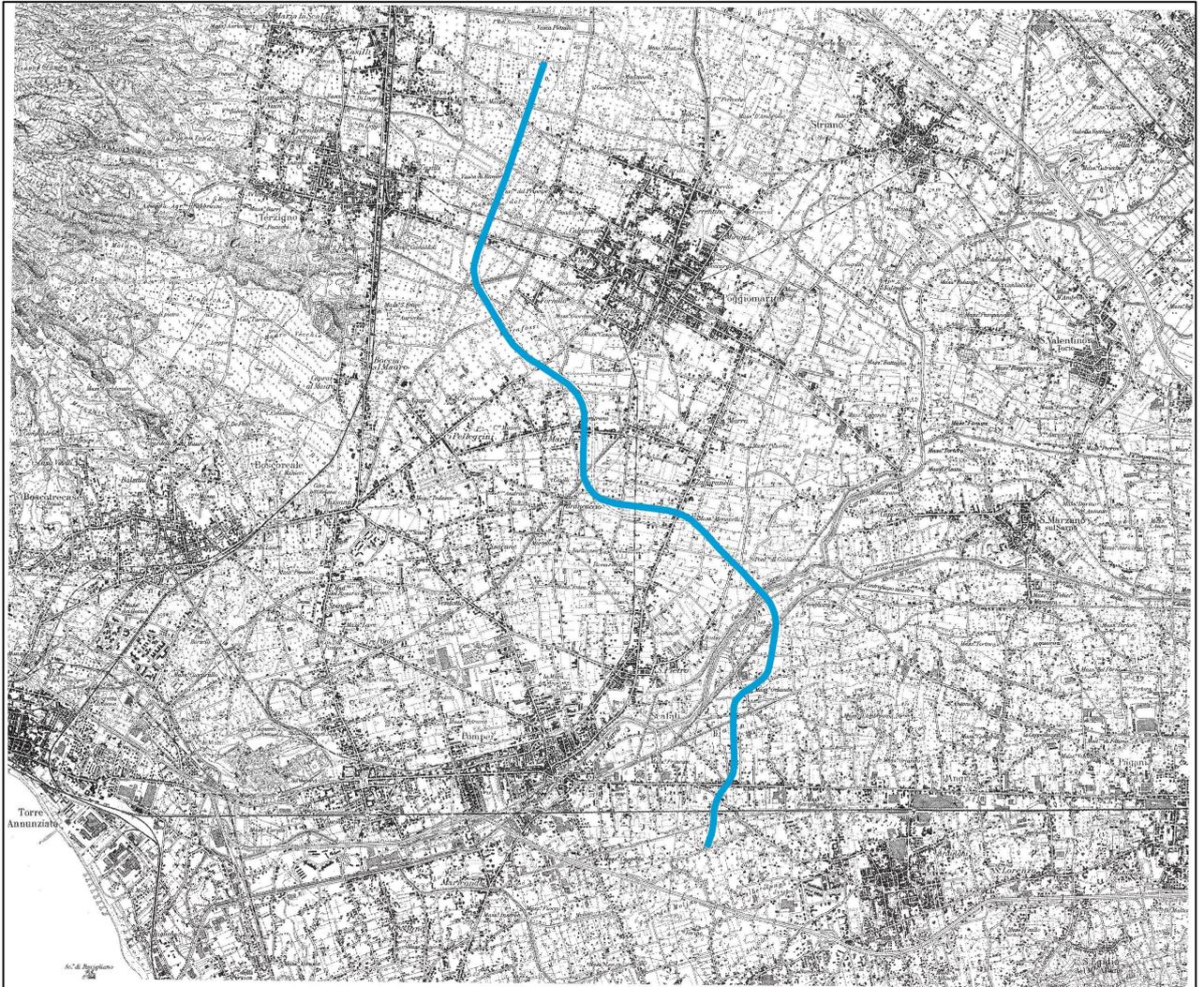
N.	Sigla ID	da (m dal p.c.)	a (m dal p.c.)	sigla	tipologia
85	S39-DH	8.50	9.00	CR3	rimaneggiato
86	S39-DH	10.50	11.00	CR4	rimaneggiato
87	S39-DH	15.50	16.00	CR5	rimaneggiato
88	S39-DH	18.50	19.00	CR6	rimaneggiato
89	S40-PZ	9.30	9.80	CI1	indisturbato
90	S40-PZ	15.50	16.00	CI2	indisturbato
91	S40-PZ	28.00	28.50	CI3	indisturbato
92	S40-PZ	1.50	2.00	CR1	rimaneggiato
93	S40-PZ	3.50	3.90	CR2	rimaneggiato
94	S40-PZ	6.10	6.50	CR3	rimaneggiato
95	S40-PZ	8.10	8.60	CR4	rimaneggiato
96	S40-PZ	10.40	10.80	CR5	rimaneggiato
97	S40-PZ	13.00	13.30	CR6	rimaneggiato
98	S40-PZ	16.50	16.90	CR7	rimaneggiato
99	S40-PZ	19.30	19.70	CR8	rimaneggiato
100	S41-PMT	10.30	10.80	CI1	indisturbato
101	S41-PMT	18.00	18.50	CI2	indisturbato
102	S41-PMT	27.00	27.50	CI3	indisturbato
103	S41-PMT	2.00	2.50	CR1	rimaneggiato
104	S41-PMT	5.00	5.50	CR2	rimaneggiato
105	S41-PMT	7.00	7.50	CR3	rimaneggiato
106	S41-PMT	12.70	13.20	CR4	rimaneggiato
107	S41-PMT	16.20	16.50	CR5	rimaneggiato
108	S42-DH	14.00	14.50	CI1	indisturbato
109	S42-DH	3.00	3.50	CR1	rimaneggiato
110	S42-DH	7.40	7.70	CR2	rimaneggiato
111	S42-DH	12.10	12.50	CR3	rimaneggiato
112	S42-DH	17.50	18.00	CR4	rimaneggiato
113	S43-PMT	10.50	11.00	CI1	indisturbato
114	S43-PMT	3.00	3.50	CR1	rimaneggiato
115	S43-PMT	7.50	8.00	CR2	rimaneggiato
116	S43-PMT	12.00	12.50	CR3	rimaneggiato
117	S43-PMT	14.50	15.00	CR4	rimaneggiato
118	S43-PMT	18.50	19.00	CR5	rimaneggiato
119	S44-DH	12.50	13.00	CI1	indisturbato
120	S44-DH	17.00	17.50	CI2	indisturbato
121	S44-DH	25.00	25.50	CI3	indisturbato
122	S44-DH	2.00	2.50	CR1	rimaneggiato
123	S44-DH	4.00	4.50	CR2	rimaneggiato
124	S44-DH	7.00	7.50	CR3	rimaneggiato
125	S44-DH	9.00	9.50	CR4	rimaneggiato
126	S44-DH	11.40	11.80	CR5	rimaneggiato

TABELLA 8: campioni prelevati Fase 2 (continua)

N.	Sigla ID	da (m dal p.c.)	a (m dal p.c.)	sigla	tipologia
127	S44-DH	14.50	15.00	CR6	rimaneggiato
128	S44-DH	18.00	18.40	CR7	rimaneggiato
129	S44-DH	19.00	19.40	CR8	rimaneggiato
130	S46-DH	10.50	11.00	CI1	indisturbato
131	S46-DH	18.30	18.80	CI2	indisturbato
132	S46-DH	3.00	3.50	CR1	rimaneggiato
133	S46-DH	8.00	8.50	CR2	rimaneggiato
134	S46-DH	12.10	12.50	CR3	rimaneggiato
135	S46-DH	14.00	14.50	CR4	rimaneggiato
136	S46-DH	17.00	17.50	CR5	rimaneggiato
137	S46-DH	19.50	20.00	CR6	rimaneggiato
138	S47-PMT	13.50	14.00	CI1	indisturbato
139	S47-PMT	17.50	18.00	CI2	indisturbato
140	S47-PMT	3.40	3.80	CR1	rimaneggiato
141	S47-PMT	9.50	10.00	CR2	rimaneggiato
142	S47-PMT	15.50	16.00	CR3	rimaneggiato
143	S47-PMT	19.30	19.70	CR4	rimaneggiato
144	S48-PZ	7.50	8.00	CI1	indisturbato
145	S48-PZ	3.30	3.60	CR1	rimaneggiato
146	S48-PZ	6.00	6.50	CR2	rimaneggiato
147	S48-PZ	10.00	10.50	CR3	rimaneggiato
148	S48-PZ	13.00	13.50	CR4	rimaneggiato
149	S48-PZ	16.50	17.00	CR5	rimaneggiato
150	S49-PZ	13.00	13.50	CI1	indisturbato
151	S49-PZ	17.50	18.00	CI2	indisturbato
152	S49-PZ	10.00	10.50	CR1	rimaneggiato
153	S49-PZ	12.00	12.50	CR2	rimaneggiato
154	S49-PZ	15.00	15.50	CR3	rimaneggiato
155	S49-PZ	19.50	20.00	CR4	rimaneggiato
156	S50-DH	10.00	10.50	CI1	indisturbato
157	S50-DH	16.50	17.00	CI2	indisturbato
158	S50-DH	3.00	3.50	CR1	rimaneggiato
159	S50-DH	9.50	10.00	CR2	rimaneggiato
160	S50-DH	11.50	12.00	CR3	rimaneggiato
161	S50-DH	15.00	15.50	CR4	rimaneggiato

TABELLA 8: campioni prelevati Fase 2

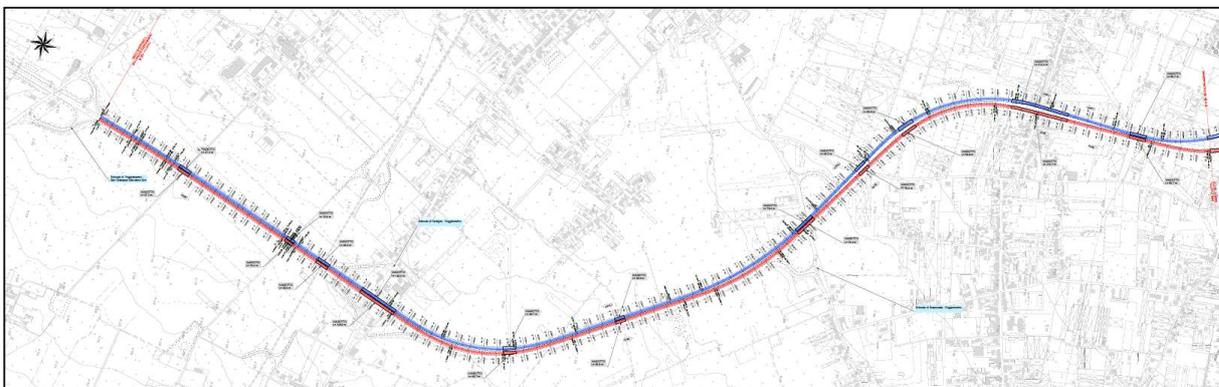
#### 4 AREA DI INTERVENTO



Inquadramento generale lotto1 e lotto 2

L'intervento risulta suddiviso in due lotti funzionali attigui articolati come di seguito:

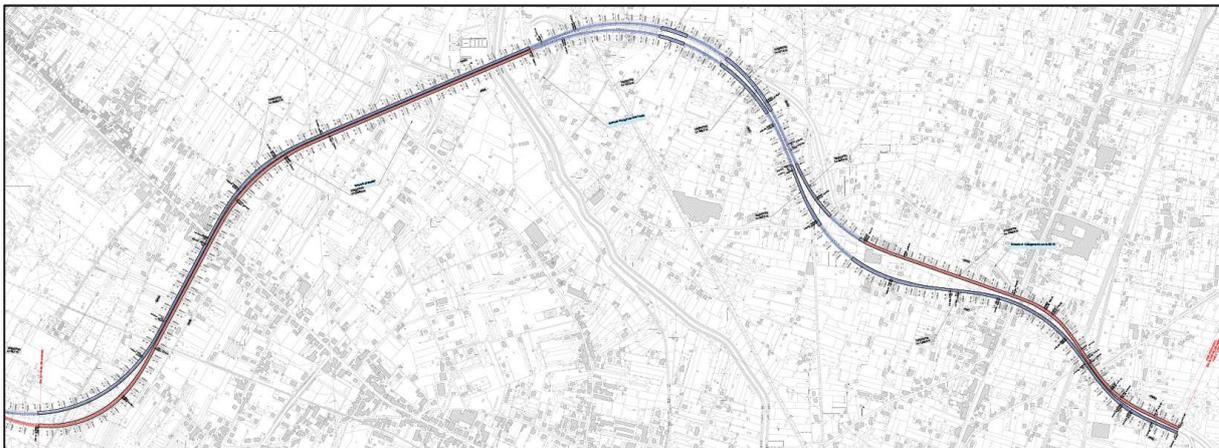
**Lotto 1:** dal km 19+554 al km 23+100



*Sviluppo Lotto 1*

Attraversa i territori comunali di San Giuseppe Vesuviano, Terzigno, Boscoreale e Poggiomarino.

**Lotto 2:** dal km 23+100 al km 29+300



*Sviluppo Lotto 2*

Attraversa i territori comunali di Scafati e di Angri.

## 5 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E IDROGEOLOGICO GENERALE

### 5.1 Lineamenti geologici

L'area in esame si estende nel settore meridionale e sud-orientale dell'ampio graben peritirrenico campano formatosi tra il Pliocene superiore (Ippolito et al., 1973; Aprile & Ortolani, 1978; 1985) e Pleistocene inferiore (Cinque et al., 1987) per l'azione dislocativa di faglie dirette ad andamento appenninico ed antiappenninico (cfr. Figura 1).

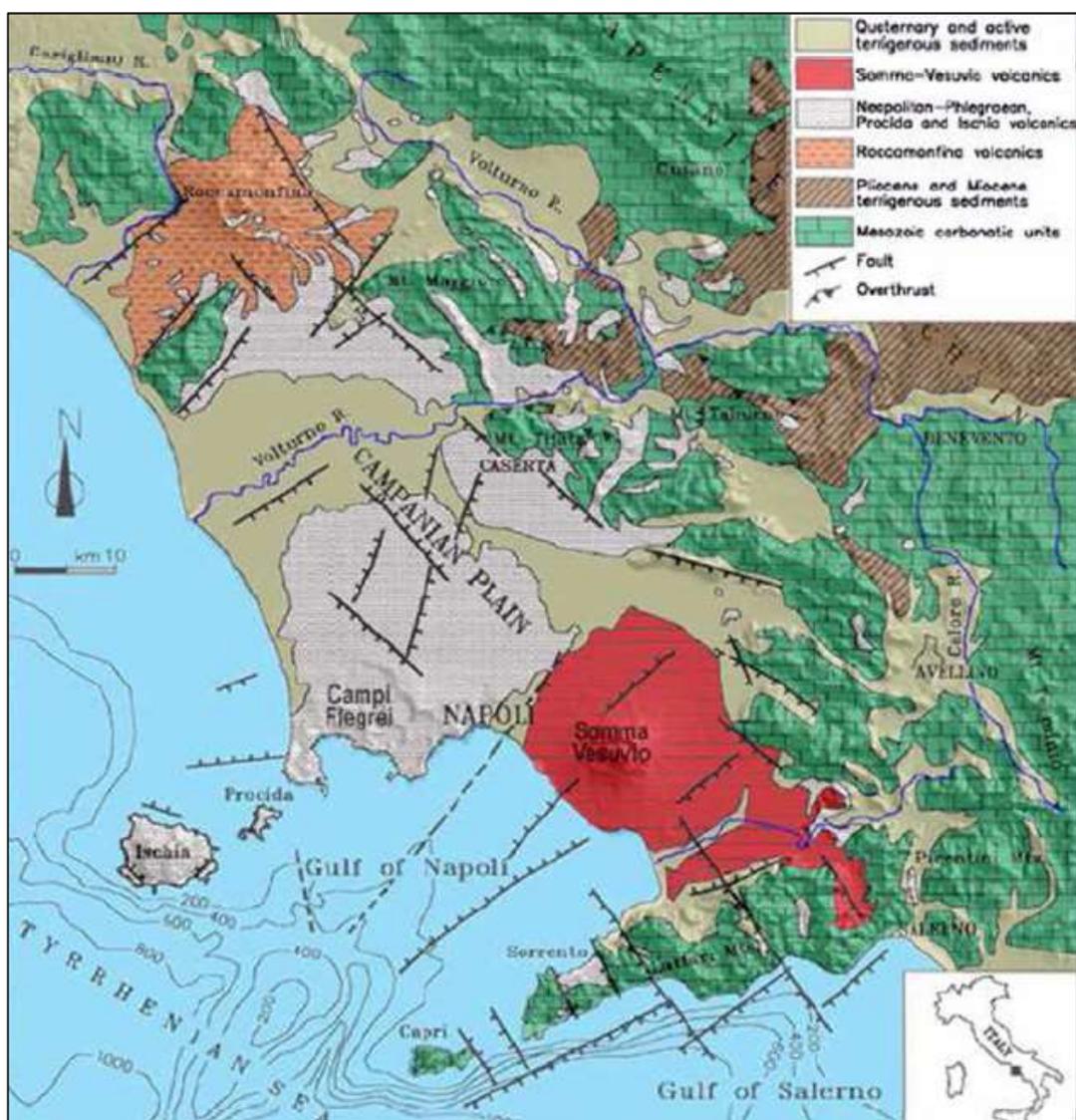


Figura 1 - Schema geologico-strutturale della Piana Campana

Tali faglie hanno smembrato e ribassato il substrato carbonatico meso-cenozoico della Piattaforma campano-lucana con una struttura a gradinata ove i blocchi carbonatici mostrano profondità crescenti dai bordi verso il centro della Piana (Cinque et al., 1987). Qui si raggiungono abbassamenti di circa 2.000 m di profondità (Cassano & La Torre, 1987).

Il substrato carbonatico affiora sia ai bordi della Piana del Sarno, sia nei margini meridionali della Piana ove conforma il sistema "Monti Lattari - Penisola Sorrentina" che a nord-est con i Monti di Sarno-Picentini Meridionali. Nel margine nord-occidentale della piana in esame, invece eleva l'edificio vulcanico del Somma-Vesuvio. All'interno di questa zona ribassata è avvenuta un'intensa aggradazione di depositi continentali alluvionali, marini e vulcanici.

Correlato alle vicende tettoniche risulta essere il vulcanismo quaternario della Piana del Sarno comprendente sia i prodotti dell'Ignimbrite Campana che quelli del vulcanismo post ignimbrítico. Ai primi, recentemente ridatati con il metodo  $40\text{Ar}/39\text{Ar}$ , è stata attribuita un'età di  $39.28 \pm 0.11$  ka B.P. (Rolandi et al., 2000; De Vivo et al., 2001) e risultano presenti nel sottosuolo della Piana prevalentemente nella facies del Tufo Grigio Campano (TGC). I prodotti post ignimbríticos sono costituiti essenzialmente dai depositi piroclastici del Somma-Vesuvio emessi durante le fasi pliniane succedutesi negli ultimi 25.000 anni.

Recenti studi basati sulla disponibilità di numerose verticali geognostiche di profondità compresa tra i 30 ed i 118 metri dal p.c., hanno ricostruito con buona accuratezza la stratigrafia e la struttura della porzione più prossima alla superficie dei terreni vulcanici quaternari (Aprile & Toccaceli, 2002).

Sono state prodotte una carta strutturale dell'andamento del tetto del Tufo Grigio Campano (TGC) e due sezioni geologiche significative ove si rilevano i rapporti tra le unità litostratigrafiche presenti nel sottosuolo.

Per quanto riguarda l'andamento del tetto del TGC si osserva, nel complesso, un aumento progressivo della profondità procedendo dalle zone circostanti i rilievi bordieri verso il centro della Piana ove, in corrispondenza del tratto mediano del Fiume Sarno, coincidente grosso

modo con il punto di massimo sprofondamento del graben, raggiunge una profondità di circa - 30 metri s.l.m.

(cfr. Figura 2, Figura 3 e Figura 4).

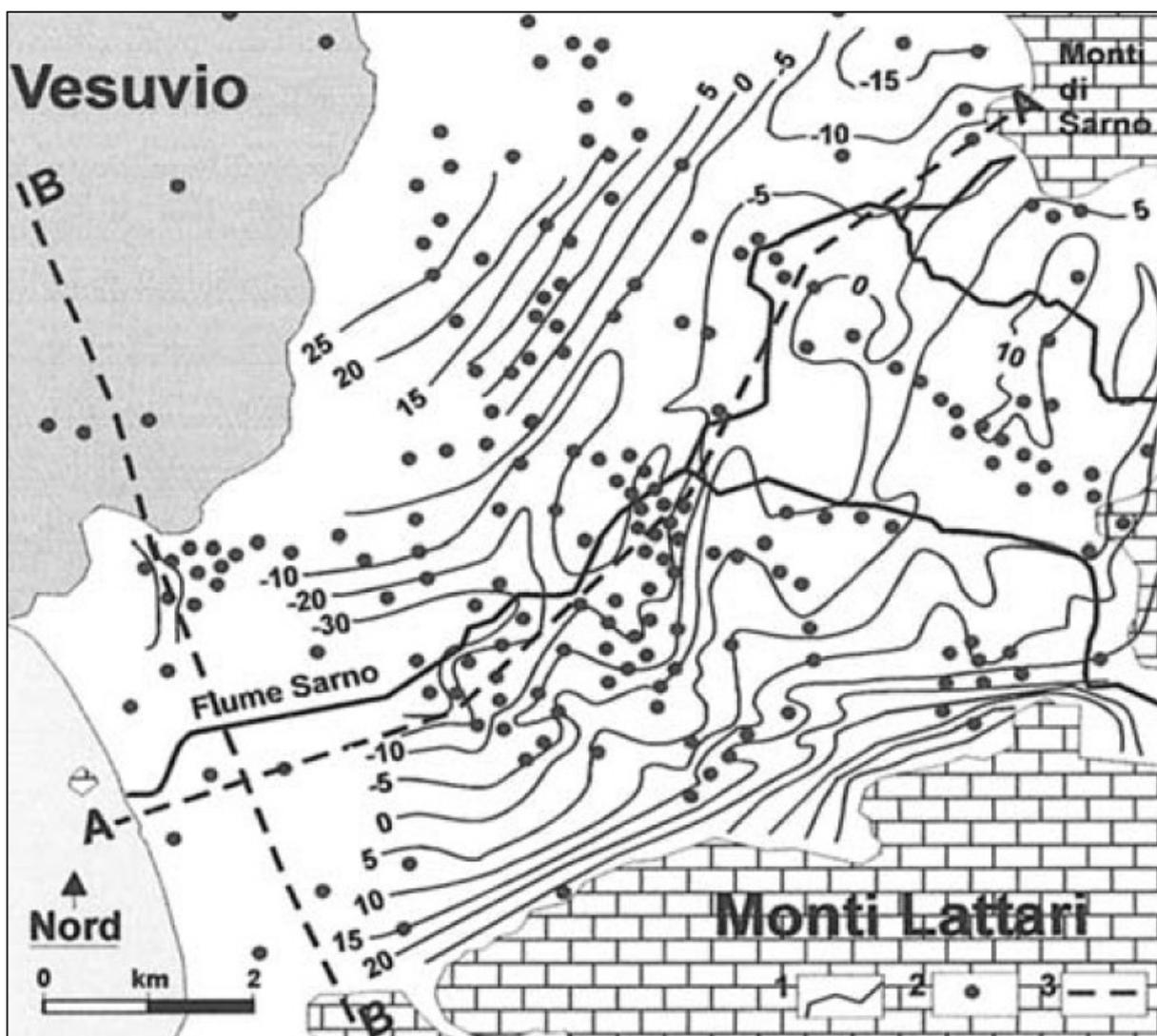


Figura 2 - Isoplete del tetto del Tufo Grigio Campano ed ubicazione dei sondaggi (Aprile & Toccaceli, 2002)

- 1 - Isoplete del top del Tufo Grigio Campano (m);
- 2 - Sondaggi meccanici;
- 3 - Traccia delle sezioni geologiche AA e BB delle figure seguenti

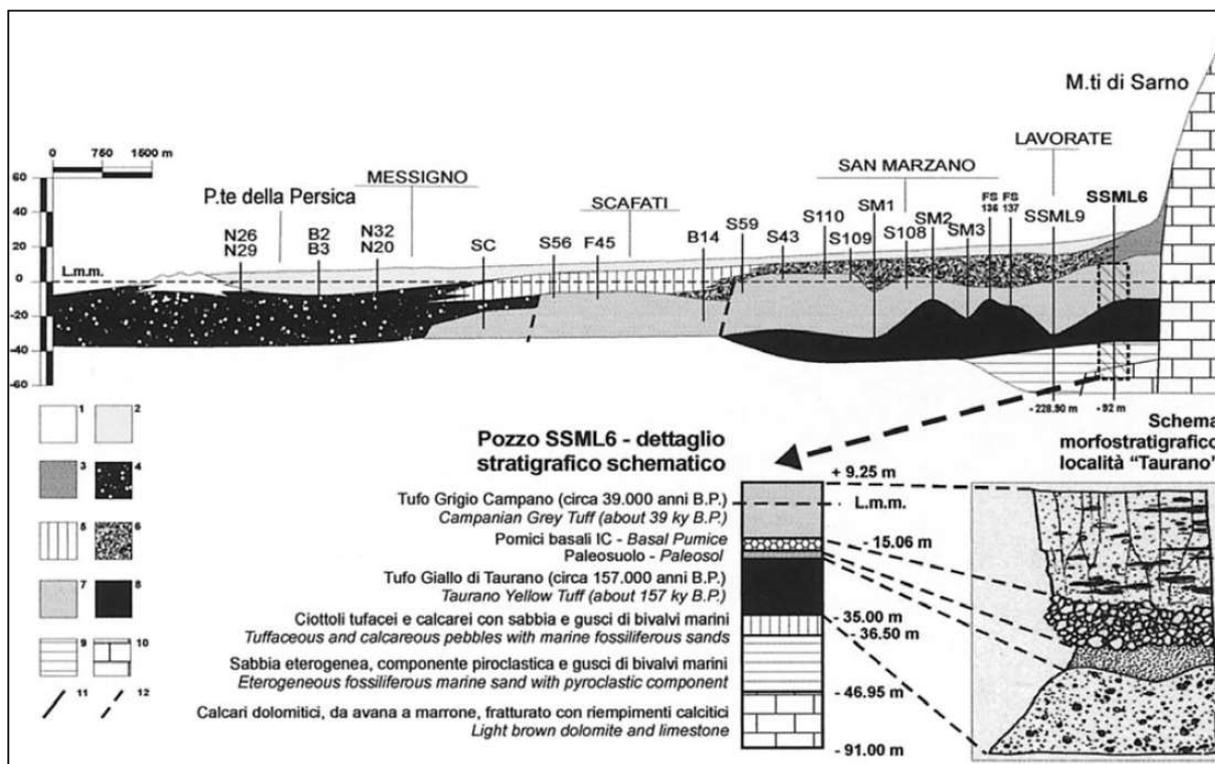


Figura 3 - Sezione geologica schematica A-A: Monti di Sarno - Foce del Sarno (Aprile & Toccaceli, 2002)

1. Depositi di spiaggia ed eolici attuali e recenti;
2. Depositi alluvionali e piroclastiti subaeree (in posto e/o rimaneggiate) recenti del Somma-Vesuvio (A.D. 79 ÷ 1944);
3. Detriti di falda e di versante s.l.;
4. Depositi litorali e di spiaggia con livelli di torba del "Complesso Versiliano" (Olocene);
5. Depositi palustri e lagunari associati al "Complesso Verisliano" (Olocene);
6. Depositi alluvionali e piroclastiti in posto o rimaneggiate; principalmente attribuibili alle eruzioni di Sarno e Ottaviano (17 ka e 8 ka B.P.);
7. Tufo Grigio Campano (circa 39 ka B.P.);
8. Tufo Giallo di Taurano (circa 157 ka B.P.);
9. Depositi di spiaggia e marini (tardo Pleistocene medio);
10. Termini calcareo-dolomitici (mesozoico-terziari);
11. Faglia presunta;
12. Faglia.

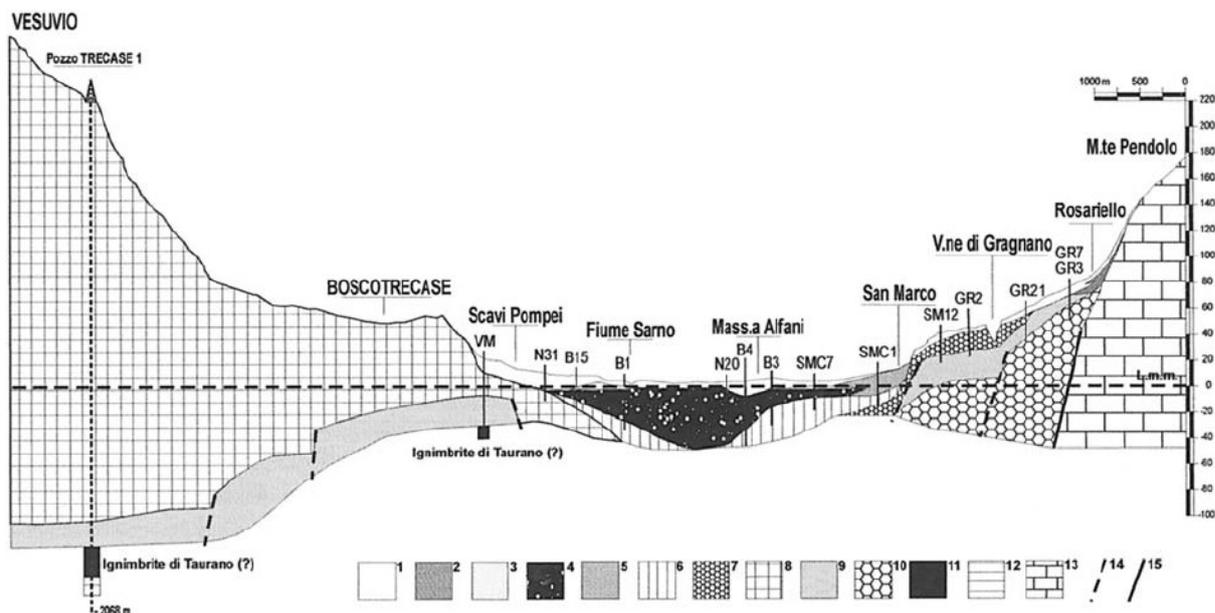


Figura 4 - Sezione geologica schematica B-B: Vesuvio - Monte Pendolo (Aprile & Toccaceli, 2002)

1. Depositi alluvionali e piroclastiti subaeree (in posto e/o rimaneggiate) recenti;
2. Detriti di falda e di versante s.l.;
3. Depositi di spiaggia ed eolici del "Complesso Versiliano" (Olocene);
4. Depositi di spiaggia e litorali con livelli di torba del "Complesso Versiliano" (Olocene);
5. Depositi di conoide alluvionale e con di deiezione (tardo-Olocene);
6. Depositi alluvionali (tardo-Pleistocene);
7. Alluvioni post Tufo Grigio Campano del conoide di "Scanzano" (Pleistocene superiore);
8. Piroclastiti e lave dell'edificio vulcanico del Somma-Vesuvio;
9. Ignimbrite Campana (circa 39 ka B.P.);
10. Depositi del conoide di "Gragnano" e con di deiezione più recenti (Pleistocene superiore);
11. Tufo Giallo di Taurano (circa 157 ka B.P.);
12. Depositi di spiaggia e marini (tardo Pleistocene medio);
13. Termini calcareo-dolomitici (mesozoico-terziari);
14. Faglia presunta;
15. Faglia.

Rappresentazioni tridimensionali (cfr. Figura 5 e Figura 6) del sottosuolo dell'area in esame con elaborazione della carte degli spessori delle unità stratigrafiche più recenti della Piana del Sarno, sono riportate nel lavoro di Ducci D. et alii (2012) ove è stato ricostruito l'andamento del "letto" e del "tetto" dell'Ignimbrite Campana per tutta la Piana, consentendo di stimare gli spessori di questa unità stratigrafica (cfr. Figura 7) che riveste un ruolo molto importante giacché contribuisce, a luoghi, alla separazione delle falde idriche sovrapposte.

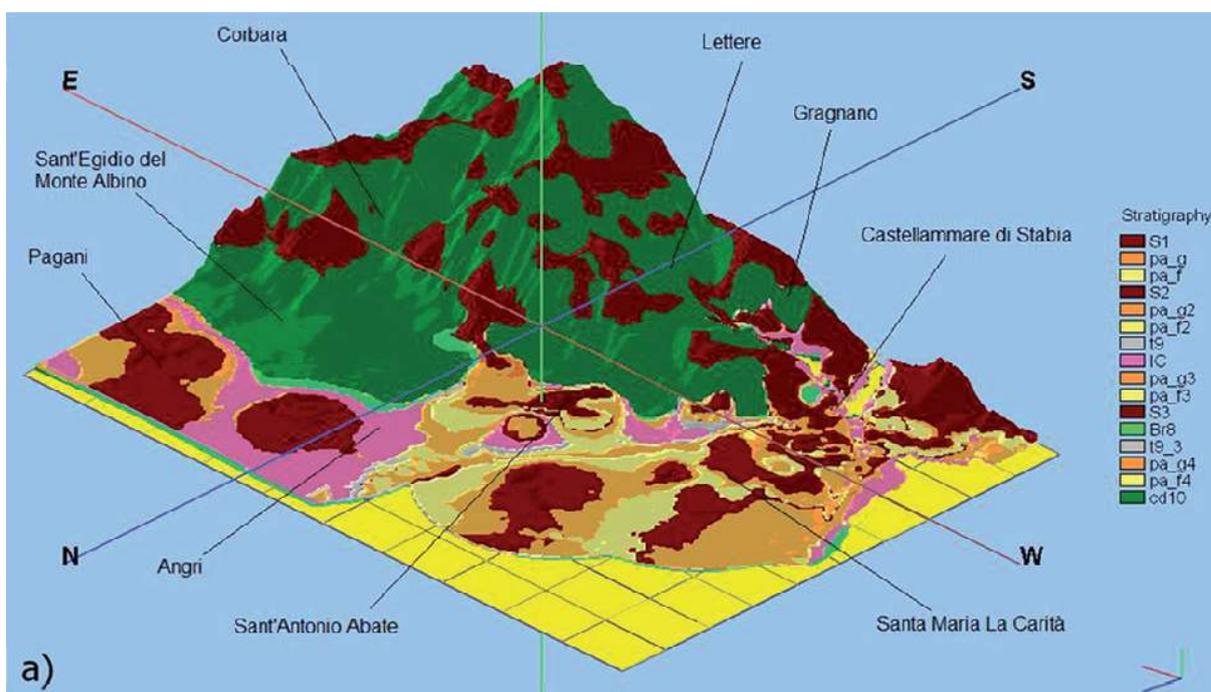


Figura 5 – Elaborazione 3D – Settore Dominio pedemontano dei M.ti Lattari (DML) (Ducci D. et alii, 2012)

*S = Suolo e paleosuolo;*

*Pa\_g = Depositi piroclastici, marini e alluvionali a media granulometria;*

*Pa\_f = Depositi piroclastici, marini e alluvionali a granulometria fine;*

*T = Torba e argilla;*

*IC = Ignimbrite campana;*

*Br = Conglomerati e brecce carbonatiche cementate, detrito calcareo;*

*Cd = Calcari e dolomie;*

*L = Lave*

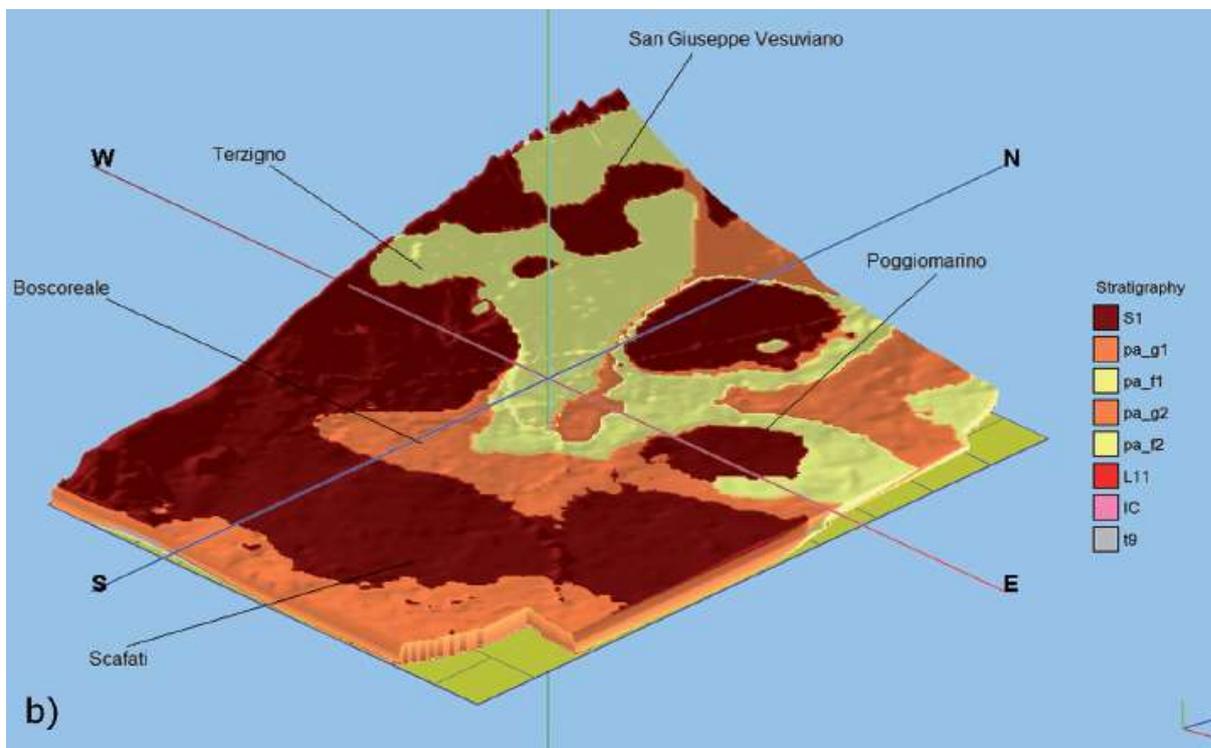


Figura 6 - Elaborazione 3D – Settore Dominio Vesuviano (DV) (Ducci D. et alii, 2012)

*S* = Suolo e paleosuolo;

*Pa\_g* = Depositi piroclastici, marini e alluvionali a media granulometria;

*Pa\_f* = Depositi piroclastici, marini e alluvionali a granulometria fine;

*T* = Torba e argilla;

*IC* = Ignimbrite campana;

*Br* = Conglomerati e breccie carbonatiche cementate, detrito calcareo;

*Cd* = Calcari e dolomie;

*L* = Lave

Nella seguente elaborazione cartografica è stato ricostruito l'andamento del "letto" e del "tetto" dell'ignimbrite campana, per tutta la Piana, in modo tale da ottenere una carta degli spessori di questa unità stratigrafica (cfr. Figura 7).

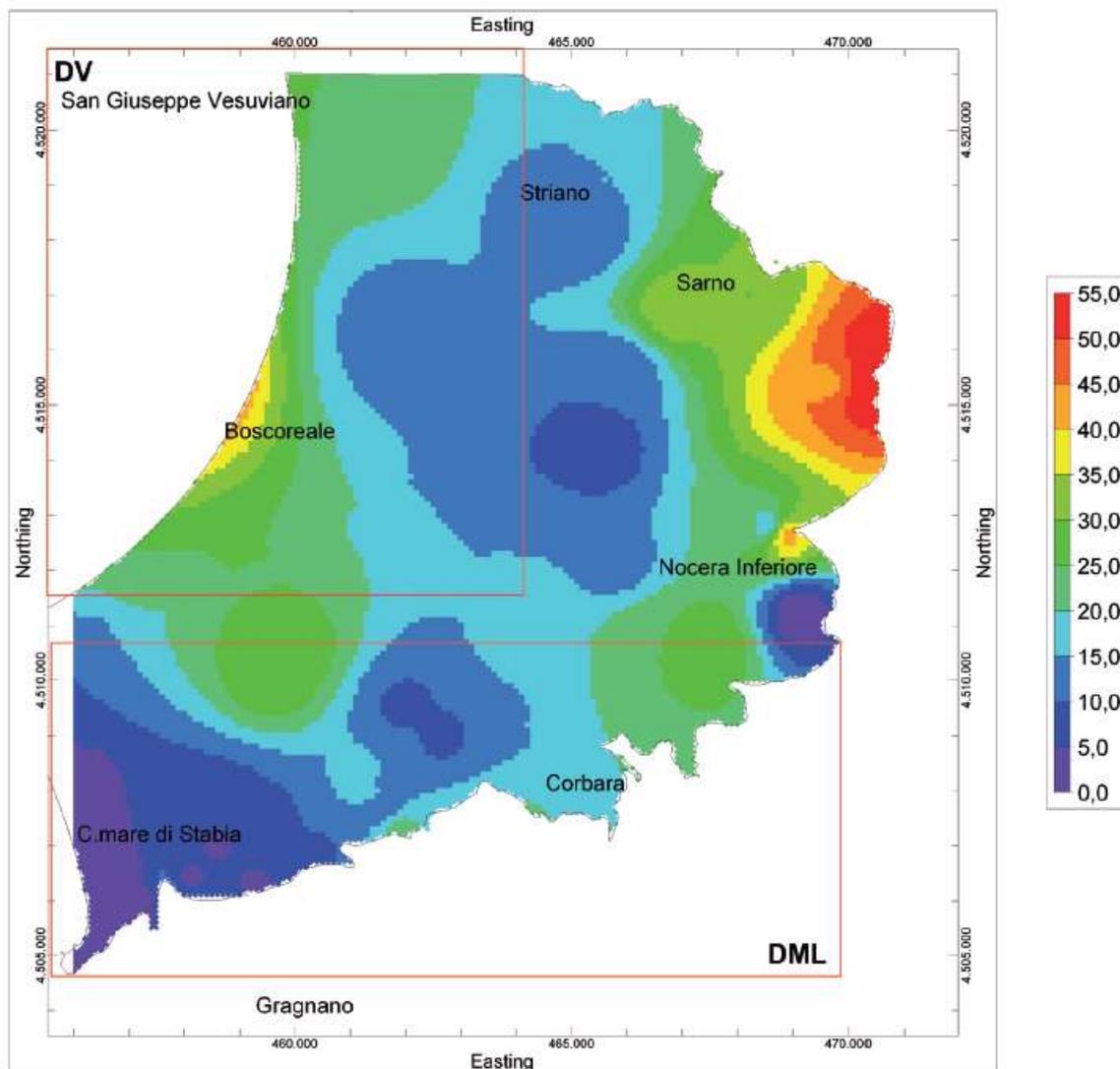


Figura 7 - Carta delle isopache dell'Ignimbrite Campana, in evidenza i due domini (DML e DV) considerati nel lavoro di Ducci et alii (2012).

Per quanto concerne i depositi successivi alla messa in posto di questa imponente coltre piroclastica, essi sono costituiti da depositi continentali alluvionali e di versante, rappresentati prevalentemente da depositi piroclastici rimaneggiati, cui sono intercalati e/o sovrapposti depositi piroclastici da caduta. Si rinvengono inoltre paleosuoli ed orizzonti di torbe.

## 5.2 Lineamenti idrogeologici

La piana del fiume Sarno corrisponde alla porzione più meridionale del graben della Piana Campana ed è da essa separata da uno spartiacque piezometrico (Celico & Allocca, 2004); è delimitata a NW dal Somma-Vesuvio, a E dal massiccio carbonatico dei Monti di Avella-Partenio-Pizzo d'Alvano e a S/SW dai M.ti Lattari, a SW dal mare (Ducci D. et alii, 2012) (cfr. Figura 8).

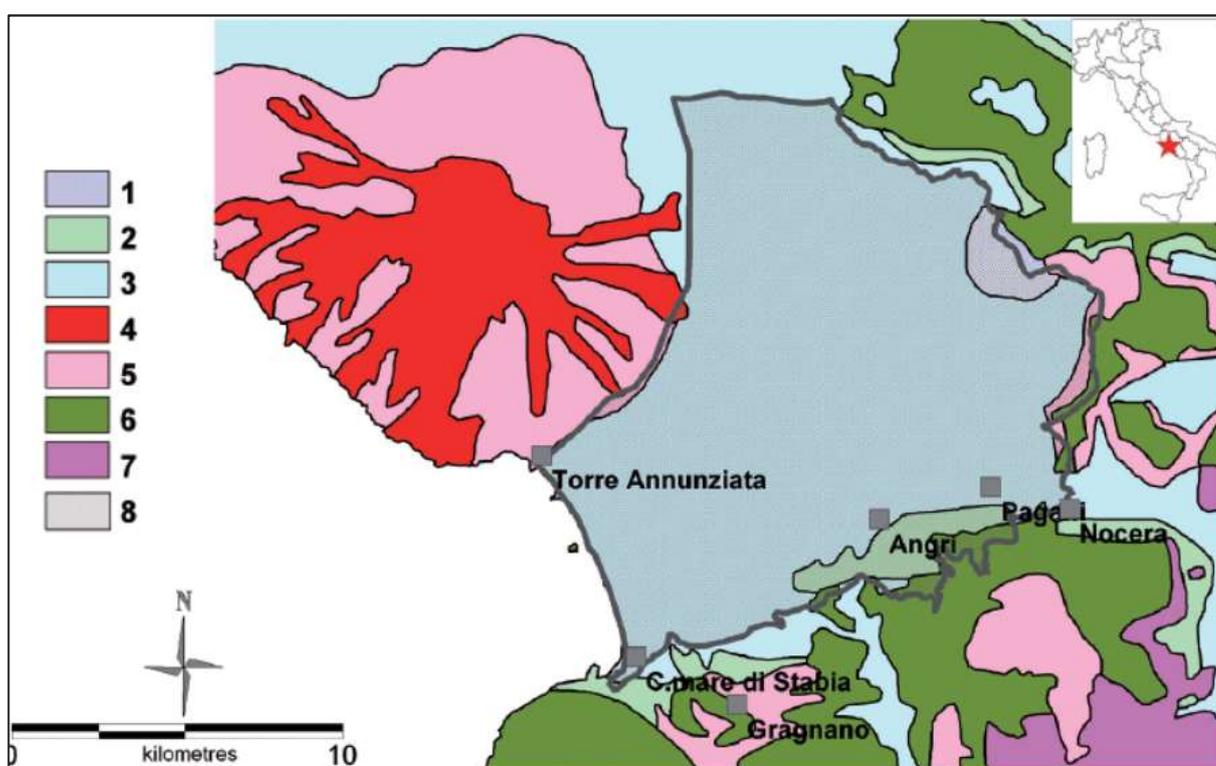


Figura 8 - Schema litologico della Piana di Sarno ed individuazione del Corpo Idrico Sotterraneo della Piana di Sarno Ducci D. et alii, 2012

1) Travertini; 2) Depositi detritici; 3) Depositi alluvionali e eluviali; 4) Lave; 5) Depositi piroclastici; 6) Calcari; 7) Dolomie; 8) Corpo Idrico Sotterraneo della Piana del Sarno

La stratigrafia del sottosuolo è caratterizzata da depositi granulometricamente molto eterogenei, di origine prevalentemente alluvionale e piroclastica, questi ultimi sia sciolti che litoidi ("Tufo Grigio Campano"), riferibili all'attività vulcanica del Somma-Vesuvio e dei Campi Flegrei.

A questi terreni sono associati depositi di origine marina (prevalentemente sabbiosi), e sequenze a grana fina di ambiente palustre, costituite in prevalenza da limi e torbe. Nell'area costiera sono presenti antiche porzioni di cordoni litorali. A ridosso dei massicci carbonatici affiorano, lungo il margine nord-orientale al piede del M.te Alvano, placche di travertino, e, lungo il margine sud-orientale, alle pendici dei Monti Lattari, potenti coperture detritiche. La presenza di un orizzonte tufaceo "semipermeabile" genera una circolazione idrica per falde sovrapposte, di cui una superficiale freatica e una sottoposta al tufo "semiconfinata" (Celico & Piscopo, 1995), con flussi di drenanza dal basso verso l'alto. Verso l'area costiera risulta assente l'orizzonte semipermeabile tufaceo e le due falde confluiscono in un'unica falda. La circolazione idrica sotterranea può però essere considerata unica a grande scala, con un deflusso idrico sotterraneo diretto verso SW con recapito ultimo verso il mare. La falda è alimentata dagli apporti idrici diretti e dai travasi laterali provenienti dalle falde accolte nei rilievi carbonatici (Monti di Avella-Partenio-Pizzo d'Alvano e Monti Lattari) e dalla falda del Somma-Vesuvio. La falda alimenta il fiume Sarno nel tratto più a monte, mentre nel tratto più schiettamente pianeggiante è il fiume ad alimentare, sia pure in misura molto contenuta, la falda.

Dunque, nella piana, e segnatamente nei livelli di più elevata granulometria, sono presenti significative risorse idriche sotterranee che il bancone di ignimbrite, assai poco permeabile, divide in due falde sovrapposte, pertanto sotto il profilo idrogeologico è possibile riconoscere:

Nel primo sottosuolo del territorio in oggetto, sono presenti acque sotterranee che si rinvennero a profondità comprese tra poco più di 40 m e circa 11 m rispettivamente da nord verso sud.

### 5.3 Piezometria generale

Con l'analisi dei dati idrogeologici derivanti dalle stratigrafie di pozzi e sondaggi Termolini G. (2007) ha costruito la carta a curve isopiezometriche relativa al periodo di piena dell'anno 2003 evidenziando una sostanziale omogeneità del corpo idrico ovvero l'assenza di orizzonti continui a bassa permeabilità o discontinuità tettoniche tamponanti.

Osservando le linee di flusso ai margini della piana, in prossimità delle strutture carbonatiche cordiere, l'Autore rileva un incremento del gradiente idraulico, indice della alimentazione proveniente dalle falde di base dei monti di Sarno a Nord-Est, dei monti Lattari a Sud-Est e dall'acquifero del Somma-Vesuvio a Nord-Ovest oltre che dalla valle del Solofrana.

Le acque provenienti dai massicci si mescolano alle acque di infiltrazione diretta della piana, che sono tutt'altro che trascurabili essendo essa estesa per circa 200 Km<sup>2</sup>, e vengono incanalate verso i litotipi a maggiore permeabilità, che costituiscono le zone di drenaggio preferenziale il cui recapito ultimo è il mare. In particolare vi è un asse di drenaggio preferenziale in destra orografica del fiume Sarno, orientato grosso modo Nord-Sud, che intercetta le acque provenienti dai Monti di Sarno ad est e dal complesso vulcanico del Somma-Vesuvio ad Ovest. Tale linea di deflusso preferenziale attraversa buona parte della Piana.

Un'altra zona sede di deflusso preferenziale è indicata in sinistra orografica del Fiume Sarno e raccoglie le acque dai Monti Lattari e dalla valle Solofrana.

Nella parte più orientale della carta sorge l'abitato di Nocera Superiore, Roccapiemonte, Castel San Giorgio; qui le isopiezometriche presentano uno spaziamento uniforme ed un sostanziale verso di deflusso da Est verso Ovest, fatta eccezione delle zone in cui sono deviate per effetto della presenza di affioramenti del substrato carbonatico.

All'interno della Piana del Sarno le isopiezometriche invece si presentano variamente spaziate, a conferma della eterogeneità dell'acquifero e della variabilità del grado di permeabilità nell'ambito del sistema acquifero esaminato.

Infatti le zone caratterizzate da un raffittimento delle isopiezometriche e quindi da un alto valore del gradiente idraulico, possono essere ricondotte, oltreché ad un grosso incremento di portata della falda nella zona di alimentazione massiccio-piana, anche ad una diminuzione della trasmissività dell'acquifero.

Gli assi di drenaggio preferenziale sono localizzati nelle zone più trasmissive.

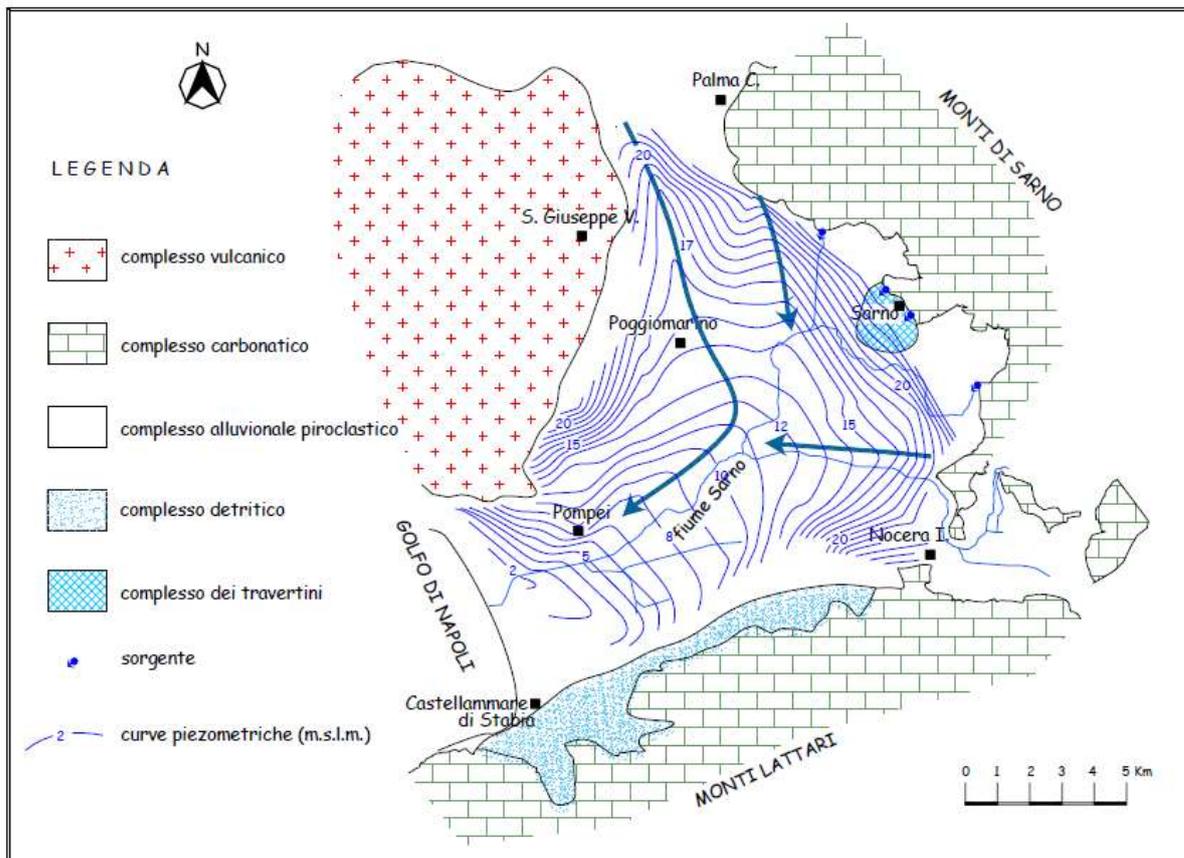


Figura 9 - Carta a curve isopiezometriche relativa al maggio 2003 - Termolini G. (2007)

Per quanto riguarda i rapporti falda fiume l'Autore osserva che si verifica un interscambio tra la falda ed il reticolo idrografico superficiale; in particolare risulta un drenaggio della falda da parte del fiume Sarno nel tratto compreso tra l'unione dei tributari del suddetto e l'abitato di S. Marzano. Al contrario, sussiste un'alimentazione della falda da parte del fiume Sarno nel tratto S. Marzano-Scafati-Foce Sarno, ove l'acquifero sotterraneo è ribassato rispetto al livello medio del fiume, sia per l'innalzamento del letto fluviale, causato dalla imponente sedimentazione dei fanghi di origine urbana ed industriale, che per l'abbassamento della piezometrica superficiale.

Da tutto quanto sopra esposto, l'Autore deduce che, con riferimento al periodo 1992- 2003, non si riscontrano notevoli variazioni nello schema di circolazione idrica sotterranea della piana, tuttavia è possibile rilevare un generale abbassamento della superficie piezometrica, con entità differenti in funzione delle diverse zone considerate.

Osservando la carta degli abbassamenti piezometrici relativi al suindicato periodo di osservazione, il massimo valore dell'abbassamento piezometrico (7.00 m) è indicato nell'area sita tra Palma Campania e S. Giuseppe Vesuviano. Il massimo decremento dei livelli piezometrici osservati in gran parte della piana, oltre che nel settore prossimo ai massicci carbonatici si attesta sui 3.00 m. Cfr. Figura 10.

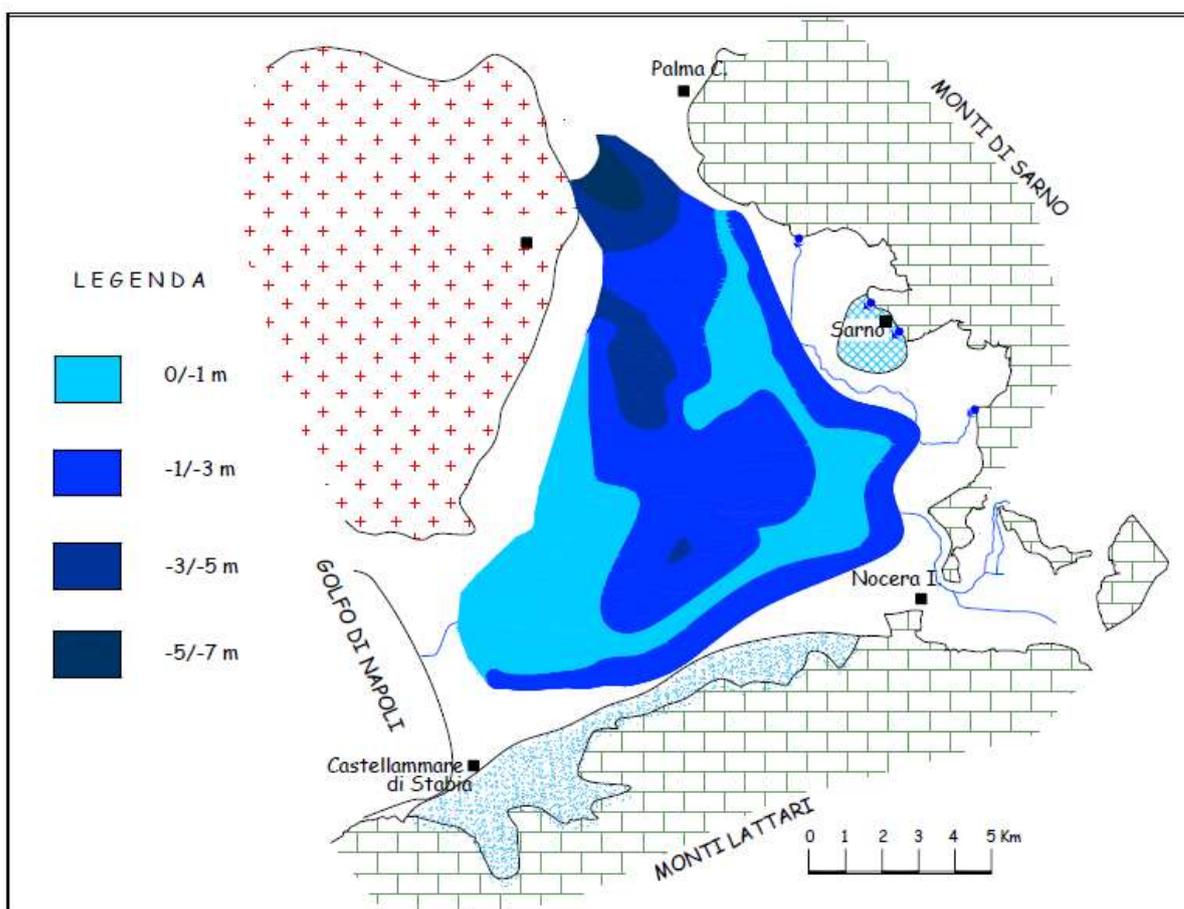


Figura 10 - Carta degli abbassamenti piezometrici registrati tra il 1992 ed il 2003 realizzata per fasce di colori - Termolini G. (2007)

Nel periodo successivo, quello compreso tra il 2003 ed il 2006, invece, come si evince dalla analisi delle successive ricostruzioni piezometriche dell'area della piana (aprile 2005, settembre 2005, aprile 2006) riportate in Figura 11, Figura 12 e Figura 13, non si registrano sostanziali modifiche dell'assetto idrodinamico, ma si assiste, escludendo casi localizzati, ad un

innalzamento della superficie piezometrica. Infatti, la carta delle variazioni piezometriche, realizzata relativamente al periodo di piena 2003-2006 evidenzia che in grande parte della Piana del fiume Sarno si è verificata un innalzamento della superficie piezometrica di circa 1.0 - 2.0 m.

Continua a subire abbassamento di quota piezometrica il settore settentrionale della piana del fiume Sarno, e con precisione l'area compresa tra i comuni di San Gennaro Vesuviano e San Giuseppe Vesuviano. Tale situazione allo stato sembra essere attribuibile ai forti emungimenti ancora in atto lungo il versante settentrionale del complesso vulcanico del Somma-Vesuvio.

Tale assetto idrogeologico è prevalentemente da correlare alle mutate condizioni pluviometriche e in alcuni casi di utilizzazione delle risorse idriche sotterranee.

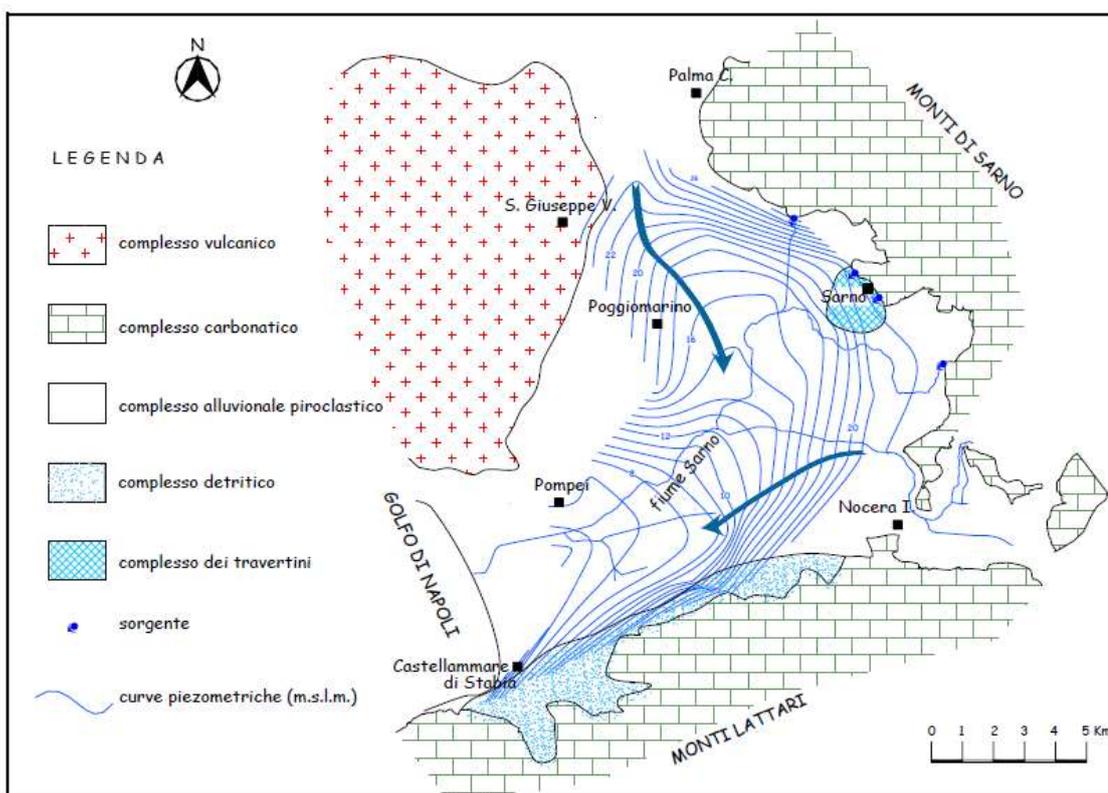


Figura 11 - Carta a curve isopiezometriche relativa all'aprile 2005 - Termolini G. (2007)

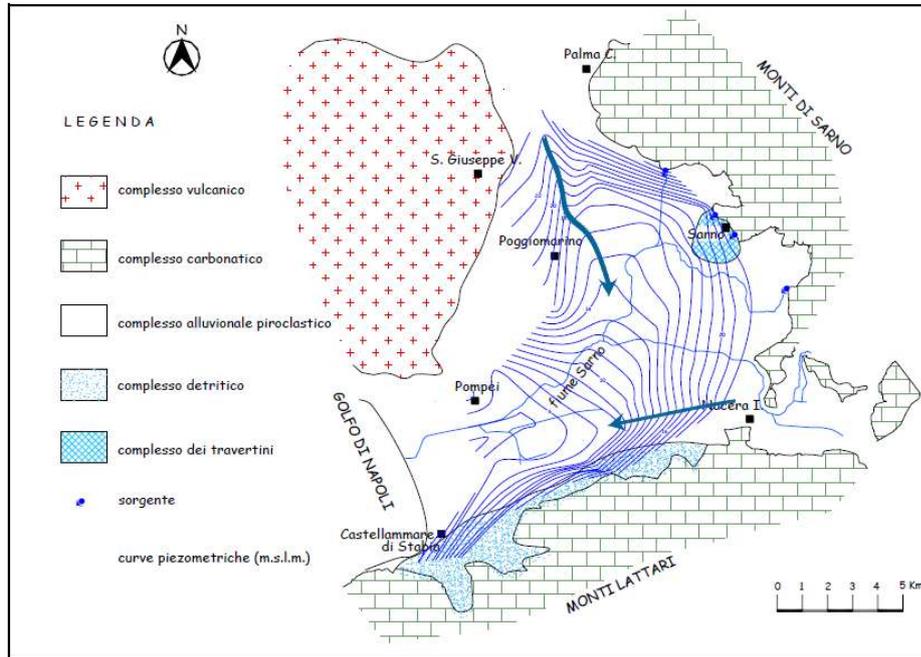


Figura 12 - Carta a curve isopiezometriche relativa a settembre 2005- Termini G. (2007)

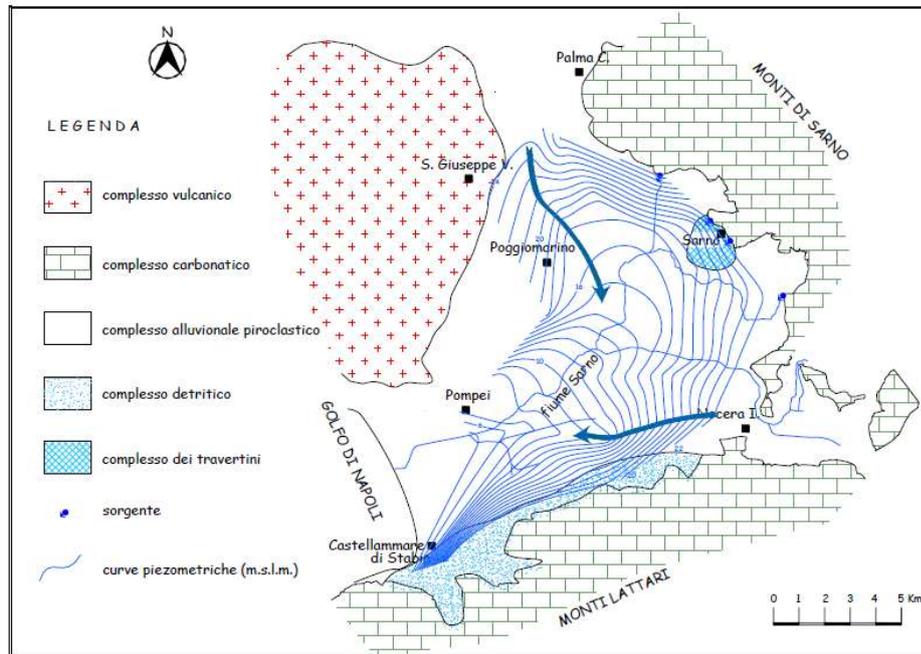


Figura 13 - Carta a curve isopiezometriche relativa ad aprile 2006- Termini G. (2007)

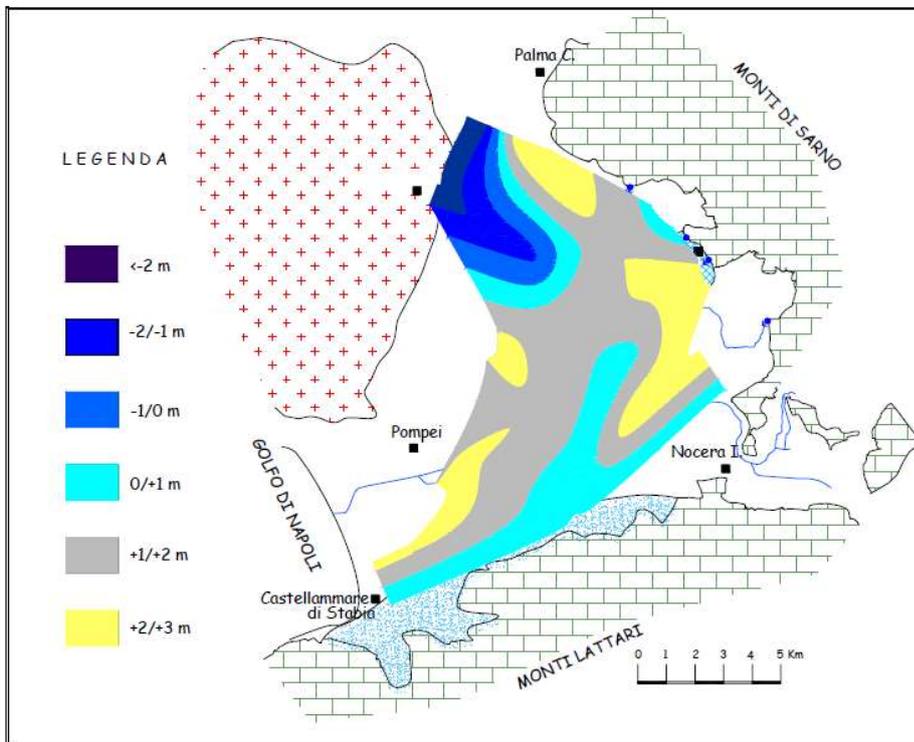


Figura 14 - Carta degli abbassamenti piezometrici registrati tra maggio 2003 ed aprile 2006 realizzata per fasce di colori - Termolini G. (2007)

## 6 MODELLAZIONE GEOLOGICA

### 6.1 Geologica

Il tracciato stradale di progetto si sviluppa nel territorio della piana del Fiume Sarno che presenta diverse articolazioni geologiche riconducibili, facendo riferimento alla suddivisione proposta nella Carta Geologica d'Italia (ISPRA, Progetto CARG) secondo la classificazione in unità a limiti inconformi UBSU (Unconformity-Bounded Stratigraphic Units), al Sintema Vesuviano – Flegreo (VEF – Pleistocene sup. p.p. - Attuale) ed alle sue suddivisioni interne.

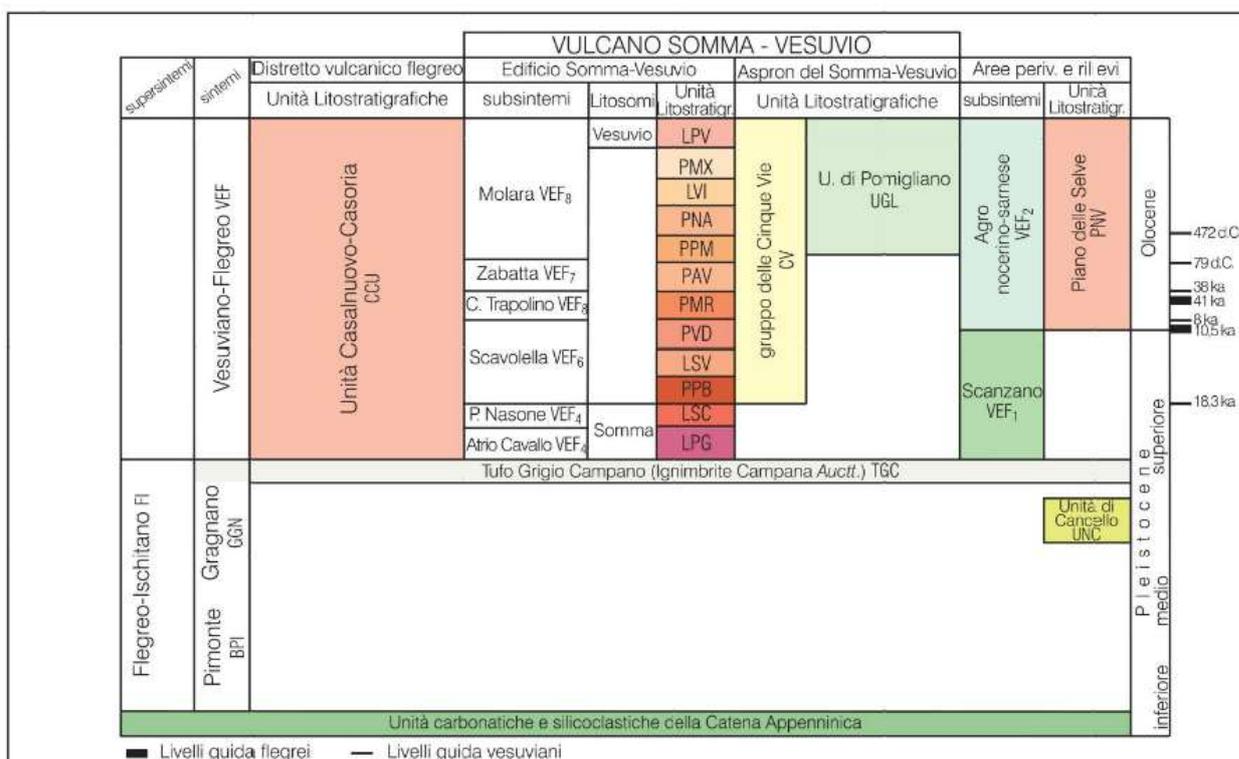


Figura 15 - Schema dei rapporti stratigrafici tra le formazioni e le unità sistemiche dei depositi vulcanici e clastici quaternari (Note illustrative della carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000 - Foglio 448 Ercolano - ISPRA)

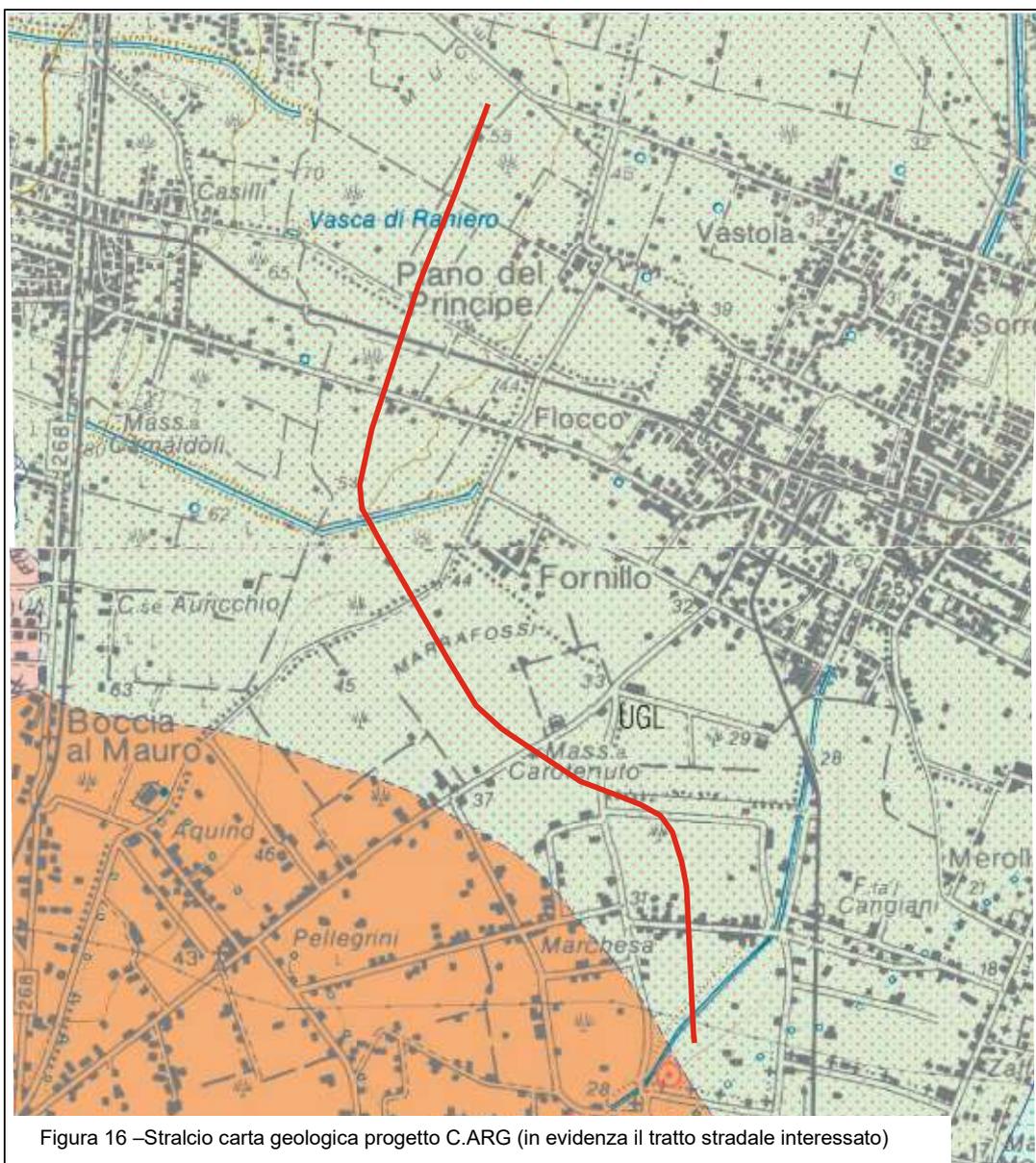
In particolare si farà riferimento, per la piana del Sarno, al Subsistema dell'Agro nocerino-sarnese (VEF2), per il settore Apron del Somma-Vesuvio all'Unità di Pomigliano (UGL), mentre per l'edificio vulcanico al Subsistema di Molaria (VEF8) ed in particolare all'Unità stratigrafica "Piroclastiti di Pompei" (PPM).

I terreni rinvenibili nell'area del territorio in esame, sono di natura vulcanica e risultano collegati principalmente all'attività del Somma-Vesuvio e subordinatamente ai Campi Flegrei, nell'ambito degli ultimi 37.000 anni.

Il litotipo predominante, nell'area in esame, dai 20 m fino a circa 30 metri di profondità, è rappresentato da un deposito di natura piroclastica.

Tale deposito, è riconducibile al sistema Vesuviano Flegreo definito come **Unità di Pomigliano (UGL)**.

Si tratta dei depositi superficiali della fascia a bassa pendenza che raccorda la piana alluvionale con le pendici dell'apparato vulcanico (apron del Somma-Vesuvio). Questi sono stati raggruppati in un'unica unità (unità di Pomigliano - UGL) che, stratigraficamente, sull'apparato corrispondono al subsistema Molara. Sono costituiti da ghiaie e sabbie, sabbie siltose vulcanoclastiche e pomice e ceneri miste a litici lavici a volte delle dimensioni di blocchi e massi. Frequenti i depositi matrice-sostenuti con blocchi litici, principalmente lavici, sparsi nella matrice (depositi da debris flow). Di colore scuro, dal grigio al nero, con matrice spesso indurita e vescicolata, comprendono depositi più selezionati, spesso a granulometria più fine, con stratificazione piano parallela o a basso angolo, interpretati come il risultato di flussi iperconcentrati. Gran parte dei depositi si è originata dallo smantellamento degli accumuli piroclastici messi in posto successivamente alle eruzioni di Pompei (79 d.C.), di Pollena (472 d.C.), del 1631 d.C. e in alcuni casi dall'attività vulcanica più recente. Vi si possono anche riconoscere, nella porzione più superficiale, alcuni depositi piroclastici in situ, spesso poggiati su paleosuoli. Nella zona orientale del vulcano sono presenti al tetto, in maniera discontinua, i depositi di caduta del 1906 d.C. e 1944 d.C.. Gli spessori massimi misurati di questa unità sono dell'ordine dei 15-20 m. L'età è compresa tra il 79 d.C. ed il presente (cfr. Figura 16).



### Settore apron del Somma-Vesuvio

#### UNITÀ DI POMIGLIANO



UGL

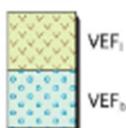
Depositi di natura piroclastica e vulcanoclastica formanti l'apron del Somma-Vesuvio. Hanno prevalente tessitura sabbioso-ghiaiosa e presenta complesse alternanze latero-verticali di materiali rimaneggiati (da processi alluvionali, *lahar* e *debris flow*) e piroclastiti primarie (da flussi e da caduta), tra cui le Piroclastiti di Pompei che ne marcano la base. E' lateralmente eteropico al subsistema Molaro dell'Edificio vulcanico e alla parte alta del subsistema Agro Nocerino-Sarnese della piana campana e dei rilievi. I depositi sono di colore variabile tra il grigio ed il grigio-giallastro con spessore fino ad una ventina di metri.

*OLOCENE p.p. (Post 79 d.C.)*

**BACINO PIANA CAMPANA**

**SINTEMA VESUVIANO-FLEGREO (VEF)**

Il sintema Vesuviano-Flegreo è compreso tra la discontinuità erosiva bacinale, localmente di non deposizione (paleosuolo), presente al tetto dei depositi del Tufo Grigio Campano (39 ka), e la superficie topografica. Esso comprende tutte le unità stratigrafiche dal Pleistocene superiore all'Attuale più giovani di 39 ka. Solo tra Vico Equense e Gragnano la presenza di sezioni naturali e di "incastri" morfo-stratigrafici consente di distinguere i due subsistemi di Scanzano (VEF<sub>1a</sub>) e subsistema dell'Agro (VEF<sub>2</sub>).



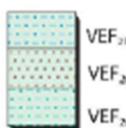
Ai piedi dei Monti di Sarno e nella parte orientale dei Monti Lattari il sintema è caratterizzato da due litofacies la prima è costituita da una successioni alluvionali di conoide prevalentemente ghiaiose ricche in matrice e di intercalazioni piroclastiche. Numerosi sondaggi pregressi consentono di assegnare uno spessore di diverse decine di metri (b); la seconda litofacies è costituita da piroclastiti sciolte più o meno alterate, che ricoprono i rilievi ed i terrazzi della penisola sorrentina con spessore variabile. Provengono da numerose eruzioni esplosive dei centri vulcanici napoletani(l).

*PLEISTOCENE SUPERIORE p.p. - OLOCENE*

**Settore della piana del Sarno e dei rilievi carbonatici circostanti**

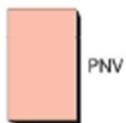
**SUBSISTEMA DELL'AGRO NOCERINO-SARNESE**

Questo subsistema è compreso tra la superficie di erosione e non deposizione alla sommità del subsistema di Scanzano e la superficie topografica. Vi si intercalano vulcaniti del Somma-Vesuvio ed è eteropico della parte alta dell'Unità di Pomigliano. Nella parte nord-orientale del foglio è stata distinta l'unità informale di Piano delle Selve (PNV), mentre nell'area costiera la porzione superiore del subsistema, posta a tetto delle Piroclastiti di Pompei (79 d.C.), è distinta come unità informale di Ponte Persica (PNI). Si riconoscono all'interno del subsistema tre litofacies. Peliti e sabbie vulcanoclastiche, talora torbose, di ambiente palustre e fluvio-palustre con locali intercalazioni di sabbie e ghiaie fini fluviali. Nella bassa piana includono anche episodi in facies palustre (e<sub>2</sub>); sabbie di duna costiera, passanti in basso a depositi di spiaggia sabbiosi in complessi eteropici della litofacies precedente (d); alluvioni di conoide dominate da vulcanoclastiti sabbioso-limose e con lenti ricche di clasti calcarei (b).



*OLOCENE*

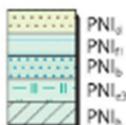
**UNITÀ DI PIANO DELLE SELVE**



Depositi di versanti e colluviali a diverso grado di alterazione, comprendenti principalmente ciottoli, sabbie e sabbie silose e scarsi clasti carbonatici. Depositi piroclastici da caduta, riferibili ad eruzioni flegree (Agnano Pomice Principali e Agnano Monte Spina) e vesuviane (Mercato, Avellino, Pollena, S. Giuseppe Vesuviano) sono frequentemente conservati e presenti in diversa quantità da luogo a luogo.

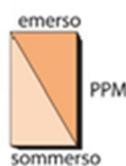
*OLOCENE - ATTUALE*

**UNITÀ DI PONTE PERSICA**



L'unità costituisce un complesso continentale e transizionale con spessore complessivo variabile: mai superiore a 6-7 m nella piana, può superare la decina di metri nella fascia pedemontana. Esso include i depositi posteriori all'eruzione del 79 d.C. L'unità è suddivisa in differenti litofacies: sabbie eoliche nerastre, ricche in fomici, legate a cordoni costieri di Età Moderna, che nel sottosuolo passano a depositi litorali di analoga tessitura e composizione (d); limi talora torbosi e/o sabbiosi di ambiente palustre (e<sub>2</sub>) che presso Sarno includono anche intercalazioni travertinose (II); alluvioni di conoide a prevalente componente vulcanoclastica fine, che a luoghi fa da matrice a lenti di ghiaie calcaree e depositi fluviali per lo più sabbiosi della fascia assiale della Piana (b); sabbie limose alluvionali e riparti

**PIROCLASTITI DI POMPEI**



Depositi da caduta e di flusso dell'eruzione del 79 d.C. I depositi di caduta sono costituiti da banchi di lapilli pomicei inizialmente bianchi fonolitici, che divengono grigi fono-tefritici, circa a metà della successione. Le pomice sono porfiriche con cristalli di sanidino, pirosseno e biotite. La granulometria è generalmente inversa ed i litici nel complesso divengono più abbondanti nella metà superiore del deposito. I litici lavici sono più abbondanti nella parte bianca della formazione mentre in quella grigia sono preponderanti i litici carbonatici. Nei depositi da flusso sono raggruppati sia i flussi piroclastici della fase pliniana dell'eruzione, costituiti da flussi cineritici e pomice massivi, sia quelli appartenenti alla successiva fase freatomagmatica, costituiti da flussi cineritici ricchi in litici, spesso con stratificazione incrociata. Spessore massimo: 30-40 m.

*Età: 79 d.C*

L'analisi dei dati attualmente disponibili per il settore in esame, utili a definirne l'assetto litostratigrafico evidenzia come il sottosuolo sia costituito da una complessa successione di vulcaniti (alluvionale e piroclastica), formati da un'alternanza di materiali estremamente eterogenei, a granulometria molto variabile, rimaneggiati, con intercalazioni di periodi lacustro-

palustri. L'aspetto eterogeneo è così diffuso che difficilmente è possibile una correlazione litostratigrafica. Nell'ambito delle profondità investigate (circa 35 m) e delle possibilità concesse dai mezzi d'indagine, si può ritenere di descrivere utilmente individuando formazioni e sequenze di cicli di deposito che comprendono dal basso:

1. Ignimbrite Campana (37.000 anni)
2. Depositi piroclastici sciolti compresi tra la Formazione dell'Ignimbrite Campana e le lave del Somma antico.
3. Lave del Somma antico.
4. Depositi piroclastici sciolti primari e secondari comprendenti i prodotti delle attività antiche del Somma–Vesuvio (“Pomici di Base”?, 18.300anni, “Sarno”?, 16.000anni)
5. Prodotti dell'eruzione delle “Pomici Principali” del vulcano di Agnano (Campi Flegrei, 11.400 anni)
6. Depositi piroclastici sciolti primari e secondari comprendenti i prodotti dell'eruzione di “Mercato” (Somma Vesuvio, 8.000 anni)
7. Prodotti dell'eruzione di Agnano m.te Spina (Campi Flegrei, 4.300 anni)
8. Depositi piroclastici sciolti primari e secondari comprendenti i prodotti dell'eruzione di “Avellino” (Somma Vesuvio, 3.800 anni)
9. Depositi piroclastici sciolti primari e secondari comprendenti i prodotti dell'attività storica del Somma Vesuvio (prodotti del 79.d.C., 472 a.D. e 1631)

## 6.2 Aspetti litostratigrafici e geologico tecnici

Per la ricostruzione geolitologica del tratto in esame (Lotto 1), sono state prese in considerazione le seguenti indagini geognostiche:

- indagini Fase 1  
S01-DH (35 m), S02-PZ (30 m), S03-DH (35m), S04-PZ (30 m), S05-DH (35 m)
- indagini Fase 2  
S15-PMT-PZ (35 m), S16-PMT-PZ (35 m), S18-PMT-PZ (35 m), S19-PZ (35 m), S20-DH (30 m), S22-DH (35m), S23-PMT-PZ (35 m), S24-DH (35m), S25-PMT-PZ (35 m), S26-DH (35m), S27-PMT-PZ (35 m), S28-PMT-PZ (35 m), S29-PZ (35 m), S30-DH (35m), S31-PMT-PZ (35 m), S34-PMT-PZ (35 m), S35-DH (35m), S36-PZ (35m), S34-DH (40m)

- indagini 1986  
S1,S2,S3,S4,S5,S6.S7,S8

Come è stato ampiamente illustrato nei paragrafi precedenti, il territorio in esame è compreso nella Piana Campana; i terreni piroclastico-alluvionali che si rinvennero, nell'ambito delle profondità tecnicamente significative, sono in generale riconducibili all'attività eruttiva degli apparati vulcanici dei Campi Flegrei e del Somma Vesuvio e ad eventi alluvionali episodicamente intervallati e frammentati a terreni riferibili alle paleosuperfici (paleosuoli).

Lo studio delle stratigrafie del carotaggio continuo dei sondaggi eseguiti, permette d'individuare i caratteri litologici, stratigrafici e tecnici dei terreni del sottosuolo fino a profondità massima di circa 35 m. Come si evince dai sondaggi e dalle sezioni geolitologiche prodotte, il deposito piroclastico incoerente, risulta sovrapposto alle lave.

Le lave sono prodotti generalmente riferibili alle fasi iniziali dell'attività eruttiva che ha portato alla costituzione dell'ossatura dell'edificio del Somma. Esse risultano ricoperte dai prodotti delle successive attività esplosive del Somma – Vesuvio e flegree e alla base sono in appoggio, come detto, sui depositi dell'ignimbrite Campana senza o con modestissime interposizioni di altri depositi sciolti.

Si tratta di lave a luoghi porfiriche con cristalli di leucite e di augite, plagioclasio e subordinatamente, olivina, definibili come tefriti leucitiche a tendenza basanitica. Alla rottura si osserva una pasta di fondo grigia, omogenea, nella quale emergono, tra gli altri, evidenti cristalli biancastro-opaco di forma sub arrotondata di leucite.

La roccia è sovente interessata da porosità, legata a degassazione in fase di raffreddamento, più diffusa nella parte superiore delle masse laviche e tendente a ridursi verso il basso.

Sempre nella parte alta e al contorno dei corpi lavici la roccia risulta anche meno tenace, più fratturato rispetto alle porzioni medio basse. Fratture o sistemi di fratture da raffreddamento o assestamento possono interessare in modo più complessivo il corpo lavico.

Esse sono state rinvenute nei sondaggi S01DH, S03DH, S04PZ, S05DH di Fase 1, in quasi tutti i sondaggi geognostici di Fase 2, nei sondaggi S1, S2, S9 del 1986. Si rinviane ad una profondità variabili tra i 16 e i 32 m, con potenza dei singoli banchi fino a 15 m (S1DH).

I sondaggi a carotaggio continuo hanno messo in evidenza materiali che si inseriscono perfettamente nello schema sopra riportato. L'andamento della resistenza alla punta  $R_p$  desunto dalle prove penetrometriche dinamiche superpesanti (DPSH) mette in evidenza che la struttura del sottosuolo è molto articolata; si rinvengono, infatti, frequenti livelli di materiale a granulometria più grossa (rappresentati dai picchi della resistenza alla punta) alternati a materiali a minor resistenza.

La distribuzione areale di tali livelli è, in genere, di tipo lenticolare per cui non sempre è possibile una loro correlazione.

Per la caratterizzazione litotecnica, in generale, sono state utilizzate le seguenti indagini:

- n.335 prove penetrometriche SPT;
- n.99 prove di laboratorio geotecnico su campioni indisturbati;
- n.157 prove di laboratorio geotecnico su campioni rimaneggiati;
- n.36 prove di laboratorio geotecnico su campioni litoidi;
- n.13 prove di laboratorio geotecnico su campioni rimaneggiati prelevati dai pozzetti esplorativi;
- n.14 prove penetrometriche statiche C.P.T.U;
- n.13 prove penetrometriche dinamiche DPSH;

I depositi rinvenuti possono essere inquadrati nei seguenti tipi litologici:

A – Depositi piroclastici sciolti a prevalente componente di cenere con variabili ma subordinate

frazioni di elementi pomicei, litici o scoriacei

B – Depositi piroclastici sciolti pomicei e litici privi di matrice o con matrice subordinata

C – Lava.

D – Depositi piroclastici coerenti a variabile grado di cementazione (tufo).

Sono inoltre presenti depositi eterogenei di rilevati stradali.

I problemi geologico – tecnici relativi ai litotipi A e B possono essere affrontati nell'ambito della meccanica delle terre quelli relativi ai litotipi C e D secondo la meccanica delle rocce.

I depositi piroclastici sciolti rinvenuti sono essenzialmente rappresentati da "terre a grana grossa", benchè con assortimento granulometrico sovente prossimo a quello delle "terre a grana

fine", diffuse in modo subordinato o delle "terre organiche" riferibili alle porzioni più umificate dei depositi di cenere.

Il campionamento effettuato ha riguardato principalmente quei depositi del gruppo A caratterizzati da granulometria mediamente fine e da un basso grado di addensamento.

Si riportano di seguito, per i gruppi di depositi e formazioni individuati, le principali caratteristiche tecniche come emerse dai risultati delle indagini effettuate.

#### Prodotti dell'eruzione dell'Ignimbrite Campana

Il deposito, generalmente in facies di tufo tenero giallastro, è stata frequentemente rinvenuta con un grado di cementazione medio o basso, talora presentandosi come una cinerite, ma molto raramente in facies incoerente. In alcuni sondaggi (S09, S10PZ, S11, S12DH, S13PZ, S14DH). Non si individua un ordine particolare nell'articolazione delle facies benché quelle meno coerenti, siano generalmente state rinvenute nella parte alta della formazione.

A tetto la formazione è di frequente chiusa da depositi incoerenti di spessore decimetrico o metrico costituiti da ceneri sabbioso limose e ghiaiose, d'alterazione della formazione, che possono culminare in paelosuoli.

La struttura del tufo è risultata affetta da un certo grado di porosità, ma generalmente mai in modo molto diffuso o con pori di grande diametro.

Le prove down-hole effettuate, in corrispondenza della formazione forniscono valori della velocità delle onde S inferiori agli 800 m/sec.

Il peso di volume attribuibile a questi prodotti non è elevato e in bibliografia vengono riportati valori che oscillano tra 1.2 e 1.6 -1.8 g/cmc.

Il modulo elastico è pari a 12.80 GPa (S9DH) e 7.50 GPa (S12DH).

Sigla campione	Profondità di prelievo (m)		Sigla di laboratorio	Peso di volume naturale gn medio (KN/m <sup>3</sup> )	Resistenza a compressione α (MPa)	Peso di volume naturale gn medio (KN/m <sup>3</sup> )	Resistenza a compressione α (MPa)	Modulo elastico tangente al 50 % Et (GPa)	Modulo elastico secante al 50 % Es (GPa)	Coefficiente di Poisson ν al 50%	Prova di compressione triassiale	
	da	a									PROVINO 1	PROVINO 2
S08-DH_CL01	30,10	30,70	R.001/20	16,24	3,20	15,96	2,40	12,80	6,30	0,43		
S10-PZ_CL01	27,20	28,00	R.335/19	13,60	4,90	13,66	3,40					
S11-DH_CL01	26,00	26,80	R.336/19	12,85	2,90	13,30	3,40					
S11-DH_CL02	29,20	29,90	R.337/19	12,00	1,20	12,62	1,50					
S12-DH_CL01	25,00	25,60	R.002/20	16,58	3,00							
S12-DH_CL02	26,25	26,80	R.003/20	14,65	5,40	13,65	4,00	7,50	5,10	0,43		
S13-PZ_CL01	24,00	24,70	R.338/19	12,21	2,90	13,01	3,80					
S13-PZ_CL02	28,30	29,00	R.339/19	12,06	1,90							
S14-DH_CL01	18,55	19,65	R.340/19	11,78	2,60	12,20	3,00					
S14-DH_CL02	22,00	23,00	R.341/19	12,39	1,00	13,12	1,40					

Depositi piroclastici sciolti compresi tra i prodotti dell' Ignimbrite Campana e le lave del Somma antico.

Si tratta di depositi incoerenti a diffusione molto limitata e di spessore contenuto, decimetrico, generalmente costituiti da cenere a granulometria da sabbioso limoso a limoso sabbioso a sabbioso.

Lave del Somma antico

I corpi lavici rinvenuti mostrano, da un punto di vista litologico e tecnico, caratteristiche abbastanza omogenee. La massa lavica è generalmente litoide e abbastanza integra con una struttura variabilmente porosa per la presenza di vacuoli più diffusi e grossi nella parte alta delle colate (localmente possono raggiungere alcuni centimetri di diametro) e millimetrici e poco diffusi o assenti, nelle porzioni centrali a miglior litificazione.

Verso i contorni esterni dei corpi lavici la roccia può inoltre risultare meno litoide, scoriacea o alterata e il profilo dei corpi lavici si caratterizza generalmente per un andamento alquanto irregolare.

Fratture e sistemi di fratture possono interessare in modo più o meno diffuso la roccia. In alcuni sondaggi si è riconosciuta la sovrapposizione di più colate, generalmente separate da facies scoriacee, mal litificate o da prodotti di alterazione e rimaneggiamento delle stesse lave.

Sigla campione	Profondità di Preleva (m)		Sigla di laboratorio	Peso di volume naturale gn medio (KN/m <sup>3</sup> )		Resistenza a compressione $\sigma$ (MPa)		Peso di volume naturale gn medio (KN/m <sup>3</sup> )		Resistenza a compressione $\sigma$ (MPa)		Modulo elastico tangente al 50 % Et (GPa)	Modulo elastico secante al 50 % Es (GPa)	Coefficiente di Poisson $\nu$ al 50%	Prova di compressione triassiale	
	da	a		PROVINO 1	PROVINO 2	Angolo di attrito $\phi$ (°)	Coesione C (MPa)									
S01-DH_CL01	22,40	23,00	R.369/19	26,84	61,50	26,25	73,20	18,20	17,60	0,21						
S03-DH_CL01	32,40	33,00	R.369/19	26,28	63,20	28,09	72,30	16,50	20,70	0,23						
S04-PZ_CL01	27,70	28,00	R.370/19			26,50	135,80	52,80	79,80	0,18						
S04-PZ_CL02	29,40	30,00	R.371/19	25,75	30,60	25,67	44,70	35,30	50,90	0,28						
S05-DH_CL01	25,30	25,90	R.372/19	25,84	80,00	26,56	71,30	16,60	22,30	0,19						
S06-PZ_CL01	21,40	21,60	R.332/19			26,07	45,00	9,20	13,20	0,37						
S06-PZ_CL02	22,10	22,50	R.333/19	27,06											43,17	24,73
S06-PZ_CL03	28,40	29,00	R.334/19	25,12	80,40	25,86	74,50	21,80	48,50	0,18						

Le prove down-hole effettuate, in corrispondenza dei corpi lavici forniscono valori della velocità delle onde S variabili tra minimi di poco più di 700 m/sec e massimi di 1100 m/sec risultando mediamente di poco superiore a 900 m/sec.

*Depositi piroclastici sciolti primari e secondari comprendenti i prodotti delle attività antiche del Somma-Vesuvio ("Pomici di Base"?, "Sarno"?)*

Si tratta di depositi incoerenti tra i quali prevalgono quelli con frazione cineritica prevalente. Sono intercalati livelli umificati e subordinati livelli con frazione cineritica subordinata, ricchi elementi pomicei e/o di altri elementi piroclastici o composti quasi esclusivamente da questi.

La granulometria dei depositi mostra prevalenza delle frazioni sabbiose e subordinatamente ghiaiose, su quelle limose.

Il grado di addensamento è variabile per i singoli depositi della sequenza in relazione alle loro caratteristiche litotecniche, senza raggiungere valori particolarmente elevati se non localmente come evidenziato dalle prove penetrometriche. Nelle prove DPSH si ottengono valori medi dei colpi per 20cm di penetrazione compresi tra 5 e 10 con punte, che riguardano intervalli limitati, fino a 20 e solo localmente, in facies prossimali, superiori. I valori, minimi sono di 1-2 colpi.

Le prove down-hole effettuate, in corrispondenza di questa parte della sequenza piroclastica forniscono valori della velocità delle onde S poco variabili e mediamente di circa 350m/sec.

#### Prodotti piroclastici dell'eruzione delle "Pomici Principali"

Il deposito è costituito da più livelli di pomice separati da sottili partizioni di cenere per uno spessore complessivo di ordine metrico. La granulometria è quindi ghiaiosa – sabbiosa, con elementi pomicei angolosi le cui dimensioni risultano generalmente intorno al centimetro e fino a 2.5cm.

A tetto le pomice fanno transizione a ceneri sabbioso limose che culminano in uno spesso paleosuolo a grana più fine per uno spessore complessivo di ordine metrico.

Il grado d'addensamento sembra essere medio o basso e solo localmente più elevato; i valori misurati con le prove DPSH risultano compresi tra 2 e 10 colpi.

Le ceneri e il paleosuolo a tetto sembrano mostrare un grado d'addensamento basso nella parte alta e crescente verso il basso; le prove DPSH sembrerebbero mostrare valori di 1-2 colpi in alto e di 5-10 in basso.

Nelle prove down-hole, in prossimità o corrispondenza di questa formazione si registrano valori della velocità delle onde S mediamente o di poco superiori a 200 m/sec.

#### Depositi piroclastici sciolti primari e secondari comprendenti i prodotti dell'eruzione di "Mercato"

Questi depositi costituiscono una sequenza complessa, nel nostro settore, a prevalente componente cineritica, in cui la frazione granulometrica prevalente è generalmente quella sabbiosa.

In posizione più distale, sono diffusi anche depositi con frazione cineritica costituita da sabbie fini limose o limoso sabbiose. Alcuni intervalli di deposito e in particolare nella porzione basale, possono mostrare elevato addensamento o accenni di una debole cementazione.

Verso l'alto la formazione fa transizione a cenere alterata e/o rimaneggiata che sfuma in un paleosuolo.

Nella sequenza di deposito il grado di addensamento, così come deducibile dalle prove DSPH, sembra mostrare, nell'ambito di valori comunque variabili, una caratteristica tendenza ad incrementarsi verso il basso. In posizione prossimale si passa da 5 – 10 colpi nella parte alta alto, a 15-20 al centro e, in basso, talora, fino a portare a rifiuto la prova. Si intercalano a varie altezze intervalli di deposito a minore addensamento. In facies distale (settori nord-occidentali) si

riconosce una porzione superiore a basso addensamento 2,3-5 colpi e un a basale più addensata ( da 5-10 fino a 20 –25 colpi).

Il paleosuolo a chiusura della sequenza appare scarsamente addensato e con bassi valori anche degli altri parametri fisico - meccanici come dimostrato anche dai campioni che possono essere riferiti a questo deposito.

Le prove down-hole, in corrispondenza di questo intervallo di depositi, forniscono valori della velocità delle onde S mediamente di inferiori a 250 m/sec.

#### Prodotti dell' eruzione di Agnano m.te Spina

Questi depositi sono articolati in una breve sequenza di spessore complessivo compreso tra 70cm e 100cm, caratterizzato da due livelli di 20-30cm ciascuno di pomici di gradezza massima tra circa 1.5 e 3cm, preceduti alla base (10-20cm) da cenere sabbioso limosa che fa via via transizione in alto attraverso intercalazioni sempre più rade alle pomici sovrastanti. Chiude a tetto la sequenza un deposito di cenere alterata talora limosa sabbiosa che sfuma in un paleosuolo per uno spessore complessivo di 30-50cm.

Il grado di addensamento dei depositi, con riferimento ai risultati delle prove DPSH, sembra basso, in particolare nel paleosuolo e nella parte alta del livello superiore di pomici, con valori del numero di colpi che generalmente non supera 5.

Nelle prove down-hole, in prossimità o corrispondenza di questa formazione, si registrano valori della velocità delle onde S mediamente di poco inferiori a 200 m/sec.

#### Depositi piroclastici sciolti primari e secondari comprendenti i prodotti dell'eruzione di "Avellino"

Costituiscono una sequenza di deposito diffusa, seppure con caratteristiche diverse in tutto il territorio in esame.

Il sottile deposito pomiceo ghiaioso di base si caratterizza per una buona porosità d'assieme e un grado d'addensamento complessivo medio basso.

I depositi che seguono verso l'alto sono cineriti sabbioso limose a stratificazione pianoparallela sottile debolmente cementate e in posizione prossimale con intercalazioni di livelli ghiaiosi a prevalenti elementi litici lavici o litici e pomici, che distalmente costituiscono intercalazioni sabbiose grossolane o sabbio ghiaiose, con spessori compresi tra 100 e 10-20cm.

Questi depositi mostrano generalmente addensamento da medio ad alto. Le prove penetrometriche forniscono valori del numero di colpi generalmente compresi tra 15 e 20-25 e fino a 50. Molte prove penetrometriche (DPSH-CPTU) hanno raggiunto il rifiuto alla penetrazione nei depositi basali di questa sequenza.

Anche i depositi che seguono in alto i precedenti risultano caratterizzati da elevato addensamento.

Principalmente diffusi con spessori di 1.5m e fino a 3m, sono costituiti da livelli decimetrici e banchi a matrice sabbiosa grossolana, talora con ghiaia grossolana per la presenza diffusa di elementi litici anche centimetrici.

Verso l'alto la sequenza può essere chiusa da depositi, sabbiosi con limo e limosi, di alterazione e rimaneggiamento dei depositi primari e di spessore generalmente crescente verso i settori distali dove tendono ad unificarsi con altri depositi di rimaneggiamento dei prodotti più recenti.

Le prove down-hole, in corrispondenza della sequenza di depositi di Avellino, forniscono valori della velocità delle onde S abbastanza variabili tra minimi di poco più di 100 m/sec e massimi fino a 450 m/sec risultando mediamente di poco superiore a 200 m/sec.

#### *Depositi piroclastici sciolti primari e secondari comprendenti i prodotti dell'attività storica del Somma Vesuvio*

Costituiscono una sequenza di deposito articolata in cui si alternano prodotti di più cicli eruttivi generalmente intercalati da depositi risedimentati e d'alterazione dei prodotti primari.

I prodotti primari sono sovente costituiti da depositi a granulometria in prevalenza sabbioso limosa e più distalmente fini anche limoso sabbiosi, spesso sottilmente stratificati o laminati. Essi possono raggiungere un alto grado di addensamento anche, talora, in relazione ad accenni di cementazione tra i granuli.

In posizione prossimale si associano livelli ghiaiosi, generalmente come intercalazioni di spessore contenuto, e con elementi generalmente di taglia non grossolana, costituiti da pomici, da litici e scorie e litici, che in facies distale si rinvengono come finissime ghiaie o sabbie grossolane.

Sempre in posizione prossimale sono associati depositi ben addensati, riferibili a lahar, dove nella matrice cineritica essenzialmente sabbiosa, sono rinvenibili frequenti litici anche grossolani (fino a qualche decina di centimetri).

Le litofacies descritte sono caratterizzate generalmente da buone proprietà fisico-meccaniche e presentano spessori variabili. In posizione prossimale, i maggiori spessori degli intervalli di deposito relativi a un singolo ciclo, sono d'ordine metrico e fino a 1,5m. In posizione distale, al decremento di spessore che può rendere non più individuabile il deposito, si associa sovente uno scadimento delle proprietà meccaniche. Gli spessori in gran parte del centro urbano sono nell'ordine di 80 - 30cm.

Le prove penetrometriche DPSH evidenziano in questi depositi un addensamento talora, anche molto elevato e, in particolare, come detto in posizione prossimale, con valori dei colpi compresi tra 15 e 25. Più generalmente i valori misurati sono compresi tra 5 e 10 colpi e fino a 20.

I depositi secondari d'alterazione e rimaneggiamento sono sovente a granulometria più fine dei precedenti, anche se non sono infrequenti depositi sabbiosi. Nella matrice sono dispersi, in quantità variabile, elementi pomicei minuti ed altri frammenti piroclastici di solito subordinati. Essi evidenziano sovente un basso addensamento.

Gli spessori dei singoli intervalli di deposito tendono a risultare variabili tra il metro e il decimetro. In posizione distale con l'assottigliamento e scadimento delle caratteristiche meccaniche dei depositi primari questi depositi tendono a prevalere nella porzione alta della successione.

Le prove down-hole, in corrispondenza di questo intervallo di depositi, forniscono valori della velocità delle onde S mediamente di inferiori a 250 m/sec.

Di seguito si riportano le tabelle riepilogative, riferite ai risultati delle prove di laboratorio sui campioni prelevati.

## Indagini di Fase 1

Sigla campione	Profondità di prelievo (m)		Sigla di laboratorio	Peso di volume naturale gn (kN/m <sup>3</sup> )	Peso volume del secco gd (kN/m <sup>3</sup> )	Contenuto d'acqua W (%)	Peso specifico dei grani	Porosità n (%)	Indice dei vuoti e (-)	Grado di saturazione G (%)	Distribuzione granulometrica (%)			
	da	a									Argilla	Limo	Sabbia	Ghiala
S01-DH_CR01	2,55	3,00	T.2737/19								1,00	15,50	78,50	5,00
S01-DH_CI01	4,50	5,00	T.2736/19	15,95	11,85	34,63	2,50	52,71	1,11	77,82	9,00	39,00	48,00	4,00
S01-DH_CR02	7,30	7,75	T.2738/19								3,00	32,00	57,00	8,00
S01-DH_CR03	12,40	12,85	T.2739/19								9,00		43,29	47,71
S01-DH_CR04	18,00	18,45	T.2740/19								2,50	29,50	46,00	22,00
S02-PZ_CR01	3,55	4,00	T.2741/19								1,50	15,50	54,00	29,00
S02-PZ_CI01	8,00	8,50	T.2722/19	18,93	15,37	23,12	2,67	42,50	0,74	83,64	7,00	38,00	45,00	10,00
S02-PZ_CR02	10,00	10,45	T.2742/19								2,50	23,00	66,50	8,00
S02-PZ_CR03	16,50	16,95	T.2743/19								1,20	10,80	60,00	28,00
S02-PZ_CI02	19,00	19,50	T.2723/19	18,73	14,96	25,24	2,56	41,48	0,71	90,87	4,00	32,00	62,00	2,00
S02-PZ_CR04	22,50	22,95	T.2744/19								2,50	26,50	62,00	9,00
S02-PZ_CR05	25,55	26,00	T.2745/19								4,00	35,00	54,00	7,00
S03-DH_CR01	3,00	3,45	T.2746/19								8,00	14,00	67,00	11,00
S03-DH_CI01	6,00	6,50	T.2512/19	17,78	14,97	18,90	2,59	42,28	0,74	66,67	8,00	27,00	51,00	14,00
S03-DH_CR02	8,00	8,45	T.2747/19								1,00	21,00	45,00	33,00
S03-DH_CR03	12,00	12,45	T.2748/19								10,00	21,00	59,50	9,50
S03-DH_CI02	15,50	16,00	T.2513/19	17,73	13,98	26,85	2,50	44,12	0,79	85,00	1,00	16,00	57,00	26,00
S03-DH_CR04	18,55	19,00	T.2749/19								10,00	15,50	47,50	27,00
S03-DH_CI03	22,00	22,50	T.2514/19	15,99	11,09	44,25	2,61	57,51	1,35	85,26	10,00	35,00	52,00	3,00
S03-DH_CR05	26,55	27,00	T.2750/19								3,00	23,50	59,50	14,00
S03-DH_CR06	30,30	30,75	T.2751/19								1,00	6,00	74,00	19,00
S04-PZ_CR01	2,00	2,45	T.2752/19								2,00	19,00	73,50	5,50
S04-PZ_CI01	6,50	7,00	T.2724/19	19,54	15,95	22,48	2,67	40,36	0,68	88,85	8,00	38,00	51,00	3,00
S04-PZ_CR02	8,50	8,95	T.2753/19								1,50	24,00	61,50	13,00
S04-PZ_CR03	13,00	13,45	T.2754/19								2,00	11,00	79,50	7,50
S04-PZ_CR04	17,00	17,45	T.2755/19								3,00	13,00	67,50	16,50

Sigla campione	Profondità di prelievo (m)		Sigla di laboratorio	Peso di volume naturale gn (kN/m <sup>3</sup> )	Peso volume del secco gd (kN/m <sup>3</sup> )	Contenuto d'acqua W (%)	Peso specifico dei grani	Porosità n (%)	Indice dei vuoti e (-)	Grado di saturazione G (%)	Distribuzione granulometrica (%)			
	da	a									Argilla	Limo	Sabbia	Ghiaia
S04-PZ_CI02	19,00	19,50	T.2725/19	16,42	11,41	44,02	2,52	54,78	1,21	91,48	4,00	22,00	64,00	10,00
S05-DH_CR01	2,55	3,00	T.2756/19								2,50	62,50	31,00	4,00
S05-DH_CR02	6,00	6,45	T.2757/19								15,50	35,50	38,00	11,00
S05-DH_CI01	9,00	9,50	T.2726/19	18,96	15,47	22,78	2,50	38,17	0,62	91,31	14,50	35,50	39,50	10,50
S05-DH_CR03	12,00	12,45	T.2758/19								3,50	23,50	53,50	19,50
S05-DH_CI02	14,50	15,00	T.2727/19	16,26	10,92	48,86	2,53	56,91	1,32	93,78	3,00	39,00	54,00	4,00
S05-DH_CI03	16,50	17,00	T.2735/19	18,83	14,92	26,25	2,56	41,73	0,72	93,84	8,50	24,00	61,50	6,00
S05-DH_CR04	20,00	20,45	T.2759/19								1,50	9,50	38,00	5,00
S06-PZ_CR01	2,50	3,00	T.2494/19								4,50	34,50	53,50	7,50
S06-PZ_CI01	6,00	6,50	T.2445/19	19,07	15,88	20,06	2,55	37,82	0,61	84,64	5,00	17,50	67,00	10,50
S06-PZ_CR02	8,00	8,45	T.2495/19								5,50	11,50	27,00	56,00
S06-PZ_CR03	12,00	13,00	T.2496/19								3,00	9,66	80,84	
S06-PZ_CR04	17,40	18,10	T.2497/19								1,50	6,50	33,50	58,50

Sigla campione	Profondità di prelievo (m)		Sigla di laboratorio	Prova di taglio diretto CD		Prova triassiale consolidata drenata CID	Prova triassiale consolidata non drenata CIU	Prova triassiale LU	Prova di compressibilità edometrica				
	da	a		Angolo di attrito di picco (°)	Coesione di picco (kPa)				Angolo di attrito di picco (°)	Coesione di picco (kPa)	Angolo di attrito di picco (°)	Coesione di picco (kPa)	Cu media (kPa)
S01-DH_CR01	2,55	3,00	T.2737/19										
S01-DH_CI01	4,50	6,00	T.2736/19			32,93	16,49			2,74E-01	4,00	1,81E-07	7,30E-03
S01-DH_CR02	7,30	7,75	T.2738/19										
S01-DH_CR03	12,40	12,85	T.2739/19										
S01-DH_CR04	18,00	18,45	T.2740/19										
S02-PZ_CR01	3,55	4,00	T.2741/19										
S02-PZ_CI01	8,00	8,50	T.2722/19			33,08	14,67			1,14E-01	8,80	7,51E-07	6,60E-02
S02-PZ_CR02	10,00	10,45	T.2742/19										
S02-PZ_CR03	16,50	16,95	T.2743/19										
S02-PZ_CI02	19,00	19,50	T.2723/19	35,39	13,23								
S02-PZ_CR04	22,50	22,95	T.2744/19										
S02-PZ_CR05	26,55	26,00	T.2745/19										
S03-DH_CR01	3,00	3,45	T.2746/19										
S03-DH_CI01	6,00	6,50	T.2512/19	33,27	16,01					3,62E-01	2,80	1,27E-06	3,50E-02
S03-DH_CR02	8,00	8,45	T.2747/19										
S03-DH_CR03	12,00	12,45	T.2748/19										
S03-DH_CI02	15,50	16,00	T.2513/19			35,18	12,83						
S03-DH_CR04	18,55	19,00	T.2749/19										
S03-DH_CI03	22,00	22,50	T.2514/19					49,18	1,40E-02	18,20	1,45E-07	2,80E-02	
S03-DH_CR05	26,55	27,00	T.2750/19										
S03-DH_CR06	30,30	30,75	T.2751/19										
S04-PZ_CR01	2,00	2,45	T.2752/19										
S04-PZ_CI01	6,50	7,00	T.2724/19			32,63	13,29			1,19E-01	8,40	9,52E-07	8,00E-02
S04-PZ_CR02	8,50	8,95	T.2753/19										
S04-PZ_CR03	13,00	13,45	T.2754/19										
S04-PZ_CR04	17,00	17,45	T.2755/19										

Sigla campione	Profondità di prelievo (m)		Sigla di laboratorio	Prova di taglio diretto CD		Prova triassiale consolidata drenata CID		Prova triassiale consolidata non drenata CIU		Prova triassiale UU	Prova di compressibilità edometrica			
	da	a		Angolo di attrito di picco (°)	Coesione di picco (kPa)	Angolo di attrito di picco (°)	Coesione di picco (kPa)	Angolo di attrito di picco (°)	Coesione di picco (kPa)		Cu media (kPa)	Coefficiente di compressibilità mv (MPa <sup>-1</sup> )	Modulo edometrico Eed (MPa)	Coefficiente di permeabilità k (cm/sec)
S04-PZ_CI02	19,00	19,50	T.2725/19	35,30	12,70									
S05-DH_CR01	2,55	3,00	T.2756/19											
S05-DH_CR02	6,00	6,45	T.2757/19											
S05-DH_CI01	9,00	9,50	T.2726/19	32,30	19,45					1,03E-01	9,70	1,45E-07	1,40E-02	
S05-DH_CR03	12,00	12,45	T.2758/19											
S05-DH_CI02	14,50	15,00	T.2727/19			33,68	14,62							
S05-DH_CI03	16,50	17,00	T.2735/19						72,49	1,12E-01	8,90	3,15E-07	2,80E-02	
S05-DH_CR04	20,00	20,45	T.2759/19											

## Indagini di Fase 2

Sigla campione	Profondità di prelievo (m)		Sigla di laboratorio	Peso di volume naturale gn (KN/m <sup>3</sup> )			Peso specifico dei granuli	Porosità n (%)	Indice dei vuoti e (t)	Grado di saturazione G (%)	Distribuzione granulometrica (%)					Coefficiente di uniformità (C <sub>u</sub> )					Prova di taglio diretto CD		Prova triassiale consolidata drenata CID	
	da	a		peso	acqua	solidi					Argilla	Limo	Sabbia	Ghiaia	Ciottoli	W <sub>L</sub>	W <sub>P</sub>	IP	IC	IL	Angolo di attrito di picco (°)	Coesione di picco (kPa)	Angolo di attrito di picco (°)	Coesione di picco (kPa)
S15-PMT-PZ_C101	5,00	5,50	T.094/21	17,59	14,19	24,02	2,52	43,75	0,78	77,86	5,00	34,00	51,00	10,00	0,00	n.d.	n.d.	n.d.	-	-	32,05	17,53		
S15-PMT-PZ_C102	13,50	14,00	T.059/21	18,75	15,22	23,17	2,69	43,39	0,77	81,27	1,00	18,00	68,00	15,00	0,00	n.d.	n.d.	n.d.	-	-	33,00	15,01		
S15-PMT-PZ_C103	22,50	23,00	T.060/21	15,32	10,67	43,62	2,46	56,69	1,31	82,01	1,50	23,50	69,00	6,00	0,00	n.d.	n.d.	n.d.	-	-	33,09	16,01		
S16-PMT-PZ_C101	4,00	4,50	T.095/21	15,85	10,85	48,08	2,71	59,84	1,48	78,98	2,00	52,00	44,50	1,50	0,00	n.d.	n.d.	n.d.	-	-	27,18	18,52		
S16-PMT-PZ_C102	10,00	10,50	T.096/21	17,58	13,44	30,88	2,70	50,30	1,01	82,48	0,00	18,00	60,00	22,00	0,00	n.d.	n.d.	n.d.	-	-	34,09	15,47		
S18-PMT-PZ_C101	5,00	5,50	T.016/21	16,44	13,58	21,06	2,57	47,20	0,89	60,60	3,50	21,00	65,50	10,00	0,00	n.d.	n.d.	n.d.	-	-	32,84	13,35		
S18-PMT-PZ_C102	13,00	13,50	T.017/21			78,42					4,00		35,72	60,28	0,00	-	-	-	-	-				
S18-PMT-PZ_C103	22,00	22,50	T.018/21	15,24	11,11	37,19	2,54	56,33	1,29	73,30	2,50	14,50	68,50	14,50	0,00	n.d.	n.d.	n.d.	-	-	33,02	14,93		
S19-PZ_C101	10,00	10,50	T.1749/20	19,31	15,68	23,27	2,80	39,81	0,88	91,50	1,50	9,00	64,50	25,00	0,00	n.d.	n.d.	n.d.	-	-	35,08	15,57		
S19-PZ_C102	17,80	18,10	T.1750/20	17,90	13,36	23,95	2,58	48,17	0,93	94,15	4,00	38,00	54,50	3,50	0,00	n.d.	n.d.	n.d.	-	-	33,08	16,24		
S19-PZ_C103	25,00	25,50	T.1751/20	16,14	10,71	50,69	2,52	57,45	1,35	94,50	4,00	18,00	38,50	38,50	0,00	n.d.	n.d.	n.d.	-	-				
S20-DH_C101	4,00	4,50	T.1864/20	18,21	15,01	21,27	2,66	43,46	0,77	73,42	5,00	11,50	64,50	19,00	0,00	n.d.	n.d.	n.d.	-	-	33,00	16,61		
S20-DH_C102	11,50	12,00	T.1865/20	18,63	14,70	26,77	2,67	44,95	0,82	87,53	3,50	18,50	71,00	6,00	0,00	n.d.	n.d.	n.d.	-	-	33,16	14,18		
S20-DH_C103	19,00	19,50	T.1866/20	15,30	9,74	57,06	2,60	62,49	1,67	88,87	7,50	43,50	44,00	5,00	0,00	n.d.	n.d.	n.d.	-	-	33,21	19,57		
S22-DH_C101	7,00	7,50	T.1994/20	17,77	14,43	23,09	2,59	44,17	0,79	75,43	1,50	18,50	77,50	2,50	0,00	n.d.	n.d.	n.d.	-	-				
S22-DH_C102	15,00	15,50	T.1995/20	17,58	13,23	32,34	2,56	48,17	0,93	89,19	3,50	55,50	40,50	0,50	0,00	n.d.	n.d.	n.d.	-	-	31,27	19,38		
S23-PMT-PZ_C101	3,50	4,00	T.2014/20	20,18	16,82	19,98	2,69	37,51	0,60	89,61	1,50	11,00	47,50	40,00	0,00	n.d.	n.d.	n.d.	-	-				
S23-PMT-PZ_C102	9,50	10,00	T.2015/20	17,71	13,48	31,40	2,52	46,59	0,87	90,82	2,00	20,50	47,50	30,00	0,00	n.d.	n.d.	n.d.	-	-				
S23-PMT-PZ_C103	22,50	23,00	T.2018/20	17,41	13,06	33,40	2,52	48,24	0,93	90,30	1,50	24,50	64,00	10,00	0,00	n.d.	n.d.	n.d.	-	-	34,11	16,25		
S24-DH_C101	5,50	6,00	T.2068/20	17,77	14,87	19,49	2,67	44,37	0,80	65,33	3,00	40,00	47,50	9,50	0,00	n.d.	n.d.	n.d.	-	-	31,28	16,31		
S24-DH_C102	14,00	14,50	T.2067/20	16,25	12,85	28,46	2,67	52,65	1,11	68,33	1,00	15,00	58,00	26,00	0,00	n.d.	n.d.	n.d.	-	-	35,81	16,08		
S25-PMT-PZ_C101	8,00	9,50	T.2082/20	16,08	13,04	23,24	2,71	51,83	1,08	88,70	2,00	18,00	61,00	21,00	0,00	n.d.	n.d.	n.d.	-	-	32,37	14,91		
S25-PMT-PZ_C102	13,50	14,00	T.2083/20	15,75	11,51	36,80	2,63	56,30	1,29	75,24	3,00	19,00	71,50	6,50	0,00	n.d.	n.d.	n.d.	-	-	33,06	15,12		
S25-PMT-PZ_C103	17,00	17,50	T.2084/20	18,04	14,45	24,83	2,68	46,22	0,86	77,57	1,00	17,00	61,50	20,50	0,00	n.d.	n.d.	n.d.	-	-	35,95	16,32		
S26-DH_C101	4,50	5,00	T.2095/20	19,12	15,97	19,73	2,68	40,43	0,68	77,91	3,00	9,50	82,50	5,00	0,00	n.d.	n.d.	n.d.	-	-	34,35	15,07		
S26-DH_C102	12,50	13,00	T.2096/20	16,63	12,54	31,39	2,56	51,07	1,05	90,18	3,00	16,50	62,50	18,00	0,00	n.d.	n.d.	n.d.	-	-	34,87	16,31		

Sigla campione	Profondità di prelievo (m)		Sigla di laboratorio	Peso di volume naturale gn (kNm <sup>3</sup> )	Peso volume del secco gd (kNm <sup>3</sup> )	Contenuto d'acqua W (%)	Peso specifico dei gran	Porosità n (%)	Indice dei vuoti e (s)	Grado di saturazione G (%)	Distribuzione granulometrica (%)					Coefficienti di uniformità (C <sub>u</sub> )					Prova di taglio diretto CD		Prova triassiale consolidata drenata CID	
	da	a									Argilla	Limo	Sabbia	Ghiaia	Ciottoli	ML	MP	IP	IC	IL	Angolo di attrito d picco (°)	Coesione di picco (kPa)	Angolo di attrito d picco (°)	Coesione di picco (kPa)
S26-DH_CI03	24,50	25,00	T.2097/20	15,91	11,09	42,91	2,56	56,72	1,31	85,03	2,00	41,00	54,00	3,00	0,00	n.d.	n.d.	n.d.	-	-	32,96	16,93		
S27-PMT-PZ_CI01	5,50	6,00	T.2098/20	15,85	12,38	28,05	2,56	51,64	1,07	67,23	1,50	13,50	45,50	39,50	0,00	n.d.	n.d.	n.d.	-	-				
S27-PMT-PZ_CI02	18,50	19,00	T.2099/20	19,88	17,00	16,95	2,55	33,33	0,50	88,44	7,00	16,00	38,00	41,00	0,00	n.d.	n.d.	n.d.	-	-				
S27-PMT-PZ_CI03	24,00	24,50	T.2100/20	14,78	9,67	52,85	2,50	61,24	1,58	83,43	5,00	29,00	60,00	6,00	0,00	n.d.	n.d.	n.d.	-	-	33,07	17,86		
S28-PMT-PZ_CI01	8,50	8,82	T.2149/20	18,76	14,99	25,12	2,68	44,06	0,79	85,48	2,00	16,00	68,00	14,00	0,00	n.d.	n.d.	n.d.	-	-				
	8,82	9,00		16,82	12,30	36,68	2,70	54,38	1,19	83,00	5,00	27,50	58,50	9,00	0,00	n.d.	n.d.	n.d.	-	-				
S28-PMT-PZ_CI02	18,50	19,00	T.015/21	17,70	13,21	34,02	2,67	50,58	1,02	88,82	3,50	23,50	56,50	16,50	0,00	n.d.	n.d.	n.d.	-	-	34,05	15,20		
S29-PZ_CI01	13,50	14,00	T.019/21	17,28	13,36	29,24	2,62	49,00	0,96	79,59	3,00	25,50	61,50	10,00	0,00	n.d.	n.d.	n.d.	-	-	33,15	15,49		
S29-PZ_CR01	16,00	16,50	T.061/21								1,00	18,00	73,00	8,00	0,00									
S29-PZ_CR02	18,00	18,50	T.062/21								1,50	31,00	57,00	10,50	0,00									
S29-PZ_CR03	19,50	20,00	T.063/21								1,00	7,50	62,50	29,00	0,00									
S29-PZ_CI02	21,40	21,90	T.064/21	16,47	11,61	41,92	2,49	53,39	1,15	91,10	8,00	22,00	65,50	4,50	0,00	n.d.	n.d.	n.d.	-	-	34,28	15,37		
S29-PZ_CI03	29,00	29,50	T.065/21	18,77	14,69	27,83	2,64	44,32	0,80	92,20	1,50	17,50	77,50	3,50	0,00	n.d.	n.d.	n.d.	-	-	35,48	14,61		
S30-DH_CI01	8,00	8,50	T.091/21	17,84	13,77	30,24	2,69	48,87	0,96	85,20	0,00	34,00	48,00	18,00	0,00	n.d.	n.d.	n.d.	-	-	32,07	16,21		
S30-DH_CI02	16,00	16,50	T.020/21	16,81	12,07	39,30	2,66	54,55	1,20	88,80	1,00	14,00	78,00	7,00	0,00	n.d.	n.d.	n.d.	-	-	33,51	12,29		
S31-PMT-PZ_CI01	6,50	7,00	T.021/21	19,53	16,96	15,13	2,88	36,63	0,58	70,07	1,00	16,00	78,00	5,00	0,00	n.d.	n.d.	n.d.	-	-	32,08	14,95		
S31-PMT-PZ_CR01	14,00	14,50	T.066/21								0,50	9,50	75,00	16,00	0,00									
S31-PMT-PZ_CR02	16,00	16,50	T.067/21								0,50	9,50	78,50	11,50	0,00									
S31-PMT-PZ_CI02	17,00	17,50	T.022/21	17,22	12,45	38,26	2,81	52,27	1,10	91,17	3,00	16,00	62,00	19,00	0,00	n.d.	n.d.	n.d.	-	-				
S31-PMT-PZ_CR03	18,00	18,50	T.068/21								0,50	8,50	71,00	20,00	0,00									
S31-PMT-PZ_CR04	20,00	20,50	T.069/21								1,00	9,00	74,00	16,00	0,00									
S32-PMT_CI01	8,30	8,80	T.396/21	16,32	12,17	34,11	2,58	52,82	1,12	78,58	0,50	55,00	42,50	2,00	0,00	7,78	n.d.	n.d.	n.d.	-	-	28,25	19,25	
S33-DH_CR01	10,00	10,50	T.283/21								1,00	18,00	40,00	41,00	0,00									
S33-DH_CI01	11,50	12,00	T.070/21	17,17	13,02	31,86	2,55	49,00	0,96	84,61	0,50	14,00	83,50	2,00	0,00	n.d.	n.d.	n.d.	-	-	35,07	16,63		
S33-DH_CR02	13,00	13,50	T.284/21								1,50	12,00	64,00	22,50	0,00									
S33-DH_CR03	15,50	16,00	T.285/21								0,60	6,90	23,50	69,00	0,00									





Sigla campione	Profondità di prelievo (m)		Sigla di laboratorio	Peso di volume naturale gn (kN/m <sup>3</sup> )	Peso volume del secco gd (kN/m <sup>3</sup> )	Contenuto d'acqua W (%)	Peso specifico dei granuli	Porosità n (%)	Indice dei vuoti e (-)	Grado di saturazione G (%)	Distribuzione granulometrica (%)					Coefficiente d'uniformità (C <sub>u</sub> )					Prova di taglio diretto CD	Prova triassiale consolidata drenata CID				
	da	a									Argilla	Limo	Sabbia	Ghiaia	Ciottoli	ML	MP	IP	IC	IL			Angolo di attrito di picco (°)	Coesione di picco (kPa)	Angolo di attrito di picco (°)	Coesione di picco (kPa)
S41-PMT_CR04	12,70	13,20	T.402/21								4,50	16,50	50,00	29,00	0,00	136,36										
S41-PMT_CR05	16,20	16,50	T.403/21								3,00	13,00	63,00	21,00	0,00	22,19										
S41-PMT_CI02	18,00	18,50	T.404/21	15,88	10,38	53,18	2,58	59,48	1,48	92,24	2,00	29,00	61,00	9,00	0,00	28,32	n.d.	n.d.	n.d.	-	-	34,77	16,09			
S41-PMT_CI03	27,00	27,50	T.405/21	14,78	8,30	78,08	2,69	69,19	2,35	93,89	3,50	24,50	64,00	8,00	0,00	40,00	n.d.	n.d.	n.d.	-	-	34,28	15,37			
S42-DH_CR01	3,00	3,50	T.435/21								2,00	15,00	58,00	25,00	0,00	43,48										
S42-DH_CR02	7,40	7,70	T.438/21								4,90	35,10	57,00	3,00	0,00	22,86										
S42-DH_CR03	12,10	12,50	T.437/21								4,90	30,10	59,50	5,50	0,00	30,00										
S42-DH_CI01	14,00	14,50	T.438/21	18,15	14,27	27,21	2,47	42,25	0,73	91,88	9,00	20,00	69,00	2,00	0,00	66,67	n.d.	n.d.	n.d.	-	-	33,72	16,06			
S42-DH_CR04	17,50	18,00	T.439/21								2,50	9,00	86,50	2,00	0,00	9,44										
S43-PMT_CR01	3,00	3,50	T.406/21								3,50	24,50	67,00	5,00	0,00	35,45										
S43-PMT_CR02	7,50	8,00	T.407/21								4,50	17,00	63,00	15,50	0,00	63,64										
S43-PMT_CI01	10,50	11,00	T.408/21	14,95	9,14	63,48	2,51	63,51	1,74	91,39	15,00	65,00	20,00	0,00	0,00	14,67	29,00	n.d.	n.d.	-	-	30,09	23,89			
S43-PMT_CR03	12,00	12,50	T.409/21								5,00	27,00	61,00	7,00	0,00	33,33										
S43-PMT_CR04	14,50	15,00	T.410/21								11,50	18,50	67,00	3,00	0,00	173,33										
S43-PMT_CR05	18,50	19,00	T.411/21								1,50	13,00	78,00	7,50	0,00	16,33										
S44-DH_CR01	2,00	2,50	T.362/21								1,50	23,50	64,50	10,50	0,00	33,33										
S44-DH_CR02	4,00	4,40	T.363/21								0,50	30,00	65,00	14,50	0,00	39,00										
S44-DH_CR03	7,00	7,50	T.364/21								4,00	26,00	67,00	3,00	0,00	65,00										
S44-DH_CR04	9,00	9,50	T.365/21								2,00	28,50	61,00	8,50	0,00	46,67										
S44-DH_CR05	11,40	11,80	T.368/21								0,00	20,50	69,50	10,00	0,00	24,00										
S44-DH_CI01	12,50	13,00	T.232/21	15,61	14,99	24,18	2,47	39,27	0,65	92,23	3,00	19,00	75,50	2,50	0,00	14,29	n.d.	n.d.	n.d.	-	-	34,46	13,20			
S44-DH_CR06	14,50	15,00	T.367/21								0,00	11,00	77,00	12,00	0,00	1,20										
S44-DH_CI02	17,00	17,50	T.233/21	19,53	15,96	22,50	2,61	38,91	0,64	92,17	3,00	26,50	68,00	2,50	0,00	32,86	n.d.	n.d.	n.d.	-	-	33,28	17,67			
S44-DH_CR07	18,00	18,40	T.369/21								1,50	23,00	59,50	16,00	0,00	4,81										
S44-DH_CR08	19,00	19,40	T.369/21								0,00	16,00	82,00	2,00	0,00	25,42										
S44-DH_CI03	25,00	25,50	T.234/21	15,27	9,42	62,27	2,49	62,17	1,65	94,17	0,50	28,00	61,00	10,50	0,00	32,14	n.d.	n.d.	n.d.	-	-	34,15	15,78			

Sigla campione	Profondità di prelievo (m)		Sigla di laboratorio	Peso di volume naturale gn (kNm <sup>3</sup> )	Peso volume del secco gn (kNm <sup>3</sup> )	Contenuto d'acqua W (%)	Peso specifico dei gran	Porosità n (%)	Indice dei vuoti e (i)	Grado di saturazione G (%)	Distribuzione granulometrica (%)					Coefficiente di uniformità (C <sub>u</sub> )	Limiti di Atterberg (%)					Prova di taglio diretto CD	Prova triassiale consolidata drenata CID					
	da	a									Argilla	Limo	Sabbia	Ghiaia	Ciottoli		WL	WP	IP	IC	IL			Angolo di attrito di picco (°)	Coesione di picco (kPa)	Angolo di attrito di picco (°)	Coesione di picco (kPa)	
S46-DH_CR01	3,00	3,50	T.412/21								4,50	14,00	48,00	33,50	0,00	60,00												
S46-DH_CR02	8,00	8,50	T.413/21								7,00	76,82	16,18	0,00	0,00	6,00												
S46-DH_CI01	10,50	11,00	T.372/21	17,18	12,55	36,89	2,52	50,20	1,01	92,20	13,00	67,00	19,00	1,00	0,00	18,75	27,30	n.d.	n.d.	-	-	29,51	25,03					
S46-DH_CR03	12,10	12,50	T.414/21								4,90	55,10	35,10	4,90	0,00	15,00												
S46-DH_CR04	14,00	14,50	T.415/21								12,50	35,00	32,00	20,50	0,00	300,00												
S46-DH_CR05	17,00	17,50	T.416/21								4,00	25,50	68,50	2,00	0,00	25,00												
S46-DH_CI02	18,30	18,80	T.373/21	17,52	12,72	37,70	2,64	51,75	1,07	92,67	7,00	23,00	63,00	7,00	0,00	31,43	n.d.	n.d.	n.d.	-	-	33,48	17,66					
S46-DH_CR06	19,50	20,00	T.417/21								1,00	17,50	78,50	3,00	0,00	7,18												
S47-FMT_CR01	3,40	3,80	T.418/21								4,50	32,50	65,00	8,00	0,00	23,75												
S47-FMT_CR02	8,50	10,00	T.419/21								1,00	16,50	71,50	11,00	0,00	50,71												
S47-FMT_CI01	13,50	14,00	T.370/21	17,85	13,40	21,77	2,51	48,53	0,87	91,45	18,00	62,00	22,00	0,00	0,00	17,00	35,30	23,70	11,80	0,15	0,85		29,11	25,79				
S47-FMT_CR03	15,50	16,00	T.420/21								4,50	24,50	56,50	14,50	0,00	26,00												
S47-FMT_CI02	17,50	18,00	T.371/21	16,21	10,22	58,58	2,65	61,39	1,59	97,49	0,50	50,50	45,50	3,50	0,00	8,67	n.d.	n.d.	n.d.	-	-	30,80	18,79					
S47-FMT_CR04	19,30	19,70	T.421/21								4,90	30,60	56,50	14,50	0,00	19,00												
S48-PZ_CR01	3,30	3,80	T.422/21								3,50	22,50	40,00	34,00	0,00	123,08												
S48-PZ_CR02	6,00	6,50	T.423/21								8,00	72,00	20,00	0,00	0,00	15,00												
S48-PZ_CI01	7,50	8,00	T.236/21	14,95	9,83	55,24	2,48	61,21	1,58	98,90	12,00	43,50	41,50	3,00	0,00	53,33	23,40	n.d.	n.d.	-	-		30,28	22,54				
S48-PZ_CR03	10,00	10,50	T.424/21								3,50	34,00	59,50	3,00	0,00	33,75												
S48-PZ_CR04	13,00	13,50	T.425/21								4,00	31,00	56,00	9,00	0,00	22,22												
S48-PZ_CR05	16,50	17,00	T.426/21								3,50	27,50	65,00	4,00	0,00	48,89												
S49-PZ_CR01	10,00	10,50	T.427/21								2,50	35,50	55,00	7,00	0,00	21,25												
S49-PZ_CR02	12,00	12,50	T.428/21								2,00	18,50	69,50	10,00	0,00	17,39												
S49-PZ_CI01	13,00	13,50	T.293/21	16,49	11,51	43,32	2,57	55,19	1,23	90,28	11,00	40,50	43,00	5,50	0,00	78,95	n.d.	n.d.	n.d.	-	-	32,66	15,72					
S49-PZ_CR03	15,00	15,50	T.429/21								4,00	33,50	56,00	8,50	0,00	31,43												
S49-PZ_CI02	17,50	18,00	T.294/21	15,19	9,45	60,71	2,55	62,98	1,70	91,08	10,50	58,50	28,50	4,50	0,00	200,00	n.d.	n.d.	n.d.	-	-	30,34	20,49					
S49-PZ_CR04	19,50	20,00	T.430/21								10,00	40,50	41,00	8,50	0,00	75,00												

Sigla campione	Profondità di prelievo (m)		Sigla di laboratorio	Peso di volume naturale gn (kNm <sup>3</sup> )	Peso volume del secco gn (kNm <sup>3</sup> )	Contenuto d'acqua W (%)	Peso specifico dei gran	Porosità n (%)	Indice dei vuoti e (i)	Grado di saturazione G (%)	Distribuzione granulometrica (%)					Coefficiente di uniformità (C <sub>u</sub> )	Limiti di Atterberg (%)					Prova di taglio diretto CD	Prova triassiale consolidata drenata CID						
	da	a									Argilla	Limo	Sabbia	Ghiaia	Ciottoli		WL	WP	IP	IC	IL			Angolo di attrito di picco (°)	Coesione di picco (kPa)	Angolo di attrito di picco (°)	Coesione di picco (kPa)		
S50-DH_CR01	3,00	3,50	T.431/21								2,00	20,00	48,00	30,00	0,00	75,00													
S50-DH_CR02	9,50	10,00	T.432/21								5,00	40,00	53,50	1,50	0,00	375,00													
S50-DH_CI01	10,00	10,80	T.235/21	15,55	9,55	62,87	2,82	63,49	1,74	94,67	10,90	38,00	48,50	3,00	0,00	95,00	n.d.	n.d.	n.d.	-	-		32,03	17,95					
S50-DH_CR03	11,50	12,00	T.433/21								4,50	39,00	44,50	12,00	0,00	30,00													
S50-DH_CR04	15,00	15,50	T.434/21								4,50	31,50	62,00	2,00	0,00	15,00													
S50-DH_CI02	16,50	17,00	T.296/21	15,84	10,43	51,96	2,49	58,08	1,39	98,21	2,00	27,50	61,50	9,00	0,00	31,43	n.d.	n.d.	n.d.	-	-	33,37	15,48						

### 6.3 Morfologia

Il tratto di progetto, ricade nella cosiddetta Piana del Sarno che si presenta come una zona morfologicamente piatta, delimitata a Sud dai rilievi carbonatici dei Monti Lattari, a N-E dai Monti di Sarno, a N-W dalle falde dell'apparato vulcanico del Somma Vesuvio.

Altimetricamente la Piana è quasi completamente inclusa nella isoipsa dei 55 metri e mentre sul lato vesuviano i fianchi del cono vulcanico si raccordano molto dolcemente alla pianura diversamente da quello orientale e meridionale ove le pendenze risultano più marcate per la presenza di una fascia pedemontana detritico-alluvionale-piroclastica ai piedi dei rilievi carbonatici.

Il corso del fiume Sarno si sviluppa in posizione meridiana rispetto alla Piana ed è allungato in direzione NE-SO. Gli altri corsi d'acqua presenti sono rappresentati da piccoli impluvi rettificati ovvero canali di scolo che scorrono in direzione sud-occidentale.

Il tratto di progetto, risulta compreso tra le quote di 55 m slmm e 25 m slmm, per una lunghezza di circa 5 km.

### 6.4 Idrogeologia

Da un punto di vista idrogeologico, l'area in esame ricade all'interno della Unità Idrogeologiche del "Somma-Vesuvio", ubicata nella parte meridionale del grosso graben plio-quadernario della conca campana ed sono idrogeologicamente interconnesse con le unità adiacenti dei "Campi flegrei", del "Volturno-Regi Lagni" e della "Piana del Sarno".

I terreni affioranti possono essere ricondotti ad "acquiferi vulcanici", caratterizzati da gradi e tipi diversi di permeabilità, la quale risulta fortemente influenzata dalla litologia e granulometria dei terreni presenti.

Questi sedimenti offrono comunque una discreta permeabilità primaria per porosità, nel caso delle vulcanite sciolte, ed una media permeabilità secondaria per fratturazione nel caso delle lave fratturate o del tufo in facies litoide.

Per quanto riguarda il tipo e grado di permeabilità dei terreni esso risulta variabile sia tra i due complessi descritti sopra che nell'ambito degli stessi. Le piroclastiti risultano permeabili per porosità con un grado medio-scarso in funzione dei caratteri granulometrico-litologici dei singoli strati, passando da valori alti nelle pomici e lapilli a molto modesti nelle ceneri con frazione limosa prevalente.

La lava invece, risulta molto permeabili per fratturazione, tale che la lava stessa risulta essere il serbatoio acquifero della falda.

Il livello della falda acquifera misurato nei punti d'indagine, si attesta ad una profondità superiore ai 30 metri dal piano campagna, nella parte iniziale del percorso, fino ad arrivare a circa 11 m verso la parte terminale, in corrispondenza dei sondaggi S4PZ e S5DH (§ carta idrogeologica).

Per quanto riguarda la permeabilità, sono state eseguite 32 prove di permeabilità Lefranc in foro

### Indagini di Fase 1

N.	Sigla ID	Tratto di Prova (m dal p.c.) da a	Litologia	Coefficiente di permeabilità k (m/s)
1	S02-PZ	5.00 – 5.50	Cinerite sabbiosa medio fine limosa a tratti litificata	4.4E-06
2	S02-PZ	21.00 – 21.50	Cinerite sabbiosa medio fine con limo	1.3E-05
3	S04-PZ	4.00 – 4.50	Cinerite sabbiosa da medio fine a fine, da limosa a con limo	9.7E-06
4	S04-PZ	15.50 – 16.00	Cinerite sabbiosa medio-fine ghiaiosa limosa	5.3E-06

## Indagini di Fase 2

N.	ID sondaggio	Profondità (m dal p.c.) da a		Sigla prova	Litologia	Coefficiente di permeabilità k (m/s)
1	S19-PZ	6.30	7.10	LEF1	Sabbia limosa	1.50E-06
2	S19-PZ	10.50	11.00	LEF2	Sabbia limosa	1.10E-06
3	S19-PZ	20.00	20.50	LEF3	Limo	8.30E-07
4	S23-PMT-PZ	5.60	6.10	LEF1	Sabbia ghiaiosa limosa	5.80E-06
5	S23-PMT-PZ	12.50	13.00	LEF2	Sabbia ghiaiosa limosa	1.80E-06
6	S23-PMT-PZ	20.50	21.00	LEF3	Sabbia ghiaiosa limosa	1.10E-06
7	S25-PMT-PZ	6.00	6.50	LEF1	Sabbia limosa	4.70E-06
8	S25-PMT-PZ	10.50	11.00	LEF2	Sabbia limosa	1.80E-06
9	S25-PMT-PZ	19.50	20.00	LEF3	Sabbia limosa ghiaiosa	1.10E-06
10	S27-PMT-PZ	5.50	6.00	LEF1	Sabbia ghiaiosa limosa	1.40E-05
11	S27-PMT-PZ	11.50	12.00	LEF2	Sabbia limosa	2.10E-06
12	S27-PMT-PZ	22.00	22.50	LEF3	Sabbia ghiaiosa limosa	1.30E-06
13	S29-PZ	7.00	7.50	LEF1	Sabbia limosa ghiaiosa	2.30E-06
14	S29-PZ	16.00	16.50	LEF2	Sabbia limosa ghiaiosa	1.60E-06
15	S29-PZ	23.50	24.00	LEF3	Sabbia limosa ghiaiosa	6.80E-06
16	S31-PMT-PZ	5.00	5.50	LEF1	Sabbia con limo	1.80E-06
17	S31-PMT-PZ	13.50	14.00	LEF2	Sabbia limosa ghiaiosa	1.50E-06
18	S31-PMT-PZ	19.50	20.00	LEF3	Sabbia con limo	1.90E-06
19	S36-PZ	6.00	6.50	LEF1	Sabbia limosa ghiaiosa	1.00E-05
20	S36-PZ	10.00	10.50	LEF2	Sabbia limosa	4.30E-06
21	S38-PZ	7.50	8.00	LEF1	Sabbia limosa	2.10E-06
22	S38-PZ	20.00	20.50	LEF2	Limo sabbioso argilloso	7.10E-07
23	S39-DH	11.50	12.00	LEF1	Sabbia	3.30E-05
24	S40-PZ	5.30	6.00	LEF1	Sabbia ghiaiosa limosa	2.10E-06
25	S48-PZ	3.60	4.20	LEF1	Sabbia ghiaiosa	1.90E-05
26	S48-PZ	12.00	12.50	LEF2	Sabbia limosa	3.90E-05
27	S49-PZ	3.50	4.00	LEF1	Sabbia ghiaiosa limosa	1.50E-05
28	S49-PZ	7.80	8.30	LEF2	Sabbia ghiaiosa limosa	2.40E-05

## 7 PERICOLOSITA' GEOLOGICA

### 7.1 Piano Stralcio Assetto idrogeologico

L'area in oggetto, rientra nelle competenze dell'Autorità di Bacino Regionale della Campania Centrale; tale ente, nel proprio territorio di competenza, ha realizzato diversi studi tra i quali il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.S.A.I.); tale studio ha individuato quattro classi di rischio idraulico (fenomeni da allagamento per esondazione):

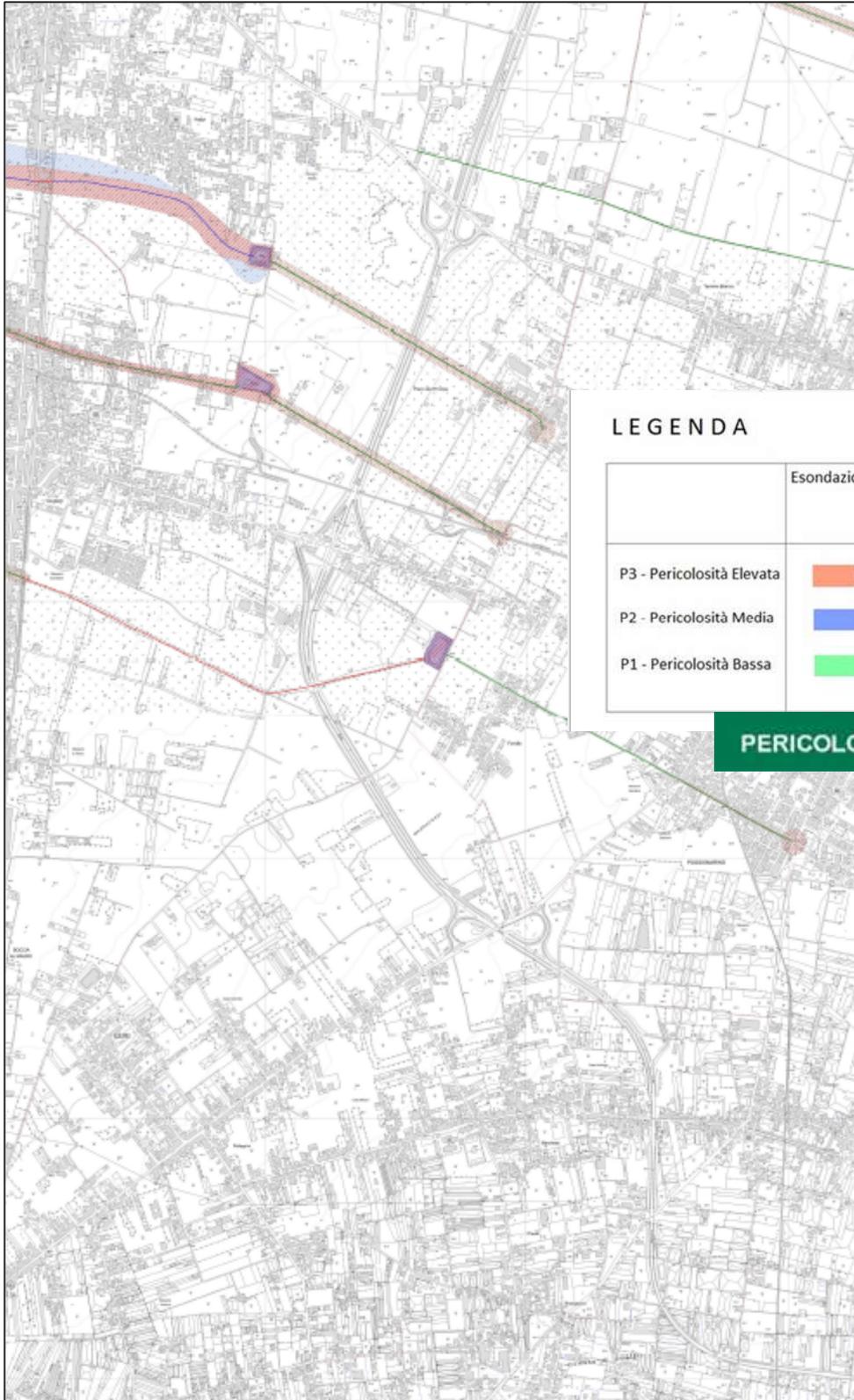
R1 – moderato, per il quale sono possibili danni sociali ed economici marginali;

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.

Dalla lettura del suddetto studio, approvato con Delibera di Comitato Istituzionale n. 1 del 23/02/2015 e contestualmente adottato, consultabile sul sito <http://www.adbcampaniacentrale.it/Asp/PianoStralcio/>, si evince che da un punto di vista franoso e idraulico, l'area che riguarda il tracciato non risulta perimetrata.



**LEGENDA**

	Esondazione	Aree di attenzione	Elevato trasporto solido	Falda sub-affiorante Conche endoreiche
P3 - Pericolosità Elevata				
P2 - Pericolosità Media				
P1 - Pericolosità Bassa				

**PERICOLOSITA' IDRAULICA**

## 7.2 Rischio vulcanico

Il gruppo di lavoro della Commissione Nazionale, incaricata di aggiornare il Piano di emergenza per il Vesuvio ha ridefinito l'estensione dell'area esposta ai flussi piroclastici.

Il Dipartimento della protezione civile in raccordo con la Regione Campania ha emesso l'aggiornamento del Piano nazionale di emergenza per il Vesuvio con la seguente perimetrazione della Zona Rossa che comprende sia la zona esposta all'invasione di flussi piroclastici (zona rossa 1) che l'area soggetta ad elevato rischio di crollo delle coperture degli edifici per l'accumulo di depositi piroclastici (ceneri vulcaniche e lapilli) (zona rossa 2).

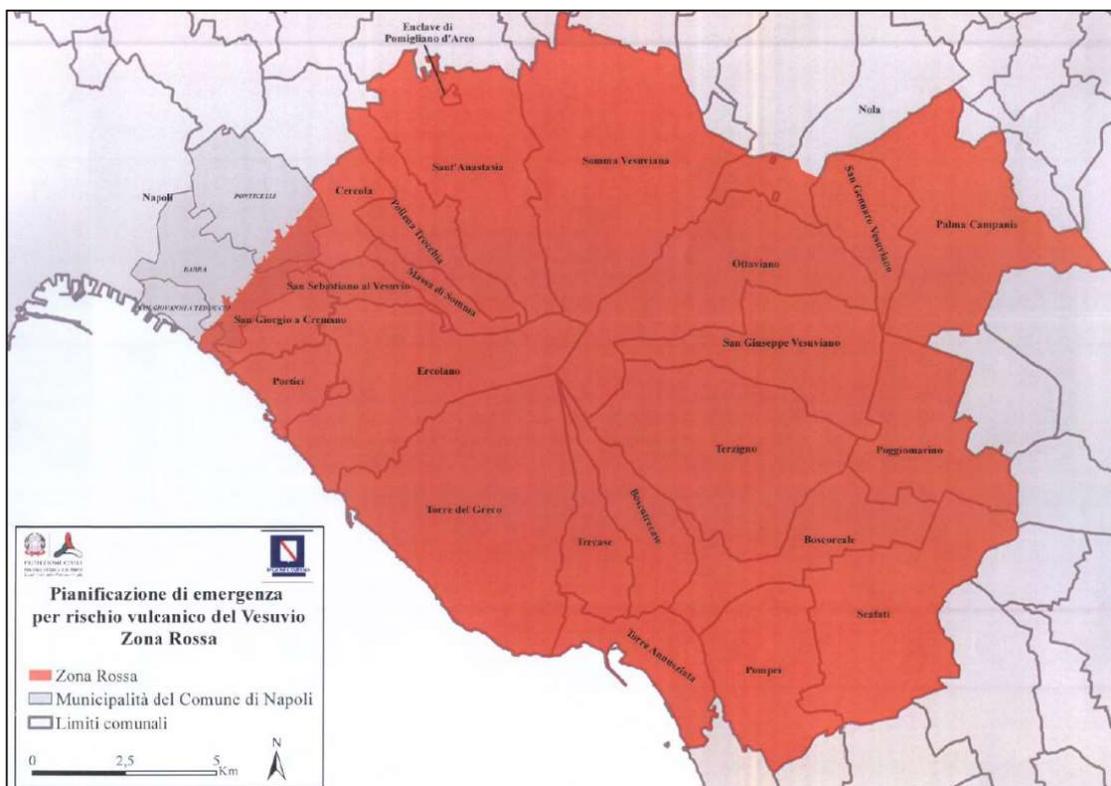


Figura 17 - Dipartimento della protezione civile – Nuova Zona Rossa (2014)

Il tracciato di progetto attraversa un esteso territorio ricadente all'interno della zona rossa.

I perimetri delle due zone rosse (zona rossa 1 e 2) sono evidenziati nella seguente carta "Delimitazione della Zona rossa 1 e della Zona rossa 2 del Piano di emergenza dell'area

vesuviana”, approvata dalla Regione Campania con delibera n. 250 del 26.07.2013 (cfr. Figura 18).

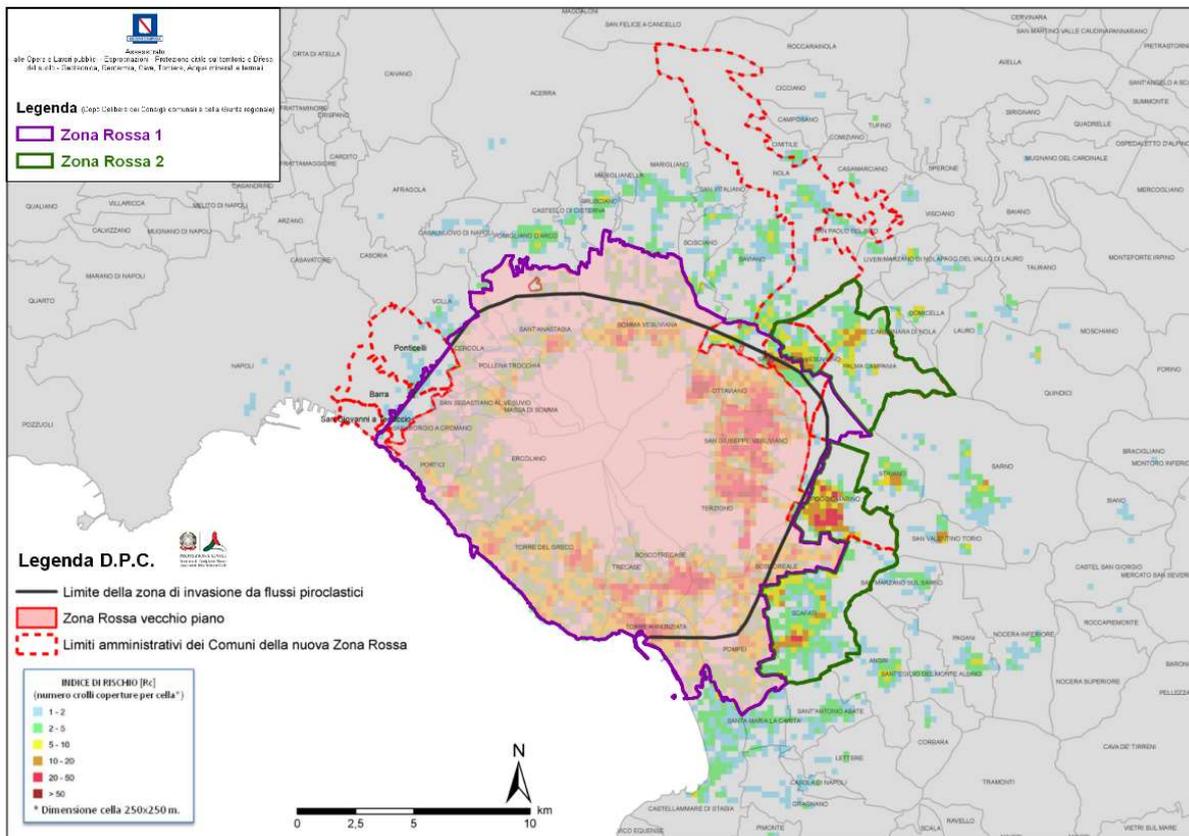


Figura 18 - Delimitazione della Zona rossa 1 e della Zona rossa 2 del Piano di emergenza dell'area vesuviana (2013)

Si rileva che il tracciato di progetto si sviluppa entro il perimetro della zona rossa 1 ed è oggetto ad invasione di flussi piroclastici.

### 7.3 Rischio di sprofondamenti

Nell'area di Sarno sono stati riconosciuti solo 2 sinkhole posizionati nella fascia pedemontana (Guarino P.M. & Nisio S., 2009), il Lago del Falso Compare, anticamente ubicato in prossimità del centro urbano di Sarno ed attualmente obliterato dall'espansione urbanistica, e La Fossa di S. Vito, ad est dell'abitato di Sarno, in contrada S.Vito.

Calcaterra D. et alii (2009) mediante l'utilizzo della tecnica Psinsar™ hanno segnalato, in quei luoghi, un'area di attenzione estesa lungo la direttrice Piazza Lago – San Vito. Tale condizione

di rischio è stata codificata da Santo A. & Del Prete S. (2011) individuando planimetricamente un areale di attenzione per fenomeni di sinkhole del territorio di Sarno (cfr. Figura 19).

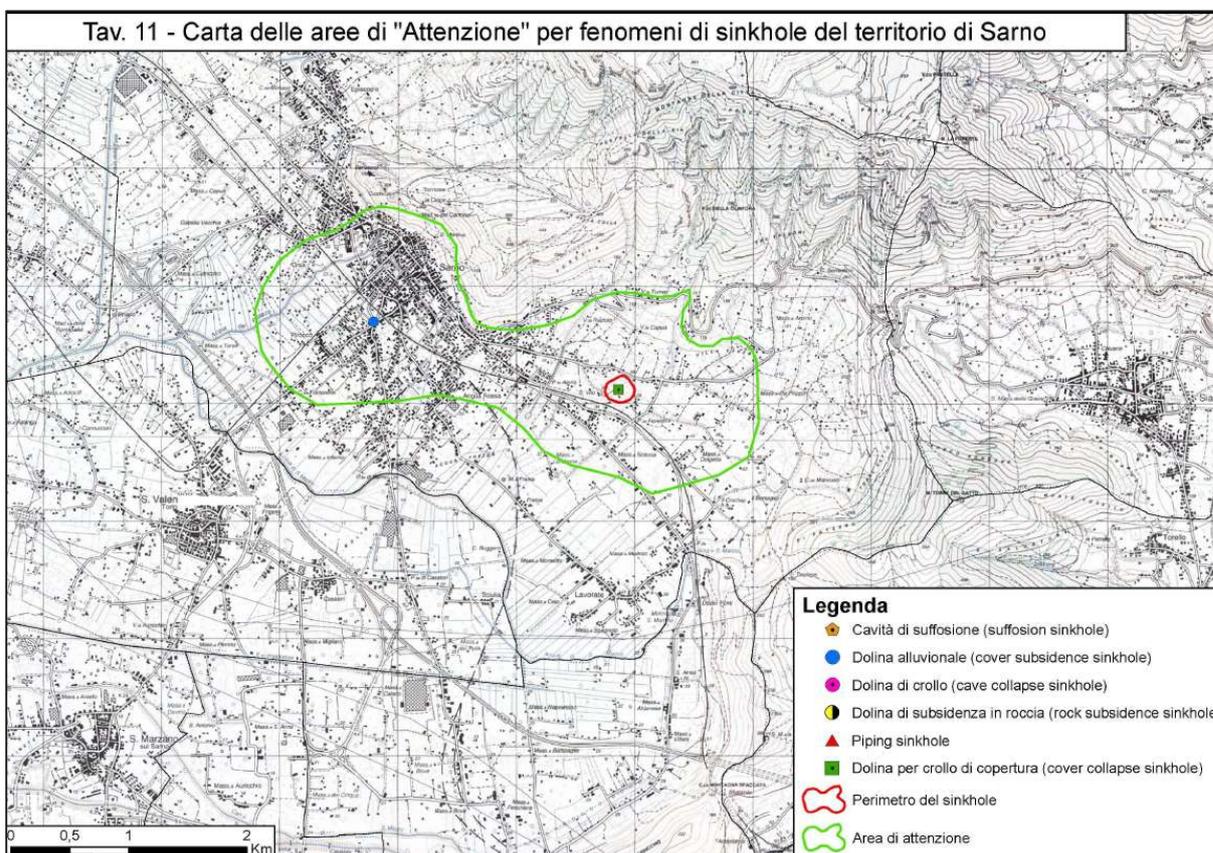


Figura 19 - Carta delle Aree di "Attenzione" per fenomeni di sinkhole - Santo A. & Del Prete S. (2011)

Tale settore non interessa l'areale ove si sviluppa il tracciato stradale di progetto.

## 7.4 Subsidenza

Nella Piana di Sarno l'intensivo sfruttamento della riserva idrica ha prodotto, a partire dagli inizi degli anni 90, evidenti effetti di subsidenza.

Termolini G. (2007) ha elaborato i dati provenienti dall'applicazione delle tecniche di interferometria SAR osservando la distribuzione e l'entità della subsidenza nel lungo periodo (1992-2004) ed analizzando le serie temporali di deformazione sul breve periodo, sia con riferimento all'acquisizione dei satelliti ERS-1 ed ERS2 (1992-2004) sia a quelle di ENVISAT (2002-2006) nell'area della piana del fiume Sarno (cfr.Figura 19) .

Nel periodo 1992-2004 l'Autore osserva la presenza di vasti settori in subsidenza. I siti nei quali si registrano le deformazioni di maggiore entità (fino a 9 cm) risultano essere molto estesi; in particolare nel settore più settentrionale della piana, tra gli abitati di Palma Campania e S. Gennaro Vesuviano, laddove esistono situazioni di emungimento concentrato. Altre criticità sono rilevate nel comune di Sarno nella fascia pedemontana e nell'area centrale piana, tra i comuni di Pompei, Scafati, Angri, S. Maria la Carità, ove sono presenti i maggiori spessori di litotipi compressibili ed una maggiore concentrazione di aree destinate ad attività agricole ed industriali.

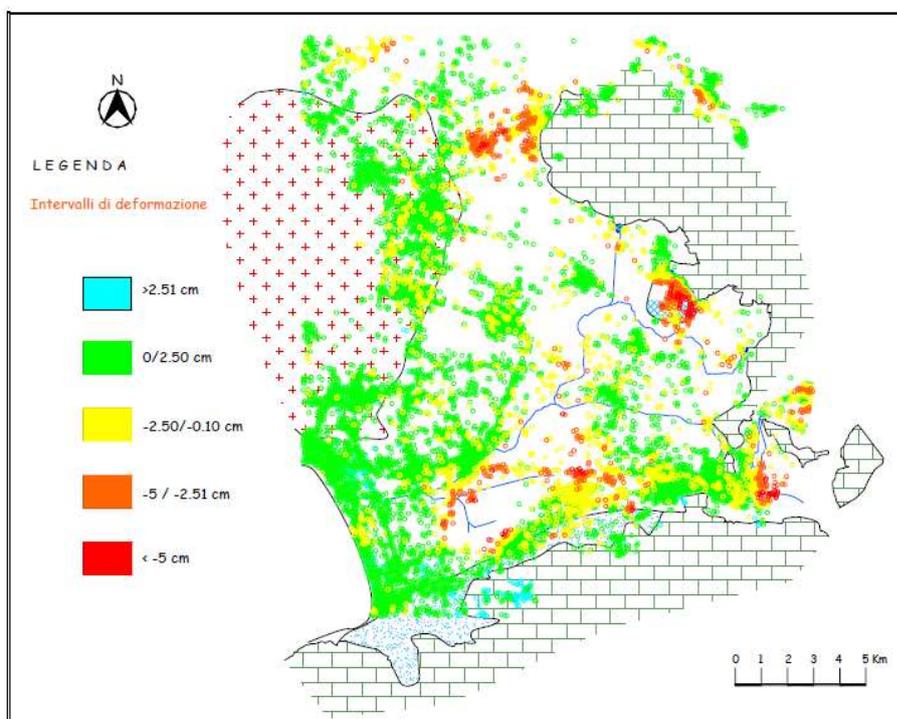


Figura 20 - Distribuzione delle deformazioni osservate fra il 1992 ed il 2003 - Termolini G. (2007)

Appare evidente dunque una stretta correlazione tra le aree caratterizzate da abbassamenti piezometrici significativi e le aree subsidenti.

La risposta al fenomeno è variabile in funzione delle diverse situazioni litostratigrafiche locali. Infatti, le zone caratterizzate dalla presenza di litotipi poco compressibili (come quella di Palma-S. Gennaro Vesuviano) rispondono deformandosi soltanto a forti escursioni piezometriche (Fabrocino S., Lanari R., Celico P., Termolini G. e Zeni G., 2007) (cfr. Figura 21). Al contrario le

aree caratterizzate prevalentemente da litotipi sciolti, ed in modo molto più marcato dalle torbe, mostrano risentire azioni deformative anche di oscillazioni piezometriche piuttosto contenute.

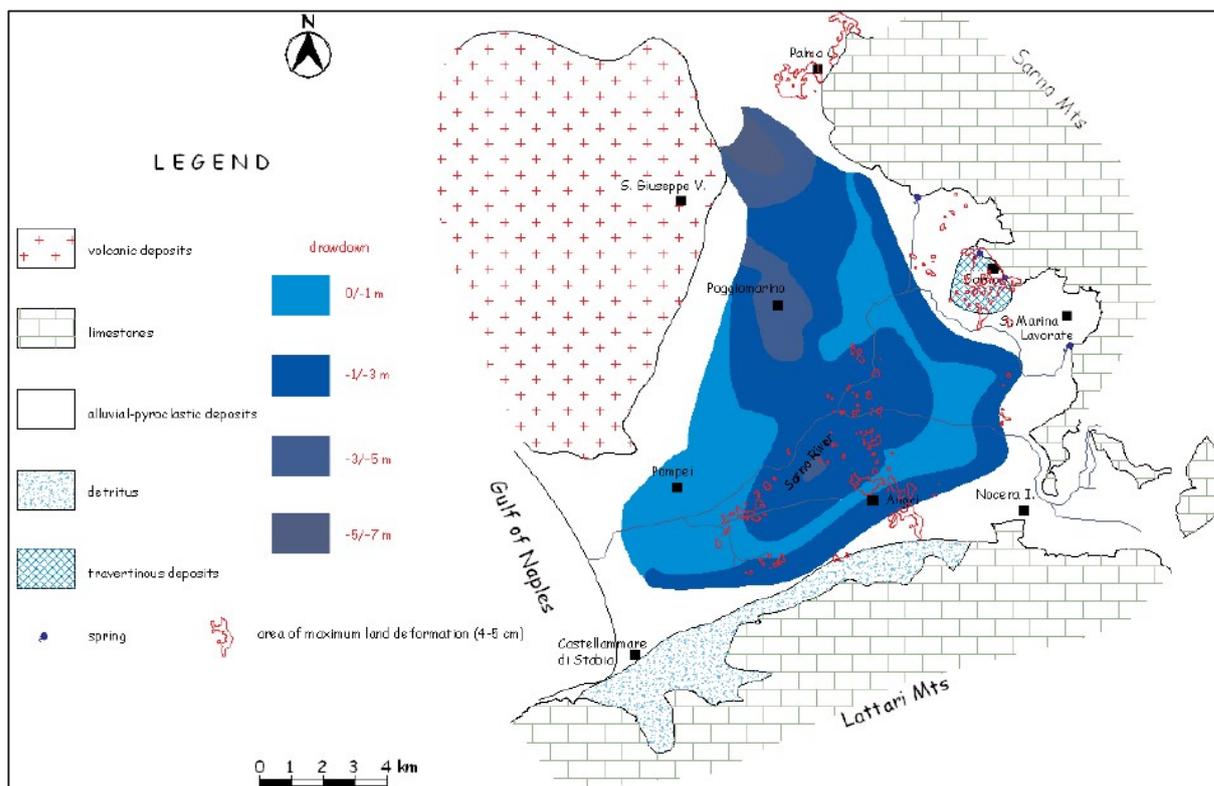


Figura 21 - Sovrapposizione delle aree di massima deformazione della superficie terrestre con gli abbassamenti della superficie piezometrica (periodo di riferimento 1992-2003 - Fabbrocino S., Lanari R., Celico P., Termolini G. e Zeni G (2007)

In particolare le aree deformate ricadono prevalentemente nell'intervallo di variazione del livello di falda pari a 1.00 -3.00 m; le aree deformate che ricadono nell'intervallo inferiore di variazione del livello di falda (0.00 – 1.00 m) sono caratterizzate dalla presenza di torbe; le aree subsidenti sono caratterizzate dalla presenza di almeno due litotipi compressibili; le zone indeformate che ricadono nell'intervallo di variazione del livello di falda > 3.00 m sono caratterizzate dall'assenza dei litotipi più compressibili e dalla presenza di litotipi lapidei (es. lave); le zone subsidenti sono localizzate spesso dove sono concentrati i maggiori spessori dei litotipi più compressibili.

Analogamente è stata eseguita un'analisi dei dati di subsidenza riferibili al periodo novembre 2002 - aprile 2006 (cfr. Figura 22).

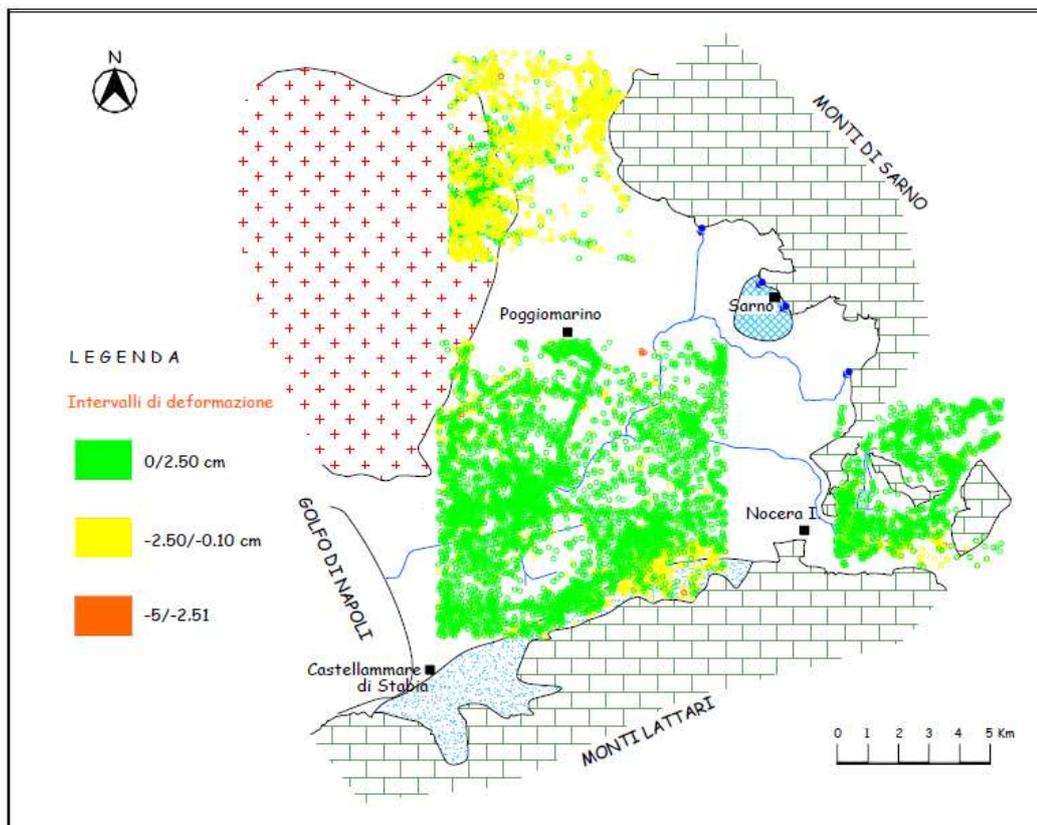


Figura 22 - Distribuzione delle deformazioni osservate fra il 2004 ed il 2006 - Termolini G. (2007)

L'osservazione della distribuzione areale e dell'entità della subsidenza mostra una sostanziale stabilità dell'area in questi tre anni; stabilità peraltro concomitante con la risalita dei livelli idrici e l'incremento delle precipitazioni registrato nello stesso periodo (Corniello A. & Baistrocchi F., 2009).

Il fatto di non osservare nei tre anni un netto trend in crescita della subsidenza (come invece avviene per gli anni tra il 1992-2003), è correlabile a condizioni di oscillazioni freatiche tali da determinare variazioni nello stato tensionale del sottosuolo contenute nella pressione di preconsolidazione di molti litotipi.

Chiaramente una scarsa attenzione nella gestione dei prelievi idrici avrebbe la naturale conseguenza di riattivare i processi di consolidazione negli scadenti sedimenti che caratterizzano spessi orizzonti del sottosuolo della Piana di Sarno.

## 8 MODELLAZIONE SISMICA

### 8.1 Inquadramento sismico

L'Appennino Campano rappresenta una delle zone a più alta sismicità di tutta la Penisola Italiana. Alcuni terremoti localizzati al confine tra Campania e Molise e tra Campania e Basilicata hanno provocato danni su aree molto estese. Recentemente i più distruttivi sono avvenuti nel 1930 "Irpinia" e nel 1980 "Irpinia-Basilicata", di cui si riporta la carta delle isosiste (cfr. Figura 23).

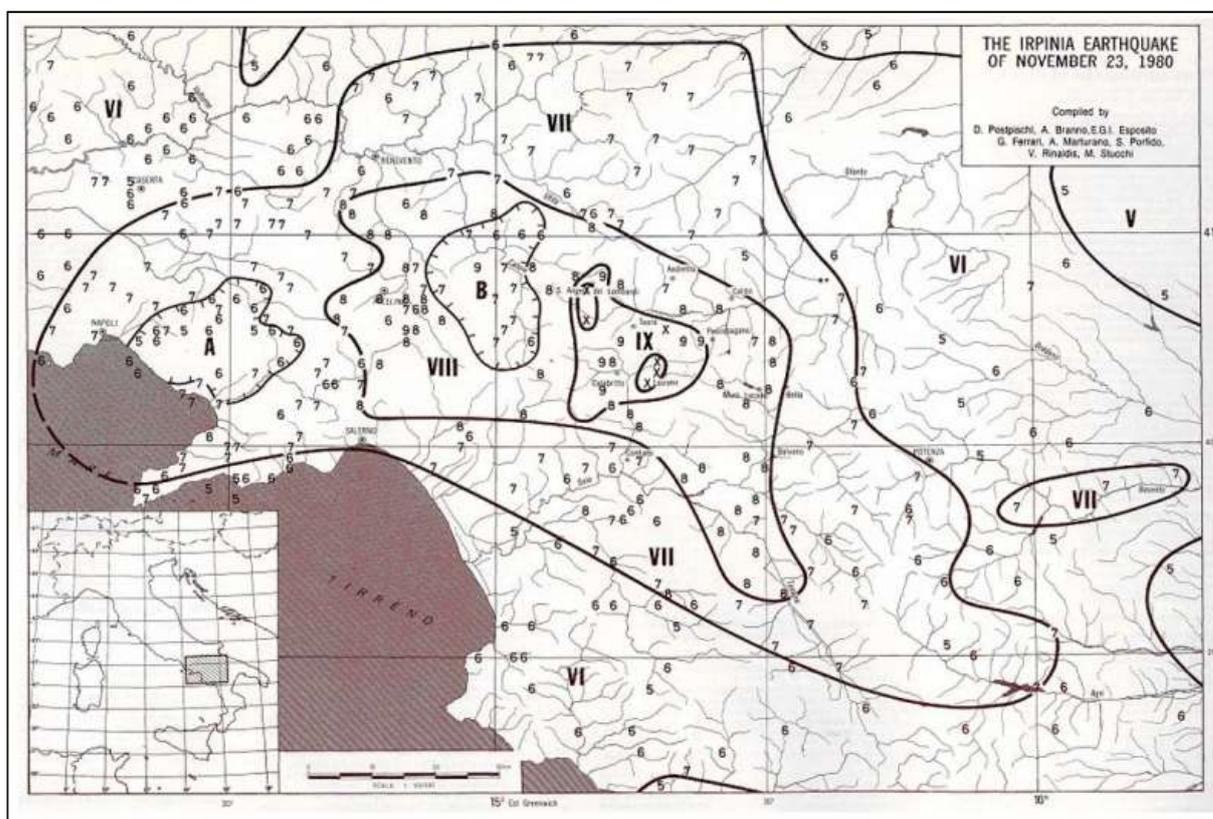


Figura 23 - Campo macrosismico relativo al terremoto del 23 Novembre 1980. (MSK-MCS) - Postpischl et al., 1985

Nella seguente figura si riporta la carta della distribuzione dei terremoti storici da cui si può osservare che i terremoti più intensi dell'Appennino Campano sono localizzati nelle aree sismogenetiche del Matese, Sannio ed Irpinia.

Questa è una delle regioni più attive d'Italia, caratterizzata da terremoti distruttivi con magnitudo circa 7.

Gran parte di essi sono localizzati su una stretta fascia lungo la cresta occidentale della catena appenninica, con un allineamento delle isosiste di massima intensità dei terremoti storici secondo la direzione appenninica NW-SE, coerentemente con la distribuzione dei lineamenti tettonici più significativi.

È da ritenere quindi che le strutture sismogenetiche dei terremoti di più elevata energia abbiano andamento secondo l'asse longitudinale della catena.

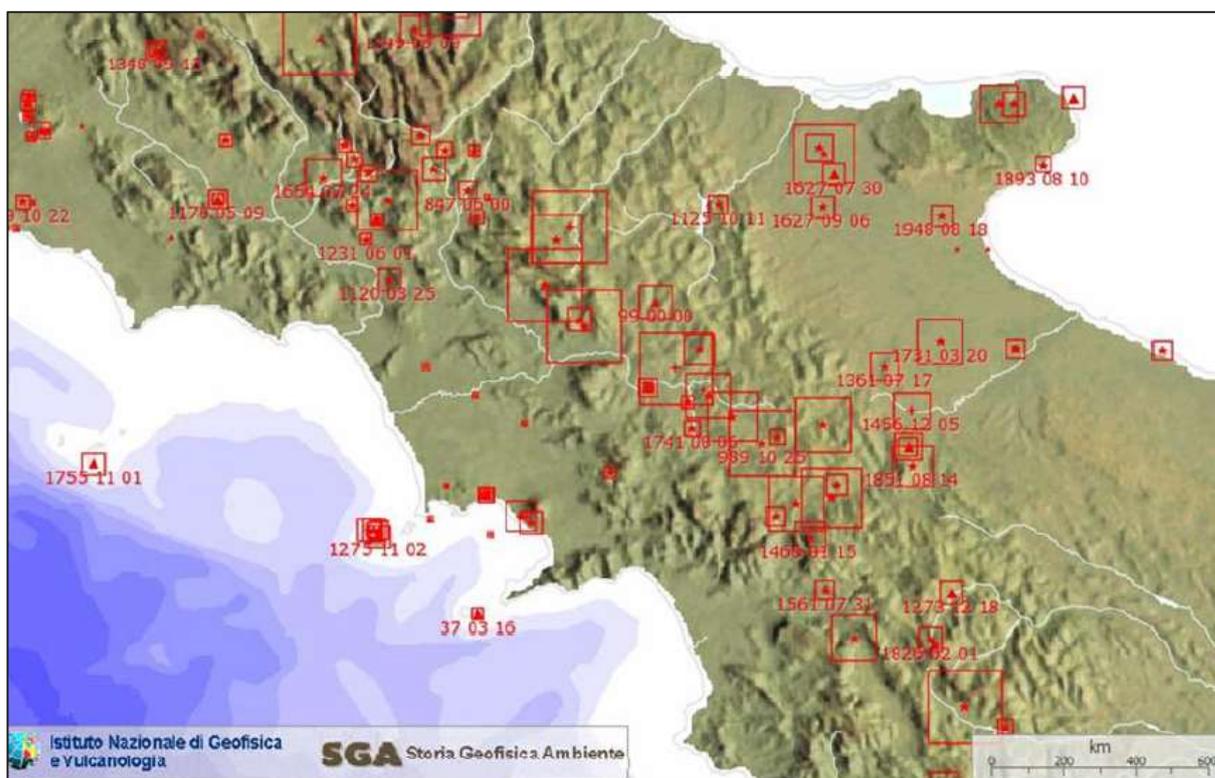


Figura 24 - Ubicazione terremoti storici ed intensità relativa (INGV).

## 8.2 Classificazione sismica

A seguito dell'emanazione dell'Ordinanza P.C.M. n. 3274/03, che ha stabilito l'esistenza di 4 zone sismiche sull'intero territorio nazionale e dell'Ordinanza del P.C.M. n. 3519 del 28.04.2006, che ha disciplinato i criteri alla base degli studi per la definizione della pericolosità sismica utili alla riclassificazione sismica del territorio nazionale, il territorio attraversato dal nuovo tracciato stradale è stato classificato zona sismica 2.

A questa zona competono, per suolo di tipo "A" valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo ( $a_g$ ), con probabilità di superamento del 10% in 50 anni compresi tra 0.15 e 0.25  $a_g/g$  e un'accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme Tecniche)  $a_g/g > 0.25$ .

Zona	Accelerazione orizzontale con la probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni [ $a_g/g$ ]	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme Tecniche) [ $a_g/g$ ]
1	$> 0,25$	0,35
2	$0,15 \div 0,25$	0,25
3	$0,05 \div 0,15$	0,15
4	$< 0,05$	0,05

Figura 25 - Valori di  $a_g$  espressi in frazione dell'accelerazione di gravità ( $g$ ) da adottare in ciascuna delle zone sismiche del territorio nazionale

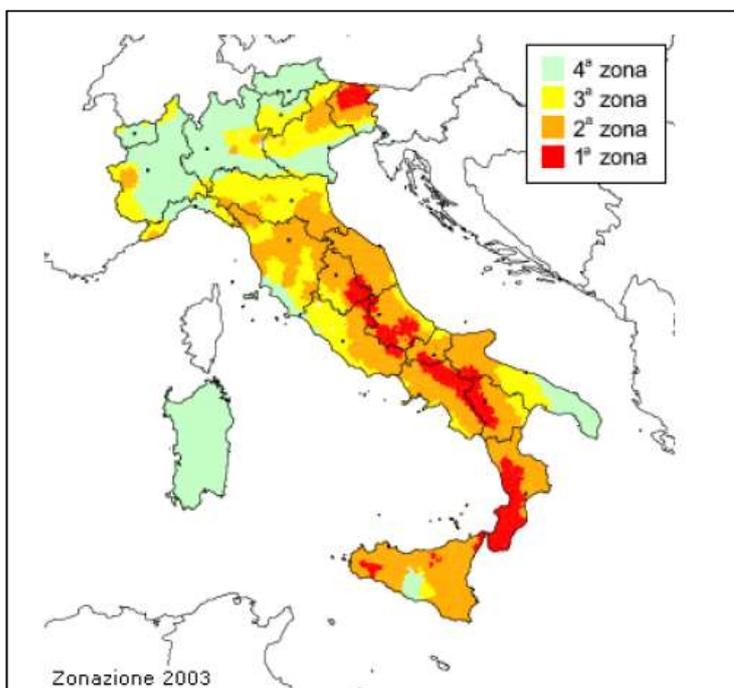


Figura 26 - Classificazione sismica del territorio nazionale Anno 2003 - Ordinanza PCM 3274 del 20/03/2003.

In Campania, sulla base della Delibera G.R. 07/11/2002 n. 5447, si rileva la seguente classificazione sismica.

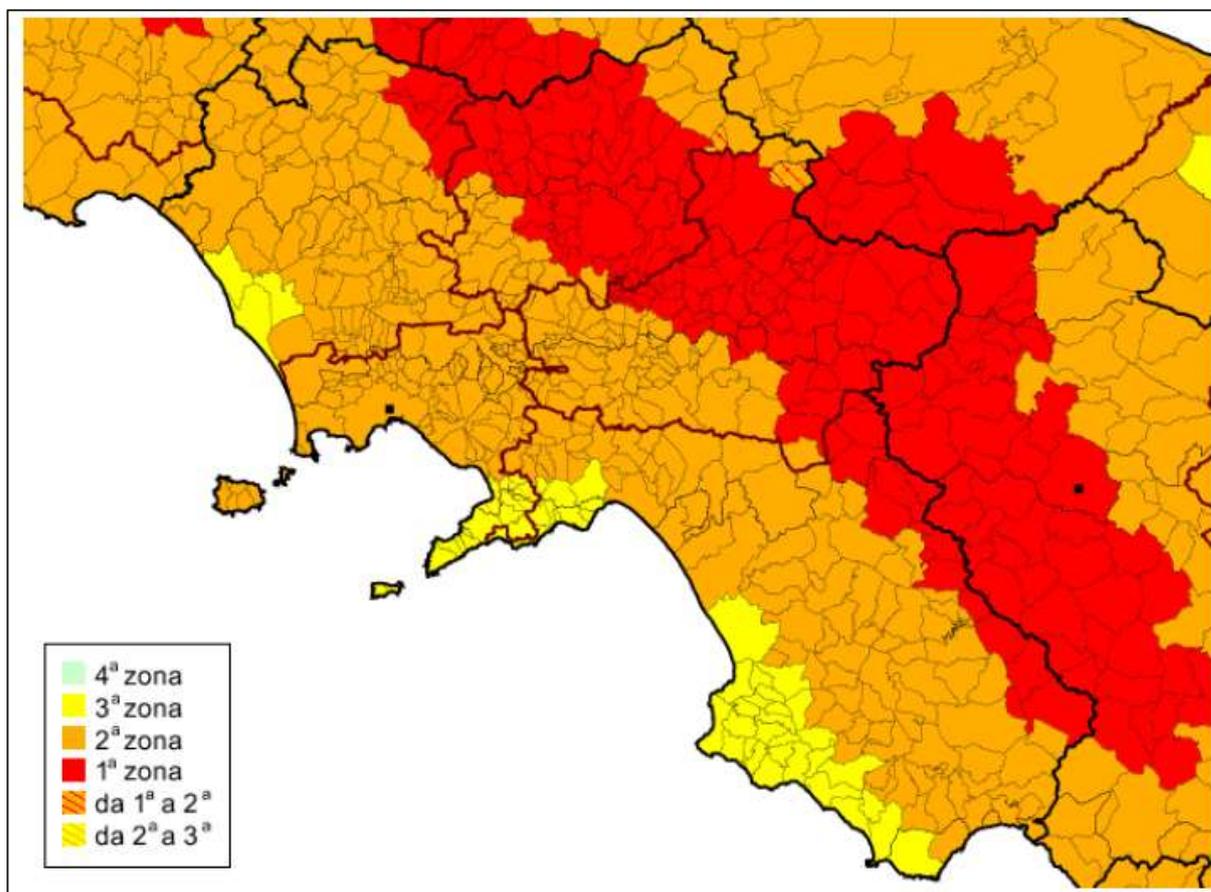


Figura 27 - Classificazione sismica dei Comuni della Regione Campania anno 2004

CODICE ISTAT	COMUNE	DATA DI PRIMA CLASSIFICAZIONE	VECCHIA CLASSIFICAZIONE	NUOVA CLASSIFICAZIONE
15063008	BOSCOREALE	07/03/1981	2	2
15063055	POGGIOMARINO		N.C.	2
15063068	SAN GIUSEPPE VESUVIANO		N.C.	2
15063082	TERZIGNO	07/03/1981	2	2
15065007	ANGRI	07/03/1981	2	2
15065137	SCAFATI	07/03/1981	2	2

Dunque il territorio attraversato dall'opera di progetto, a seguito della riclassificazione sismica del 2002 della Regione Campania di cui alla Del. G.R. n. 5447 del 07/11/2002, è classificato a Media sismicità – Zona 2 (ag= 0.25 g).

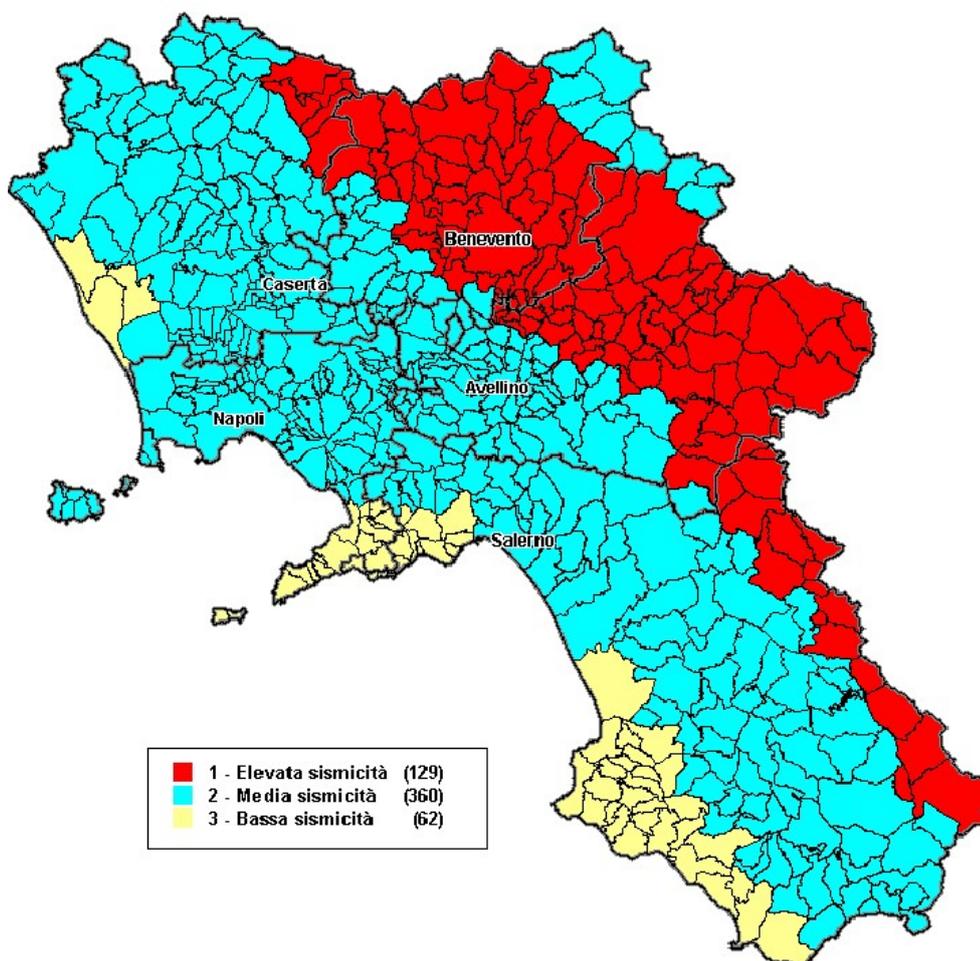


Figura 28 - Classificazione D.G.R. n. 5447 del 07.11.2002

Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008 e il successivo aggiornamento con il D.M. 17 gennaio 2018 l'azione sismica di progetto viene valutata con approccio di tipo "sito dipendente" implementando all'accelerazione di base meccanismi incrementali dovuti ad effetti locali dei terreni.

### 8.3 Sismicità dell'area

La sismicità storica dell'area di intervento è stata ricostruita con la consultazione del “Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani CPTI15 Release v1.5 - Rovida A., Locati M., Camassi R., Loli B., Gasperini P. (eds), 2016. CPTI15, the 2015 version of the Parametric Catalogue of Italian Earthquakes. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia” (cfr. Figura 29).

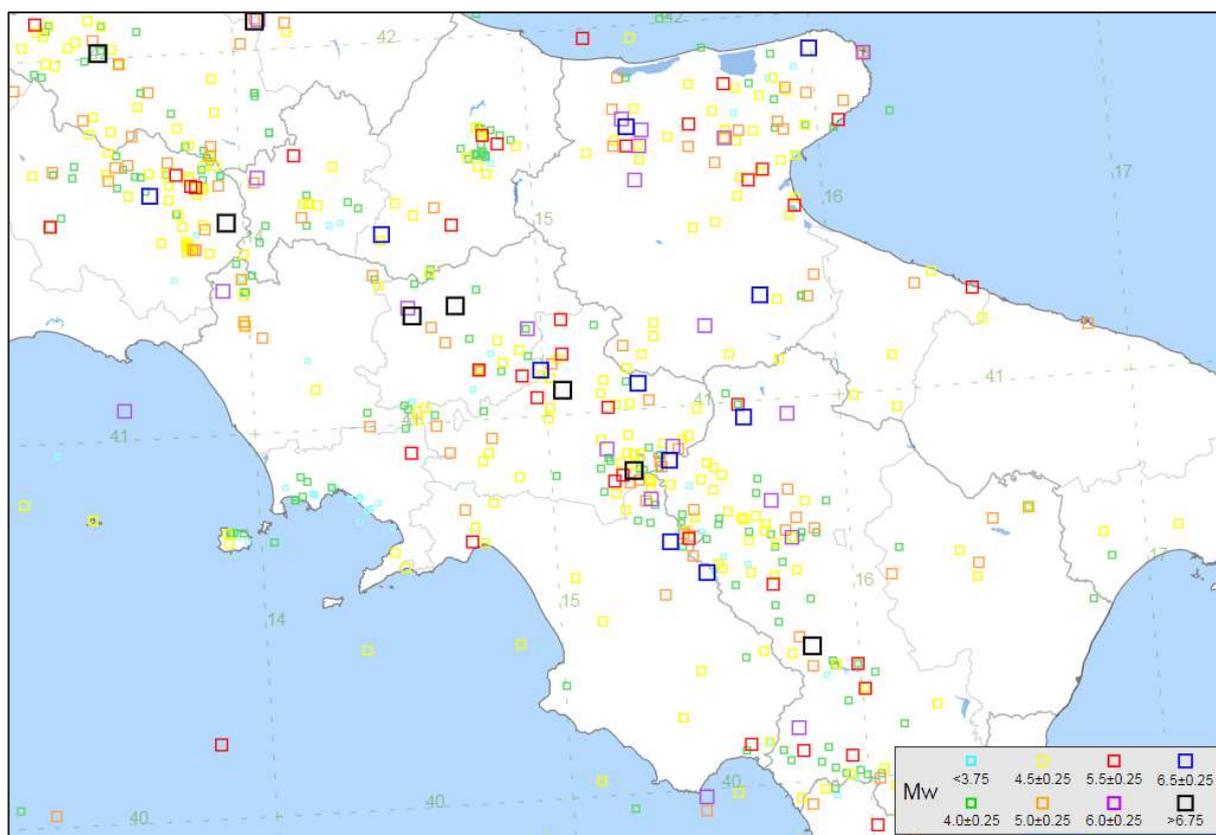


Figura 29 - Localizzazione degli eventi macrosismici a livello regionale (Periodo 1000 – 2014)

In particolare gli effetti macrosismici che hanno interessato il territorio in esame e presenti nel catalogo sono riconducibili ai seguenti eventi, verificatisi dal 1456 al 2003, con vario grado di intensità sismica come riportato nel “Database Macrosismico Italiano DBMI15 - Release v1.5 - Locati M., Camassi R., Rovida A., Ercolani E., Bernardini F., Castelli V., Caracciolo C.H., Tertulliani A., Rossi A., Azzaro R., D'Amico S., Conte S., Rocchetti E. (2016). DBMI15, the 2015 version of the Italian Macroseismic Database. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia”.

Si riporta l'elenco degli eventi macrosismici catalogati DBMI15 ordinati per territorio comunale.

La maggiore intensità sismica percepita in questo territorio raggiunge il grado 10 MCS (Mw = 6.81) in occasione del terremoto dell'Irpinia-Basilicata del 1980.

Analizzando il catalogo delle sorgenti sismogenetiche (DISS - Database of Individual Seismogenic Sources - Basili R., G. Valensise, P. Vannoli, P. Burrato, U. Fracassi, S. Mariano, M.M. Tiberti, E. Boschi, 2008) si osserva che il territorio di Sant'Agata di Puglia si colloca ad una distanza minima di circa 48 Km dall'area sismogenetica composita codificata come ITCS084 Mirabella Eclano - Monteverde, caratterizzata dai seguenti parametri:

- *Strike (angolo rispetto al nord): 270° - 290°*
- *Dip (inclinazione rispetto al piano campagna): 55° - 75°*
- *Profondità min. - max: 1.0 – 16.0 km*
- *Magnitudo massima (Mw): 6.7*

In particolare la singola sorgente sismogenetica più vicina è ITIS066 "Ufita Valley" con una distanza di 48 Km e magnitudo massima stimata di Mw = 6.6.

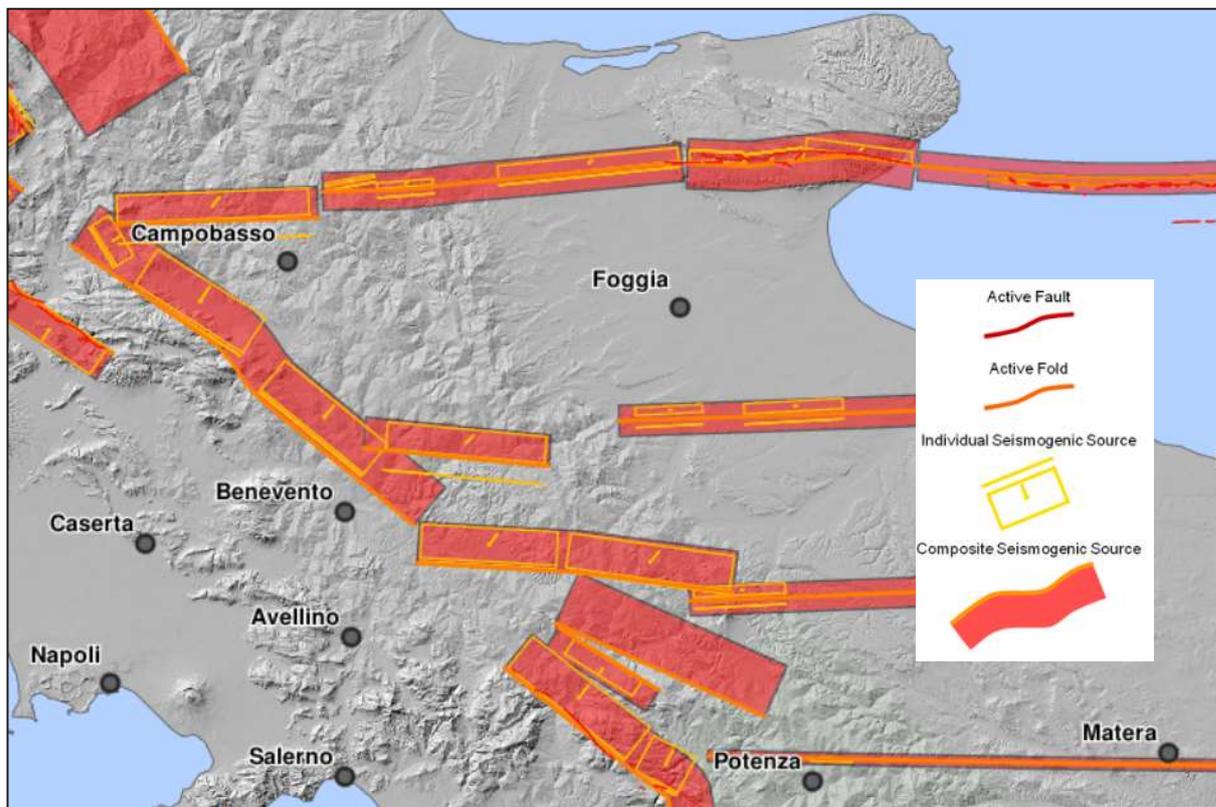


Figura 30 - Database of Individual Seismogenic Sources (DISS), Version 3.2.0 - Potenziali sorgenti sismiche per terremoti con  $M > 5.5$

In termini generali la pericolosità sismica dell'area di intervento è valutabile facendo riferimento agli studi condotti dal “Gruppo di Lavoro MPS, 2004” nell’ambito della “Convenzione - Progetto “S1” DPC - INGV 2004-2006” i cui risultati sono stati promulgati mediante l’Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri (OPCM) 3519/2006 (cfr. Mappa MPS04).

Essendo l'intervento di progetto un'infrastruttura a carattere lineare che si estende per circa 10 Km in un'area caratterizzata da condizioni di pericolosità sismica (in termini di  $ag/g$ ) crescenti spostandosi da sud verso nord, si farà riferimento al settore stradale che ricade nella griglia più gravosa (cfr. Figura 31).

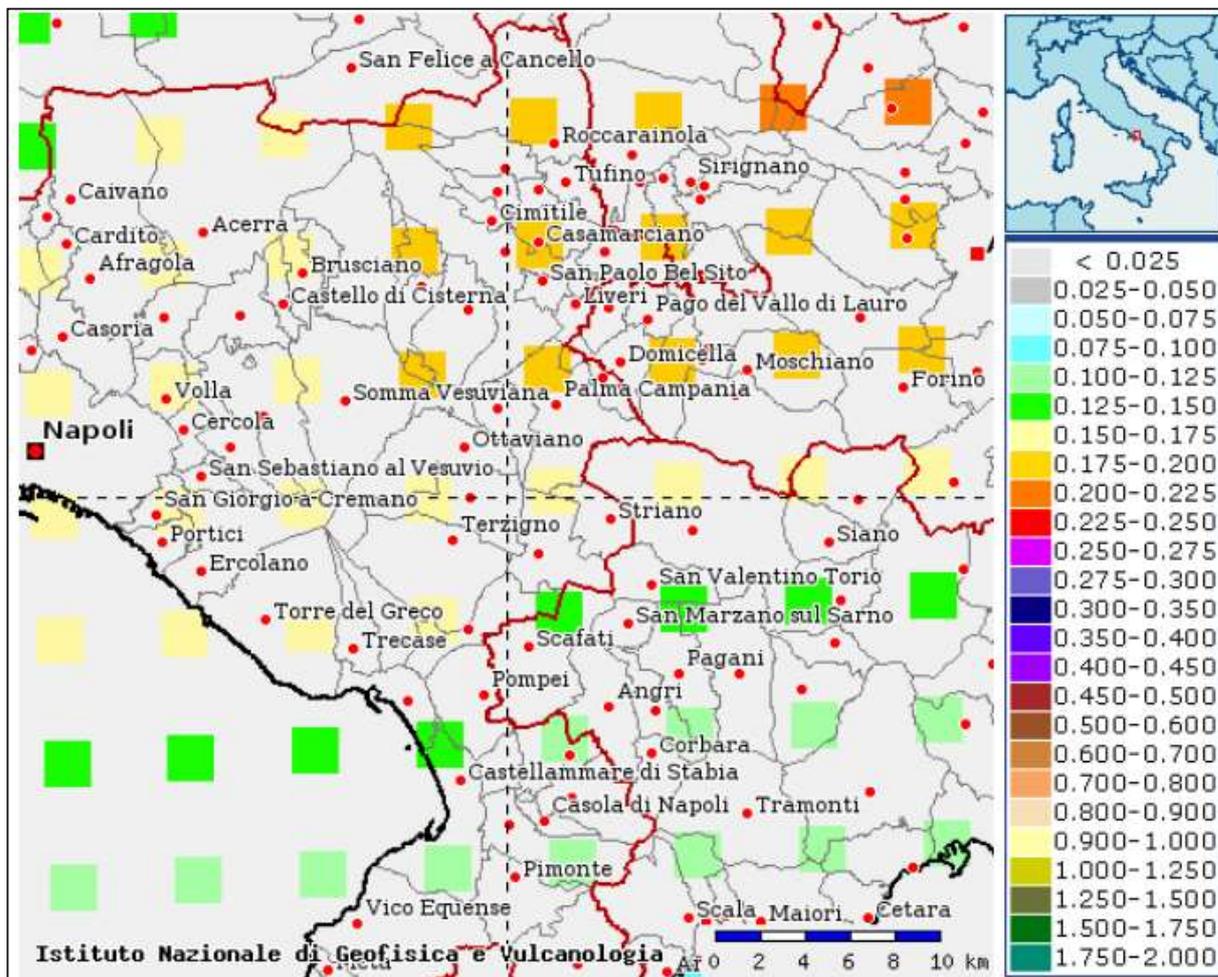


Figura 31 - Mappa di pericolosità sismica - Accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi ( $V_s > 800$  m/s; cat.A) - (INGV)

Per valutare i contributi di diverse sorgenti sismiche alla pericolosità di sito viene operata la disaggregazione della pericolosità sismica. La disaggregazione in M-R fornisce il terremoto che domina lo scenario di pericolosità (terremoto di scenario) come l'evento di magnitudo M a distanza R dal sito di interesse, che contribuisce maggiormente alla pericolosità sismica dello stesso.

Dalla mappa di pericolosità sismica viene effettuata un'analisi della disaggregazione dei valori di  $a(g)$  e per ogni nodo della griglia di calcolo è possibile valutare il contributo percentuale alla stima di pericolosità fornito da tutte le possibili coppie di valori di magnitudo e distanza. Questa informazione è riportata in forma grafica nella Figura 32. Questo tipo di analisi è utile

nell'individuazione della sorgente sismogenetica che contribuisce maggiormente a produrre il valore di scuotimento stimato in termini probabilistici.

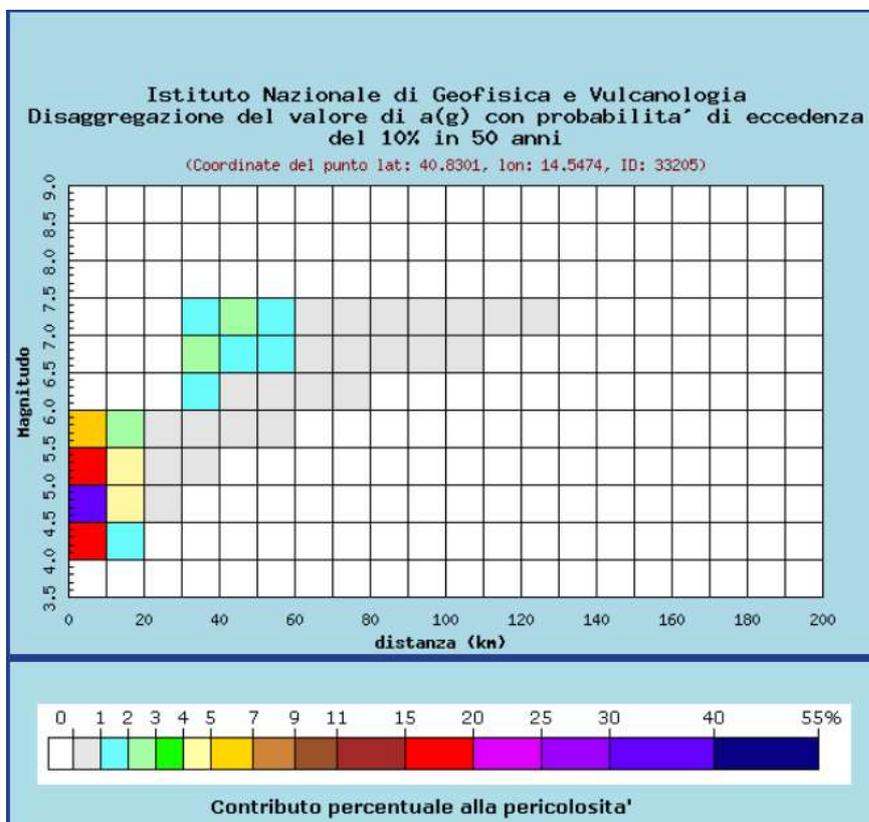


Figura 32 - Grafico della disaggregazione

La Magnitudo media riferibile all'area di intervento è pari a 5.22.

Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
5.220	12.900	1.030

Dove  $\epsilon$  rappresenta il numero di deviazioni standard per cui lo scuotimento (logaritmico) devia dal valore mediano predetto da una data legge di attenuazione dati M ed R.

Il dato di Magnitudo fornito dalla disegregazione rappresenta la Magnitudo locale "MI", ossia il dato medio e non la Magnitudo momento "Mw", che, secondo D. Albarello "Una procedura per la valutazione della magnitudo di riferimento per lo studio della liquefazione; 2014 – GNGTS",

rappresenta la reale grandezza di un sisma, poiché legata direttamente alle dimensioni e alla dislocazione della sorgente sismica (momento sismico).

L'attuale zonazione sismogenetica del territorio italiano (ZS9 - App.2 al Rapporto Conclusivo: Gruppo di lavoro per la redazione della mappa della pericolosità sismica. Ordinanza PCM n. 3247), inserisce l'area in esame nella zona sismogenetica 928 in prossimità della zona sismogenetica 927.

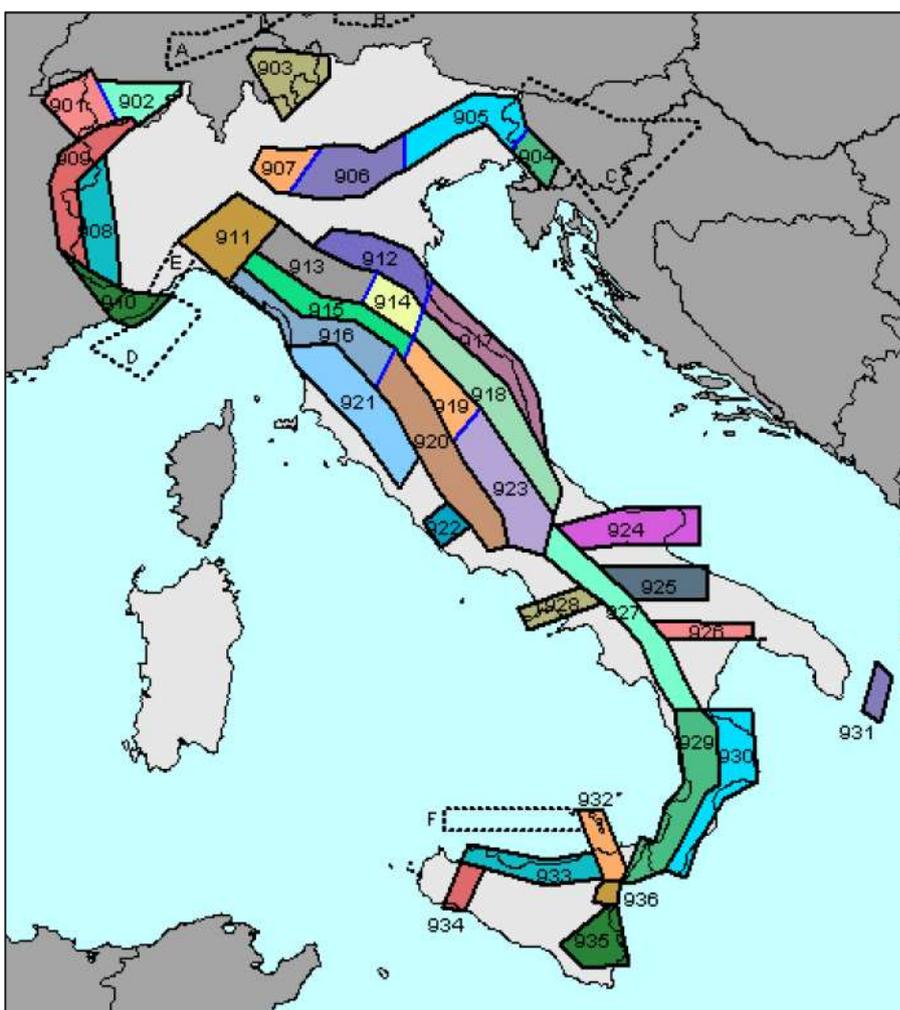


Figura 33 - Zonazione sismogenetica ZS9

La zona sismogenetica 928, denominata "Ischia-Vesuvio", include l'area vulcanica napoletana con profondità ipocentrali comprese nei primi 5 km, mentre la zona sismogenetica 927, denominata "Sannio-Irpinia-Basilicata" è caratterizzata da un alto potenziale sismogenetico (fino a

M = 6.8) con cinematismo normale. Comprende l'area caratterizzata dal massimo rilascio di energia legata alla distensione generalizzata che, da circa 0.7 ma, sta interessando l'Appennino meridionale. Questa zona comprende tutte le precedenti zone localizzate lungo l'asse della catena, fino al massiccio del Pollino. Il meccanismo di fagliazione individuato per questa zona è normale e le profondità ipocentrali sono comprese tra gli 8 e 12 km.

Una valutazione del valore della Magnitudo Momento "Mw", necessaria ad esempio per stabilire se la verifica a liquefazione deve essere effettuata o meno, ai sensi delle NTC 2018, può essere effettuata applicando il "Metodo delle Zone Sismogenetiche". Infatti, utilizzando i dati dalla Tab. 6 del "Rapporto conclusivo, aprile 2004 del Gruppo di lavoro per la redazione della mappa sismica – INGV" e prendendo come riferimento la magnitudo "Mw" della colonna 8, come consigliato dal Dipartimento della Protezione Civile, o della colonna 10, come usualmente avviene per ragioni di maggiore cautela, il valore della Magnitudo momento "Mw" relativo alla "Zona Sismica 928", riportato in colonna 10, risulta 5.91. Quello relativo alla "Zona Sismica 927", risulta 7.06.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
nome ZS	N ZS	DISS2 MwMax	CPTI2 MwMax	CPTI2 MwMax (classe)	CPTI2 completo 04.2	Az1	Mw Max1	Az2	Mw Max2
Savoia	901		5.79	5.68	5.68	+1(a)	5.91	+2(d)	6.14
Vallese	902		6.10	6.14	6.14		6.14		6.14
Grigioni-Valtellina	903		5.79	5.68	5.22	+3(b)	5.91	+4(d)	6.14
Trieste -Monte Nevoso	904		5.71	5.68	5.68		5.68	+2(d)	6.14
Friuli -Veneto Orientale	905	6.4	6.66	6.60	6.60		6.60		6.60
Garda-Veronese	906	6.2	6.49	6.60	6.60		6.60		6.60
Bergamasco	907	5.9	5.67	5.68	5.68	G	5.91	+2(d)	6.14
Piemonte	908		5.67	5.68	5.68		5.68	+2(d)	6.14
Alpi Occidentali	909		5.54	5.45	5.45	+1(a)	5.68	+3(d)	6.14
Nizza-Sanremo	910	6.3	6.29	6.37	6.37		6.37		6.37
Tortona-Bobbio	911		5.67	5.68	5.68		5.68	+2(d)	6.14
Dorsale Ferrarese	912	6.2	5.88	5.91	5.91	G	6.14	G	6.14
Appennino Emiliano-Romagn.	913		5.85	5.91	5.91		5.91	+1(d)	6.14
Forlivese	914		5.97	5.91	5.91		5.91	+1(d)	6.14
Garfagnana-Mugello	915	6.4	6.49	6.60	6.60		6.60		6.60
Versilia-Chianti	916		5.52	5.45	5.45	+1(c)	5.68	+3(d)	6.14
Rimini-Ancona	917	6.1	5.94	5.91	5.91	G	6.14	G	6.14
Medio-Marchigiana/Abruzz.	918		6.23	6.14	6.14	+1(a)	6.37	+1(a)	6.37
Appennino Umbro	919	6.0	6.33	6.37	6.37		6.37		6.37
Val di Chiana-Ciociaria	920		5.57	5.68	5.45	+1(b)	5.68	+3(d)	6.14
Etruria	921		5.91	5.91	5.91		5.91	+1(d)	6.14
Colli Albani	922		5.53	5.45	5.45		5.45		5.45
Appennino Abruzzese	923	6.7	6.99	7.06	7.06		7.06		7.06
Molise-Gargano	924	6.7	6.73	6.83	6.83		6.83		6.83
Ofanto	925		6.72	6.83	6.83		6.83		6.83
Basento	926	5.8	5.84	5.91	5.91		5.91	+1(d)	6.14
Sannio-Irpinia -Basilicata	927	6.8	6.96	7.06	7.06		7.06		7.06
Ischia-Vesuvio	928		5.78	5.68	5.68	+1(a)	5.91	+1(a)	5.91
Calabria Tirrenica	929	7.0	7.24	7.29	7.29		7.29		7.29
Calabria Ionica	930	6.0	6.60	6.60	6.60		6.60		6.60
Canale d'Otranto	931		6.90	6.83	6.83		6.83		6.83
Eolie-Patti	932	6.1	6.06	6.14	6.14		6.14		6.14
Sicilia settentrionale	933		5.89	5.91	5.91	+1(c)	6.14	+1(c)	6.14
Belice	934		6.12	6.14	6.14		6.14		6.14
Iblei	935		7.41	7.29	7.29		7.29		7.29
Etna	936		5.30	5.22	5.22	+1(a)	5.45	+1(a)	5.45

Figura 34 - Tab. 6 - Rapporto conclusivo, 2004 del Gruppo di lavoro redazione della mappa sismica – INGV

## CATEGORIE DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE (NTC 2018)

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi, da eseguire con le modalità indicate nel § 7.11.3. In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio, VS. I valori dei parametri meccanici necessari per le analisi di risposta sismica locale o delle velocità VS per l'approccio semplificato costituiscono parte integrante della caratterizzazione geotecnica dei terreni compresi nel volume significativo, di cui al § 6.2.2. delle NTC 2018.

I valori di VS sono ottenuti mediante specifiche prove oppure, con giustificata motivazione e limitatamente all'approccio semplificato, sono valutati tramite relazioni empiriche di comprovata

affidabilità con i risultati di altre prove in sito, quali ad esempio le prove penetrometriche dinamiche per i terreni a grana grossa e le prove penetrometriche statiche.

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio,  $V_{S,eq}$  (in m/s), definita dall'espressione:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

con:

$h_i$  spessore dell' $i$ -esimo strato;

$V_{S,i}$  velocità delle onde di taglio nell' $i$ -esimo strato;

$N$  numero di strati;

$H$  profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da  $V_S$  non inferiore a 800 m/s.

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di 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.

Per depositi con profondità  $H$  del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{S,eq}$  è definita dal parametro  $V_{S,30}$ , ottenuto ponendo  $H=30$  m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Le categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato sono definite in Tab. 3.2.II.

Tab. 3.2.II – *Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>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.</i>
B	<i>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.</i>
C	<i>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.</i>
D	<i>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.</i>
E	<i>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.</i>

### 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  $i = 15^\circ$

T2 Pendii con inclinazione media  $i > 15^\circ$

T3 Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media  $15^\circ = i = 30^\circ$

T4 Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media  $i > 30^\circ$

#### 8.4 Classificazione del suolo (VS,eq)

Le indagini da effettuarsi 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  $V_s$  dei singoli sismostrati, con calcolo della media pesata per i primi 30 metri (VS,eq) fino al substrato ed attribuzione alla categoria di suolo di cui alla NTC/18 con la verifica della significatività, in senso orizzontale, di tale attribuzione.

Per la determinazione della  $V_{S,Eq}$  sono stati utilizzati i valori delle velocità  $V_s$  determinati sperimentalmente in sito mediante l'esecuzione delle prospezioni sismiche in foro tipo down-hole e masw.

- n. 3 prove down hole

Codice indagine	Profondità dal p.c. (m)
S01-DH	35,00
S03-DH	35,00
S05-DH	35,00

*Down Hole eseguite*

Profondità (m dal p.c.)	tempi osservati $t_0$ "P" (ms)	tempi osservati $t_0$ "S" (ms)	tempi corretti $t_c$ "P" (ms)	tempi corretti $t_c$ "S" (ms)	velocità Intervallo $V_p$ (m/s)	velocità Intervallo $V_s$ (m/s)	$V_p/V_s$	Poisson (n)	$\gamma_n$ gamma NATURALE	G Mpa	E Mpa	K Mpa
1	4,96	12,80	2,22	5,72	450	175	2,6	0,41	1,59	49	137	258
2	6,04	16,75	4,27	11,84	552	150	3,7	0,46	1,59	36	105	437
3	7,11	21,38	5,91	17,79	725	168	4,3	0,47	1,59	45	132	775
4	8,09	24,57	7,24	21,97	880	272	3,2	0,45	1,59	117	339	1076
5	9,09	27,46	8,44	25,50	920	316	2,9	0,43	1,59	159	455	1133
6	9,98	30,35	9,47	28,79	1052	325	3,2	0,45	1,59	168	486	1536
7	10,87	33,24	10,45	31,96	1070	331	3,2	0,45	1,59	174	503	1590
8	11,76	36,11	11,41	35,03	1082	337	3,2	0,45	1,59	181	523	1621
9	12,58	38,91	12,28	37,98	1197	348	3,4	0,45	1,59	192	559	2021
10	13,39	41,70	13,13	40,89	1203	350	3,4	0,45	1,80	220	640	2312
11	14,20	44,52	13,98	43,80	1208	349	3,5	0,45	1,80	219	636	2334
12	15,02	47,18	14,81	46,54	1211	371	3,3	0,45	1,80	248	718	2310
13	15,87	50,03	15,69	49,45	1155	346	3,3	0,45	1,80	215	625	2114
14	16,78	52,87	16,61	52,34	1096	348	3,1	0,44	1,80	218	631	1870
15	17,68	55,59	17,52	55,11	1097	364	3,0	0,44	1,80	238	686	1850
16	18,58	58,35	18,44	57,90	1099	360	3,1	0,44	1,80	233	671	1862
17	19,45	61,02	19,32	60,61	1139	372	3,1	0,44	1,80	248	716	2003
18	20,22	63,32	20,10	62,93	1288	432	3,0	0,44	1,80	337	967	2539
19	20,88	65,43	20,77	65,07	1504	472	3,2	0,45	1,80	400	1157	3537
20	21,45	66,57	21,35	66,24	1751	870	2,0	0,34	2,40	1816	4854	4938
21	21,99	67,60	21,89	67,30	1856	969	1,9	0,31	2,40	2254	5916	5263
22	22,53	68,61	22,43	68,32	1857	991	1,9	0,30	2,40	2355	6129	5134
23	23,06	69,61	22,97	69,34	1858	995	1,9	0,30	2,40	2376	6172	5115
24	23,60	70,61	23,51	70,36	1865	995	1,9	0,30	2,40	2377	6185	5175
25	24,13	71,60	24,05	71,37	1869	1004	1,9	0,30	2,40	2419	6276	5158
26	24,66	72,58	24,58	72,36	1894	1019	1,9	0,30	2,40	2492	6463	5291
27	25,16	73,54	25,10	73,34	1956	1041	1,9	0,30	2,40	2599	6771	5719
28	25,66	74,49	25,60	74,31	2012	1041	1,9	0,32	2,40	2600	6849	6247
29	26,16	75,43	26,09	75,25	2012	1063	1,9	0,31	2,40	2713	7088	6100
30	26,65	76,37	26,59	76,20	2012	1063	1,9	0,31	2,40	2714	7090	6102
31	27,15	77,30	27,09	77,14	2013	1076	1,9	0,30	2,40	2778	7222	6020
32	27,64	78,21	27,59	78,05	2013	1101	1,8	0,29	2,40	2912	7491	5844
33	28,14	79,11	28,09	78,97	2013	1102	1,8	0,29	2,40	2912	7492	5845
34	28,64	80,02	28,59	79,88	2014	1102	1,8	0,29	2,40	2913	7494	5846
35	29,13	80,92	29,08	80,79	2014	1102	1,8	0,29	2,40	2913	7495	5848

parametri prova S1DH

L'area è caratterizzata dalla presenza del substrato roccioso (bed-rock) con  $V_s$  superiore a 800 m/s, ad una profondità di circa 20 m, al di sopra del quale si rinviene uno strato di terreni piroclastici sabbiosi-limosi, con le  $V_s$  variabili con la profondità da 250-300 m/s.

$V_{S,eq} = 307 \text{ m/s}$

**Categoria sottosuolo 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.

Profondità (m dal p.c.)	tempi osservati $t_s$ "P" (ms)	tempi osservati $t_s$ "S" (ms)	tempi corretti $t_c$ "P" (ms)	tempi corretti $t_c$ "S" (ms)	velocità intervallo $V_p$ (m/s)	velocità intervallo $V_s$ (m/s)	$V_p/V_s$	Poisson (n)	$\gamma_n$ gamma NATURALE	G Mpa	E Mpa	K Mpa
1	2,22	10,24	0,99	4,58	1008	218	4,6	0,48	1,78	85	251	1695
2	2,83	12,97	2,00	9,17	966	217	4,5	0,47	1,78	84	247	1548
3	3,48	15,91	2,90	13,24	1196	264	4,5	0,47	1,78	124	366	2379
4	4,25	19,15	3,80	17,13	1135	267	4,2	0,47	1,78	127	374	2125
5	5,00	22,40	4,64	20,80	1209	281	4,3	0,47	1,78	141	415	2413
6	5,76	24,89	5,47	23,61	1234	377	3,3	0,45	1,78	253	732	2374
7	6,52	27,33	6,26	26,27	1269	393	3,2	0,45	1,78	274	794	2498
8	7,27	29,80	7,06	28,91	1275	391	3,3	0,45	1,78	272	787	2534
9	8,01	32,29	7,82	31,53	1327	390	3,4	0,45	1,78	271	786	2776
10	8,74	34,49	8,57	33,82	1334	445	3,0	0,44	1,78	353	1015	2699
11	9,47	36,69	9,32	36,10	1340	447	3,0	0,44	1,78	356	1023	2720
12	10,21	38,88	10,07	38,36	1344	448	3,0	0,44	1,78	358	1029	2736
13	10,94	41,08	10,81	40,61	1347	449	3,0	0,44	1,78	359	1031	2749
14	11,67	43,24	11,55	42,81	1349	459	2,9	0,43	1,78	375	1075	2740
15	12,43	45,40	12,32	45,00	1312	459	2,9	0,43	1,78	376	1075	2563
16	13,16	47,55	13,05	47,19	1361	460	3,0	0,44	1,78	377	1081	2797
17	13,87	49,71	13,78	49,37	1381	460	3,0	0,44	1,78	377	1085	2894
18	14,56	51,85	14,47	51,53	1443	464	3,1	0,44	1,78	382	1103	3197
19	15,25	54,02	15,17	53,72	1444	459	3,1	0,44	1,78	375	1082	3212
20	15,94	56,19	15,86	55,91	1445	459	3,1	0,44	1,78	375	1083	3216
21	16,63	58,35	16,55	58,09	1446	459	3,1	0,44	1,78	375	1084	3219
22	17,32	60,50	17,25	60,26	1446	463	3,1	0,44	1,60	343	989	2889
23	18,00	62,58	17,93	62,34	1454	480	3,0	0,44	1,60	369	1062	2890
24	18,67	64,65	18,61	64,43	1481	480	3,1	0,44	1,60	369	1065	3015
25	19,35	66,73	19,29	66,52	1481	480	3,1	0,44	1,60	369	1063	3018
26	20,02	68,79	19,96	68,59	1481	484	3,1	0,44	1,60	375	1080	3011
27	20,69	70,85	20,64	70,65	1482	484	3,1	0,44	1,60	375	1080	3013
28	21,37	72,91	21,31	72,72	1482	484	3,1	0,44	1,60	375	1081	3014
29	22,04	74,98	21,98	74,80	1493	482	3,1	0,44	1,60	371	1071	3070
30	22,70	77,06	22,65	76,89	1511	478	3,2	0,44	1,60	366	1057	3163
31	23,31	78,92	23,26	78,76	1616	536	3,0	0,44	1,60	460	1324	3564
32	23,79	80,03	23,74	79,88	2098	899	2,3	0,39	2,40	1941	5385	7976
33	24,24	81,04	24,20	80,90	2215	988	2,2	0,38	2,40	2344	6450	8645
34	24,69	82,05	24,64	81,91	2240	988	2,3	0,38	2,40	2345	6468	8918
35	25,13	83,06	25,08	82,93	2265	989	2,3	0,38	2,40	2345	6485	9189

parametri prova S3DH

L'area è caratterizzata dalla presenza del substrato roccioso (bed-rock) con  $V_s$  superiore a 800 m/s, ad una profondità di circa 32 m, al di sopra del quale si rinviene uno strato di terreni piroclastici sabbiosi-limosi, con le  $V_s$  variabili con la profondità da 350-450 m/s.

**V<sub>S,eq</sub> = 398 m/s**

**Categoria sottosuolo 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.

Profondità (m dal p.c.)	tempi osservati t <sub>0</sub> "P" (ms)	tempi osservati t <sub>0</sub> "S" (ms)	tempi corretti t <sub>0</sub> "P" (ms)	tempi corretti t <sub>0</sub> "S" (ms)	velocità intervallo Vp (m/s)	velocità intervallo Vs (m/s)	Vp/Vs	Poisson (n)	γ <sub>n</sub> gamma NATURALE	G Mpa	E Mpa	K Mpa
1	5,76	16,67	2,58	7,45	388	134	2,9	0,43	1,59	29	82	202
2	6,72	20,05	4,75	14,17	619	175	3,5	0,46	1,59	49	143	543
3	7,67	23,42	6,38	19,49	812	230	3,5	0,46	1,59	84	245	935
4	8,63	27,14	7,72	24,27	905	233	3,9	0,46	1,59	86	253	1188
5	9,59	30,77	8,90	28,57	954	251	3,8	0,46	1,59	100	294	1312
6	10,54	34,41	10,00	32,64	981	258	3,8	0,46	1,59	106	311	1389
7	11,45	38,04	11,01	36,58	1052	263	4,0	0,47	1,89	131	383	1916
8	12,21	41,07	11,84	39,84	1283	319	4,0	0,47	1,89	193	566	2852
9	13,01	43,94	12,70	42,89	1212	339	3,6	0,46	1,89	217	634	2486
10	13,80	46,81	13,53	45,90	1234	341	3,6	0,46	1,89	220	641	2583
11	14,60	49,68	14,36	48,88	1238	342	3,6	0,46	1,89	221	646	2603
12	15,38	52,55	15,17	51,83	1251	343	3,6	0,46	1,89	223	650	2663
13	16,14	55,36	15,96	54,72	1298	351	3,7	0,46	1,89	233	679	2876
14	17,02	58,85	16,85	58,26	1124	283	4,0	0,47	1,62	130	381	1872
15	17,83	62,55	17,68	62,00	1222	268	4,6	0,47	1,62	117	344	2265
16	18,53	65,61	18,38	65,10	1436	324	4,4	0,47	1,88	197	581	3616
17	19,19	68,59	19,05	68,12	1503	333	4,5	0,47	1,88	208	614	3968
18	19,83	71,37	19,71	70,94	1542	357	4,3	0,47	1,88	240	706	4152
19	20,47	74,26	20,36	73,85	1543	344	4,5	0,47	1,88	223	657	4181
20	21,12	77,15	21,01	76,77	1544	344	4,5	0,47	1,88	222	655	4187
21	21,76	80,05	21,66	79,69	1545	344	4,5	0,47	1,88	223	656	4191
22	22,41	82,94	22,31	82,60	1546	344	4,5	0,47	1,88	223	657	4194
23	22,96	85,21	22,88	84,89	1796	440	4,1	0,47	1,88	363	1067	5578
24	23,49	86,32	23,41	86,03	1878	891	2,1	0,35	2,40	1904	5159	5921
25	24,01	87,32	23,93	87,04	1929	999	1,9	0,32	2,40	2396	6308	5736
26	24,52	88,29	24,45	88,03	1937	1030	1,9	0,30	2,40	2548	6637	5604
27	25,04	89,27	24,98	89,02	1919	1020	1,9	0,30	2,40	2497	6507	5506
28	25,57	90,22	25,50	90,00	1912	1042	1,8	0,29	2,40	2603	6711	5300
29	26,09	91,19	26,02	90,98	1916	1031	1,9	0,30	2,40	2551	6613	5407
30	26,61	92,17	26,55	91,97	1916	1021	1,9	0,30	2,40	2500	6509	5478
31	27,13	93,13	27,07	92,94	1920	1037	1,9	0,29	2,40	2579	6676	5409
32	27,65	94,10	27,59	93,91	1913	1037	1,8	0,29	2,40	2580	6666	5340
33	28,17	95,06	28,12	94,89	1917	1032	1,9	0,30	2,40	2554	6620	5414
34	28,78	96,73	28,73	96,56	1629	599	2,7	0,42	1,88	674	1916	4092
35	29,39	98,55	29,34	98,39	1638	547	3,0	0,44	1,88	563	1619	4295

parametri prova S5DH

L'area è caratterizzata dalla presenza del substrato roccioso (bed-rock) con Vs superiore a 800 m/s, ad una profondità di circa 24 m, al di sopra del quale si rinviene uno strato di terreni piroclastici sabbiosi-limosi, con le Vs variabili con la profondità da 250-300 m/s.

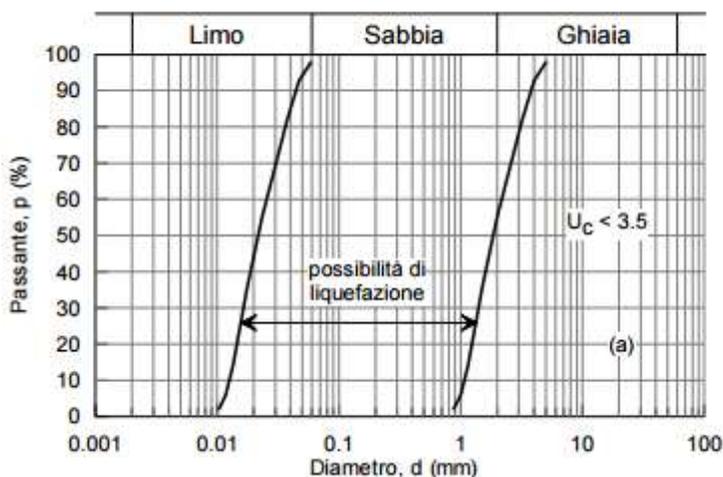
$V_{S,eq} = 292 \text{ m/s}$

**Categoria sottosuolo 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.

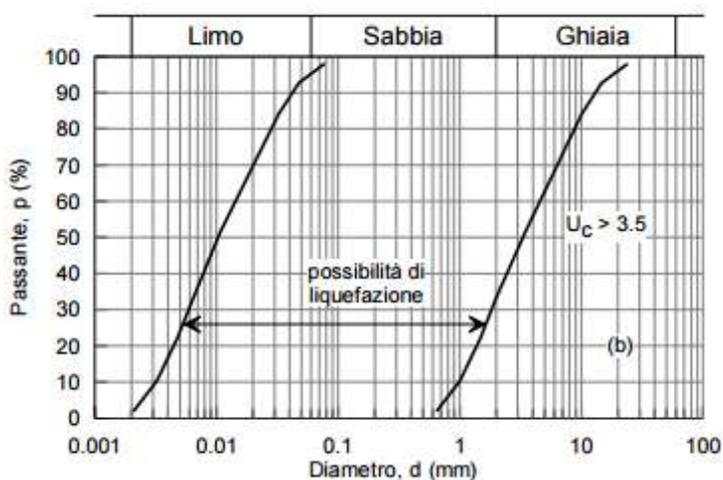
### 8.5 Valutazione della suscettibilità alla liquefazione

Ai sensi delle NTC 2018 la verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

- accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0.10 g;
- profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
- depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata  $(N1)_{60} > 30$  oppure  $qc_{1N} > 180$  dove  $(N1)_{60}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e  $qc_{1N}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
- distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella seguente figura nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c < 3.5$



e nella seguente figura nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c > 3.5$ .



Tali condizioni non si realizzano, pertanto, acquisiti i risultati dell'indagine geognostica saranno effettuate le verifiche finalizzate all'individuazione del potenziale liquefacibile dei sedimenti presenti nel sottosuolo dell'area di intervento.

Infatti lungo tratti attraversati dal tracciato stradale di progetto si ha la presenza nel sottosuolo di elementi sfavorevoli quali una falda idrica superficiale prossima al piano campagna e

stratificazioni sabbiose poco addensate. Inoltre, testimonianze riportate da Ferro D. e Viggiani C. (1991) riferiscono dell'attivazione localizzati di "vulcanelli" di sabbia lungo i Fiume Sarno in occasione dell'evento sismico del 1980.

Per una stima accurata della probabilità di liquefazione di un deposito sabbioso saturo durante un terremoto attualmente non esiste un unico modello in grado di tenere in conto tutti i fattori che concorrono a creare le condizioni perché essa possa verificarsi.

Per la valutazione della liquefazione, i metodi semplificati si basano sul rapporto che intercorre fra le sollecitazioni di taglio che producono liquefazione e quelle indotte dal terremoto; hanno perciò bisogno di valutare i parametri relativi sia all'evento sismico sia al deposito, determinati questi ultimi privilegiando metodi basati su correlazioni della resistenza alla liquefazione con parametri desunti da prove in situ. La resistenza del deposito alla liquefazione viene quindi valutata in termini di fattore di resistenza alla liquefazione e indice di liquefazione (IL)

$$F_s = \frac{CRR}{CSR} \quad I_L = \int_0^{20} F W(z) dz$$

dove CRR (Cyclic Resistance Ratio) indica la resistenza del terreno agli sforzi di taglio ciclico e CSR (Cyclic Stress Ratio) la sollecitazione di taglio massima indotta dal sisma.

Gli Autori, ai fini progettuali, suggeriscono di adottare un valore di FS > 1,5 per le sabbie medio-sciolte e FS > 1,3 per le sabbie medio-dense.

Valori di IL	Rischio di liquefazione
IL = 0	Molto basso
0 < IL ≤ 5	Basso
5 < IL ≤ 15	Alto

Fino alla progressiva +4.00 km è possibile escludere la verifica alla liquefazione (D.M. del 17/01/2018 § 7.11.3.4.2).

---

## 9 CARTOGRAFIA

### 9.1 Carta geolitologica (1:2000)

La presenza nel sottosuolo nell'area e nell'ambito delle profondità d'interesse, di una sequenza stratigrafica costituita dalla sovrapposizione dei prodotti primari e secondari riferibili ad una successione di eventi eruttivi, ha indotto ad evidenziare nella Carta Geolitologica settori differenziati in relazione alla variazione complessiva delle litofacies con l'allontanamento dal centro eruttivo e alla diversa distribuzione areale dei prodotti delle attività vulcaniche.

Il sottosuolo dell'area è costituito nell'insieme da un complesso di vulcaniti comprendenti nella porzione superiore, alternanze di depositi piroclastici incoerenti dell'attività del Somma-Vesuvio e subordinatamente dei Campi Flegrei, di età compresa tra 18.300 anni e il 1944.

Questi depositi nel lotto 1 sono in appoggio su lave generalmente riferibili alla fase iniziale di formazione dell'edificio del Somma e comunque sicuramente non più recenti di 4300 anni.

I domini geolitologici, distinti per genesi, età e modalità di evoluzione geomorfologica, sono evidenziati nel paesaggio attraverso la carta geologica realizzata dall'ISPRA (ex APAT-Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici) quale sintesi dei rilevamenti eseguiti a scala nazionale nell'ambito del progetto CARG, Cartografia Geologica Nazionale, a Scala 1:50.000 .

I terreni affioranti, corrispondono alla Unità di Pomigliano (UGL), formata prevalentemente da ghiaie e sabbie e sabbie siltose vulcanoclastiche (pomici e ceneri miste a litici lavici a volte della dimensione dei blocchi e massi). Frequenti sono i depositi matrice-sostenuti con blocchi litici, principalmente lavici, sparsi nella matrice (depositi da debris flow). Il loro colore è generalmente scuro, dal grigio al nero. La matrice è spesso indurita e vescicolata. Depositi più selezionati, spesso a granulometria più fine, con stratificazione piano parallela o a basso angolo, sono stati interpretati come originati da flussi iperconcentrati. Gran parte di questi depositi sono stati originati dallo smantellamento di depositi piroclastici messi in posto successivamente all'eruzione di Pompei, di Pollena, del 1631 d.C. e, in alcuni casi, anche dall'attività vulcanica più recente. Sempre nella porzione superficiale si possono riconoscere alcuni depositi piroclastici in posto, spesso poggianti su paleosuoli. Nella zona orientale del vulcano sono presenti al tetto, in maniera discontinua, i depositi di caduta del 1906 e del 1944. Gli spessori massimi misurati di questa unità sono dell'ordine di 15-20 m.

Età: post 79 d.C.-Attuale.

Come dicevamo, questi depositi, nel lotto 1, sono in appoggio alle lave, rinvenute nei sondaggi S1DH (20.20 m), S3DH (32 m), S4PZ (27.70 m), S5DH (23.50 m), S6PZ (21.0 m). I corpi lavici rinvenuti mostrano, da un punto di vista litologico e tecnico, caratteristiche abbastanza omogenee. La massa lavica è generalmente litoide e abbastanza integra con una struttura variabilmente porosa per la presenza di vacuoli più diffusi e grossi nella parte alta delle colate (localmente possono raggiungere alcuni centimetri di diametro) e millimetrici e poco diffusi o assenti, nelle porzioni centrali a miglior litificazione.

Fratture e sistemi di fratture possono interessare in modo più o meno diffuso la roccia.

## 9.2 Carta geomorfologica (1:2000)

La topografia del territorio in oggetto, a morfologia subpianeggiante, mostra una lieve pendenza (<2%) con vergenza verso Sud-Ovest, le quote altimetriche sono comprese tra i +25 m e +55 m s.l.m.

Le modalità di messa in posto dei prodotti emessi nel corso dei differenti tipi di attività eruttive tendono ad avere effetti differenziati sull'evoluzione morfologica del paesaggio.

Il settore si caratterizza per un andamento subtabulare ove sovente non è possibile identificare uno sviluppo bene preciso del declivio. Esso è stato storicamente caratterizzato da un inefficace sistema di drenaggio che ha consentito la presenza, fino in tempi storici, di aree palustri.

Nel determinare tali condizioni hanno sicuramente influito la scarsa elevazione sul livello di mare, il colmamento alluvionale da parte del f.Sarno del settore di piana, le "invasioni" di depositi vulcanici protrattesi nei millenni che introducevano elementi di disordine vanificando di volta in volta il tentativo delle acque di disegnare un efficiente reticolo idrografico.

Visto, le deboli acclività presenti e il dolce andamento della superficie topografica non si registrano rischi legati a fenomeni d'instabilità geomorfologica.

Il sito non risulta attraversato da corsi d'acqua ed il deflusso delle acque meteoriche segue l'andamento delle pendenze generali, il tutto ad escludere rischi legati ad alluvionamento per fenomeni d'esondazione.

---

### 9.3 Carta idrogeologica (1:2000)

Per ricostruire nei vari settori l'andamento della profondità di rinvenimento della falda freatica superficiale sono state utilizzate misure del livello statico della falda nelle verticali d'indagine (S4PZ, S6PZ).

Il risultato delle misure é riportato nella "Carta Idrogeologica" sotto forma di isobate della falda freatica riferite al piano campagna. L'andamento delle isobate ricostruite mostra quindi un decremento abbastanza regolare della profondità passando dai settori di monte (nord) a quelli di valle (sud).

Nel primo sottosuolo del territorio in oggetto, sono presenti acque sotterranee che si rinvencono a profondità comprese tra poco più di 40 m e circa 11 m rispettivamente da nord verso sud.

Queste acque derivano oltre che dall'infiltrazione delle precipitazioni atmosferiche anche da apporti sotterranei. Nella "piana del Sarno" l'alimentazione dell'acquifero riceve verosimilmente contributi dalle aree pedemontane del monte di Sarno. Ad alimentare la falda nel nostro settore concorre il complesso montuoso somma-vesuviano dove le acque di infiltrazione hanno deflusso sotterraneo tendenzialmente radiale e centrifugo rispetto al settore calderico. Tale deflusso é verosimilmente organizzato su più livelli seguendo la distribuzione dei depositi a più alta permeabilità.

L'assetto litostratigrafico del primo sottosuolo nel nostro settore mostra la presenza di una successione di depositi piroclastici sciolti che poggiano su una formazione ignimbratica, di sovente previo interposizione di colate laviche. Questi depositi hanno capacità diversificata di trasmettere ed accumulare acqua.

Nei depositi piroclastici incoerenti, la permeabilità é di tipo primario, legata alla porosità efficace. Essa varia principalmente in relazione alla granulometria del deposito e agli aspetti tessiturali dello stesso. Prevalgono depositi a bassa o medio bassa permeabilità in relazione alla maggiore diffusione di depositi di cenere o a matrice di cenere prevalente con granulometria sabbioso limosa. La permeabilità decresce riducendosi a valori bassi nei depositi in cui la frazione limosa diventa prevalente. I depositi pomicei o litici in accumuli da caduta, con scarsa matrice, presentano al contrario caratteristiche di permeabilità elevata.

Depositi sabbiosi e ghiaioso sabbiosi grossolani sono spesso associati alle masse laviche in depositi scoriacei e di alterazione o rimaneggiamento delle stesse. Anche questi depositi si caratterizzano per un'elevata permeabilità.

Nella lava, la permeabilità primaria, legata alla presenza di micro o macro - porosità della massa, è estremamente ridotta e generalmente trascurabile. La presenza di fratture più o meno diffuse e continue, che in particolare attraversano di frequente le masse laviche, possono modificare la permeabilità d'insieme incrementandola significativamente.

Considerando il grado di permeabilità complessivo delle sequenze individuate nelle Unità della Carta Geolitologica, e con maggiore riferimento alla loro porzione più superficiale, responsabile nel determinare le caratteristiche d'infiltrazione delle precipitazioni atmosferiche, nella "Carta Idrogeologica" viene riportata una indicazione qualitativa delle capacità di infiltrazione. In particolare:

**UNITA' A:** PERMEABILITA' MEDIO-ALTA

**UNITA' B:** PERMEABILITA' MEDIO

**UNITA' C:** PERMEABILITA' MEDIO-BASSA

Nel primo tratto (nord), le isobate si presentano spaziate, a conferma della eterogeneità dell'acquifero e della variabilità del grado di permeabilità nell'ambito del sistema acquifero esaminato.

Infatti le zone caratterizzate da un raffittimento delle isobate (sud) e quindi da un alto valore del gradiente idraulico, possono essere ricondotte, oltreché ad un grosso incremento di portata della falda nella zona di alimentazione massiccio-piana, anche ad una diminuzione della trasmissività dell'acquifero.

#### 9.4 Carta della Microzonazione Sismica (1:2000)

Al fine di valutare gli effetti sismici nei vari settori del territorio in esame sono stati considerati tutti gli aspetti significativi relativi alle condizioni geomorfologiche, all'assetto litostratigrafico, alle condizioni idrogeologiche e alle caratteristiche fisico – meccaniche dei terreni.

I risultati delle prospezioni geofisiche e delle altre prove utilizzabili sono stati elaborati secondo la metodologia esposta e sono state individuate le categorie di suolo di fondazione prevista dalle Norme Tecniche allegate al Decreto della Presidenza del Consiglio dei Ministri del 17 gennaio 2018 sulla base della quale vengono individuati i valori del parametro S da prendere in considerazione per ottenere il valore della accelerazione massima “ agS ” che caratterizza il sito.

Per individuare le Categorie di Suolo di Fondazione nei vari settori si è fatto riferimento al modello relativo all'assetto litostratigrafico e ai valori di  $V_s$  misurati con le 3 prove Down-Hole eseguite

Generalmente prima di 30m di profondità e sovente prima di 20m, i depositi piroclastici incoerenti del primo sottosuolo fanno transizione a rocce laviche di spessore complessivo generalmente non inferiore alla decina di metri e sovente superiore. I valori di velocità delle onde S misurati in questi litotipi sono variabili e compresi tra medie di più di 800 m/sec (S1DH, S5DH), risultando generalmente assimilabili a formazioni di categoria E (NTC/18).

Nella carta sono stati individuati ambiti di territorio, denominate Zone, che possono ritenersi omogenee nei confronti dei parametri presi in considerazione:

**litostratigrafia;**

**aspetti geostratigrafici;**

**falda acquifera;**

**liquefazione;**

**Categorie di suolo di fondazione B C o E.**

---

## 10 CONCLUSIONI

Il presente studio geologico risulta propedeutico alla progettazione definitiva riguardanti i lavori di raddoppio da 2 a 4 Corsie della statale S.S 268 "del Vesuvio", dal km 19+550 al km 29+300 (Lotto 1).

Nell'ambito del progetto summenzionato, per i Lotti 1 e 2, sono state condotte due campagne di indagini. Successivamente alla prima campagna di indagini (Fase 1) condotta nell'anno 2019, è stata eseguita una seconda campagna di indagini nell'anno 2021 (Fase 2).

Le indagini sono finalizzate alla determinazione delle caratteristiche geotecniche e alla definizione stratigrafica in chiave geolitologica.

Le indagini di Fase 1 hanno previsto la realizzazione di:

- n.14 sondaggi geognostici verticali a carotaggio continuo finalizzati alla definizione della sequenza stratigrafica e condizionati con tubo piezometrico (sigla Sn-PZ) o con tubazione per prova down-hole (sigla Sn-DH), ad eccezione dei sondaggi S09-DH e S11-DH.
- n.64 prove penetrometriche SPT;
- n.28 prelievi di campioni indisturbati da sottoporre a prove di laboratorio geotecnico (cfr. "Documentazione prove di laboratorio geotecnico");
- n.67 prelievi di campioni rimaneggiati da sottoporre a prove di laboratorio geotecnico (cfr. "Documentazione prove di laboratorio geotecnico");
- n.18 prelievi di campioni litoidi da sottoporre a prove di laboratorio geotecnico (cfr. "Documentazione prove di laboratorio geotecnico");
- n.13 pozzetti esplorativi spinti alla profondità di 2 m dal p.c..
- n.13 prelievi di campioni rimaneggiati prelevati dai pozzetti esplorativi, da sottoporre a prove di laboratorio geotecnico (cfr. "Documentazione prove di laboratorio geotecnico");
- n.14 prove penetrometriche statiche C.P.T.U. per la caratterizzazione dei terreni del sottosuolo;
- n.13 prove penetrometriche dinamiche DPSH per la caratterizzazione dei terreni del sottosuolo;
- n.13 prove di carico su piastra in corrispondenza dei pozzetti esplorativi
- n.8 prove di permeabilità di tipo Lefranc;
- georeferenziazione dei punti di indagine.

Sono state realizzate inoltre:

- n.6 prove down hole
- n.2 prove masw.

Le indagini di Fase 2 hanno previsto la realizzazione di:

- n.33 sondaggi geognostici verticali a carotaggio continuo finalizzati alla definizione della sequenza stratigrafica, di cui n. 16 condizionati con tubo piezometrico da 2", e n. 13 con tubo down hole; il piezometro S40-PZ è stato tombato per risalita della falda oltre il p.c.
- n.279 prove penetrometriche S.P.T.;
- n.161 prelievi di campioni da sottoporre a prove di laboratorio geotecnico, di cui n. 71 indisturbati e n. 90 rimaneggiati (cfr. "Documentazione prove di laboratorio geotecnico");
- n.28 prove di permeabilità Lefranc
- n.41 prove pressiometriche
- n.21 prove dilatometriche
- n.11 prove penetrometriche statiche C.P.T.U. e n. 32 prove penetrometriche dinamiche super pesanti D.P.S.H. per la caratterizzazione dei terreni del sottosuolo;

Sono state realizzate inoltre:

- n.14 prospezioni sismiche a rifrazione tomografica;
- n.13 indagini sismiche in foro down-hole.

Sulla base degli elementi acquisiti nei paragrafi precedenti, è possibile trarre le seguenti valutazioni:

1) da un punto di vista geologico, l'area oggetto di studio è situata all'interno della Piana del fiume Sarno, limitata a nord dall'alto morfologico presente tra i paesi di Palma Campania e Ottaviano, ad ovest dall'edificio del Somma-Vesuvio e a est dai contrafforti appenninici (Monti Lattari e Monti di Sarno). Risulta caratterizzata da terreni vulcanici, in massima parte incoerenti, derivanti dalle emissioni del Somma-Vesuvio e subordinatamente dei Campi Flegrei, in particolare si rinvencono sostanzialmente depositi piroclastici incoerenti, con spessori variabili da 20 metri sovrapposte alle lave (18/20 metri).

2) Le caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni sono state sintetizzate nelle tabelle (§ paragrafo 6.3), in cui è possibile avere una situazione d'insieme del sottosuolo da un punto di vista geotecnico, nell'ambito delle profondità che saranno interessate dagli incrementi di tensione indotti dal manufatto.

3) Dal punto di vista morfologico le pendenze nell'area non costituiscono cause predisponenti ai fenomeni gravitativi sia profondi che superficiali e l'assenza in zona di eventi geologici e idrogeologici potenzialmente in grado di impartire svolte morfologico-evolutive a rapido decorso, rendono l'area investigata in condizioni di illimitata stabilità fra suolo e sottosuolo.

4) Per quanto attiene l'idrogeologia, gli acquiferi, sono costituiti da depositi piroclastici incoerenti (alternanza di ceneri, lapilli e pomici), caratterizzati da eterogeneità ed anisotropia relativamente accentuate e dotati complessivamente di permeabilità medio-alta.

Il deflusso preferenziale della falda idrica sotterranea, riscontrabile nella carta idrogeologica, denota un movimento da sud verso nord, con la falda ubicata tra i 40 e 11 metri di profondità dal piano campagna.

5) Il modello rappresentativo delle velocità con le profondità, ricavato dalle prove sismiche DH, suddivide l'area in varie classi di sito B-C-E (D.M. 17/01/2018); per quanto riguarda le condizioni topografiche, l'area in oggetto è classificata come T1.

In conclusione, al fine di ottemperare agli adempimenti autorizzativi, come prescritto dalla legislazione vigente, alla luce delle stime descritte, si può affermare che le aree interessate dal progetto :

- non ricadono tra quelle classificate a Rischio Frane ed a Rischio Idraulico ed Idrogeologico;
- non espongono a rischio le zone limitrofe;
- non alterano gli attuali equilibri ambientali dell'area;

Pertanto sulla scorta di quanto constatato si fa presente che da un punto di vista geologico, morfologico, idrogeologico e sismico, l'area d'interesse, risulta compatibile con il progetto.