



CITTA' METROPOLITANA DI NAPOLI

Municipalità 4
San Lorenzo, Vicaria, Poggioreale, Zona industriale

Piano Urbanistico Attuativo

Ambito n.19 - Ex Industria Redaelli
Sub-Ambito 19/a

Via Don Bosco - Via della Piazzolla

Variante al Pua approvato
con Delibera di G. C. 587/2009 - Burc n. 57/2009
e con Delibera di G. C. 196/2011

COMUNE DI NAPOLI

Area Urbanistica
Servizio Pianificazione Urbanistica Attuativa

Dirigente *arch. Massimo Santoro*
Rup *arch. Anna Scotto di Tella*
arch. Pasquale Antignano (fino a dicembre 2020)

SOGGETTO PROPONENTE Società **CENTRO CITTA'** srl - Napoli
Presidente *avv. Luigi Russo*

PROGETTO **Riano Architettura** - Napoli
Responsabile e Coordinamento *prof. arch. Guido Riano*



Elaborati generali - GE

GE-R04

RELAZIONE DI COMPATIBILITA' GEOLOGICA EX ART. 14 L.R. 9/1983

Codifica file 18RED-UAPD-GER04-3A-RCG

Le ciminiere, gli edifici e gli oggetti della pittura di De Chirico sono collocati in un posto senza tempo, come sospesi nel vuoto, visioni che sorgono dall'inconscio. Anche la fabbrica Redaelli sembra ormai fuori dal tempo, sospesa nell'angoscia dell'attesa, rappresentazione dell'impossibile.

Il progetto di rigenerazione della fabbrica supera il tempo che segna le cose e la delusione dell'abbandono e costruisce, in questa parte della città, una nuova bellezza.



Giorgio De Chirico
L'angoscia della partenza - 1914 (dettaglio)

Progetto definitivo - Fase 3 - novembre 2021

COMUNE DI NAPOLI

VARIANTE AL PIANO URBANISTICO ATTUATIVO
approvato con delibera di G.C. 587/2009
pubblicato sul BURC n. 57/2019
RELATIVO ALL'AMBITO N. 19/A "EX FABBRICA REDAELLI"
DEL PRG VIGENTE -
(Terreni censiti al N.C.E.U. del comune di Napoli,
Foglio 82 A, particella 684)

RELAZIONE GEOLOGICA

Committente : Società CENTRO CITTA' srl
Piazza Nicola Amore, 14 – Napoli

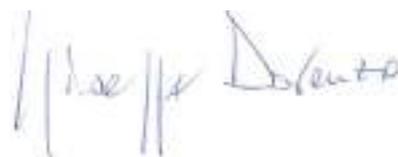
Geologo GIUSEPPE DORONZO

Socio Esperto Docente dell'Associazione Italiana Per l'Ingegneria Naturalistica

Piazza G.Marconi, 13 - 80069 – Vico Equense (NA)

Tel./fax 0818034070 – 3296114940

e-mail: gdoronzo@inwind.it



Protocollo: LG – 899/OTT-19



TAV. :

ALL. :

DATA : Novembre 2019

1. PREMESSA	3
2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	7
3. MODELLAZIONE GEOLITOLOGICA – GEOMORFOLOGICA- GEOTETTONICA	12
4. IDROGRAFIA E IDROGEOLOGIA	24
5. INDAGINI	29
6. SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO	31
7. STANDARD PENETRATION TEST	33
8. ANALISI E PROVE DI LABORATORIO	34
9. PIEZOMETRI A TUBO APERTO	36
10. PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE PESANTI	36
11. STRATIGRAFIA - MODELLO GEOLOGICO-GEOTECNICO	39
12. INDAGINE SISMICA	40
13. CARATTERIZZAZIONE SISMICA	43
14. CARATTERIZZAZIONE SISMICA IN SITO	44
15. CONCLUSIONI	47

1. PREMESSA

La presente relazione geologica è stata eseguita, su incarico della Società CENTRO CITTA' srl con sede legale in - Piazza Nicola Amore, 14 Napoli, per dar seguito, nell'ambito del territorio comunale di Napoli - NCEU del Comune di Napoli , foglio 82 A, particella 684, alla VARIANTE AL PIANO URBANISTICO ATTUATIVO, approvato con delibera di G.C. 587/2009 pubblicato sul BURC n. 57/2009, RELATIVO ALL'AMBITO N.19/A "EX FABBRICA REDAELLI" DEL PRG VIGENTE .

Le operazioni di riqualificazione del compendio ex complesso industriale "Redaelli" in Napoli, previste dal relativo Piano urbanistico attuativo (Pua) vigente e dalla Variante in corso di adozione, comprendono sia interventi di recupero di una parte dei fabbricati esistenti e sia interventi di demolizione e ricostruzione, così come di seguito brevemente riassunto.

Nel marzo 2019 la società Centro Città srl, proprietaria degli immobili e titolare del Pua, presentava al Comune di Napoli una proposta di Variante al Pua vigente, discussa ed apprezzata anche in Commissione urbanistica consiliare nonché dalla Municipalità S. Lorenzo-Vicaria, considerata la rilevante riqualificazione che avrebbe comportato in un'area oggi notevolmente degradata ed in disuso. In data 23.11.2020 la Variante acquisiva anche il parere favorevole con raccomandazioni della Commissione Urbanistica.

Con Nota PG/2020/813667 del 07/12/2020 il Servizio Pianificazione Urbanistica trasmetteva il parere della Commissione Urbanistica e invitava la società a presentare gli elaborati definitivi della Variante al Pua, ai fini dell'acquisizione dei pareri endoprocedimentali e degli Enti esterni deputati ai pareri di merito e della successiva adozione.

L'area del Pua, prevalentemente interessata dall'ex complesso industriale "Redaelli", è situata a Napoli in prossimità di Piazza Carlo III, nell'area detta "la Piazzolla".

L'area ha forma quasi triangolare ed è delimitata superiormente da via Don Bosco, inferiormente da via della Piazzola e dalla via Rampe del Campo che congiunge via della Piazzola con via Don Bosco e, sul terzo lato, con un andamento non rettilineo, da una serie di edifici prevalentemente residenziali a quote diverse.

Il piano urbanistico attuativo approvato e la relativa Variante riguardano quota parte dell'ambito n. 19 - ex fabbrica Redaelli, individuato dalla Variante al Prg vigente e disciplinato dall'art. 150 delle Norme di Attuazione e relativa scheda n. 78, posto ad est della piazza Carlo III tra via Don Bosco e via della Piazzola.

Il piano prevede, attraverso interventi differenziati di recupero, la realizzazione di un nuovo insediamento per attività artigianali-commerciali, terziarie, di edilizia residenziale e delle relative infrastrutture di parcheggio, nonché di opere di urbanizzazione primaria e secondaria su aree di cessione di proprietà dei soggetti privati con la creazione di nuovi spazi pubblici, nonché interventi di riqualificazione della viabilità comunale limitrofa.

All'interno di tale piano sono previsti interventi volti sostanzialmente al recupero architettonico, strutturale e funzionale delle parti di valore storico-testimoniale, nonché interventi di demolizione e ricostruzione delle parti degradate e prive di tale valore, tesi a determinare una nuova configurazione urbana ed il ridisegno della viabilità.

La Variante - nell'obiettivo di una generale riqualificazione di un'area posta ai margini di piazza Carlo III e dell'Albergo dei Poveri ed in posizione strategica rispetto ai sistemi di mobilità e di trasporto (aeroporto di Capodichino, ingresso della Tangenziale est-ovest, stazione ferroviaria, porto) - tende a conservare la complessità della struttura- fabbrica preesistente, definendo, sia nell'impianto degli edifici, sia nell'aggregazione tipologica e sia nella diversità dei profili, una struttura differenziata, attraverso:

1. La conservazione di tutte le parti della fabbrica dell'impianto originario fino al 1923, a meno di alcune parti, prive di valore tipologico o testimoniale, modificate nel tempo dalle esigenze produttive, ed in particolare l'edificio con copertura con volta a botte

Geologo Giuseppe Doronzo

e quello con coperture a shed lungo la via della Piazzolla, nonché tutta la parte produttiva dei capannoni a confine est della fabbrica, comprese la galleria e la ciminiera;

2. La ricostruzione tipologica, con configurazioni coerenti con l'impianto storico, delle parti della fabbrica con scarso valore storico-testimoniale e notevolmente alterate nel tempo, (capannone centrale e capannoni a confine con il muro di confine a nord-est);

3. La demolizione delle parti della fabbrica prive di valore testimoniale e già dirute, di quelle realizzate in c.a. nel 1964, nonché dell'edificio ex attività artigianali e deposito esistente al di sotto della via don Bosco, e la relativa ricostruzione, a parità di volume, di quattro edifici residenziali su via don Bosco di con attività commerciali al piano terra

4. La realizzazione di attrezzature pubbliche (piazza alberata, parco centrale e parco lineare) nella misura ed in conformità della normativa di Ambito, concentrate, non più a margini, ma in posizione centrale dell'area in diretta connessione con il quartiere Arenaccia; tra via don Bosco e via della Piazzolla viene previsto, inoltre, un ampio collegamento (rampa), consentendo l'accesso al parco direttamente anche da via don Bosco;

5. L'acquisizione dalla Regione Campania e la successiva cessione al Comune di Napoli dell'intera area ex Alifana: questa soluzione, connessa con la precedente, consente di realizzare lungo via don Bosco, in un tratto oggi dequalificato e degradato, un parco lineare di oltre 250 m e per una superficie di oltre 3.000,00 mq;

6. La riqualificazione di tutte le strade pubbliche limitrofe alla fabbrica, ovvero di via della Piazzolla, delle Rampe del Campo e del marciapiede di via don Bosco, con la revisione/sostituzione della pavimentazione, integrazione dell'illuminazione, opere di arredo urbano, al fine di qualificare come spazi urbani di qualità la viabilità limitrofa all'intervento.

Il piano, in piena conformità con la normativa congiunta di cui alla parte II – Disciplina per il centro storico e dell'art. 150 relativo agli Ambiti delle NdA del Prg, prevede, quindi, le seguenti opere di urbanizzazione primaria e secondaria:

UP- Opere di urbanizzazione primaria

Riqualificazione di via della Piazzolla	1.352,00	mq
Riqualificazione di Rampe del Campo	1.545,00	mq
US – Opere di urbanizzazione secondaria		
Parco lineare su via don Bosco	3.533,00	mq
Parco pubblico centrale e rampa di collegamento	2.500,00	mq
Spazio attrezzato (piazza)	800,00	mq

Totale di opere di urbanizzazione primaria e secondaria 9.730,00 mq

Percentuale delle aree pubbliche sul totale aree del Pua 36,45%

Tutto il sistema dei parcheggi è organizzato nella differenza di quota tra via Don Bosco e la via della Piazzolla, con ingressi separati per ognuna delle funzioni previste e di fabbisogni sono calcolati in relazione sia alla normativa relativa all'edificazione (legge 1150/1942 art. 41 sexies), sia alla legge regionale sul commercio ed al pianocommerciale del Comune di Napoli, relativo alle attività produttive e dalle attività commerciali. Il totale delle superfici di parcheggio previste dal Pua approvato sommano a circa 12.000,00 mq, in conformità alla normativa in materia.

Il soggetto proponente della Variante è pertanto titolare della totalità dei diritti edificatori del Pua, come risulta dalla tabella che segue:

immobili	soggetto proprietario	Superficie mq	Volumetria esistente mc	% volumetrica su totale
Ex fabbrica "Rubelli" (via della Piazzolla 2/A e 3/A)	Centro Città srl	16.764,00	103.985,00	90,18
Edificio in via Rampe del Campo 7 -lotteria o) nella scheda n. 78 della lida	Centro Città srl	3.560,00	11.540,00	9,82
Aree ex Ferrovia Alifana	Regione Campania (in corso di acquisizione da parte di Centro Città srl.)	2.440,00	0,00	
sommario		22.764,00	117.525,00	100,00
Viabilità	Comune di Napoli	3.930,00	0,00	
Totali		26.694,00	117.525,00	

All'Agenzia del Territorio di Napoli(CatastoFg.82-A),si registra il seguente stato di diritto in corso di aggiornamento:

Soggetto proprietario	ICT Fg 82-A Particelle	superficie (mq)	% su totale Pua
Soc. Risorse It Sviluppo Napoli srl - in liquidazione (in trasferimento a Centro Città s.r.l.)			
Ex fabbrica Rodaolli (via della Piazzola 2/A o 5/A)	684	16.764,00	62,80
Edificio con ingresso da via Rampe del Campo n. 7 (indicato con la lettera "a")	3	1.380,00	5,17
	4	2.180,00	8,17
Area ex ferrovia Alifana di proprietà della Regione Campania (bene alienabile in corso di acquisizione)	854	2.440,00	9,14
Sommario		22.764,00	85,28
Comune di Napoli:	viabilità	3.930,00	14,72
Totale		26.694,00	100,00

In riferimento a tale Stato di consistenza aggiornato, cui si rinvia per il dettagliato esame della formazione e trasformazione storica dell'intero compendio e per la verifica della legittimità dei beni ivi compresi,sono stati determinati i seguenti dati sintetici:

	Superficie lorda edificata	Volumetria (mc)
Ex fabbrica Rodaolli	12.559,87	104.364,99
Edificio Rampe del Campo, 7	2.261,40	11.453,24
Totale	14.821,27	115.818,23

In definitiva la volumetria totale considerata nella Variante, tra parti conservate e parti demolite e ricostruite, al netto dei volumi tecnici, è pari a 115.818,00.

Nella tabella sono sintetizzati i dati principali degli interventi, articolati in Unità Minime di Intervento (UMI) (cfr. grafico allegato)

Geologo Giuseppe Doronzo

UMI	Destinazione prevalente	Tipologia di intervento	Superficie Fondiaria	Volumetria totale max
1	Mercato Centrale alimentare, ristorazione, botteghe, locali per esposizioni e manifestazioni	Recupero parte della fabbrica con galleria e ciminiera ed edifici produttivi annessi,	4.740,00	30.120,00
2	Residenze duplex con giardino di pertinenza	Recupero edificio seriale su via della Piazzola	1.700,00	7.600,00
3	Attività culturali, ristoro	Recupero edificio ottocentesco con copertura con volta	600,00	3.540,00
4	Complesso integrato costituito da attività per il tempo libero ed il fitness, attività di produzione culturale e commerciali	Ricostruzione capannoni in coerenza con la tipologia produttiva esistente	2.740,00	20.640,00
5	Complesso residenziale multipiano con attività commerciali a piano terra su via don Bosco	Demolizione e ricostruzione parti collabenti o moderne della fabbrica	2.700,00	24.700,00
6	Edificio residenziale multipiano con attività commerciali a piano terra su via don Bosco	Demolizione e ricostruzione parti collabenti o moderne della fabbrica	2.000,00	18.700,00
7	Edificio per residenze speciali con attività di servizio e commerciali a piano terra su via don Bosco	Demolizione e ricostruzione parti collabenti o moderne della fabbrica	1.320,00	10.500,00
Totale			15.800,00	115.800,00

Vi è da chiarire che la presente relazione è stata redatta, considerato il fatto che al momento stante vigente il P.R.G., (in linea con il dettato normativo previsto sia dal D.M. n. 47 del 11/03/88 - emanato ai sensi dell'art. 1 della legge 02/02/74 n.° 64, nonché del D.M. del 21/01/81, del D.M. del 03/03/75) considerando quanto riportato dalla L.R. 16/04 applicando quanto previsto dalla L.R. n. 9/83.

In particolare il Titolo II nello specifico all'Art.11 Strumenti urbanistici generali recita: Prima della formazione, revisione ed adeguamento degli strumenti urbanistici generali o loro varianti, ogni Comune della Regione dichiarato sismico o ammesso a consolidamento, è tenuto a predisporre indagini geologiche-geognostiche, ai fini della prevenzione del rischio.

Le indagini dovranno reperire dati per la compilazione delle seguenti carte:

- Carta Geolitologica;
- Carta della stabilità;
- Carta idrogeologica;
- Carta della zonazione del territorio in prospettiva sismica.

Al successivo articolo 12 si puntualizza come la Carta geologica debba essere redatta anche sulla base di indagini dirette e indirette svolte nell'ambito del territorio, per la definizione della stratigrafia e delle strutture.

Ciò premesso si riceveva incarico di produrre il presente studio.

Nella presente relazione si sono analizzati sia gli aspetti tecnici delle opere a realizzarsi, esaminandone l'utilizzo, che quelli di inquadramento generale territoriale prendendo in esame gli aspetti geologici, geomorfologici, geotecnici, sismici, pedologici, idrogeologici, idrologici.

Ciò premesso con il presente studio si è inteso: accertare la costituzione del sottosuolo dal punto di vista geologico ed idrogeologico; valutare la stabilità per le aree ove sono previste le opere richiamate in premessa; individuare eventuali problemi legati alla

natura ed alle caratteristiche dei terreni; fornire il modello geologico; fornire i principali parametri geotecnici e sismici;

Lo studio attuale, tenendo conto degli studi pregressi, è stato condotto nel rispetto delle normative vigenti.

Si è operato con la base topografica (ivi compresi i limiti comunali e quanto altro segnalato sulla cartografia topografica di base) fornita dalla committenza.

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area analizzata, ove è posta l'area citata in premessa, è pianeggiante ubicata ad una quota compresa tra m. 24 e 42 sul s.l.m.m., ed i relativi terreni sono censiti al NCEU del Comune di Napoli, foglio 82 A, particella 684.

L'intera area è all'interno di un complesso immobiliare, in stato di totale abbandono da anni, costituito da una serie di edifici a precedente destinazione produttiva, compresi tra via della Piazzolla (al Trivio) e la via don Bosco, ai margini del quartiere Arenaccia, come detto in disuso da decenni.

Le tipologie costruttive sono riferibili a quelle per la produzione, con strutture in muratura e coperture, per lo più, con capriate in legno e pannelli in lamiera o plastica, per gli edifici realizzati ai primi anni del 1900 e strutture e coperture in c.a. per gli edifici realizzati nei primi anni degli anni 60 sempre del 1900.

Poche modifiche e/o trasformazioni sono avvenute negli anni successivi. Lo stato di conservazione è generalmente pessimo, con gran parte delle coperture mancanti. Il calcestruzzo è notevolmente degradato ed i ferri di armatura totalmente ossidati e sbriciolati.

Tuttora continuano crolli delle coperture e di parti delle strutture. Al fine di far comprendere l'esatta ubicazione dell'area citata si riportano le successive figure. (Figg. 1, 2, 3,4 e 5).

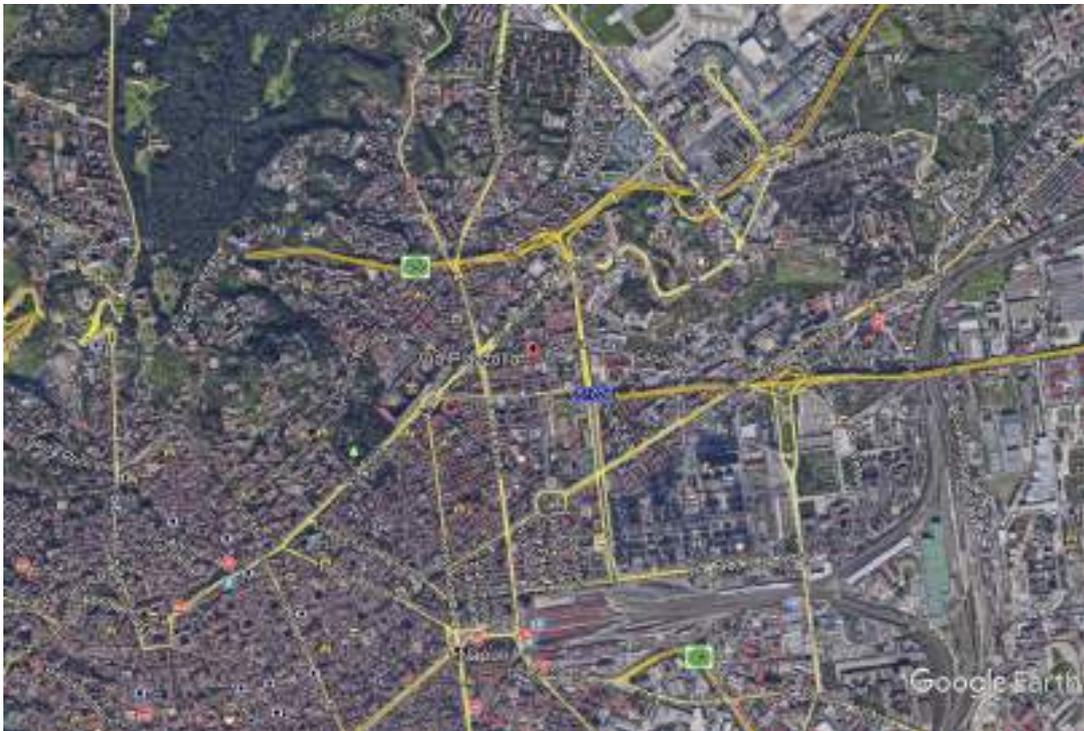


Fig. 1 – Immagine satellitare (da google earth, 2019). Ubicazione dell'area in oggetto .

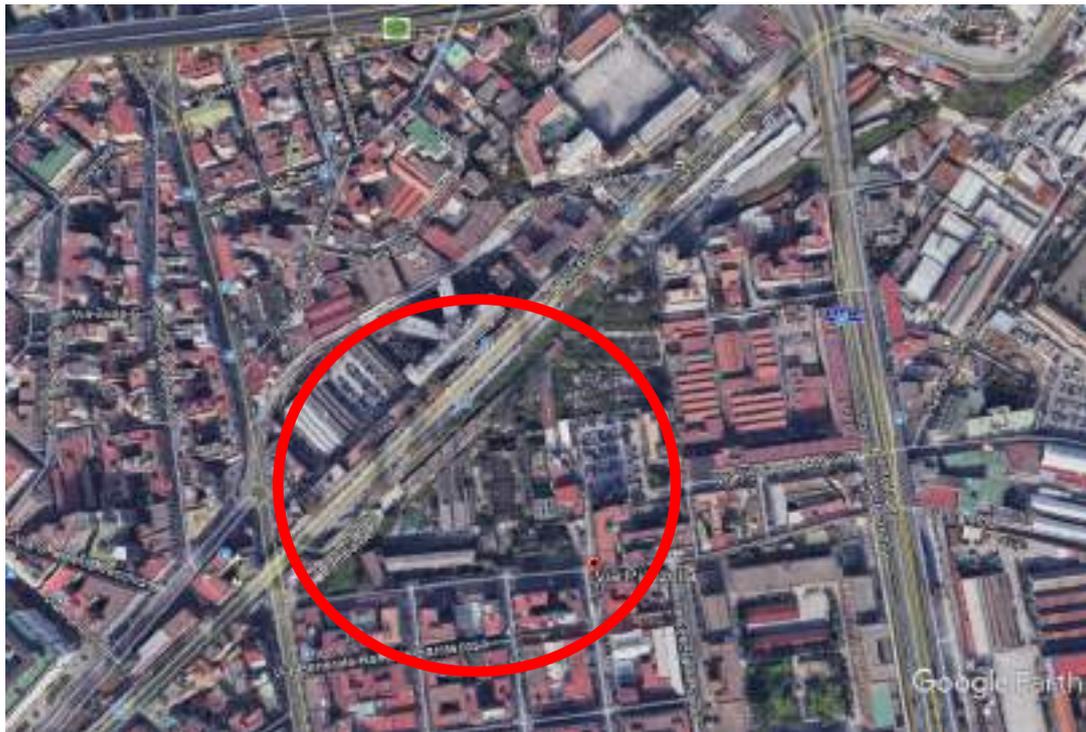


Fig. 2 – Immagine satellitare (da google earth, 2019). Ubicazione dell'area in oggetto .



Fig. 3 Stralcio planimetrico, fuori scala, relativa ubicazione dell'area in studio. Stato dei luoghi.

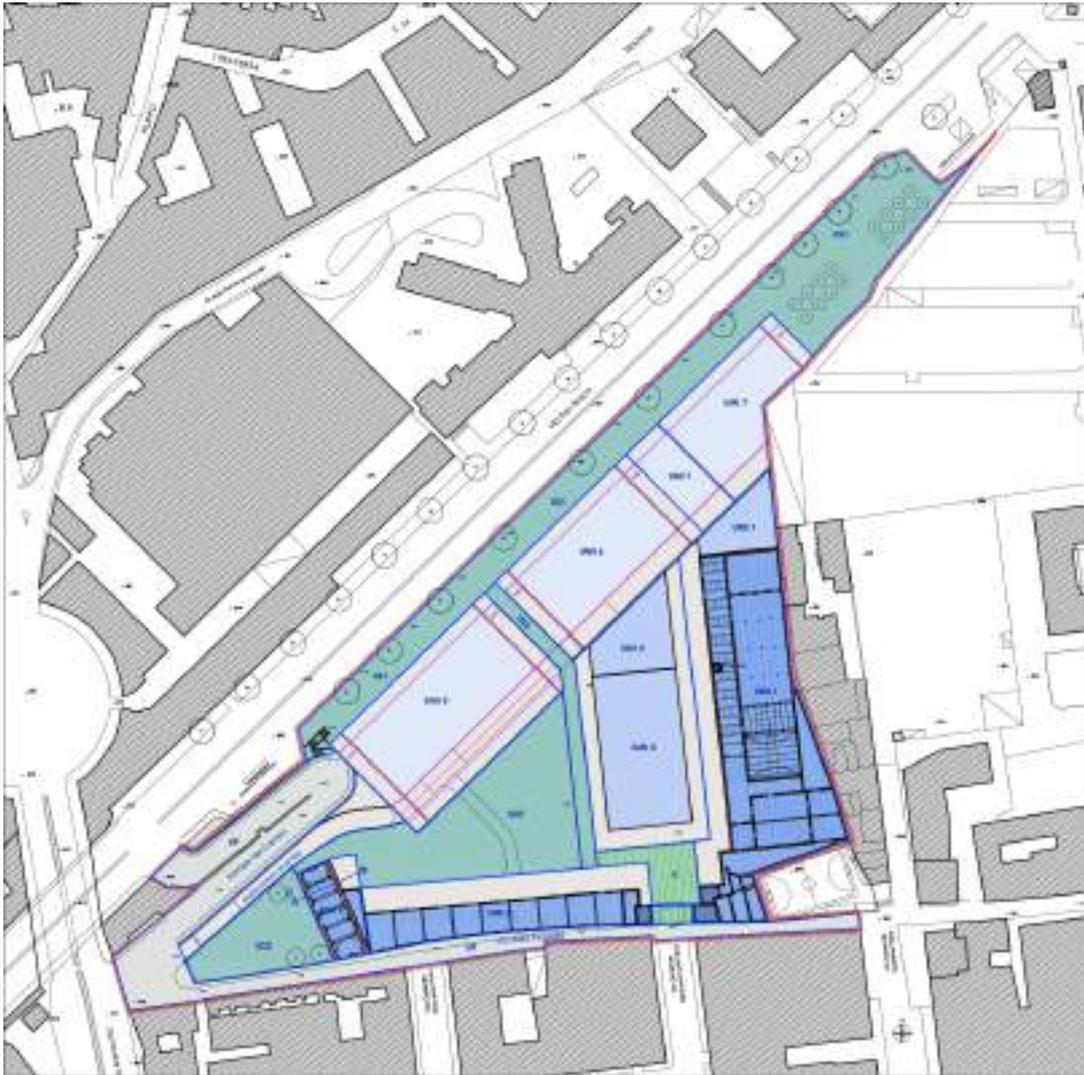


Fig. 4 – Ubicazione dell'area in studio – Stralcio fuori scala dello stato di progetto.



Fig. 5 Legenda dello stato di progetto.

Con riferimento ai dati delle indagini geognostiche eseguite ed alle conoscenze ed ai dati in possesso dello scrivente, si è potuto studiare il territorio in ottemperanza alle norme tecniche vigenti e, a tal proposito, si rammenta come con Delibera n. 5447 del 7 novembre 2002 della G.R. della Campania (B.U.R.C. n. 56/2002) "Aggiornamento della classificazione sismica dei comuni della Regione Campania" il Comune di Napoli (NA) sia stato inserito con nuova classificazione tra quelli S = 9.

3. MODELLAZIONE GEOLITOLOGICA – GEOMORFOLOGICA-GEOTETTONICA

L'area in esame è situata nell'ambito della città di Napoli ed è inclusa nel Foglio 184 Napoli - Isola d'Ischia della Carta Geologica d'Italia scala 1:100.000 edita dal Servizio Geologico d'Italia. Geograficamente risulta ubicata nella Piana Campana, una zona morfologicamente ribassata rispetto le coltri appenniniche che, dal punto di vista strutturale, viene definita una zona di sprofondamento limitata da faglie i cui andamenti principali sono NW-SE (direzione appenninica) lungo il bordo NE della piana, e NE-SW (direzione antiappenninica) lungo i bordi settentrionali e meridionali (Monte Massico e Monti Lattari) al cui interno si è insediato il vulcanismo potassico dei Campi Flegrei e del Somma-Vesuvio. (Fig. 6).

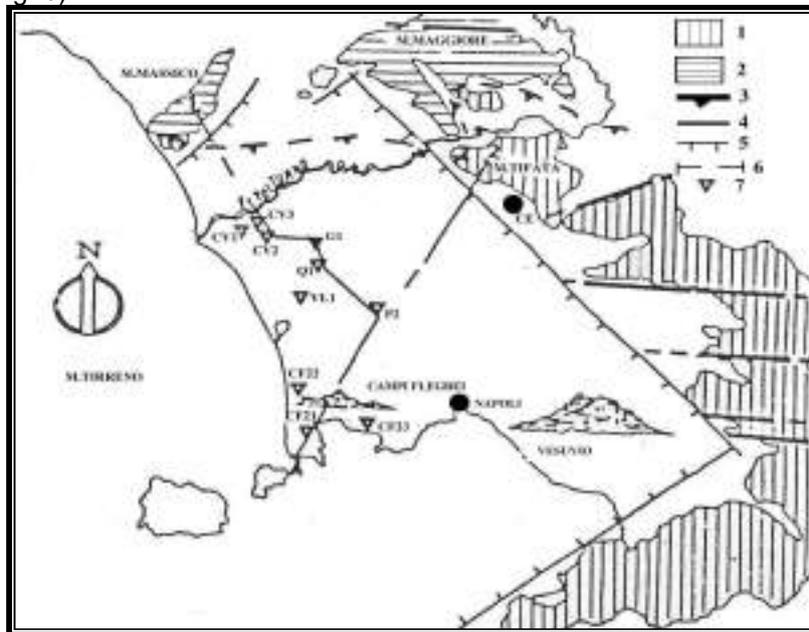


Fig. 6– Schema tettonico della Piana Campana e delle aree circostanti (da Ortolani & Aprile, 1985)

1) Unità carbonatiche della piattaforma Campano-Lucana; 2) Unità carbonatiche della piattaforma Abruzzese-Campana; 3) Fronte di sovrascorrimento delle unità della piattaforma Campano-Lucana; 4) Strutture mioceniche; 5) Faglie dirette quaternarie; 6) Traccia delle sezioni geologiche interpretative; 7) Sondaggi meccanici.

I terreni della Piana Campana sono rappresentati oltre che da depositi piroclastici flegrei e vesuviani da depositi marini ed alluvionali generati dal disfacimento sia delle vulcanoclastiti sia dei rilievi carbonatici circostanti. (Fig. 7)

I **Campi Flegrei** ed il **Somma-Vesuvio** sono le aree di vulcanismo attivo della Campania. Queste due zone si differenziano completamente per motivi strutturali, vulcanologici e petrografici.

Il Somma-Vesuvio è un apparato centrale misto localizzato all'intersezione di sistemi di fratture orientate in senso appenninico ed antiappenninico. I Campi Flegrei, con Ischia e Procida, rappresentano un sistema vulcanico complesso formato da un insieme di piccoli apparati piroclastici monogenici, disposti secondo un allineamento est-ovest.

Nella Piana Campana il basamento carbonatico risulta smembrato in una serie di horst e graben o secondo strutture monoclinatiche orientate in direzione E-W.

Il vulcanismo flegreo continentale ed insulare si è impostato su un alto strutturale continuo che si estende da Ischia a Parete, proseguendo verso nord fino a Caserta, i cui bassi strutturali sono rappresentati dal golfo di Napoli e dalla Piana del Volturno.

A Nord dei Campi Flegrei (tra Parete ed il Volturno), sotto la serie di vulcaniti potassiche, sono presenti sequenze di lave e piroclastiti andesitiche (spessore massimo 2.000 m) intercalate a sedimenti alluvionali di mare sottile denotanti una velocità di subsidenza di circa 1.600 m/m.a. (Fig. 8).



Fig. 7 – Schema geologico della Piana Campana (da Ortolani & Aprile, 1985)

1) Alluvioni recenti; **2)** Piroclastiti recenti dei Campi Flegrei; **3)** Tufo giallo; **4)** Tufo grigio; **5)** Piroclastiti del Somma Vesuvio; **6)** Lave e piroclastiti del Somma Vesuvio; **7)** Arenarie, argille e marne mioceniche; **8)** Calcari e dolomie della piattaforma Campano-Lucana; **9)** Calcari e dolomie della piattaforma Abruzzese-Campana; **10)** Travertino presente nel sottosuolo; **11)** Lave a piccola profondità; **12)** Perforazioni; **A-A')** Traccia di sezione

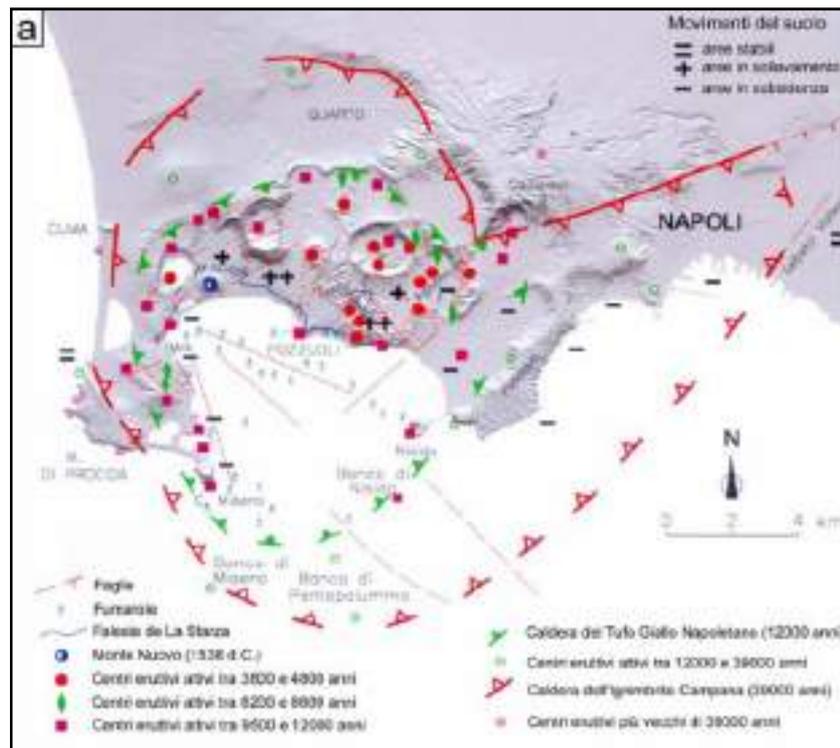


Fig. 8 – Schema aree in subsidenza e sollevamento

Il **Somma-Vesuvio** è un vulcano centrale composto costituito da un antico strato-vulcano, il monte Somma, e da un cono più recente, il Vesuvio. Si stima per i prodotti più antichi un'età di circa 25.000 anni e si segnalano in perforazioni profonde (m 1.125) lave con età di circa 0,3-0,5 milioni di anni. Il Somma è costituito essenzialmente da lave con una morfologia risultato di differenti episodi di collasso causa della rimozione della parte apicale dell'edificio vulcanico. La caldera polifasica risulta costituita da almeno cinque orli di collasso con l'attività recente del Vesuvio che si è sviluppata all'interno del recinto calderico del monte Somma anche se si segnalano eruzioni, come quella del 1760, localizzate all'esterno. Comunque la storia eruttiva del Somma-Vesuvio è stata caratterizzata da eruzioni di diversa intensità e tipologia che possiamo inglobare in tre grosse gruppi: eruzioni a piccola scala caratterizzate da un'attività effusiva o mista (effusiva-esplosiva); eruzioni di media scala di carattere esclusivamente esplosivo (sub-pliniane); eruzioni a grande scala (pliniane) come ad esempio quella di Pompei del 79 d.c. Tre di queste (Pompei 79 d.c.; Avellino 3.360 anni dal presente e Mercato 7.900 anni dal presente) hanno prodotto collassi calderici. Gli eventi a media e grande scala sono i meno frequenti; si stimano sei pliniane negli ultimi 18.000 anni e circa una diecina di sub-pliniane.

Per ciò che riguarda i **Campi Flegrei** si può suddividere l'attività in quattro cicli:

I° Ciclo – Formazione dei vulcani di Vivara, Terra Murata, Punta Serra, Fiumicello; della cupola lavica e brecce di Punta Ottimo, delle brecce della Lingua e di Marina di Vita Fumo, dello small scale pyroclastic flow dello Scoglio di S. Martino, della Formazione di Monte Grillo e delle cupole laviche di S. Martino, Cuma e Marmolite. A questo ciclo sono ascrivibili anche i tufi di Torre Franco ed un livello di pomice da caduta che spesso si rinviene alla base dell'Ignimbrite Campana (tutti questi prodotti hanno un'età superiore ai 35.000 anni)

II° Ciclo - messa in posto dell'*Ignimbrite Campana* e dello small scale pyroclastic flow con breccia poligenica associata, nota come formazione del *Piperno-Breccia Museo* (35.000-30.000 anni)

III° Ciclo - formazione del vulcano di Solchiaro; messa in posto dei *tufi biancastrati stratificati* e dei *tufi antichi* affioranti a Soccavo e nella zona urbana di Napoli rispettivamente. Formazione del vulcano di Torregaveta probabilmente 18.000-15.000 anni e messa in posto del *Tufo Giallo Napoletano* circa 13.000

IV° Ciclo - formazione dei vulcani di tufo giallo pseudostratificato, dei vulcani piroclastici monogenici, di cono di scorie, di cupole laviche. Eruzione storica di Monte Nuovo. Le età assolute per formazioni di questo ciclo partono da 10.000 anni fino all'eruzione di Monte Nuovo del 1538.

Il territorio del comune di Napoli ricade nel settore centrale della depressione tettonica della Piana Campana. l'assetto geologico risulta fortemente condizionato dalla storia eruttiva dell'edificio vulcanico del Somma-Vesuvio e dei Campi Flegrei, ubicati rispettivamente ad ovest e ad est, e dalla interazione con i processi sedimentari continentali e marini.

In larga parte dell'area di studio, il sottosuolo è costituito da terreni vulcanici (fig. 1), di età compresa tra il Pleistocene superiore e l'olocene, in cui si riconoscono la formazione del *Tufo Giallo Napoletano Auct.* (12 ky b.p.) e la formazione dell'*Ignimbrite Campana Auct.* (37 ky b.p.), importanti livelli-guida dell'attività vulcanica dei Campi Flegrei (ORSI G. *et alii*, 1996).

Depositi piroclastici incoerenti relativi alla attività successiva al *Tufo Giallo Napoletano Auct.* Chiudono verso l'alto la serie stratigrafica. essi comprendono, nel settore più occidentale, potenti spessori di depositi da flusso piroclastico e da surge, mentre ad ovest dell'allineamento Posillipo-Camaldoli sono costituiti da prodotti distali di caduta, dati da alternanze di livelli di cineriti e pomici.

Ad eccezione di limitati affioramenti tufacei presenti lungo le aree di versante e delle aree di piana, dove affiorano i depositi alluvionali, le piroclastici incoerenti prevalgono di gran lunga all'affioramento, presentandosi sia in giacitura primaria che con grado di rimaneggiamento variabile.

Riperti, depositi di origine antropica e accumuli di sedimenti alluvionali di età storica si rinvencono localmente, anche con spessori rilevanti, nell'area urbana.

L'attività vulcanica flegrea ha esercitato un forte controllo anche sulla costruzione dell'assetto morfologico dell'area di Napoli. I fenomeni di collasso vulcano-tettonico responsabili della formazione della caldera dell'Ignimbrite Campana, della caldera del Tufo Giallo Napoletano e di alcune depressioni minori, hanno determinato l'individuazione di gran parte dei rilievi collinari presenti nell'area di studio.

Fa eccezione la zona orientale dell'area di studio, dove si estende la piana alluvionale del fiume Sebeto, impostata nella depressione tettonica di Volla (BELLUCCI *et alii*, 1993). Il sottosuolo della piana del fiume Sebeto è costituito da sedimenti alluvionali e palustri progradanti nel settore costiero, sui più antichi sedimenti marini.

L'assetto morfologico articolato, l'elevata energia di rilievo delle aree di versante, le caratteristiche geotecniche dei terreni affioranti nonché le alterazioni del territorio connesse allo sviluppo urbano sono causa di una dinamica morfologica molto attiva e di frequenti fenomeni di dissesto, comprendenti frane delle coperture piroclastiche incoerenti, crolli dalle scarpate in tufo, sprofondamenti in superficie.

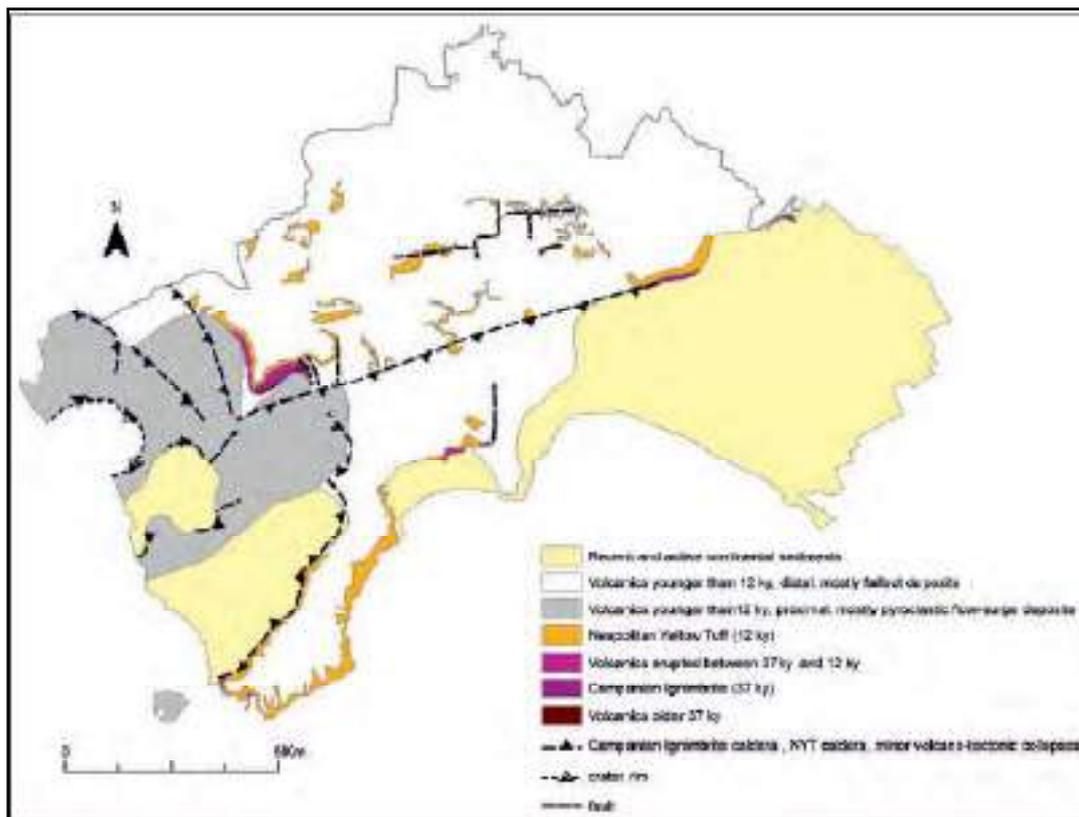


Fig. 1 – Schema geologico del comune di Napoli (da ORSI G. *et alii*, 1998 modificato).
– *Geologic scheme of the Naples area (from ORSI G. et alii, 1998 modified).*

Fig. 9 Schema geologico del comune di Napoli (Orsi 1998)

Il nostro ambito specifico, cioè nella porzione orientale della città di Napoli, è essenzialmente pianeggiante e si raccorda con gli alti morfologici del complesso vulcanico del Somma – Vesuvio a SE e con la dorsale Capodimonte – Capodichino a N. In pratica in un'area che prima della bonifica era paludosa con corsi d'acqua con deflusso lento, con inizio piana alluvionale ubicato all'inizio dei Ponti Rossi ove si rinvennero, nelle porzioni più superficiali, sabbie grossolane e limi, di potenza variegata da qualche metro e sino a m. 30.

Comunque è da precisare che nella depressione del Sebeto-Volla è possibile osservare il passaggio dalla facies litoide del Tufo Giallo Napoletano a quella incoerente lungo una direttrice che attraversa le località di Chiaiano, Capodimonte, Via Arenaccia, Poggioreale e San Giovanni a Teduccio. A Sud-Ovest di tale direttrice in quasi tutti i sondaggi esaminati in bibliografia si rinviene sia il Tufo Giallo Napoletano litoide che il Tufo Giallo Napoletano in facies incoerente mentre nelle località di Piscinola, Scampia, Miano, San Pietro a Patierno, Secondigliano, Barra, Poggioreale, S. Carlo all'Arena si rinviene solo il Tufo Giallo Napoletano in facies incoerente.

Nell'area a sud di Barra e San Giovanni a Teduccio si registra il passaggio dai depositi legati all'attività dei Campi Flegrei a quelli del Somma-Vesuvio, rappresentati in quest'area dalle lave del Somma; questi depositi, nel loro insieme, risultano intercalati a depositi alluvionali misti a piroclastiti e depositi eterometrici rimaneggiati con intercalazioni di torbe.

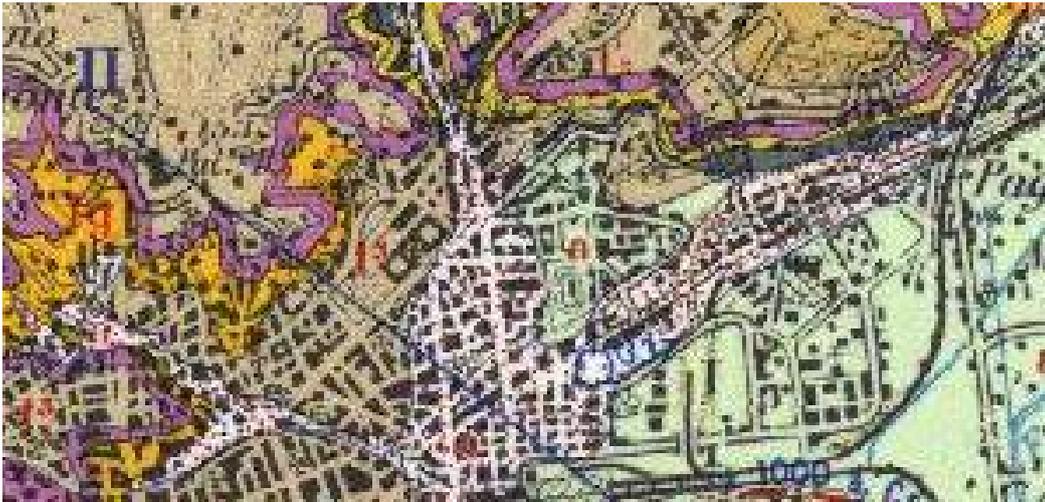
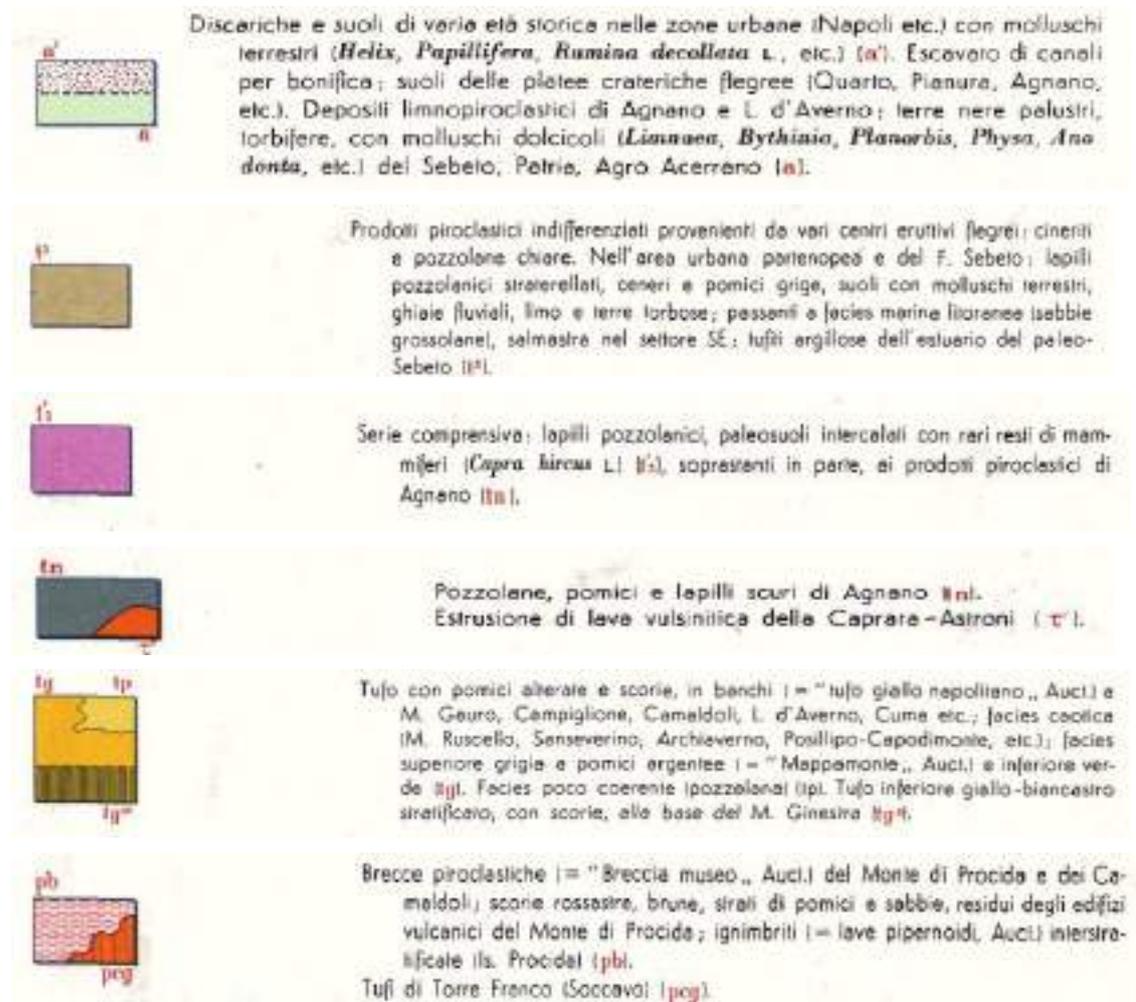


Fig. 12 – Stralcio, fuori scala, della carta geologica d'Italia 1:100.000 (F. 183-184, Ischia-Napoli)



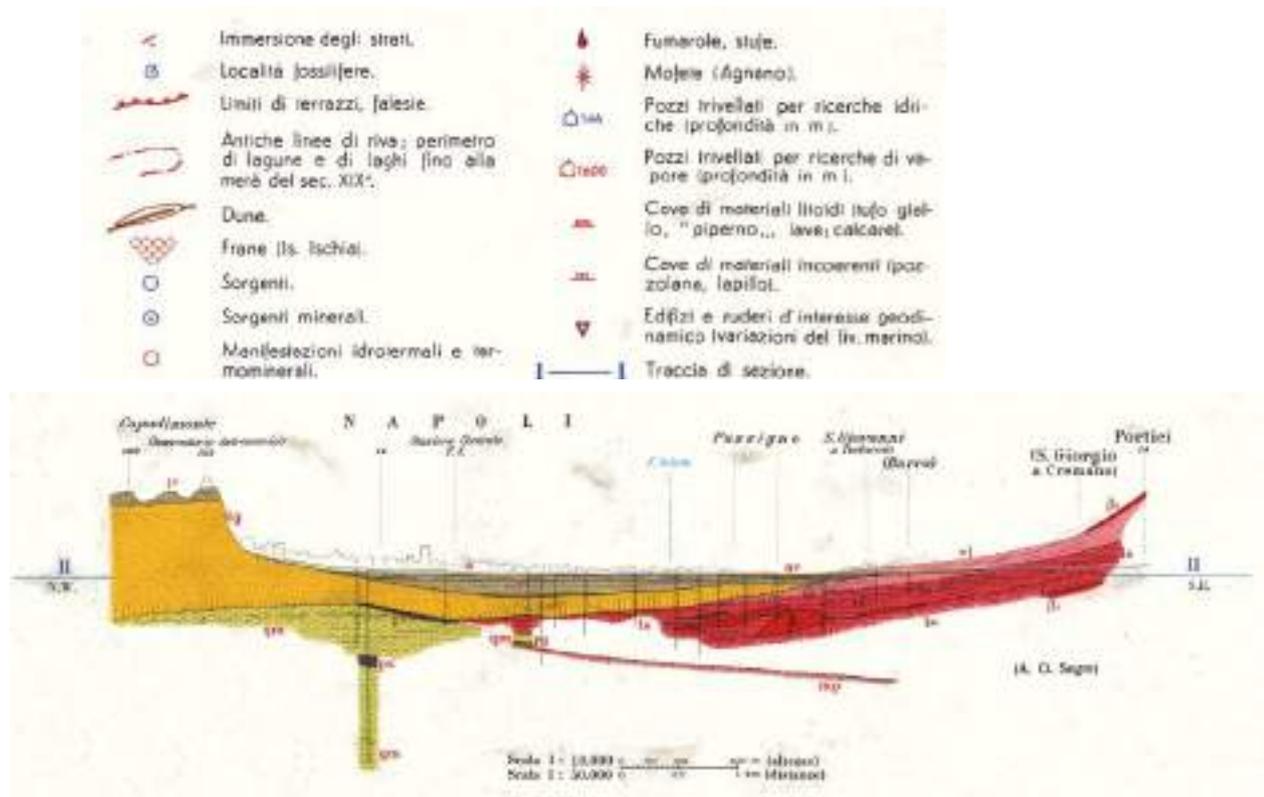


Fig. 13 – Stralcio, fuori scala, della carta geologico tecnica della città di Napoli d'Italia 1:10.000

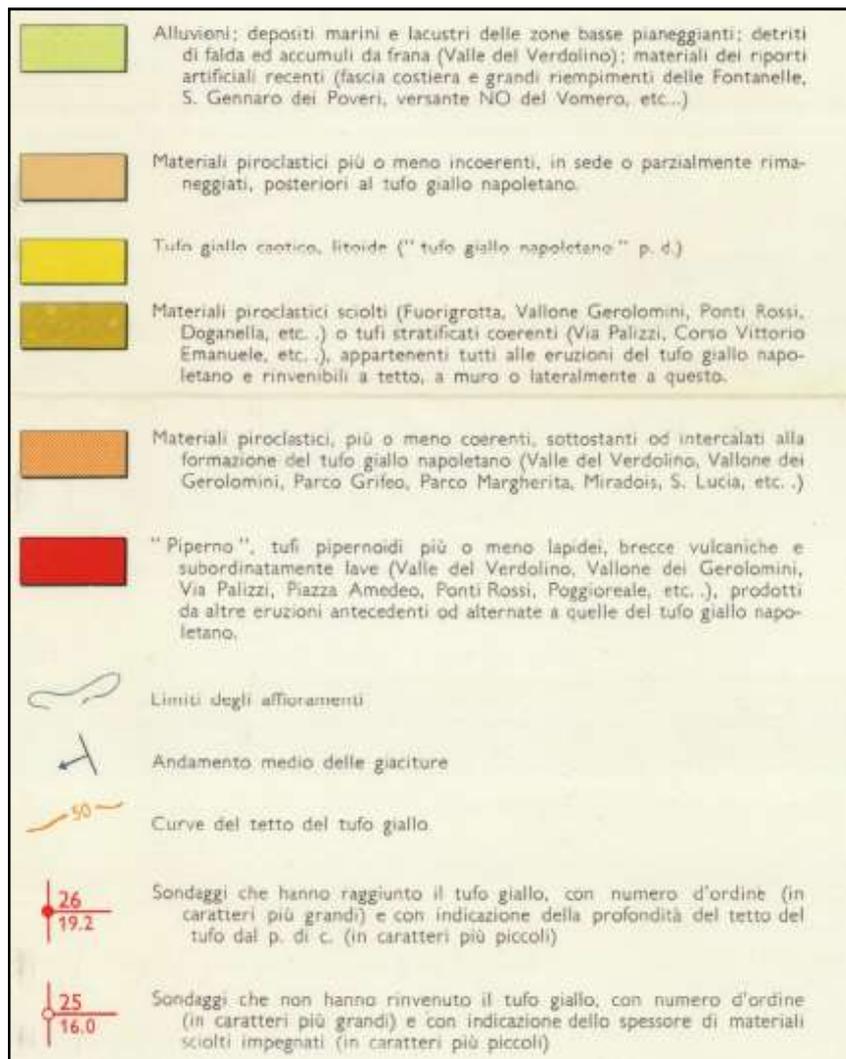


Fig. 14 – Legenda della carta geologico tecnica della città di Napoli d'Italia 1:10.000

Vi è da ricordare, come ben si denota dalla cartografia riportata, che siamo in un ambito completamente pianeggiante con pendenze inferiori all'1%.

La zona orientale di Napoli è limitata ad ovest dall'allineamento tra l'ex Forte del Carmine e Piazza Carlo III, a nord dal versante di Santa Maria del Pianto, ad est dalle pendici del Somma- Vesuvio e a sud dal mare. Tale zona è definita come Depressione del Sebeto le cui quote sono comprese dal poco sopra il livello del mare sino ad un massimo di m. 19 s.l.m.m nella porzione settentrionale.

L'area sino agli inizi del 1900 era paludosa con alvei a lento deflusso, costituendo nei secoli una barriera naturale difensiva che ha perso tale funzione, dopo le bonifiche, diventando area ad espansione urbanistica.

Il sistema fluvio-torrentizio avveniva tramite una moltitudine di piccoli impluvi e profonde incisioni che oggi sono quasi tutte stravolte a seguito di diversi interventi antropici.

La Depressione deve il suo nome al Sebeto che era l'unico corso d'acqua perenne che nasceva dalle Sorgenti della Bolla a Tavernanova nella porzione meridionale del territorio comunale di Casalnuovo a confine con quelli di Volla e Pomigliano D'Arco, che trovava ulteriori apporti dalle acque delle sorgenti di Lufrano per trovare sbocco a mare al Ponte della Maddalena.

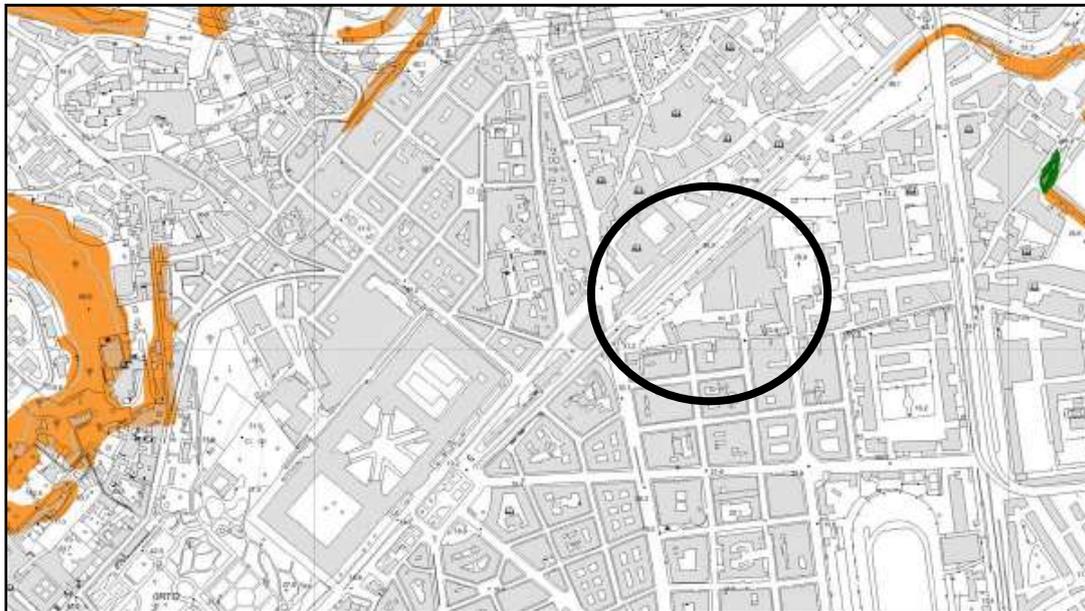
Il fiume si impostò (in una piana non alluvionale) nella depressione formatasi per l'abbassamento rispetto alla retrostante Terra di Lavoro per "vicende" tettoniche regionali con un rigetto di circa m. 80 formando il golfo del Sebeto che circa 10.000 anni fa occupava tutta l'area e mano mano si interrò per l'accumulo sia di sabbia marina sia per apporti di terreni risedimentati provenienti da aree Appenniniche (argille e ghiaie) e principalmente per l'accumulo di materiali piroclastici sciolti di origini vesuviana e flegrea.

In tale assetto litostratigrafico vi è da segnalare la presenza di antichi sedimenti torbosi con potenza variabile e che si presentano in placche e lenti di cui si segnalano due più definiti a tetto del Tufo Giallo Napoletano e uno a letto di questo.

Nel solco del Sebeto, ora coperto, c'è un collettore fognario.

In tale contesto litostratigrafico, connesso alla morfologia poc'anzi descritta, non si segnalano, al momento, fenomeni di instabilità in atto né fenomeni morfogenetici particolari in rapida evoluzione e si segnala come ciò sia in piena sintonia con il piano stralcio dell'autorità di bacino competente che non riporta rischi da frana R1, R2, R3 o R4.

Ciò è valido anche per quanto riguarda il rischio idraulico e la pericolosità idraulica ove anche in questo caso non vengono riportati rischi R1, R2, R3 o R4.



LEGENDA

- R4 - Rischio molto elevato
- R3 - Rischio elevato
- R2 - Rischio medio
- R1 - Rischio moderato
- Linea di bacino

Fig. 15 – Stralcio della carta rischio frana della competente Del Distretto Appennino Meridionale

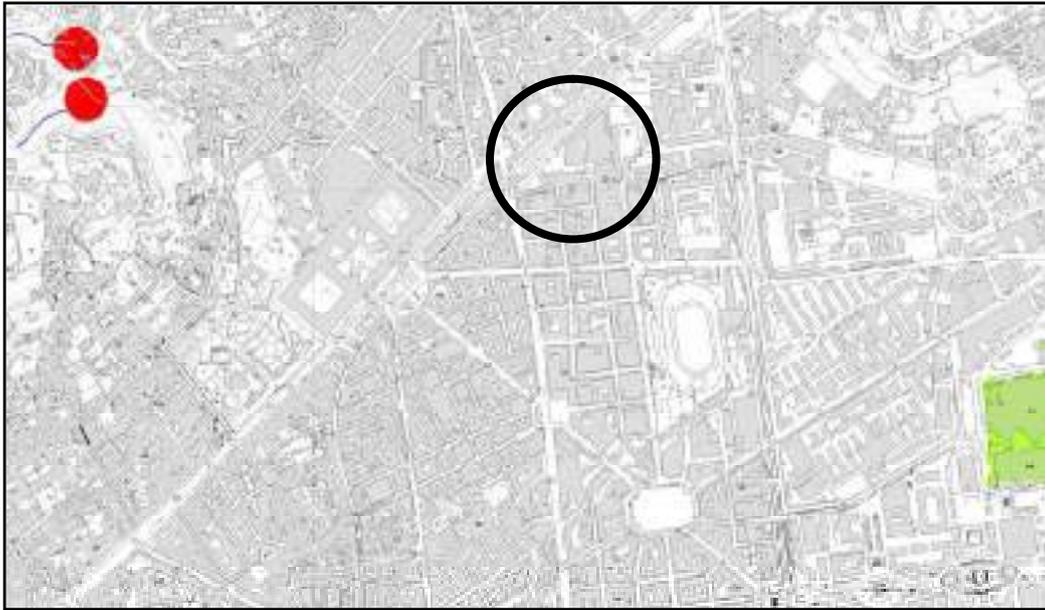


Fig. 16 – Stralcio della carta rischio idraulico della competente Del Distretto Appennino Meridionale

LEGENDA

	R1 - Rischio molto elevato
	R2 - Rischio elevato
	R3 - Rischio medio
	R4 - Rischio moderato
	Limite di tacca
	Alveo strada
	Reticolo idrografico
	Tratto tombato
	Tracce

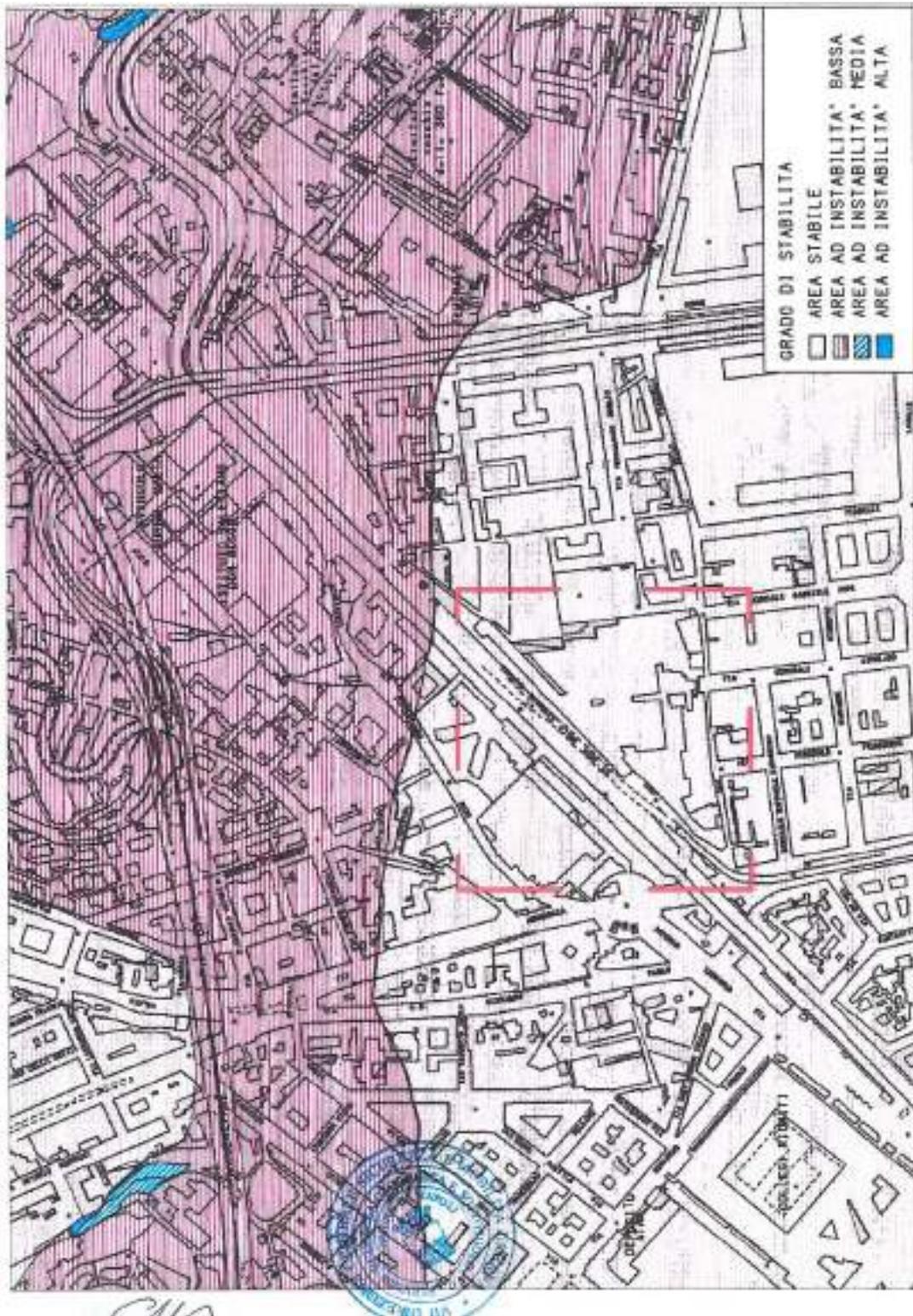


Fig. 17 Stralcio della carta della stabilità - Comune di Napoli – Servizio urbanistica

4. IDROGRAFIA E IDROGEOLOGIA

Dal punto di vista idrogeologico la Piana Campana, in cui è inserita la zona esaminata, è un'unità idrogeologica costituita da una spessa coltre di depositi vulcanici, alluvionali e marini, con caratteristiche litologiche ed idrogeologiche molto diverse tra loro. Questa configurazione lito-stratigrafica connessa alla presenza delle strutture vulcaniche dei Campi Flegrei e del Somma-Vesuvio, porta all'instaurarsi di flussi sotterranei complessi con presenza di più falde sovrapposte e molte volte intercomunicanti. (Fig. 12).

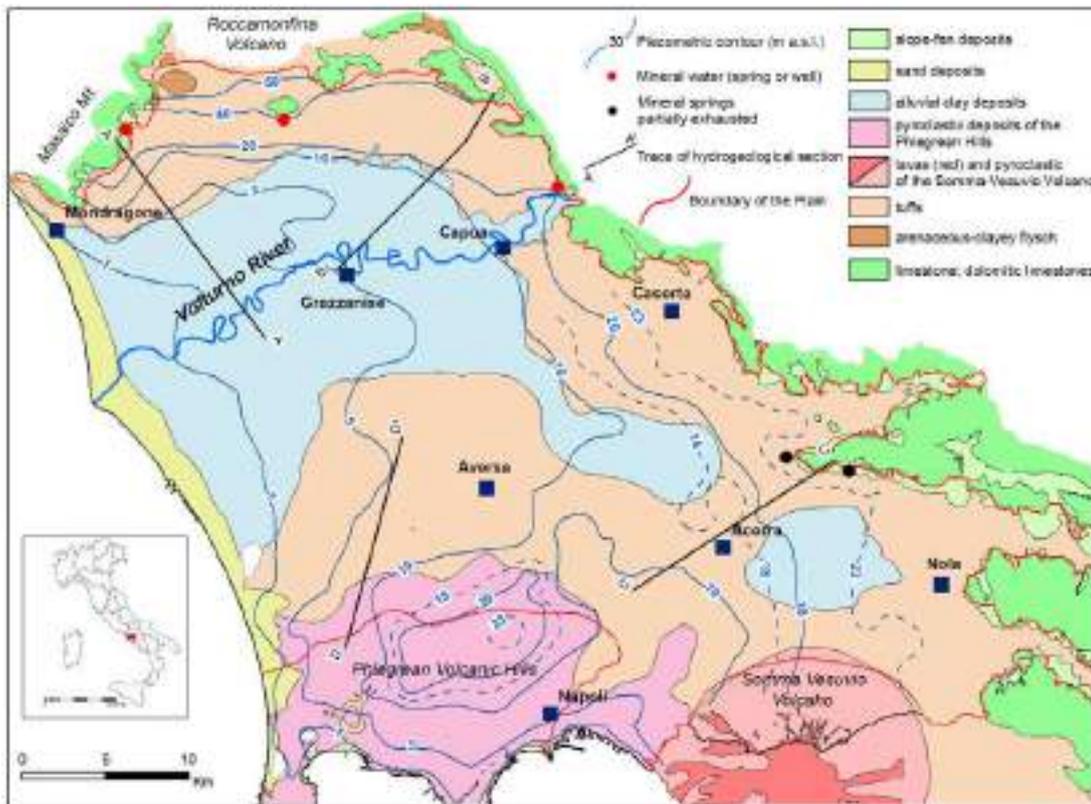


Fig. 18 - Carta idrogeologica della Piana Campana (da Ducci, 2007).

L'area di nostra pertinenza fa parte del Complesso costituito da depositi piroclastico-alluvionali, flegrei e vesuviani, sciolti e variamente ripetutamente rimaneggiati in ambiente fluviale, palustre e costiero con a luoghi intercalazioni di banchi pomicei e cineritici in giacitura primaria.

Si evidenziano, a varie profondità, diversi livelli torbosi nonché livelli sabbiosi e ghiaiosi: conseguenza di tale assetto litostratigrafico il condizionamento inerente al grado di permeabilità relativo.

Inoltre si evidenzia eterogeneità granulometrica sia in profondità che arealmente, comunque in un contesto granulometrico da medio e a medio fine. In termini generali la permeabilità è da bassa a media con l'eccezione dei livelli torbosi in cui è scarsa.

A nord ed est dell'area di nostra pertinenza è presente il contiguo Complesso dei depositi piroclastici da caduta formato da piroclastici vesuviane e flegree (essenzialmente da caduta) che si presentano sciolti e granulometricamente da medi a fini con intercalazioni a luoghi di poco potenti di livelli pomicei e paleosuoli limoso-sabbiosi.

La giacitura è primaria nelle zone pianeggianti e rimaneggiata ove vi è presenza anche di una minima pendenza. In tale contesto la permeabilità è da bassa a media.

Come detto in generale lo schema di circolazione idrica sotterranea è suddivisibile in due acquiferi di cui quello più profondo fa riferimento ad una circolazione di area più vasta relazionabile alle strutture carbonati che come evidenziate in precedenza.

Per quanto riguarda l'acquifero superficiale in generale presenta una elevata permeabilità ma al contempo mostra una notevole eterogeneità sia orizzontalmente che verticalmente.

Si riscontrano orizzonti a bassa permeabilità con intercalati altri orizzonti molto più permeabili; da ciò ne consegue una circolazione per falde sovrapposte che non essendo tamponate lateralmente da membri più impermeabili convergono verso una falda di base.

A ciò va aggiunto l'apporto delle acque provenienti dagli alti morfologici esistenti come ad esempio la Collina di Capodichino.

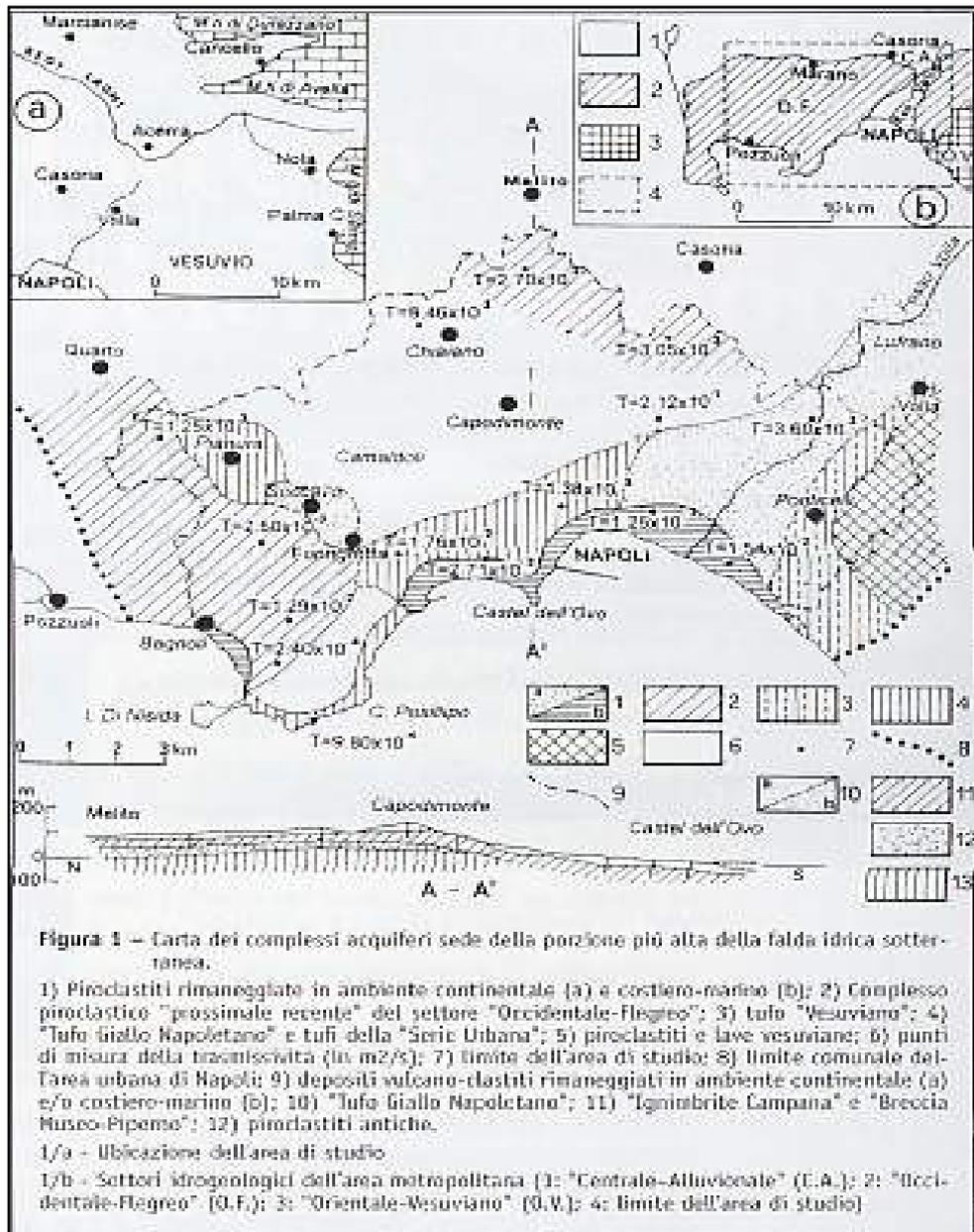


Fig. 19 – Carta dei complessi acquiferi (Celico et alii 2001)

Considerando quanto evinto dalle indagini geognostiche realizzate nell'area in esame durante l'intera campagna di indagini eseguite è stata riscontrata la presenza della falda ad una quota di m. 9,00 s.l.m.m. che ovviamente risultano quote di profondità del piano campagna attuale diversificate per i vari sondaggi che variano tra circa m. 15,50 (S6) e m. 19,50 (S2).

Si evidenzia che per il sondaggio S3, realizzato da una quota di m. 42,00 s.l.m.m., spinto sino alla profondità di m. 30,00 dal p.c. attuale, non è stata rilevata la presenza di falda acquifera.

Come si evince dalla cartografia non vi è presenza di corsi d'acqua ed in considerazione dell'assetto morfologico e dei deflussi superficiali, nel momento di apporti pluviometrici, non vi è convergenza di carico idraulico sul sito in studio in quanto il drenaggio delle acque avviene per convogliamento nel sistema di collettamento delle acque esistente e a realizzarsi.

Come detto, riguardo i vincoli di cui al Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino competente dalla cartografia allegata, per l'area in esame, non si evidenzia Rischio idraulico R1,R2,R3,R4 .

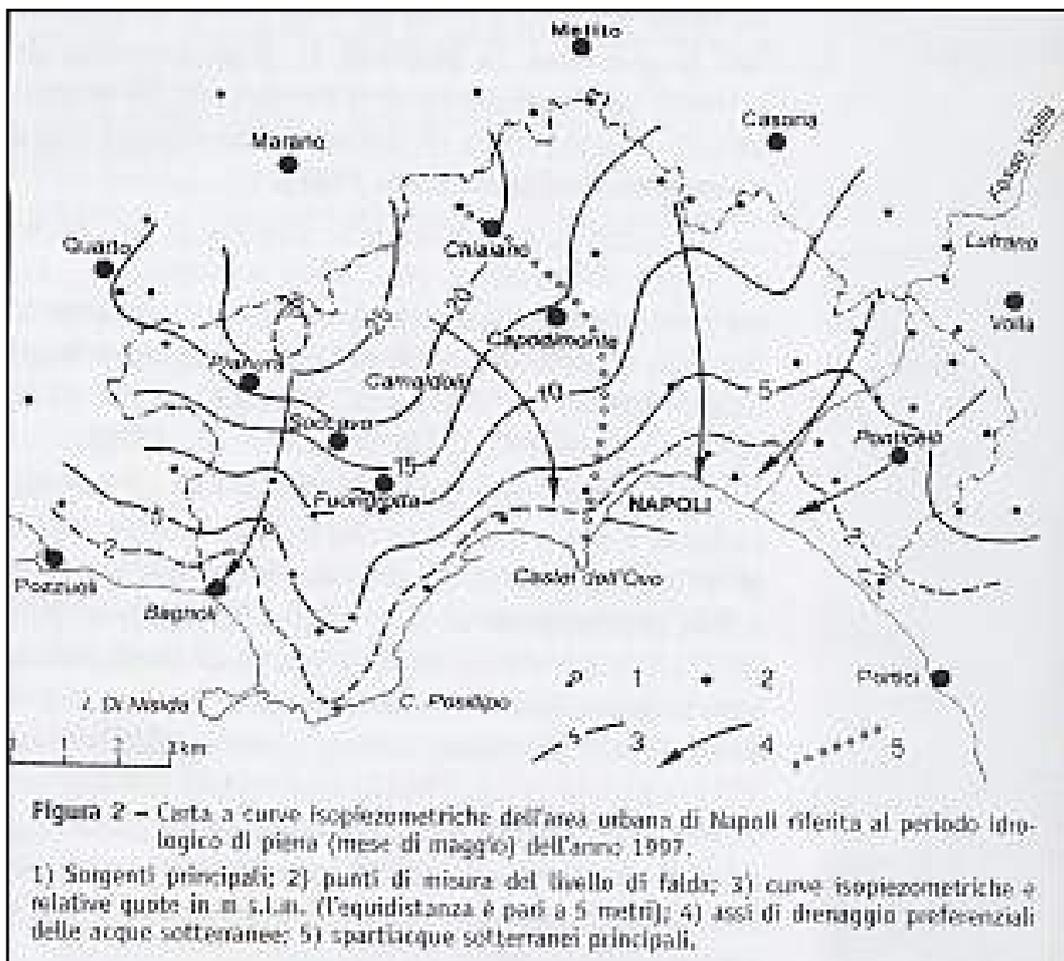


Fig. 20 – Curve isopiezometriche dell'area urbana di Napoli e delle aree limitrofe (Celico et alii 2001)

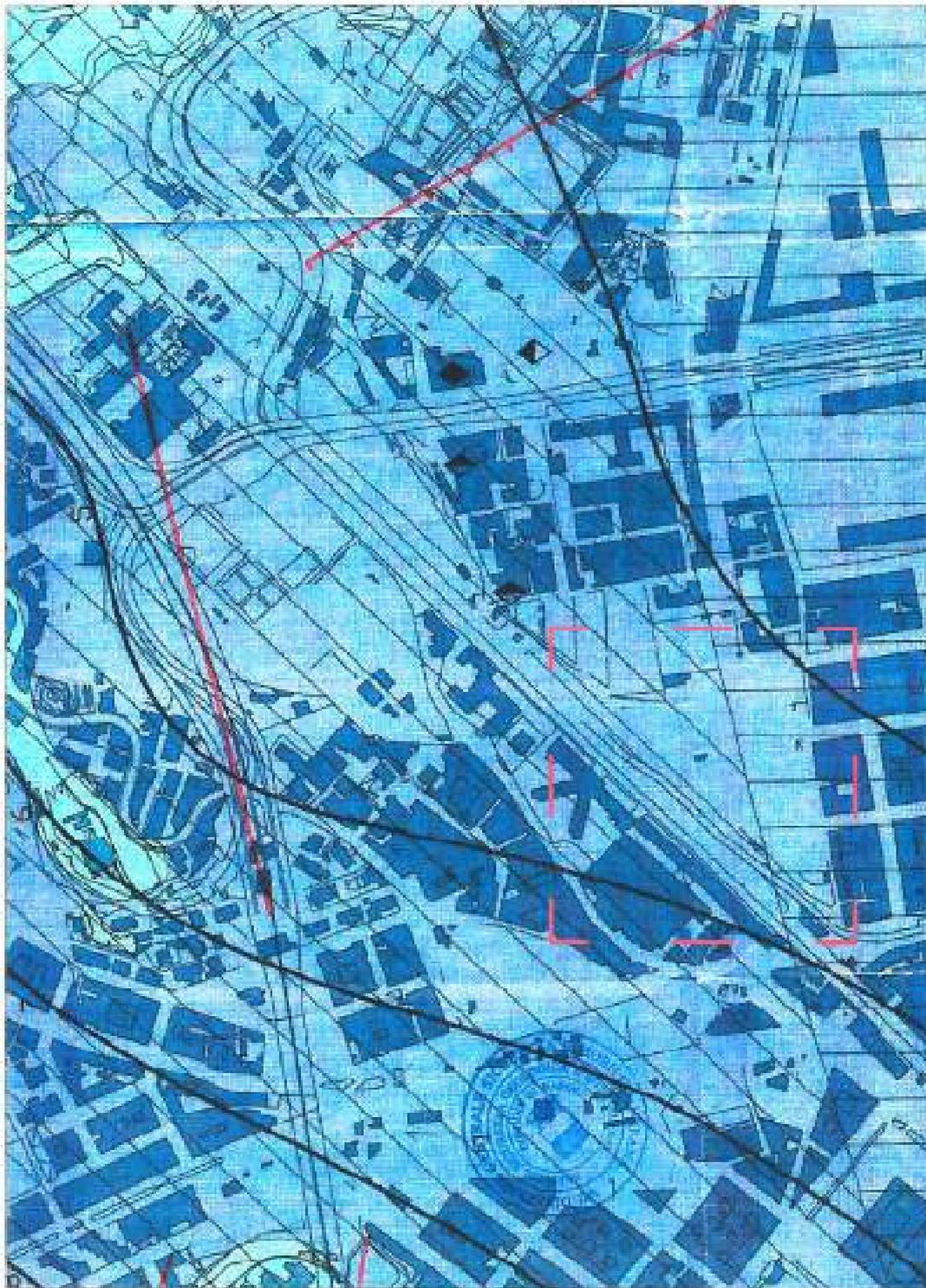


Fig.21 Stralcio della carta idrogeologica - Comune di Napoli – Servizio urbanistica

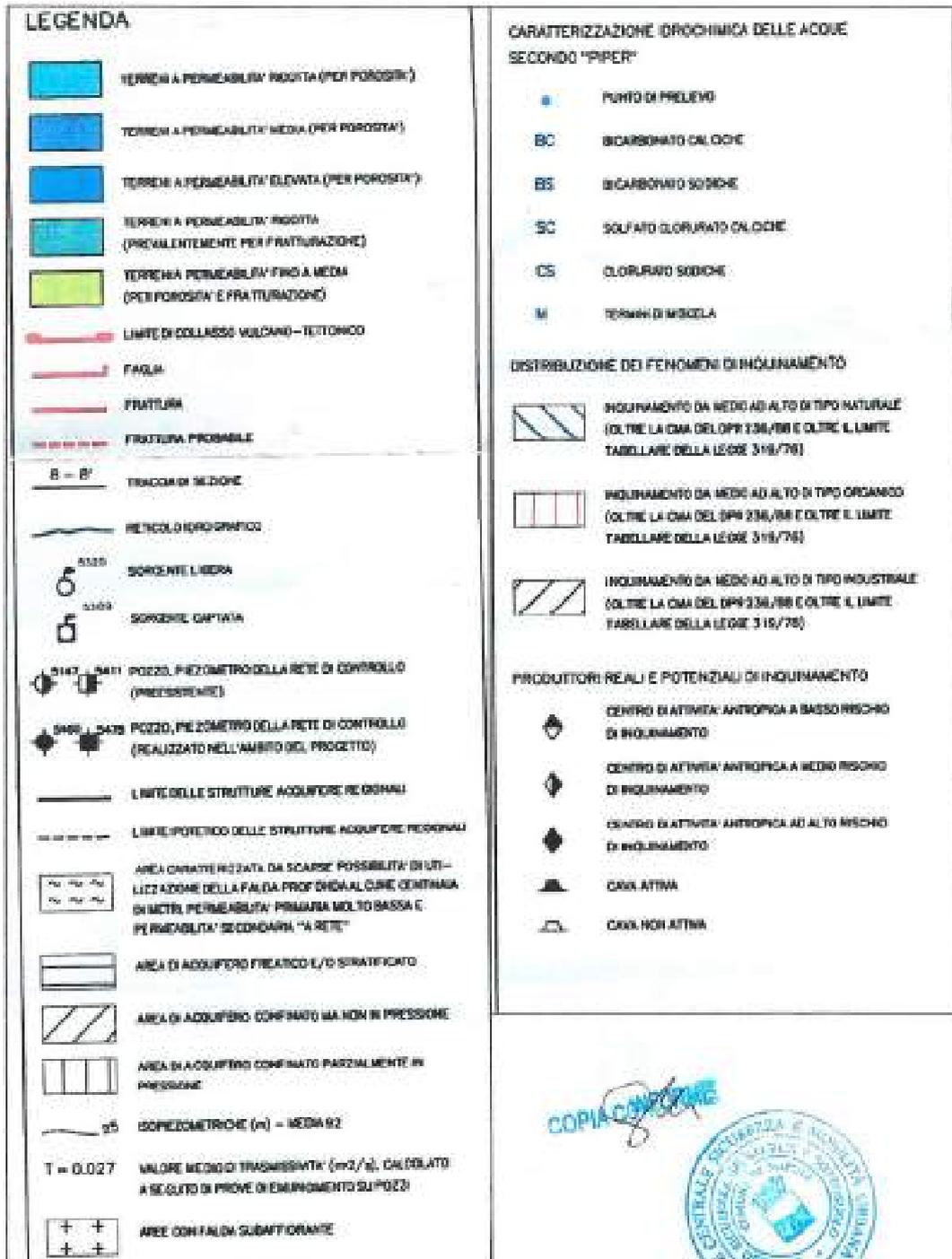


Fig. 22 Legenda della carta idrogeologica - Comune di Napoli – Servizio urbanistica

5. INDAGINI

Si è proceduto, dopo un sopralluogo preliminare ed uno studio della letteratura tecnico - scientifica relativa all'area in esame, al rilevamento geologico su ampia scala per individuare la natura dei terreni affioranti, la morfologia dell'area, eventuali altri dissesti e l'idrologia superficiale.

Nello specifico si è sviluppato il programma di studio ed indagini così come di seguito riportato:

1. Ricerca bibliografica: in questa fase, al fine di avere un quadro geologico-geomorfologico, geotecnico, ecc conoscitivo generale dell'intero territorio comunale, si sono consultate:
 - a. Foglio 183-184 – Ischia-Napoli della Carta Geologica d'Italia Scala 1:100.000;
 - b. Documentazione relativa agli studi geologici realizzati in passato per dare seguito agli strumenti di pianificazione territoriale a scala comunale;
2. Rilevamento geologico dell'area;
3. Indagini dirette in sito: Al fine di redigere la presente relazione sono stati utilizzati dati relativi, che si riportano parzialmente nel corpo del presente studio, alle indagini effettuate in passato a vario titolo nel sito in oggetto o nell'ambito delle immediate vicinanze del sito in esame.

Precisamente ci venivano fornite le indagini, che si intendono completamente richiamate, (sondaggi a c.c., S.P.T., analisi e prove di laboratorio, indagini sismiche) realizzate nel 2006 per dar seguito ai seguenti ad una prima stesura della variante PUA in oggetto.

Nello specifico sono stati eseguiti nel novembre 2019 per le finalità inerenti lo studio in oggetto:

- n. 1 sondaggio a c.c. spinto sino alla profondità di m. 40 dal p.c. (S1);
- n. 1 sondaggio a c.c. spinto sino alla profondità di m. 35 dal p.c. (S4);
- n. 4 sondaggi a c.c. spinti sino alla profondità di m. 30 dal p.c. (S2-S3-S5-S6);
- analisi e prove di laboratorio su n. 8 campioni indisturbati ;
- n.24 prove S.P.T.;
- N. 4 prove penetrometriche dinamiche pesanti tipo SPDH;
- n. 2 prospezioni sismiche tipo Down Hole;
- n. 2 piezometri a tubo aperto.

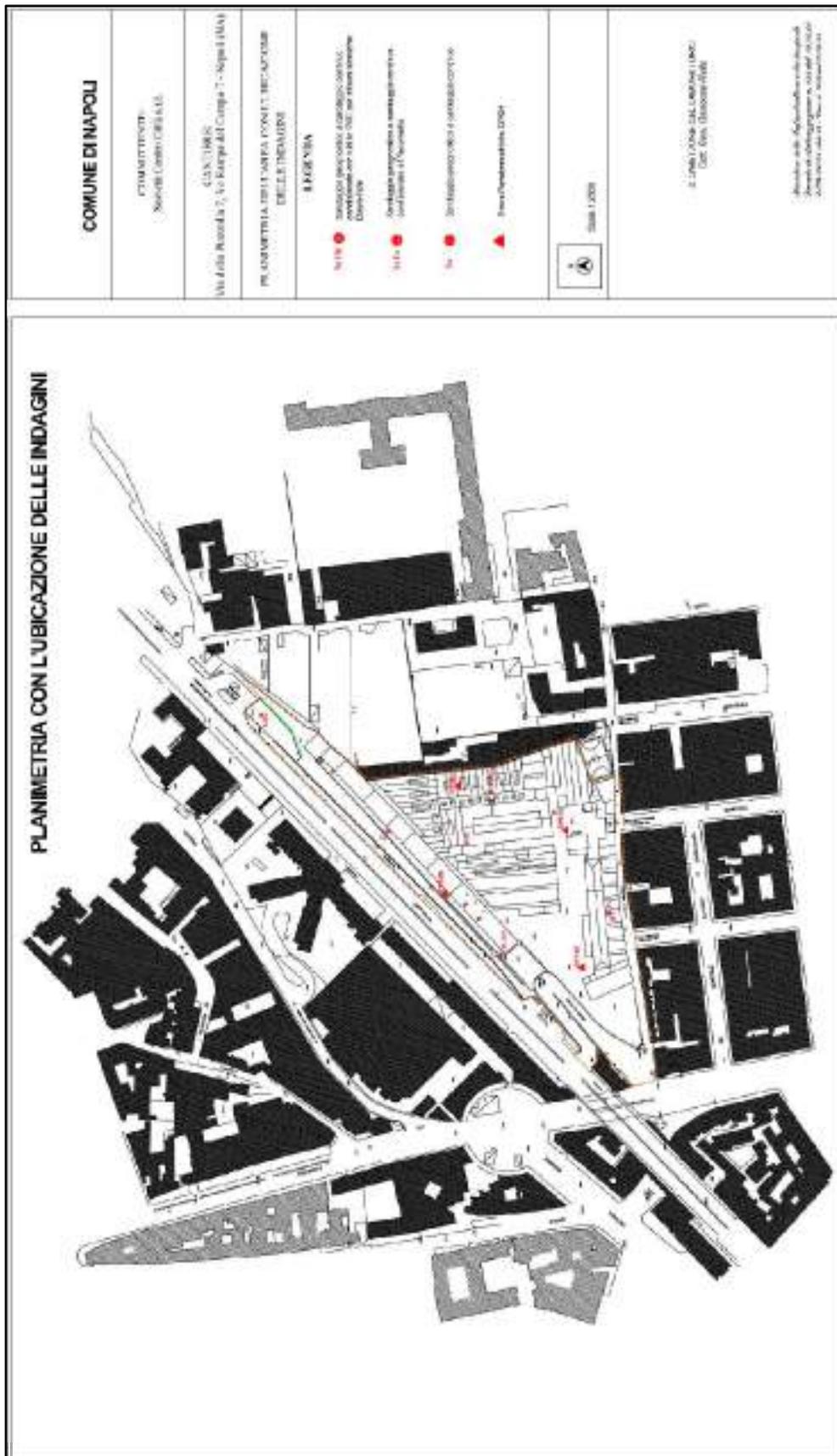


Fig. 23 – Planimetria, fuori scala, dell' area in studio con ubicazione delle indagini eseguite.

6. SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO

Sono stati eseguiti N. 6 sondaggi geognostici a carotaggio continuo indicati con le sigle da S1a S6, spinti a profondità variabile tra 30.00 e 40.00 metri dal piano campagna per un totale di 195 metri lineari di perforazione. Di questi sondaggi due sono stati attrezzati per misure sismiche in foro del tipo Down-Hole (S1 e S4) e due sono stati condizionati a piezometro a "tubo aperto" (S3 ed S6).

Nella Tabella che segue viene riportato in maniera sintetica il tipo di allestimento e le prove eseguite in ogni sondaggio al fine di esibire un quadro di immediata lettura di quanto realizzato

Sondaggio (Sigla)	Perforazione (m.l.)	Prelievo Campioni Indisturbati (da m a m)	S.P.T. (m)	Piezometro m.l.	Condiz. D.H. (m.l.)	Pozzetto Prot.
S1	40.00	5.50 - 6.00	6.00		40.00	1
		12.00 - 12.40	9.00			
			12.40			
			16.50			
S2	30.00	7.00 - 7.50	6.50			
		14.50 - 15.00	9.00			
			12.00			
			17.50			
S3	30.00	7.50 - 8.00	6.0	30.00		1
		11.50 - 12.00	9.50			
			13.50			
			16.50			
S4	35.00	3.00 - 3.50	2.00		35.00	1
		7.50 - 8.00	6.00			
			9.50			
			15.00			
S5	30.00	4.00 - 4.50	2.50			
		8.00 - 8.50	6.00			
			10.00			
			14.50			
S6	30.00	3.00 - 3.50	2.00	30.00		1
		7.50 - 8.00	5.50			
			9.80			
			15.00			

Il sondaggio geognostico viene eseguito allo scopo di ricostruire il profilo stratigrafico del sito indagato, mediante l'esame del materiale estratto, per effettuare prove penetrometriche dinamiche S.P.T. e per consentire il prelievo di campioni indisturbati. I suddetti campioni si sottopongono a prove di laboratorio al fine di determinare le proprietà fisiche e meccaniche del terreno.

I sondaggi geognostici sono stati eseguiti con una sonda TEREDO DC203 munite di cingoli, con coppia della testa di rotazione pari a 1050 dN m con antenna di altezza di

6165 mm concorsa della testa di rotazione pari a 3600 mm e forza di estrazione pari a 63 kN.

Per il campionamento dei materiali è stato adoperato un carotiere semplice di lunghezza pari 300 cm con diametro esterno pari a 101 mm, munito di corona tagliente dentata con cilindri di widia. Il carotiere è collegato ad una batteria di aste di perforazione a filettatura troncoconica di lunghezza utile pari a 1.50 e 3.00 metri. All'estremità superiore del carotiere è posizionata una valvola di non ritorno a sfera, che impedisce all'acqua presente nelle aste di perforazione di venire a contatto con la carota riducendone così il disturbo e la possibilità chela carota stessa fuoriesca dal carotiere.

La perforazione è avvenuta con acqua di circolazione solo laddove i litotipi si presentavano particolarmente consistenti o lapidei.

Le carote di materiale estratto sono state allocate in maniera ordinata e continua all'interno di cassette catalogatrici in PVC di dimensioni 1.00x0.60m provviste di setti separatori. Lungo di esse si sono disposte dei contrassegni indelebili in corrispondenza delle quote progressive del sondaggio (riferite al p.c.). Ogni cassetta è stata contraddistinta con la sigla del sondaggio, o da un numero progressivo, dalle quote di prelievo e dal nome del cantiere.

Laddove il foro di sondaggio presentava problemi di stabilità si è provveduto ad introdurre opportuni tubi metallici di rivestimento provvisorio con diametro Øest pari a 127 mm e lunghezza degli spezzoni pari a 150 cm e spessore di 8 mm.

Nell' infissione del rivestimento, così come nella perforazione quando eseguita con fluido di circolazione, si sono adottati tutti gli accorgimenti atti ad evitare ogni disturbo del terreno naturale.

L'attrezzatura di perforazione aveva le seguenti caratteristiche ed i seguenti diametri:

- Aste di manovra cave dal diametro ϕ (mm) 76
- Aste di manovra lunghezza (m) 3.0
- Carotiere da ϕ (mm) 101
- Carotiere doppio da ϕ (mm) 101
- Carotiere lunghezza (m) 3.0
- Corona con denti in Widia da ϕ (mm) 101
- Corona diamantata da ϕ (mm) 101
- Tubi di rivestimento ϕ (mm) 140

Per quanto riguarda la realizzazione dei sondaggi a carotaggio continuo si sono raggiunte le profondità evidenziate nella tabella precedente avendo cura di rivestire il foro, con apposita tubazione del diametro di 142 mm. Così come riportato nelle stratigrafie allegate. Le carote relative ai sondaggi sono state raccolte nelle apposite cassette catalogatrici e consegnate al committente. Sono state altresì eseguite, durante la realizzazione dei sondaggi, ventiquattro prove penetrometriche dinamiche tipo S.P.T. (Standard Penetration Test) . Rimandando per i dettagli alle stratigrafie allegate, dal piano campagna attuale rinveniamo un'alternanza di litotipi che avendo avuto fasi di deposizione, trasporto e risedimentazione susseguite nel corso dei tempi (vedi inquadramento geologico) risultano avere una certa variabilità deposizionale sia in senso verticale che orizzontale. Da ciò ne consegue una certa variabilità per quanto attiene la potenza dei litotipi rinvenuti. In termini generali i sondaggi hanno altresì confermato come questa porzione di territorio comunale esaminato sia caratterizzato essenzialmente da una successione di prodotti piroclastici incoerenti in giacitura sia primaria che secondaria nonché e da depositi alluvionali, i quali si presentano in forma interdigitale. La successione piroclastica si presenta in alternanza di ceneri (da sabbiose-ghiaiose a sabbiose-limose), livelli di lapilli pomicei e lapidei, livelli di cenere humificata, a luoghi paleosuoli come detto variamente intercalati. Durante l'esecuzione del sondaggio a carotaggio continuo la falda è stata rinvenuta ad una profondità non inferiore m. 15,50 dal p.c.

Per le correlazioni descritte nel presente capitolo si rimanda alle colonne stratigrafiche. Per quanto riguarda le quote e le profondità si fa riferimento al piano campagna attuale così come si evince dalla cartografia fornita dalla committenza.

7. STANDARD PENETRATION TEST

Nel corso dei sondaggi sono state eseguite ventiquattro prove penetrometriche dinamiche S.P.T. a quote differenziate in relazione ai terreni rinvenuti. E' stata utilizzata un'attrezzatura conforme alle norme ASTM D 1586-AASHTOT 206, costituita da un campionatore Raymond a punta aperta, un maglio da 63,5 kg e da aste in acciaio del peso di 7 kg/ml.

Le prove penetrometriche dinamiche S.P.T. sono state realizzate nel foro di sondaggio per verificare le caratteristiche meccaniche dei terreni in attraversamento.

Queste prove consentono di determinare, in primis ma non solo, la resistenza che un terreno offre alla penetrazione dinamica di un campionatore *RAYMOND* battendo sulle aste di manovra per mezzo di un maglio normalizzato che cade da un'altezza standard.

L'attrezzatura utilizzata aveva le seguenti caratteristiche:

- Maglio in acciaio da Kg 63.5
- Dispositivo di sgancio automatico del maglio
- Altezza di caduta del maglio cm 76
- Campionatore Raymond diametro cm 3.5
- Scarpa standard a punta aperta
- Punta conica standardizzata con angolo di apertura 60°

Il dato assunto come indice di resistenza alla penetrazione *NSPT* è il numero di colpi *N* necessario ad una penetrazione del campionatore pari a 30 centimetri, dopo 15 centimetri di infissione dinamica per il posizionamento. Effettuando la prova con la punta a scarpa aperta è stato possibile prelevare un campione non indisturbato del terreno, utilizzato per il controllo della granulometria. Attraverso delle correlazioni con *Nspt* si possono fornire i parametri geotecnici come Densità relativa *Dr* e angolo di attrito interno ϕ'

Le prove sono state eseguite alle profondità che si possono evincere dalla sottostante tabella. In allegato sono riportati sia i valori desunti dalle prove.

	Profondità prova da p.c. m.	Profondità fine prova da p.c. m.	Quota inizio prova s.l.m.m.	N ₁	N ₂	N ₃	N _T
S1/1	6,00	6,45	22,26	4	5	7	12
S1/2	9,00	9,45	19,26	2	3	3	6
S1/3	12,40	15,45	15,86	10	10	12	22
S1/4	16,50	16,95	11,76	9	13	16	29
S2/1	5,50	5,95	23,00	2	2	3	5
S2/2	9,00	9,45	19,50	12	11	7	18
S2/3	12,00	12,45	16,50	13	12	13	25
S2/4	17,50	17,95	11,00	5	2	2	4
S3/1	6,00	6,45	34,00	3	3	4	7
S3/2	9,50	9,95	30,50	11	11	8	19
S3/3	13,50	13,95	26,50	12	8	9	17
S3/4	16,50	16,95	23,50	12	12	13	25
S4/1	2,00	2,45	23,00	1	2	4	6
S4/2	6,00	6,45	19,00	4	5	8	13
S4/3	9,50	9,95	15,50	8	8	9	17
S4/4	15,00	15,45	10,00	15	13	13	26
S5/1	2,50	2,95	23,10	6	7	3	10
S5/2	6,00	6,45	19,60	3	6	9	15
S5/3	10,00	10,45	15,60	11	9	9	18
S5/4	14,50	14,95	11,10	12	13	14	27
S6/1	2,00	2,45	22,20	1	1	1	2
S6/2	5,50	5,95	18,70	2	1	1	2
S6/3	9,60	10,05	14,60	10	7	7	14
S6/4	15,00	15,45	9,20	13	8	9	17

8. ANALISI E PROVE DI LABORATORIO

Durante l'esecuzione dei sondaggi a carotaggio continuo sono stati prelevati dodici campioni indisturbati sui quali sono stati eseguiti poi analisi e prove di laboratorio.

Il prelievo dei campioni viene realizzato adoperando un campionatore cilindrico "fustella" che viene montata alle aste di manovra e poi infisso nel terreno alle profondità prestabilite, con la sola pressione esercitata dalla macchina perforatrice. Riempita la fustella di materiale, essa si estrae e immediatamente deve essere paraffinata alle due estremità, per evitare che, al contatto con l'aria, il materiale perda la sua umidità naturale. Tra i diversi tipi di campionatori esistenti in commercio, è stato utilizzato il campionatore "a pareti sottili", che tra tutti è quello che arreca minore disturbo al terreno. Durante l'esecuzione di ogni sondaggio sono stati prelevati campioni indisturbati, alle profondità e con le sigle di seguito riportate:

	Profondità dal p.c. m.	Profondità s.l.m.m.
S1/C1	5,50	22,76
S1/C2	12,00	16,26
S2/C1	7,00	21,50
S2/C2	14,50	14,00
S3/C1	7,50	34,50
S3/C2	11,50	30,50
S4/C1	3,00	22,00
S4/C2	7,50	17,50
S5/C1	4,00	21,60
S5/C2	8,00	17,60
S6/C1	3,00	21,20
S6/C2	7,50	16,70

Sui 12 campioni indisturbati sono state effettuate analisi di laboratorio consistenti in prove preliminari di identificazione e di misura della resistenza al taglio (Pocket Penetrometer e Vane Test) e poi nelle seguenti prove:

- Caratteristiche fisiche generali
- Analisi granulometrica per setacciatura e per sedimentazione
- Prova di taglio diretto consolidata drenata (C.I.D.)

Le determinazioni, conformi anche alle Raccomandazioni dell'AGI ed in accordo con le procedure ASTM, CNR e UNI specifiche, hanno dato i risultati che si forniscono di seguito.

Per quanto riguarda le quote e le profondità si fa riferimento al piano campagna attuale così come si evince dalla cartografia fornita dalla committenza.

9. PIEZOMETRI A TUBO APERTO

All'interno di due fori di sondaggio, S3 e S6, sono stati installati dei piezometri a tubo aperto fino alla profondità di 30 metri dal p.c. per valutare la presenza di una falda e determinare la sua quota di stabilizzazione. Nel nostro caso sono stati usati tubi in PVC dello spessore di tre millimetri e del diametro interno di 50 millimetri. Tali tubi sono stati interamente finestrati e ricoperti di uno strato di tessuto non tessuto per evitare che si infiltrassero all'interno materiali più sottili. L'intercapedine tra il tubo piezometrico ed il foro di sondaggio è stato successivamente riempito con materiale granulare pulito e l'ultimo metro è stato cementato.

Entrambi i tubi sono stati successivamente protetti con un chiusino in ferro cementato al terreno. Nella tabella che segue si riportano le quote di rinvenimento della falda all'interno dei vari sondaggi.

	Quota falda Profondità dal p.c. m.	Quota falda Profondità s.l.m.m.	Data	ora
S1	19,26	9,00	21/10/2019	12.30
S1	19,15	9,11	22/10/2019	8.00
S2	19,52	8,98	22/10/2019	13.00
S2	19,40	9,10	04/11/2019	8.20
S3	Assente	-	24/10/2019	16.30
S3	Assente	-	01/11/2019	11.00
S4	16,12	8,88	17/10/2019	13.30
S4	16,00	9,00	18/10/2019	8.00
S5	16,72	8,88	18/10/2019	14.00
S5	16,65	8,95	04/11/2019	9.10
S6	15,42	8,78	17/10/2019	8.30
S6	15,30	8,90	04/11/2019	9.00

10. PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE PESANTI

Sono state eseguite, il giorno 23 ottobre 2019, quattro prove penetrometriche dinamiche pesanti (DPSH) utilizzando un penetrometro statico dinamico TG63 -200KN della PAGANI. La prova consiste nell'infissione di un'asta (di lunghezza di cm. 100 e peso per metro di kg. 6,00) con all'estremità una punta conica (angolo apertura punta $\alpha = 60^\circ$ e area $A = \text{cm}^2 20,00$ D diam. Punta = mm 50,50) tramite i colpi di un maglio battente a caduta libera (del peso di kg. 63,5 che cade da un'altezza di cm. 75) contando i colpi necessari all'infissione di cm. 30 di asta. Le prove penetrometriche dinamiche sono state spinte sino alla quota di m. 20,10 di profondità dal piano campagna attuale. I dati relativi sono riportati sia in tabella sia nei grafici in allegato. Per quanto riguarda le quote e le profondità si fa riferimento al piano campagna attuale, così come evinto dalla cartografia fornita dalla committenza. I dati ottenuti dall'esecuzione delle prove sono stati elaborati e restituiti in forma grafica per una migliore lettura ed interpretazione, con la possibilità di risalire, anche se in via empirica, alla natura dei terreni attraversati e di correlare i valori delle resistenze ottenuti con i valori dei principali parametri geomeccanici. Scopo delle prove è quello di fornire dati utili alla caratterizzazione dei terreni di copertura, con la possibilità di fornire (a seconda dei litotipi intercettati) valori correlabili di D_r , ϕ , E_{ed} , C_u , W , ecc; di correlare tra loro i terreni esistenti.

La prova è stata eseguita con attrezzatura e modalità standard EMILIA 30 appresso descritte:

- il maglio ha un peso $Q = 63.50$ Kg;
- l'altezza di caduta del maglio è costante ed è pari ad $H = 75$ cm;
- peso testa, guida, ecc. $q = 15$ Kg
- lunghezza aste $L = 1.00$ metri
- peso delle aste 6.00 Kg/m
- diametro della aste $\phi = 32$ mm
- angolo di apertura della punta $\alpha = 60^\circ$
- diametro della base della punta conica $D = 50.5$ mm
- Area della punta 20 cm²
- la registrazione dei colpi N avviene ogni qual volta il gruppo di infissione ha un abbassamento nel terreno pari a 30 cm;
- Energia specifica del colpo 7.9375 Kg/cm²
- Coefficiente di correlazione con l'NSPT 1.01

Diagrammando su un grafico cartesiano il numero di colpi N_{scpt} in funzione della profondità, è possibile individuare strati caratterizzati da un numero di colpi pressoché simile determinando una stratigrafia geotecnica dei terreni attraversati.

Mediando i valori della resistenza all'avanzamento del gruppo di infissione, rilevati nell'ambito di ognuno degli strati così individuati, si possono ricavare le caratteristiche geotecniche dei terreni che li compongono. In particolare, attraverso opportune formule di correlazione (riportate nel paragrafo seguente), si ricavano una serie di parametri identificativi: la resistenza alla punta del penetrometro statico (R_p), la resistenza a rottura non drenata che, opportunamente correlata, permette di quantificare l'angolo di attrito interno medio (ϕ) e la coesione non drenata (C_u), il modulo edometrico (E_{ed}) che fornisce le indicazioni sulla compressibilità dei terreni, la densità relativa (D_r) per la determinazione dello stato di addensamento dei terreni. Le caratteristiche geotecniche dei vari strati individuati vengono riportate, per ogni prova, in una tabella riassuntiva insieme al grafico e al listato del numero di colpi misurati ogni 30 cm.

Le formule di correlazione utilizzate sono riportate di seguito .

TERRENI DI NATURA GRANULARE

RESISTENZA ALLA PUNTA R_p (Kg/cm²)

La correlazione con la resistenza alla punta del penetrometro statico viene ricavata mediante la formula:

$$R_p = 4N_{SCPT} \text{ (D'Apollonia e altri 1970)}$$

A tale formula è applicato un coefficiente correttivo in funzione del peso delle aste

DENSITÀ RELATIVA D_r (%)

$$D_r = [N_{SCPT}/32 + 0.288 * \sigma']^{0.5}$$

con σ' = pressione efficace in Kg/cm²;

N_{SCPT} = numero di colpi medio nello strato.

Il metodo è valido per le sabbie da fini a grossolane, per qualunque valore di pressione efficace, in depositi normalmente consolidati. Nel caso di depositi ghiaiosi il valore di D_r (%) viene sovrastimato, nei depositi limosi viene sottostimato.

ANGOLO DI ATTRITO ϕ (°)

Questo metodo correla ϕ (°) con la densità relativa dello strato:

$$\phi = 26 + 0.14 * D_r \text{ (Schmertmann)}$$

in cui D_r = densità relativa (%);

Il metodo è valido per sabbie e ghiaie in genere.

MODULO DI DEFORMAZIONE O EDOMETRICO E (Kg/cm²)

Il metodo si basa sulla seguente relazione:

$$E = 3 * R_p \text{ (Schmertmann)}$$

con R_p = Resistenza alla punta media nello strato.

Il metodo è valido per le sabbie in genere. La relazione non considera l'influenza della pressione efficace che, parità di N_{scpt} determina una diminuzione di E con la profondità.

MODULO DI TAGLIO PER BASSE DEFORMAZIONI G_0 (Kg/cm²)

Il metodo si basa sulla seguente relazione:

$G_0 = 7.84 \cdot \phi \cdot \sigma'$ (Sherif & Ishibashi)
con ϕ = angolo di resistenza al taglio($^\circ$);
 σ' = pressione efficace (Kg/cm 2);
Il metodo è valido per tutti i terreni di tipo incoerente

TERRENI DI NATURA COESIVA

COESIONE NON DRENATA C_u (Kg/cm 2)

Il metodo si basa sulla seguente relazione:

$$C_u = R_p - \sigma_v / 20$$

con R_p = Resistenza alla punta (Kg/cm 2);

σ_v = pressione verticale totale (Kg/cm 2);

MODULO EDOMETRICO E_{ed} (Kg/cm 2)

Il metodo si basa sulla seguente relazione:

$$E_{ed} = N_{SCPT} \cdot 10^{1.163 - 0.029 \cdot N_{SCPT}} \text{ (Sanglerat)}$$

con N_{scpt} = numero di colpi medio misurato nello strato;

Il metodo è valido per i terreni coesivi in genere (dai limi plastici alle argille).

GRADO DI SOVRACONSOLIDAZIONE OCR

Il metodo si basa sulla seguente relazione:

$$OCR = [C_u / \sigma' \cdot KK]^{1.25} \text{ (Ladd & Foot)}$$

con C_u (Kg/cm 2) = coesione non drenata dello strato;

σ' (Kg/cm 2) = pressione efficace a metà strato;

KK = parametro correttivo in funzione della profondità = $7 - K_p$

K_p viene calcolato come segue:

se la profondità media dello strato è ≤ 1 m:

$$K_p = 0.2 \cdot P/l$$

P (m) = profondità media dello strato

l (m) = passo di lettura della prova

se la profondità media è compresa fra 1 e 4 m:

$$K_p = 0.2/l + [0.35 \cdot (0.35P - 1)/l]$$

se la profondità media è superiore a 4 m:

$$K_p = 0.2/l + [0.35(3/l)] + [0.5(P-4)/l]$$

MODULO DI TAGLIO DINAMICO G_0 (t/m 2)

Il metodo si basa sulla seguente relazione:

$$G_0 = a - (N_{SCPT})^{0.78} \text{ (Ohsaki & Iwasaki)}$$

Il metodo è valido per i terreni coesivi in genere (dai limi plastici alle argille).

La lettura dei dati desunti dalle prove penetrometriche in oggetto, che come detto fa parte di una più ampia campagna di indagini, conferma in generale quanto si è evidenziato dai rilevamenti eseguiti in connessione ai terreni rinvenuti. Dai dati desunti da tali prove, in accordo con le altre indagini eseguite, vediamo come la maggior parte abbiano evidenziato la presenza delle alternanze dovute ai litotipi presenti nell'area ed ampiamente descritti nell'inquadramento geologico. La variabilità nel rinvenimento dei terreni in questione è dovuta essenzialmente alle specifiche modalità deposizionali dei litotipi ed ai successivi, tipici, processi di erosione e risedimentazione subiti dai terreni in questione. Di seguito si riporta, per la prova DPSH 1, la stratigrafia interpretativa e alcune correlazioni eseguite.

Per le correlazioni menzionate nel presente capitolo e per gli approfondimenti specifici si rimanda ai grafici ed alle tabelle allegate. Per quanto riguarda le quote e le profondità si fa riferimento al piano campagna rinvenuto al momento dello svolgimento della prova e così come si è evinto dalla cartografia fornita dalla committenza.

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA PESANTE (D.P.S.H.)

Standard utilizzato: *Emilia (30)* (peso maglio Kg 63,5, velocità cm 75, area punta cmq 20, angolo di apertura della punta 60°)

Comune: *Centro Città srl*

Cantiera: *Via della piazzola, 3/5 Ex area Redaelli - Napoli (NA)*

Coordinate lat e long.: *N40.865230 / E14.270460* Data esecuzione prova: *23/10/2019*

Prova (n): *DPSH 01*

STRATIGRAFIA INTERPRETATIVA

Strato (n)	DATI GENERALI					
	1	2	3	4	5	6
Profondità iniziale (m)	0,00	0,60	3,60	11,40	14,10	15,90
Profondità finale (m)	0,60	3,00	11,40	14,10	15,90	20,10
Potenza dello strato (m)	0,60	3,00	7,80	2,70	1,80	4,20
Peso di volume attribuito (g/cm ³)	1,50	1,30	1,35	1,40	1,30	1,40
Pressione vert efficace (Kg/cm ²)	0,09	0,47	1,54	1,97	2,07	2,81
Media numero colpi (N)	24	2	7	14	3	17
Media resist. alla Punta (Kg/cm ²)	67,00	8,00	19,00	33,00	8,00	34,00

PARAMETRI GEOTECNICI TERRENI DI NATURA GRANULARE

Angolo di attrito (°)	37	28	31	34	29	30
Densità relativa (%)	87	25	46	66	30	72
Mod. di deformazione (Kg/cm ²)	201	24	67	99	24	102
Mod. taglio dinamico (Kg/cm ²)	26	103	374	526	470	772
Stato di addensamento	M	M S	S	M	M S	M

LEGENDA

Terreni di natura granulare - Stato di addensamento

M S= Molto sciolto, S=Sciolto, M=Medio, D=Denso, M D= Molto Denso

11. STRATIGRAFIA - MODELLO GEOLOGICO-GEOTECNICO

Per la valutazione delle caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni interessati sono stati utilizzati sia i dati ricavati da esperienze maturate in zona dallo scrivente sia quelli dedotti dalle prove effettuate che hanno permesso di fornire le considerazioni presentate di seguito.

La lettura dei dati desunti dalle prove sin ora menzionate confermano in generale quanto già di conoscenza della scrivente per esperienze personali.

La porzione di territorio comunale esaminato è caratterizzato da una successione di prodotti piroclastici incoerenti e da depositi alluvionali, in giacitura sia primaria che secondaria, i quali si presentano in forma interdigitale.

La successione piroclastica si presenta in alternanza di ceneri (da sabbiose-ghiaiose a sabbiose-limose), livelli di lapilli pomice e lapidei, livelli di cenere humificata, a luoghi paleosuoli come detto variamente intercalati da depositi alluvionali. Comunque considerando tutti i dati in possesso e valutando le caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni interessati si possono fornire i dati riportati di seguito.

La successione stratigrafica, in accordo con le notizie desumibili dal P.R.G., presenta una successione di terreni piroclastici e alluvionali.

Nello specifico per la valutazione delle caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni interessati è stata utilizzata l'elaborazione dei valori evinti dal rilevamento geologico di superficie, dai risultati delle prove e analisi di laboratorio, dai valori delle prove S.P.T. confrontandole con le stratigrafie riportate.

Vi è da considerare che la presenza della falda si attesta ad una profondità non inferiore a m. 15,50 dal p.c. attuale.

Per i terreni riscontrati in sito, essenzialmente possiamo fornire la seguente modellazione geologica e geotecnica partendo dall'alto:

- Materiali di riporto eterogeneo mediamente tra m. 0,00 e m. 3,50/4,00 per i sondaggi S1-S2-S3, e con potenza nell'ordine di circa m. 1,20/1,40 per i sondaggi S4 e S6, leggermente più potente per il sondaggio S5 (circa m. 2,20). In questo caso non è possibile fornire parametri geotecnici;
- Sabbie limose debolmente ghiaiosa a luoghi pedogenizzate tra m. 3,50 e m. 10,00 con $\phi = 34^\circ$, $c = 0,025 \text{ daNm}^3$, $\gamma = 1600 \text{ daNm}^3$. In tale membro si rinviene un livello potente circa un metro alla profondità in media di circa m. 5,00 di paleosuolo costituito da; Limo sabbioso debolmente ghiaioso (frazione ghiaiosa costituita da pomici millimetriche alterate) marrone bruno con differenti caratteristiche geomeccaniche.
- Sabbia limosa debolmente ghiaiosa tra m. 10,00 e m. 15,00 con $\phi = 32^\circ$, $c = 0,008 \text{ daNm}^3$, $\gamma = 1600 \text{ daNm}^3$.
- Sabbie limose ghiaiose con grado di addensamento crescente verso letto in media tra m. 15,00 e m. 30,00 con $\phi = 40^\circ$ (picco), $c = 0,038 \text{ daNm}^3$, $\gamma = 1700 \text{ daNm}^3$.

12. INDAGINE SISMICA

Si è proceduto alla esecuzione di una indagine sismica in foro tipo *down-hole*.

L'indagine sismica in foro, tipo *down-hole*, è stata eseguita sui fori di sondaggio a carotaggio continuo denominati S1 ed S4, precedentemente condizionati con tubi in PVC, opportunamente giuntati avendo cura di riempire il fondo e l'intercapedine laterale tra tubo e foro con malta cementizia e provvedendo a mettere in opera idonea protezione e chiusura.

Con il metodo sismico Down Hole (DH) viene misurato il tempo necessario affinché le onde P ed S si spostano dalla sorgente sismica, posta in superficie, ai ricevitori, posti all'interno di un foro di sondaggio.

Le componenti indispensabili per una misura DH accurata consistono in:

- una sorgente meccanica in grado di generare onde elastiche ricche di energia e direzionali;
- uno o più geofoni tridimensionali, con appropriata risposta in frequenza (4,5-14 Hz), direzionali e dotati di un sistema di ancoraggio alle pareti del tubo-foro;
- un sismografo multi-canale, in grado di registrare le forme d'onda in modo digitale e di registrarle su memoria di massa;
- un trasduttore (*trigger*) alloggiato nella sorgente necessario per l'identificazione dell'istante di partenza della sollecitazione dinamica mediante massa battente

Il metodo Down-Hole, col quale sono state eseguite le misure, prevede la generazione di onde elastiche in superficie, nelle vicinanze del foro, e la misura dei relativi tempi di arrivo a diverse profondità nello stesso. Per una buona determinazione delle onde elastiche il foro di sondaggio è stato rivestito con tubi in PVC cementati al terreno circostante, così da eliminare qualsiasi vuoto e trasmettere al meglio il segnale. Il diametro interno delle tubazioni di rivestimento utilizzate è stato di 80 mm, sufficientemente piccolo da permettere una buona esecuzione della prova.

Nella prospezione sismica si producono delle onde elastiche con una massa battente o con una carica esplosiva e si registrano, dopo che hanno percorso un certo tragitto nel sottosuolo, le onde che riemergono con un sismografo collegato a dei rilevatori del moto del suolo (geofoni).

Nel nostro caso la strumentazione geosismica utilizzata consiste in un Sismografo GEA24 -sismografo 24 canali (serializzabile fino a 48 can.) con scheda di acquisizione 24 bit e interfaccia USB per PC esterno

L'indagine sismica in foro ha consentito la determinazione delle velocità delle onde trasversali e quindi, note le relazioni intercorrenti tra queste due grandezze e la densità naturale dei terreni, la definizione delle loro caratteristiche di risposta dinamica. In particolare tali caratteristiche vengono fondamentalmente quantificate attraverso il coefficiente di Poisson(ν), il modulo di Young (E), il modulo di incompressibilità (K) ed il

Geologo Giuseppe Doronzo

modulo di taglio dinamico (G). Di questi tre parametri solo il primo è calcolabile mediante la velocità delle onde P ed S, mentre gli altri due necessitano, come già detto, della conoscenza della densità naturale del terreno. Si riportano in allegato gli elaborati dell'indagine sismica realizzate.

INTERPRETAZIONE METODO DIRETTO								
Profond. Strato (m)	Velocità onda P (m/s)	Velocità onda S (m/s)	Peso di volume (kN/mc)	Coeffic. Poisson (-)	Modulo elastico G (MPa)	Modulo edomet. Ed (MPa)	Modulo di Young E (MPa)	Modulo di incomp. Ev (MPa)
2.08	219.64	115.75	17.18	0.31	23.47	84.50	61.38	53.21
10.00	820.73	291.82	19.47	0.43	169.06	1337.20	482.70	1111.79
18.00	1286.17	314.22	19.74	0.47	198.74	3329.82	583.60	3064.83
30.00	1415.09	384.62	20.18	0.46	304.33	4119.69	888.72	3713.91
40.00	1531.39	443.07	20.81	0.45	416.49	4975.58	1211.43	4420.26

Down Hole DH1 –S1
Interpretazione con metodo diretto
Profondità di riferimento m. 30,00 Vs₃₀ = 294,78

INTERPRETAZIONE METODO INTERVALLO								
Profond. Strato (m)	Velocità onda P (m/s)	Velocità onda S (m/s)	Peso di volume (kN/mc)	Coeffic. Poisson (-)	Modulo elastico G (MPa)	Modulo edomet. Ed (MPa)	Modulo di Young E (MPa)	Modulo di incomp. Ev (MPa)
2.00	214.28	113.14	18.10	0.31	23.63	84.75	61.75	53.25
10.00	854.84	293.07	19.79	0.42	174.42	1529.70	497.23	1297.15
18.00	1287.78	315.41	19.32	0.47	197.04	3275.46	578.40	3012.73
30.00	1417.22	387.64	19.72	0.46	305.27	4047.49	890.26	3640.46
40.00	1536.30	445.27	19.99	0.45	406.91	4828.72	1183.19	4286.17

Down Hole DH1 –S1
Interpretazione con metodo intervallo
Profondità di riferimento m. 30,00 Vs₃₀ = 296,17

13. CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Le norme tecniche in materia di rischio sismico (OPC 3274/2003), indicano **4** valori di accelerazioni orizzontali **ag/g** di ancoraggio dello spettro di risposta elastico; pertanto, il numero delle **zone** è fissato in **4**.

Ciascuna zona è individuata secondo valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo (**ag**), con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, Ciascuna è contrassegnata da un valore del parametro **ag max.** secondo lo schema successivo:

Zona	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni valore di a g / g	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico valore di ag / g
1	> 0.25	0.35
2	0.15 - 0.25	0.25
3	0.05 - 0.15	0.15
4	< 0.05	0.05

Livelli energetici delle Azioni sismiche previste dall'OPCM3274/03 per le varie zone

Per quanto riguarda l'area in oggetto, dal novembre 2002, (D.G.R. n°5447 del 07/11/2002 e D.G.R. n°248 del 24/01/2003 "Circolare applicativa dell'Aggiornamento della classificazione sismica dei comuni della Regione Campania") il territorio Comunale di **Napoli** rientra in zona sismica di II^a Categoria. (in generale si fa riferimento anche all'OPCM 3274).

Il DM 14 gennaio 2008 (Norme Tecniche per le Costruzioni in Zone Sismiche) e s.m.ei. stabiliscono che le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione. Essa costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa **ag** in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria **A**), nonché di ordinate dello **spettro di risposta elastico** in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} , nel periodo di riferimento V_R . Ai fini della presente normativa le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

ag -accelerazione orizzontale massima al sito;

Fo -valore max del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T*C -periodo di inizio del tratto a vel. costante dello spettro in acc. orizzontale.

In allegato alla norma, per tutti i siti considerati, sono forniti i valori di **ag, Fo e T*C** necessari per la determinazione delle azioni sismiche, riferendosi ad una griglia di parametri spettrali di riferimento che copre tutto il territorio nazionale con passo di circa 15 Km per nodo.

Inoltre, la suddetta norma, in accordo con l'OPCM 3274/2003, propone l'adozione di un sistema di caratterizzazione geofisica e geotecnica del profilo stratigrafico del suolo, mediante cinque tipologie di suoli (più altri due), da individuare in relazione ai parametri di **velocità delle onde di taglio** mediate, sui primi 30 metri di terreno (**Vs30**) attraverso la seguente espressione:

$$V_{S30} = \frac{30}{\sum_{i=1, n} \frac{h_i}{V_i}}$$

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, la nuova normativa sismica, semplificando la molteplicità delle situazioni geologiche possibili su un generico sito, tende alla modellizzazione sintetica del sottosuolo dettando le seguenti definizioni per le varie categorie di profilo stratigrafico per il suolo di fondazione:

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

Tabella – Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato (D.M. del 17/01/2018 Nuove "Norme tecniche per le costruzioni").

14. CARATTERIZZAZIONE SISMICA IN SITO

Per addivenire ad informazioni circa l'entità e la distribuzione dei parametri sismici, necessari alla stesura di questa parte di studio, si sono utilizzati i dati scaturiti dall'indagine geognostiche effettuate in sito secondo quanto prescritto dalle norme legislative vigenti Nazionali e Regionali.

In particolare è stata eseguita, a tale proposito, una Down Hole . Confrontando i dati scaturiti dalla indagine sismica con i dati stratigrafici quali risultano dai relativi sondaggi a carotaggio continuo, è stato possibile effettuare una caratterizzazione geosismica degli strati litologici significativi costituenti il sottosuolo.

L'elaborazione dei dati sopra menzionati, confrontati con la stratigrafia scaturita dalle analisi dirette effettuate nel sito in oggetto, ha permesso quindi di effettuare una caratterizzazione del sito in oggetto dal punto di vista della risposta sismica.

Il "range" dei valori calcolati mette in evidenza che, il sottosuolo del sito in oggetto risulta caratterizzato dai seguenti valori della V_{s30} :

	DH 1 – S1	DH 2 – S4	Categoria del suolo
Metodo diretto	294,78	271,22	C
Metodo intervallo	296,17	273,08	C

Quindi ricadenti nella categoria di **suolo C**.

Relativamente alle caratteristiche di risposta sismica locale, dall'analisi della stratigrafia litomeccanica e della sismicità dell'area, con il livello di falda medio ad una profondità , nel caso meno profondo, di circa 15,50 metri dal piano fondale, considerato quanto riportato nella relazione geologica possono essere esclusi fenomeni di liquefazione (OPCM 3274).

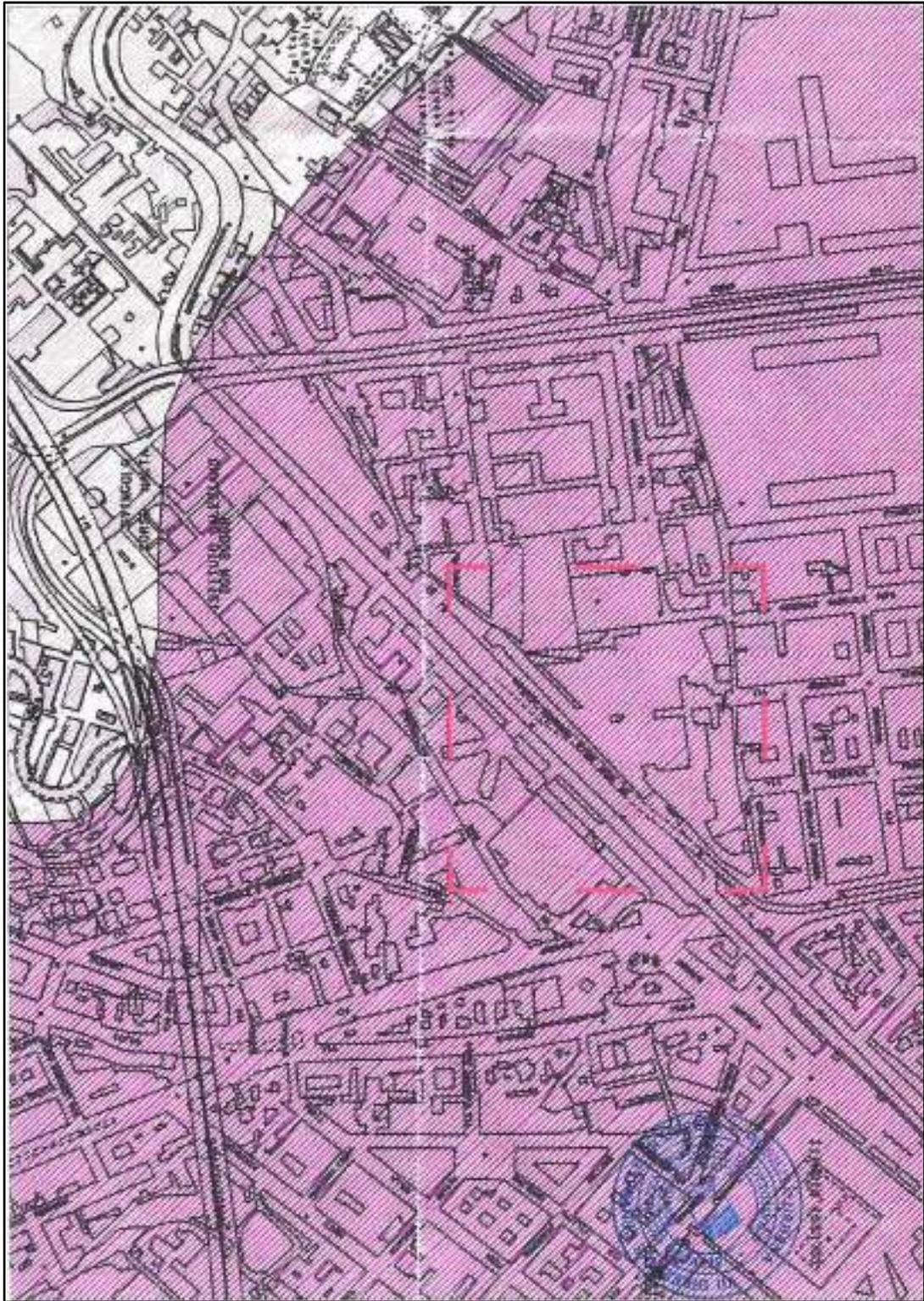


Fig. 25 Stralcio della carta di zonazione in prospettiva sismica - Comune di Napoli – Servizio urbanistica

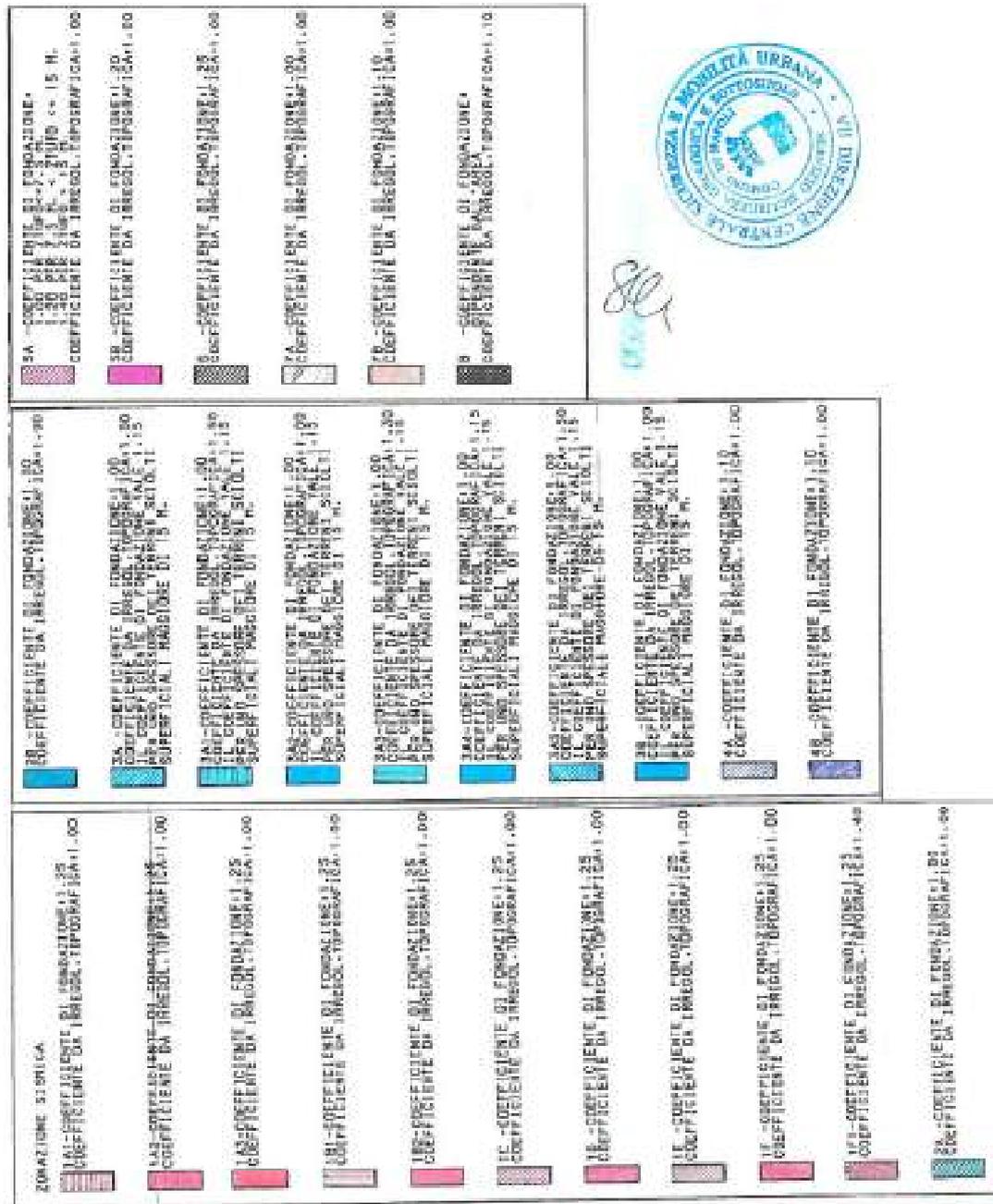


Fig. 26 Legenda della carta di zonazione in prospettiva sismica - Comune di Napoli – Servizio urbanistica

15. CONCLUSIONI

La presente relazione geologica è stata eseguita, su incarico della Società CENTRO CITTA' srl con sede legale in - Piazza Nicola Amore, 14 Napoli, per dar seguito, nell'ambito del territorio comunale di Napoli - NCEU del Comune di Napoli, foglio 82 A, particella 684, alla VARIANTE AL PIANO URBANISTICO ATTUATIVO, approvato con delibera di G.C. 587/2009 pubblicato sul BURC n. 57/2009, RELATIVO ALL'AMBITO N. 19/A "EX FABBRICA REDAELLI" DEL PRG VIGENTE. Le operazioni di riqualificazione del compendio ex complesso industriale "Redaelli" in Napoli, previste dal relativo Piano urbanistico attuativo (PUA) vigente e dalla Variante in corso di redazione, comprendono sia interventi di recupero di una parte dei fabbricati esistenti e sia interventi di demolizione e ricostruzione, così come di seguito brevemente riassunto. L'area del Pua, prevalentemente interessata dall'ex complesso industriale "Redaelli", è situata a Napoli in prossimità di Piazza Carlo III, nell'area detta "la Piazzolla". L'area ha forma quasi triangolare ed è delimitata superiormente da via Don Bosco, inferiormente da via della Piazzola e dalla via Rampe del Campo che congiunge via della Piazzola con via Don Bosco e, sul terzo lato, con un andamento non rettilineo, da una serie di edifici prevalentemente residenziali a quote diverse. All'interno di tale piano sono previsti interventi volti sostanzialmente al recupero architettonico, strutturale e funzionale delle parti di valore storico-testimoniale, nonché interventi di demolizione e ricostruzione delle parti degradate e prive di tale valore, tesi a determinare una nuova configurazione urbana ed il ridisegno della viabilità. La presente relazione è stata redatta, considerato il fatto che al momento stante vigente il P.R.G., (in linea con il dettato normativo previsto sia dal D.M. n. 47 del 11/03/88 - emanato ai sensi dell'art. 1 della legge 02/02/74 n.° 64, nonché del D.M. del 21/01/81, del D.M. del 03/03/75) considerando quanto riportato dalla L.R. 16/04 applicando quanto previsto dalla L.R. n. 9/83.

Per la valutazione delle caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni interessati sono stati utilizzati sia i dati ricavati da esperienze maturate in zona dallo scrivente sia quelli dedotti dalle prove effettuate che hanno permesso di fornire le considerazioni presentate di seguito. La lettura dei dati desunti dalle prove sin ora menzionate confermano in generale quanto già di conoscenza della scrivente per esperienze personali. La porzione di territorio comunale esaminato è caratterizzato da una successione di prodotti piroclastici incoerenti e da depositi alluvionali, in giacitura sia primaria che secondaria, i quali si presentano in forma interdigitale. La successione piroclastica si presenta in alternanza di ceneri (da sabbiose-ghiaiose a sabbiose-limose), livelli di lapilli pomicei e lapidei, livelli di cenere humificata, a luoghi paleosuoli come detto variamente intercalati da depositi alluvionali. In tale contesto litostratigrafico, connesso alla morfologia poc'anzi descritta, non si segnalano, al momento, fenomeni di instabilità in atto né fenomeni morfogenetici particolari in rapida evoluzione e si segnala come ciò sia in piena sintonia con il piano stralcio dell'autorità di bacino competente che non riporta rischi da frana R1,R2,R3 o R4. Ciò è valido anche per quanto riguarda il rischio idraulico e la pericolosità idraulica ove anche in questo caso non vengono riportati rischi R1,R2,R3 o R4. Nello specifico sono stati eseguiti nel novembre 2019 per le finalità inerenti lo studio in oggetto:

- n. 1 sondaggio a c.c. spinto sino alla profondità di m. 40 dal p.c. (S1);
- n. 1 sondaggio a c.c. spinto sino alla profondità di m. 35 dal p.c. (S4);
- n. 4 sondaggi a c.c. spinti sino alla profondità di m. 30 dal p.c. (S2-S3-S5-S6);
- analisi e prove di laboratorio su n. 12 campioni indisturbati;
- n. 24 prove S.P.T.;
- N. 4 prove penetrometriche dinamiche pesanti tipo SPDH;
- n. 2 prospezioni sismiche tipo Down Hole;
- n. 2 piezometri a tubo aperto.

Comunque considerando tutti i dati in possesso e valutando le caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni interessati si possono fornire i dati riportati di seguito. La successione stratigrafica, in accordo con le notizie desumibili dal P.R.G., presenta una successione di terreni piroclastici e alluvionali. Nello specifico per la valutazione delle caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni interessati è stata utilizzata l'elaborazione dei valori evinti dal rilevamento geologico di superficie, dai risultati delle prove e analisi di

laboratorio, dai valori delle prove S.P.T. confrontandole con la stratigrafia riportata. Vi è da considerare che la presenza della falda si attesta ad una quota non inferiore a m. 15,50 dal p.c. attuale.

Per i terreni riscontrati in sito, essenzialmente possiamo fornire la seguente modellazione partendo dall'alto:

Per i terreni riscontrati in sito, essenzialmente possiamo fornire la seguente modellazione geologica e geotecnica partendo dall'alto:

- materiali di riporto eterogeneo mediamente tra m. 0,00 e m. 3,50/4,00 per i sondaggi S1-S2-S3, e con potenza nell'ordine di circa m. 1,20/1,40 per i sondaggi S4 e S6, leggermente più potente per il sondaggio S5 (circa m. 2,20). In questo caso non è possibile fornire parametri geotecnici;
- sabbie limose debolmente ghiaiosa a luoghi pedogenizzate tra m. 3,50 e m. 10,00 con $\phi = 34^\circ$, $c = 0,025 \text{ daNm}^3$, $\gamma = 1600 \text{ daNm}^3$. In tale membro si rinviene un livello potente circa un metro alla profondità in media di circa m. 5,00 di paleosuolo costituito da; Limo sabbioso debolmente ghiaioso (frazione ghiaiosa costituita da pomici millimetriche alterate) marrone bruno con differenti caratteristiche geomeccaniche.
- sabbia limosa debolmente ghiaiosa tra m. 10,00 e m. 15,00 con $\phi = 32^\circ$, $c = 0,008 \text{ daNm}^3$, $\gamma = 1600 \text{ daNm}^3$.
- sabbie limose ghiaiose con grado di addensamento crescente verso letto in media tra m. 15,00 e m. 30,00 con $\phi = 40^\circ$ (picco), $c = 0,038 \text{ daNm}^3$, $\gamma = 1700 \text{ daNm}^3$.

Considerando tutti i dati in possesso e valutando le caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni interessati, avendo utilizzato anche l'elaborazione dei valori evinti dalle prove eseguite confrontandole con la stratigrafia nonché considerando dati dedotti da personali esperienze precedenti, si possono fornire (utilizzando le correlazioni desunte dalla bibliografia) per i terreni più superficiali i dati riportati. Relativamente alle caratteristiche di risposta sismica locale, dall'analisi della stratigrafia litomeccanica, dai fusi granulometrici evidenziati e della sismicità dell'area, con il livello di falda medio ad una profondità di circa 15,50 metri dal piano campagna, possono essere esclusi fenomeni di liquefazione. Ai fini della risposta sismica di sito, il parametro caratterizzante la risposta sismica locale, individuato nella Vs30 ha fornito per il sito in oggetto, una Categoria di Suolo C.

In allegato, parte indivisibile della presente relazione, la seguente documentazione :

- Carta geolitologica;
- Carta della stabilità;
- Carta idrogeologica;
- Carta della zonazione del territorio in prospettiva sismica;
- N. 3 sezioni geolitologiche

Tanto dovevasi per l'incarico ricevuto.

Vico Equense, novembre 2019

Geologo Giuseppe Doronzo



COMUNE DI NAPOLI

VARIANTE AL PIANO URBANISTICO ATTUATIVO
approvato con delibera di G.C. 587/2009
pubblicato sul BURC n. 57/2019
RELATIVO ALL'AMBITO N. 19/A "EX FABBRICA REDAELLI"
DEL PRG VIGENTE -
(Terreni censiti al N.C.E.U. del comune di Napoli,
Foglio 82 A, particella 684)

RELAZIONE GEOLOGICA

Committente : Società CENTRO CITTA' srl
Piazza Nicola Amore, 14 – Napoli

Geologo GIUSEPPE DORONZO

Socio Esperto Docente dell'Associazione Italiana Per l'Ingegneria Naturalistica

Piazza G.Marconi, 13 - 80069 – Vico Equense (NA)

Tel./fax 0818034070 – 3296114940 e-mail: gdoronzo@inwind.it

Protocollo: LG – 899/OTT-19



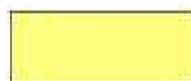
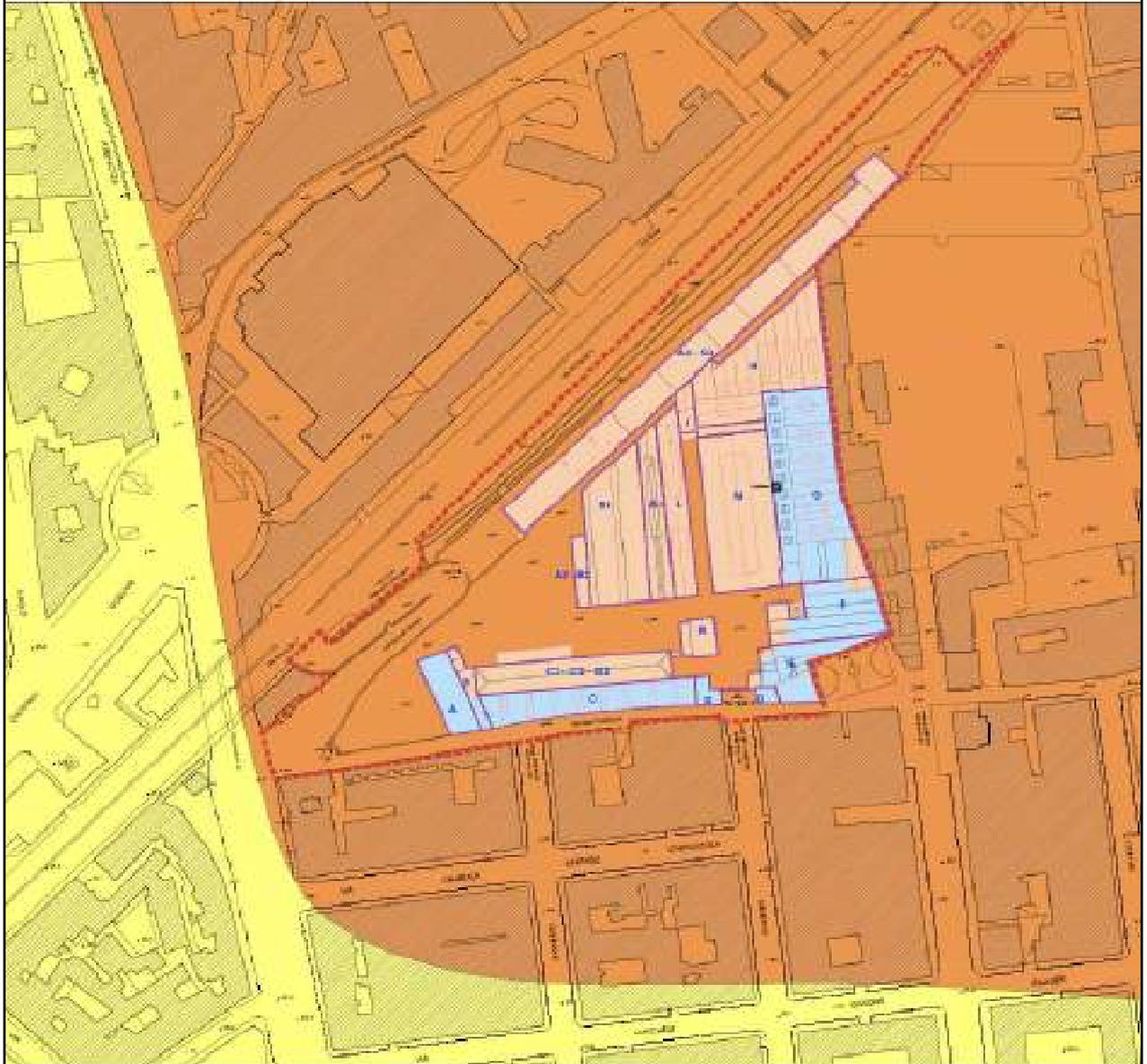
ALL. : 1

TAVOLE : Carta geolitologica; Carta della stabilità; Carta idrogeologica; Carta della zonazione del territorio in prospettiva sismica; Sezioni geologiche.

DATA : Novembre 2019

Carta Geolitologica

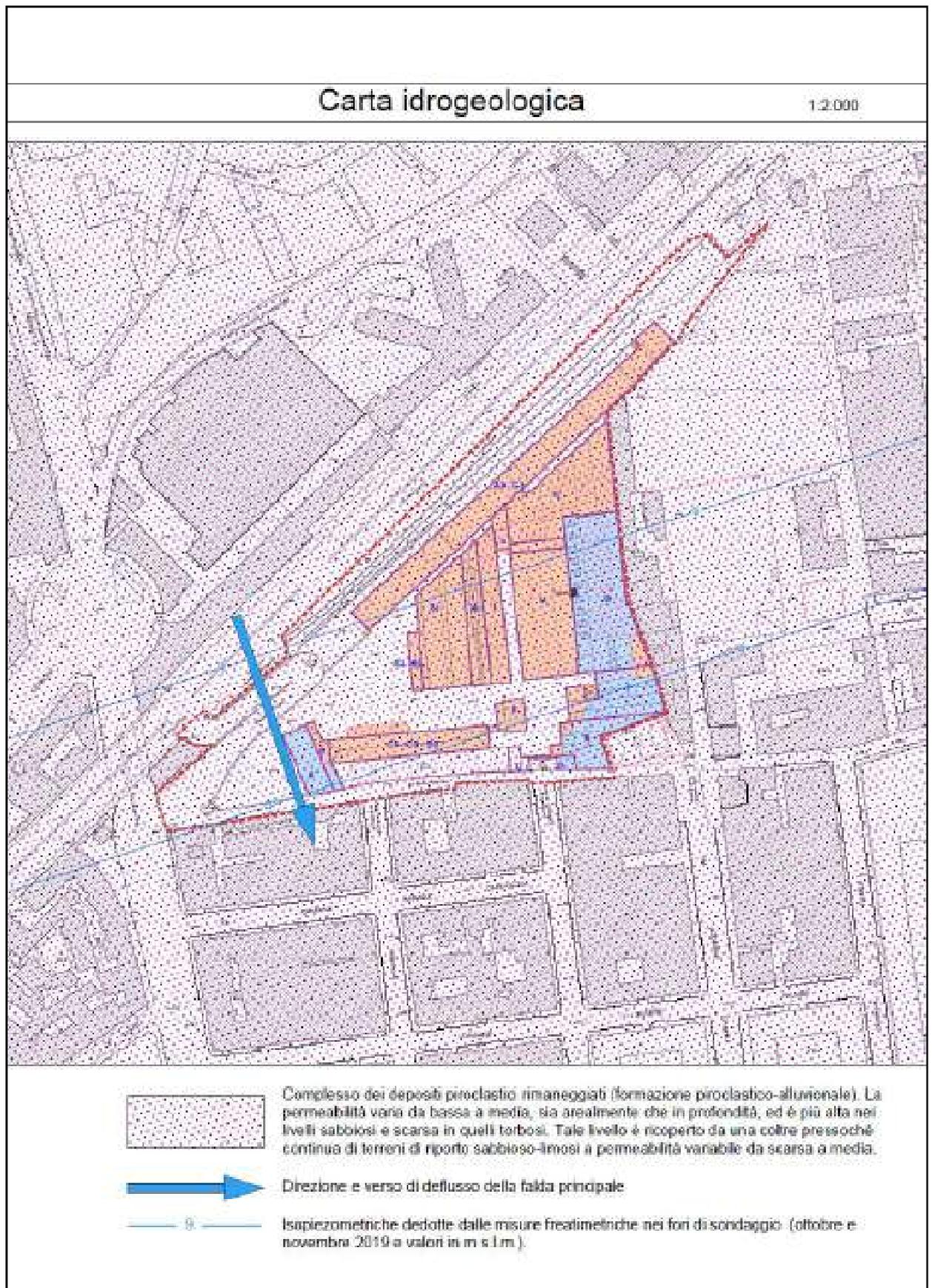
1:2.000



Alluvioni (depositi marini e lacustri delle zone basse pianeggianti; detriti di falda e accumuli da frana (Valle del Verdolino); materiali dei riperti superficiali recenti (fascia costiera e grandi riempimenti delle Fontanelle, San Gennaro dei Poveri, versante NO del Vomero, etc...).

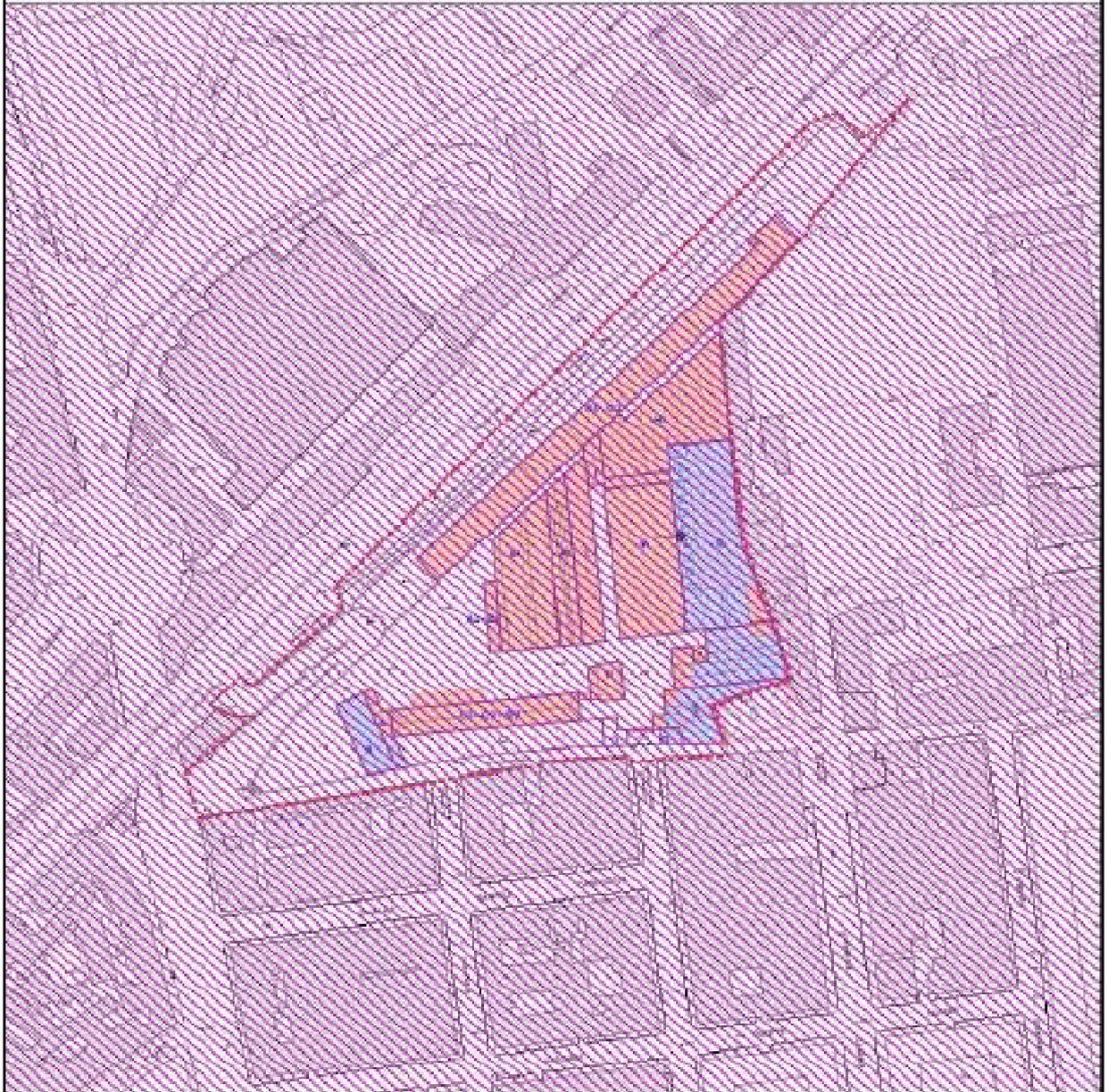


Materiali proclastici più o meno incoerenti, in sede o parzialmente rimaneggiati, posteriori al tufo giallo napoletano.

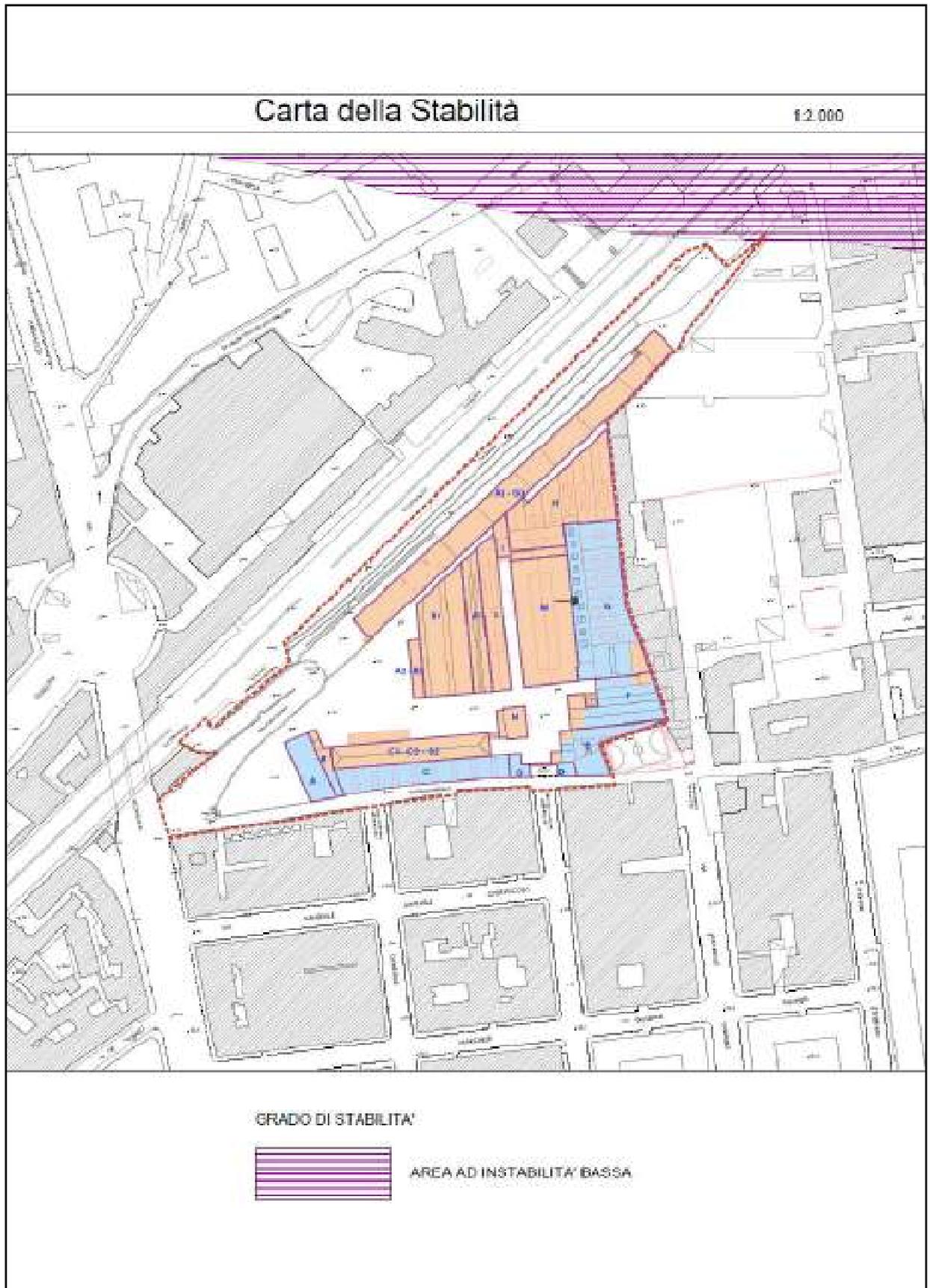


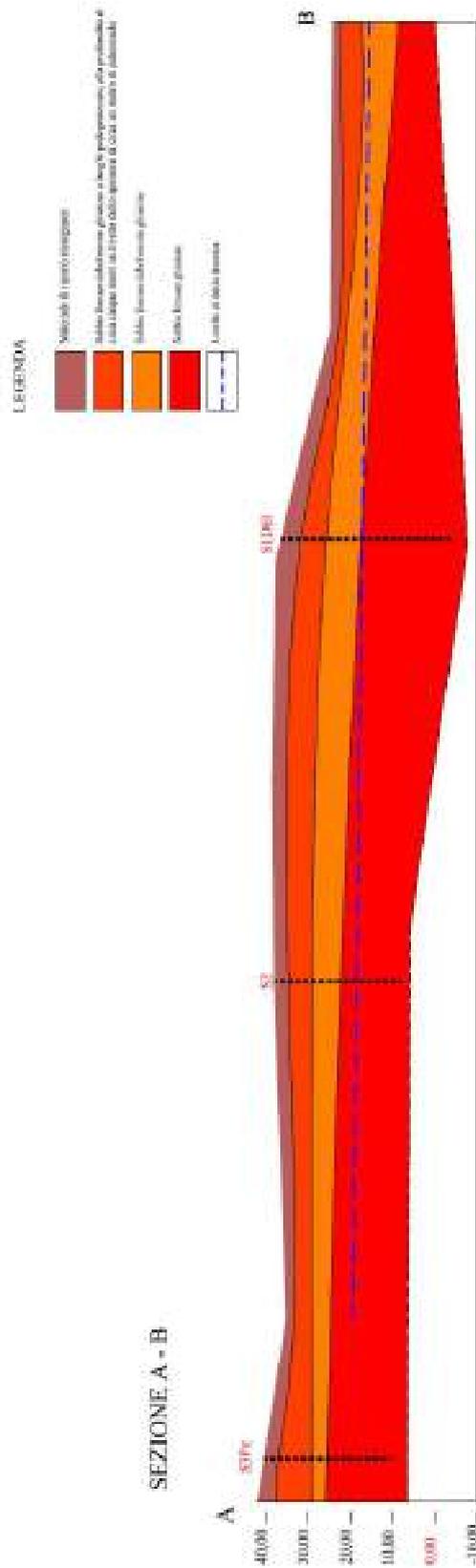
Carta della zonazione del territorio in prospettiva sismica

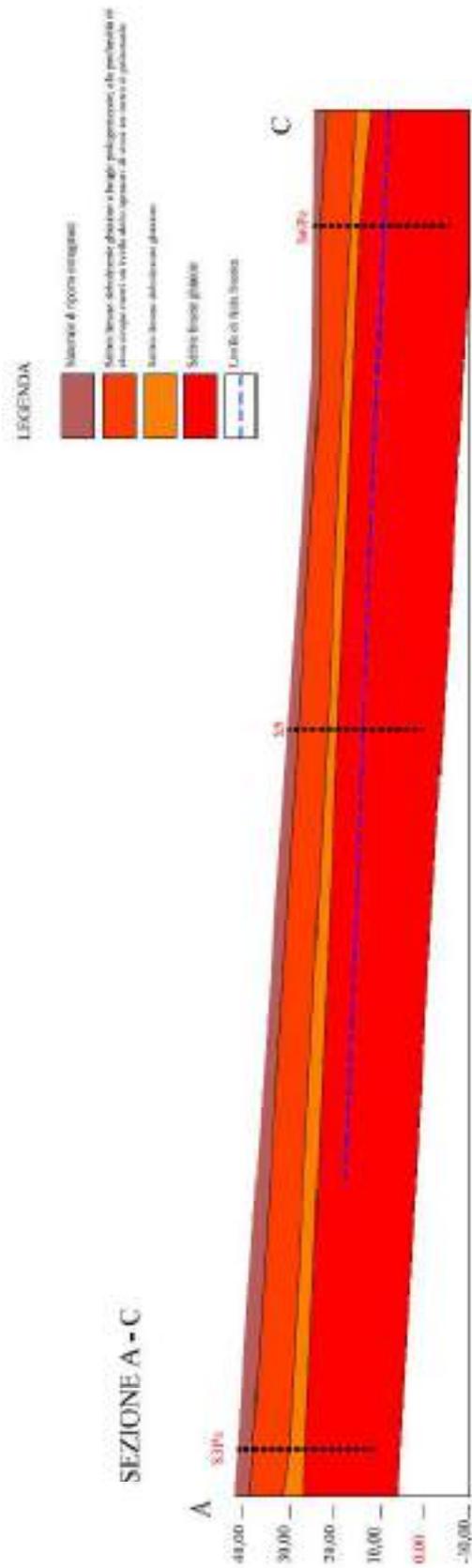
1:2.000



Coefficiente di fondazione = 1.25
Coefficiente da irregolarità topografica = 1.00







SEZIONE D - E

