

AREA DI RILEVANTE INTERESSE NAZIONALE DI BAGNOLI - COROGLIO (NA)

D.P.C.M. 15.10.2015

Interventi per la bonifica ambientale e rigenerazione urbana dell'area di Bagnoli - Coroglio

Infrastrutture, reti idriche, trasportistiche ed energetiche dell'area del Sito di Interesse Nazionale di Bagnoli - Coroglio



Presidenza del Consiglio dei Ministri
IL COMMISSARIO STRAORDINARIO DEL GOVERNO
PER LA BONIFICA AMBIENTALE E RIGENERAZIONE URBANA
DELL'AREA DI RILEVANTE INTERESSE NAZIONALE
BAGNOLI - COROGLIO



STAZIONE APPALTANTE

INVITALIA S.p.a.: Soggetto Attuatore, in ottemperanza all'art. 33 del D.L. n. 133/2014, convertito con legge n. 164/2014, e del D.P.C.M. 15 ottobre 2015, ai fini della predisposizione ed esecuzione del Programma di Risanamento Ambientale e la Rigenerazione Urbana per il Sito di Rilevante Interesse Nazionale di Bagnoli-Coroglio

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO: Ing. Danlele BENOTTI

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

PROGETTAZIONE GEOTECNICA, STRUTTURALE e STRADALE
Ing. Letterio SONNESSA

RELAZIONE GEOLOGICA
Dott. Geol. Vincenzo GUIDO

GRUPPO DI LAVORO INTERNO

Collaboratori:
Geom. Gennaro DI MARTINO
Geom. Alessandro FABBRI
Ing. Davide GRESIA
Ing. Nunzio LAURO
Ing. Alessio MAFFEI
Ing. Angelo TERRACCIANO
Ing. Massimiliano ZAGNI

Supporto operativo:
Ing. Irene CIANCI
Arch. Alessio FINIZIO
Ing. Carmen FIORE
Ing. Federica Jasmeen GIURA
Ing. Leonardo GUALCO

PROGETTAZIONE IDRAULICA
Ing. Claudio DONNALOIA

PROGETTAZIONE DELLA SICUREZZA
Ing. Michele PIZZA

PROGETTAZIONE ENERGETICA e TELECOMUNICAZIONI
Ing. Claudio DONNALOIA

COMPUTI E STIME
Geom. Gennaro DI MARTINO

SUPPORTO TECNICO-SCIENTIFICO
Prof. Ing. Alessandro PAOLETTI
Ing. Domenico CERAUDO
Ing. Cristina PASSONI

RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO DI PROFESSIONISTI

MANDATARIA



VIA INGEGNERIA Srl
Via Flaminia, 999
00189 Roma (RM)

COORDINAMENTO DELLA PROGETTAZIONE
Ing. Matteo DI GIROLAMO

PROGETTAZIONE OPERE STRUTTURALI
Ing. Giovanni PIAZZA

COORDINAMENTO SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE
al sensi D.Lgs. 81/08
Ing. Massimo FONTANA

MANDANTI



QUANTICA INGEGNERIA Srl
Piazza Bovio, 22
80133 Napoli (NA)

PROGETTAZIONE OPERE STRUTTURALI SPECIALI
Ing. Francesco NICCHIARELLI

PROGETTAZIONE OPERE IMPIANTISTICHE ELETTRICHE
Ing. Paolo VIPARELLI

RELAZIONE GEOLOGICA
Geol. Maurizio LANZINI

RELAZIONE ARCHEOLOGICA
Arch. Luca DI BIANCO



WEE WATER ENVIRONMENT ENERGY Srl
Piazza Bovio, 22
80133 Napoli (NA)

PROGETTAZIONE OPERE DI VIABILITA' ORDINARIA
Ing. Giuseppe RUBINO

PROGETTAZIONE ARENA SANT'ANTONIO-HUB DI COROGLIO
Ing. Giuseppe VACCA

RELAZIONE ACUSTICA
Ing. Tiziano BARUZZO

GIOVANE PROFESSIONISTA
Ing. Veronica NASUTI
Ing. Andrea ESPOSITO
Ing. Raffaele VASSALLO
Ing. Serena ONERO



AMBIENTE SPA
Via Frassina, 21
54033 Carrara (MS)

PROGETTAZIONE OPERE IDRAULICHE A RETE
Ing. Giulio VIPARELLI

PROGETTAZIONE OPERE A MARE E IMPIANTO TAF 3
Ing. Roberto CHIEFFI



HYSOMAR SOCIETA' COOPERATIVA
Corso Umberto I, 154
80138 Napoli (NA)



ALPHATECH
Via S. Marla delle Libera, 13
80127 Napoli (NA)

ING. GIUSEPPE RUBINO
Via Riviera di Chiaia, 53
80122 Napoli (NA)



Agenzia nazionale per l'attrazione degli investimenti e lo sviluppo d'impresa SpA

Funzione Servizi di Ingegneria

Direzione Area Tecnica
Opere civili:
Arch. Giulia LEONI

PROGETTO DEFINITIVO

Elaborato			DATA	NOME	FIRMA
GEOLOGIA, GEOTECNICA E SISMICA ELABORATI DESCRITTIVI			REDATTO	GIU. 2023	A.C.
			VERIFICATO	GIU. 2023	G.V.
			APPROVATO	GIU. 2023	M.D.G.
			DATA	GIU. 2023	CODICE ELABORATO
REVISIONE	DATA	AGGIORNAMENTI	SCALA	0-RT-03-01.01.01	
0	GIU. 2023	Emissione	-		
			CODICE FILE		
			2021INV-D-0-RT.03.01.01.01		

RELAZIONE GEOLOGICA

Sommario

1. PREMESSA.....	3
2. RIFERIMENTI NORMATIVI	4
3. GEOMORFOLOGIA, UBICAZIONE	5
4. GEOLOGIA.....	10
4.1. Tettonica, vulcanismo	10
4.2. Geologia	12
5. INDAGINE GEOGNOSTICA	16
5.1. Indagini suppletive (2022-2023)	16
5.2. Indagini pregresse (2019, 2017).....	20
6. STRATIGRAFIA.....	23
7. IDROGEOLOGIA	28
8. RISCHI IDRO-GEO-MORFOLOGICI	39
8.1. Rischio Frane	39
8.2. Rischio idraulico.....	42
9. ANALISI PROGETTI	44
9.1. Nuovo Canale ASA	44
9.2. Nuovo HUB.....	46
9.3. Assi stradali	48
10. BIBLIOGRAFIA.....	49

1. PREMESSA

Il presente rapporto esamina i caratteri tettonici, geologici, stratigrafici, morfologici e idrogeologici dell'area interessata dal Progetto Definitivo delle Infrastrutture e Servizi del Sito di Interesse Nazionale (SIN) Bagnoli Coroglio (NA).

Il progetto prevede la realizzazione di nuove opere e modifiche-demolizioni di alcune opere esistenti; di seguito si elencano le principali opere in progetto:

- Interventi del sistema idrico (Arena Sant'Antonio e relativi scarichi a mare);
- Realizzazione nuovo Hub idrico ((Nuovo Impianto di Sollevamento e Dissabbiatura, Nuovo Impianto di Grigliatura, Nuovo TAF3)
- Urbanizzazione primaria (Viabilità interna e sottoservizi, nuova rete fognaria area ex-Ilva, vasca di raccolta acque piovane);
- Realizzazione di una terza condotta sottomarina in corrispondenza della galleria scolmatrice.

La presente Relazione è redatta con riferimento alle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2018) emanato il 17/1/2018 e nella Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 - Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni", nonché alle "Linee Guida - Indagini ed Analisi Geologiche, Geofisiche e Geotecniche" della Regione Campania – A.G.C. LL.PP. – Settore Geologico Regionale.

Il presente studio è basato su indagini geognostiche appositamente eseguite e su dati geologico-geomorfologici e stratigrafici dell'area ricavati da precedenti indagini (PFTE) e dalla letteratura geologica.

Nel presente rapporto si esaminano i seguenti argomenti:

- Inquadramento tettonico, geologico, geomorfologico, idrogeologico generale dell'area;
- Descrizione delle indagini geognostiche eseguite e di quelle pregresse;
- Caratteri idrogeologici locali;
- Rischi idro-geo-morfologici;
- Descrizione della stratigrafia dell'area;
- Problematiche geologiche ed idrogeologiche inerenti i vari interventi previsti

La caratterizzazione sismica è sviluppata nella Relazione Sismica, mentre la caratterizzazione geotecnica dei terreni è analizzata nella Relazione Geotecnica.

2. RIFERIMENTI NORMATIVI

Il presente rapporto fa riferimento alle seguenti norme:

- *Norme tecniche per le costruzioni D.M. 17 gennaio 2018.*
- *Circ. Min. Infrastrutture e Trasporti 21 gennaio 2018, n.7. Istruzione per Applicazione dell'aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al DM 17 gennaio 2018.*
- *D.M. LL.PP. dell'11/03/1988: Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.*
- *D.M. 16 Gennaio 1996: Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche*
- *Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG. /S.T.C. Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996*
- *Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG. Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996*
- *Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20.3.2003. Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.*
- *Delibera Giunta Regione Campania n. 5447 del 07.11 2002: Nuova classificazione sismica della Regione Campania*
- *Autorità di Bacino Regionale Campania Centrale. Idrologia di superficie e Rischio Idrogeologico: Elaborati inerenti, Pericolosità di Frana, il Rischio di Frana, Pericolosità Idraulica e Rischio Idraulico*
- *"Linee Guida - Indagini ed Analisi Geologiche, Geofisiche e Geotecniche" della Regione Campania – A.G.C. LL.PP. – Settore Geologico Regionale.*

3. GEOMORFOLOGIA, UBICAZIONE

L'area in studio si presenta morfologicamente come una depressione delimitata a nord-ovest da blande morfologie di versante riconducibili zona pedemontana di dilavamento delle pendici orientali della cinta policraterica di Agnano, mentre il settore a sud-est è delimitato dalla ripida dorsale di Posillipo con al piede detriti di versante accumulatosi per crolli e dilavamenti successivi che ancora modellano la ripida scarpata bordiera.

L'area in esame è caratterizzata da morfologia pianeggiante con quote che vanno da circa 20-25 m slm che decrescono a sud-ovest fino al livello marino; il limite settentrionale dell'area presenta un relativo aumento di quota con blandi versanti e quote superiori a 40-50 m slm, mentre il settore sud-est, relativo alla dorsale di Posillipo, presenta versanti molto acclivi e quote fin a circa 150 m slm (Figura 3.1).

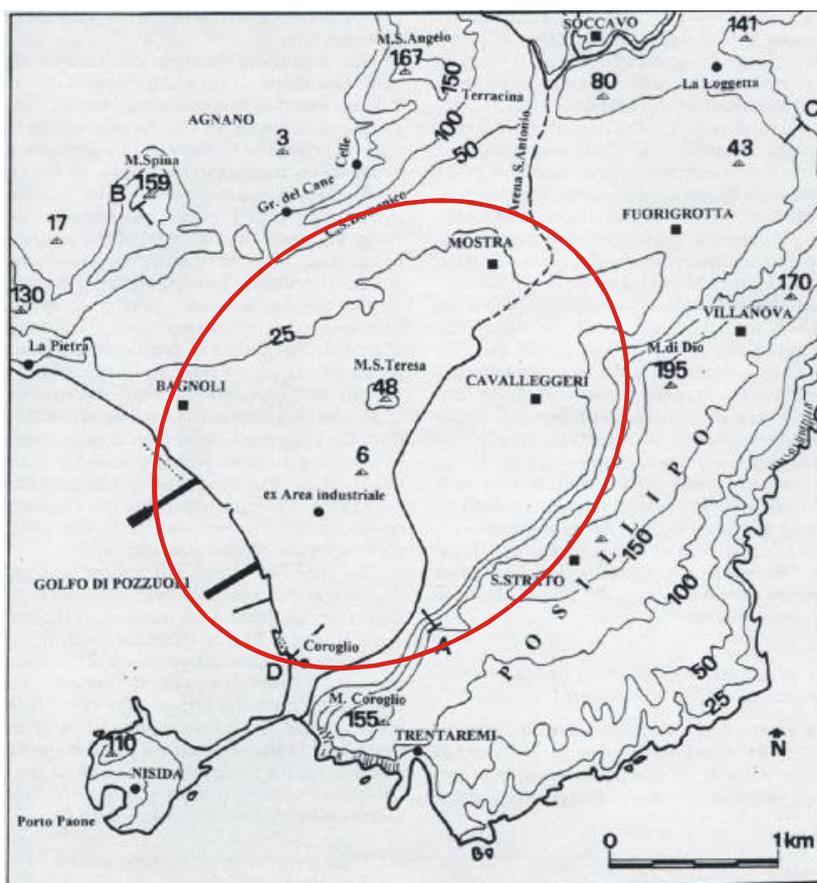


Figura 3.1– Caratteri geomorfologici dell'area di Bagnoli (Russo et alii, 1998)

In letteratura quest'area, che si sviluppa per circa 4 km in senso SW-NE, è indicata a volte con il nome di Piana di Fuorigrotta e a volte con quello di Piana di Bagnoli o di Coroglio.

Prima delle varie fasi urbanistiche e di industrializzazione, che sono iniziate ai primi del '900 e successivamente sviluppate negli anni '50, la superficie della depressione era attraversata da un corso d'acqua, conosciuto come l'Arena S. Antonio, che nasceva a N e raggiungeva la costa in prossimità di Coroglio. L'Arena S. Antonio è oggi principalmente un collettore di acque reflue, il cui alveo è spesso coperto per lunghi tratti o interessato dalla viabilità cittadina.

Nel settore di pianura, coincidente in gran parte all'area in studio, si individuano 2 livelli topografici separati da una piccola scarpata erosionale intorno alla quota di 10-15 m slm con andamento arcuato-sinuoso, parzialmente obliterata dalle urbanizzazioni, che rappresenta una la memoria di una antica linea di costa.

Il settore superiore, denominato *Terrazzo di Bagnoli-Fuorigrotta*, si sviluppa fra le quote di 15-20 m slm ed è delimitato verso retroterra alle quote intorno a 40-45 m slm; in questo settore sono ubicati gli abitati di Bagnoli, Fuorigrotta e Mostra.

Il settore inferiore, denominato Piana di Coroglio, si estende dalla scarpata sopra descritta e la linea di costa, con quote da 1-2 m slm fino a 5-8 m slm.; in questo settore sono presenti l'abitato di Cavalleggeri e l'ex area industriale di Bagnoli.

La Figura 3.2 mostra la localizzazione dei due suddetti settori.

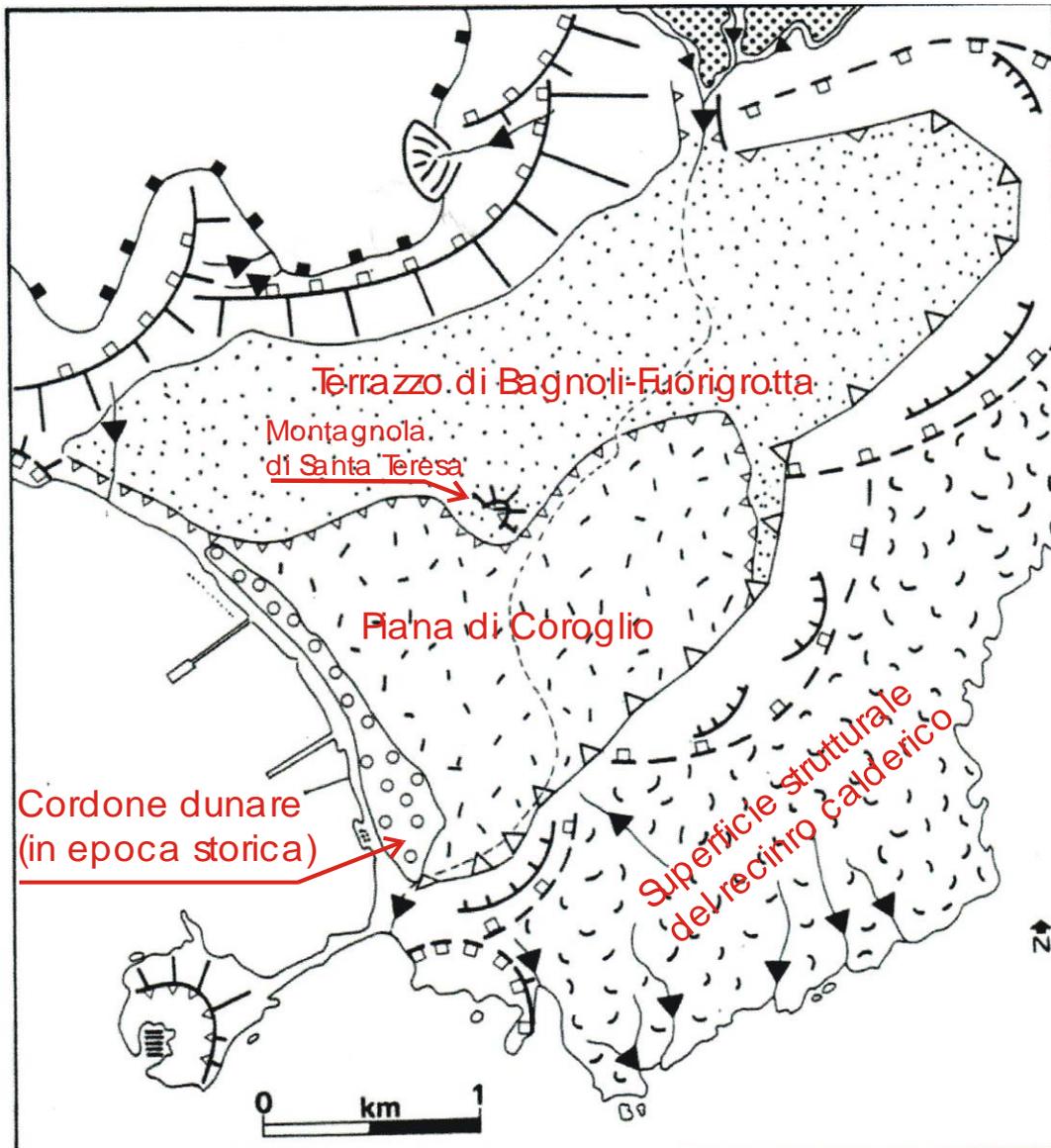


Figura 3.2 – Localizzazione della Piana di Coroglio e del Terrazzo di Bagnoli-Fuorigrotta
(Russo et alii, 1998)

In tale contesto la Figura 3.2 mostra l'unica singolarità morfologica nella parte centrale della pianura, tra gli abitati di Bagnoli e Cavalleggeri, costituita da un piccolo cono di scorie vulcaniche della Montagnola di Santa Teresa che si eleva fino alla quota di 23-25 m s.l.m., rispetto alla piana circostante.

Dal punto di vista morfologico l'area in esame è stata condizionata recentemente dalle varie fasi di insediamento di strutture industriali ed in particolare delle acciaierie dell'Ilva, ex Italsider, attive dall'inizio del '900 e, dopo una ulteriore intensificazione nel dopoguerra dei processi di industrializzazione nella zona con

l'insediamento della Cementir, tutte le attività furono dismesse dagli anni Novanta.

La Figura seguente mostra, in base alla cartografia storica, l'evoluzione dell'area dal 1907 al 2010 (Figura 3.3).

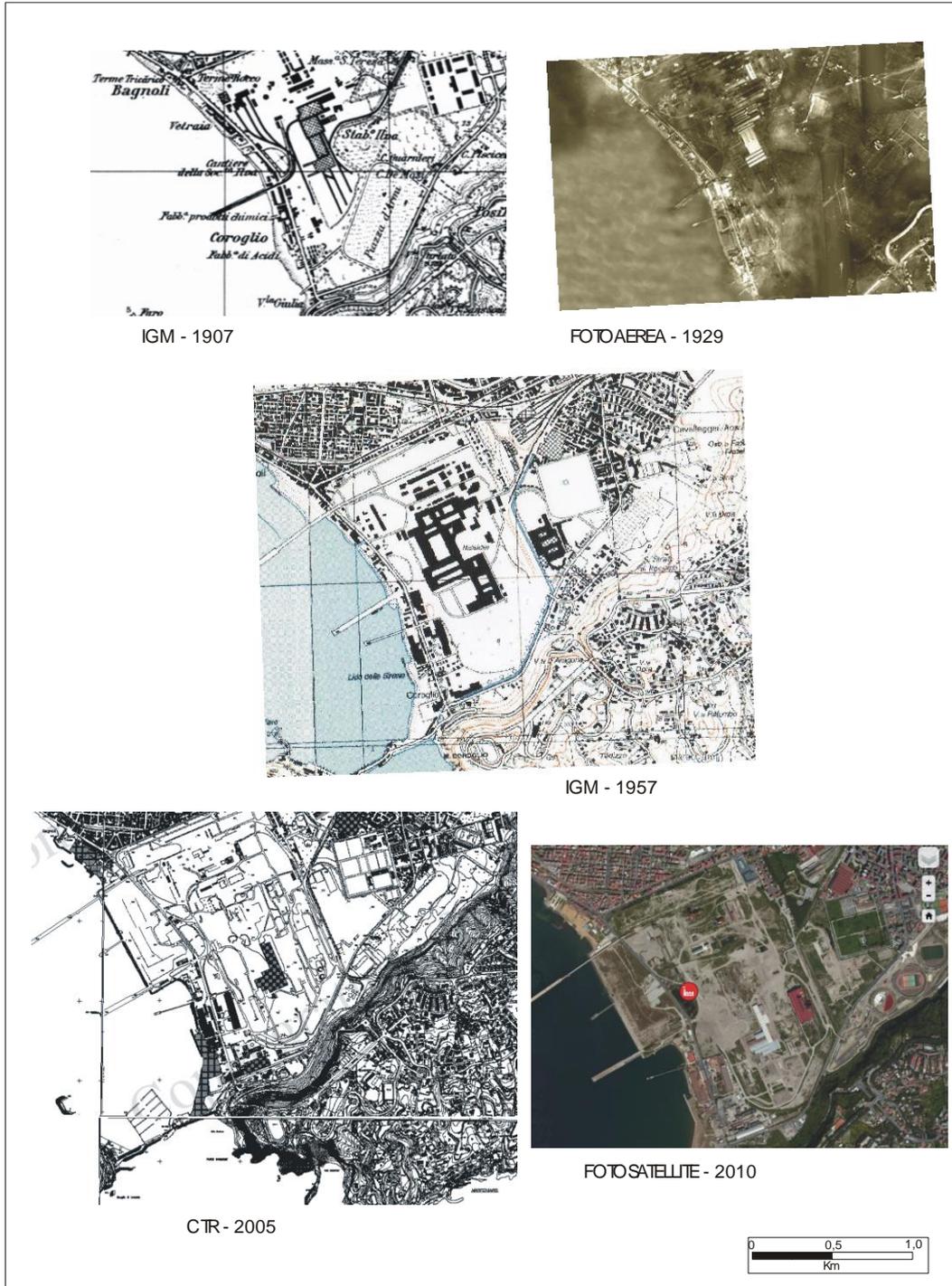


Figura 3.3- Evoluzione dell'area di Bagnoli da cartografia storica

In tale contesto particolarmente significative sono state le modifiche della linea di costa con la realizzazione di banchine e moli; analizzando la cartografia dal 1907 al 2010 si evidenziano le variazioni mostrate nella Figura 3.4.



Figura 3.4 – Variazioni della linea di costa dell'area di Bagnoli

4. GEOLOGIA

Si descrivono qui di seguito i principali caratteri tettonici e geologici generali dell'area in esame.

4.1. Tettonica, vulcanismo

L'area di Bagnoli è localizzata tra Pozzuoli e Napoli e si configura come una depressione morfo-strutturale che si apre sul Golfo di Pozzuoli, al margine orientale dei Campi Flegrei.

L'area in esame è il risultato della evoluzione di fenomeni vulcano-tettonici che a partire da circa 12 ka fa si sono protratti fino ai nostri giorni; pertanto, la sua storia geologica e geomorfologica non può prescindere da quella olocenica dei Campi Flegrei (Figura 4.1)

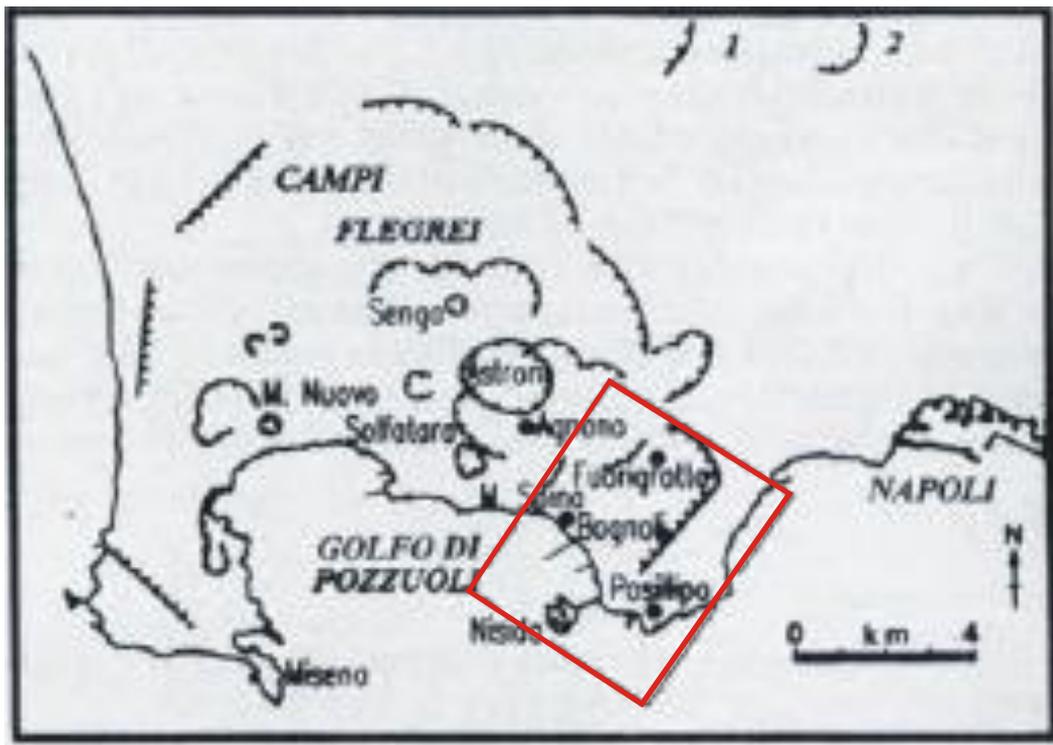


Figura 4.1 – Localizzazione dell'area di Bagnoli (Russo et alii, 1998)

Il settore in cui ricade l'area di Bagnoli è dominato da due importanti elementi strutturali-vulcanologici: il campo policraterico di Agnano, che costituisce con la sua cinta esterna il margine nord-occidentale della depressione, e la dorsale di Posillipo localizzato a sud-est, che rappresenta uno dei relitti marginali dell'area calderizzata.

L'evoluzione del vulcanismo che ha condizionato il settore in esame inizia con l'eruzione dell'Ignimbrite Campana avvenuta fra 39.000 e i 12.000 anni fa; successivamente fra 12.000 anni all'epoca attuale si innesta un vulcanismo che ha determinato la messa in posto del Tufo Giallo Napoletano, che affiora nel settore sud-est dell'area di Bagnoli, in corrispondenza della dorsale di Posillipo.

Entrambe le aree bordiere della depressione di Bagnoli sono costituite quasi esclusivamente da vulcaniti flegree emesse negli ultimi 12 ka, in particolar modo da quelle eruttate nelle fasi post-calderiche.

Si riassumono qui di seguito le suddette varie fasi eruttive:

Vulcanismo tra 39.000 e 12.000 anni fa – Tufo Grigio Campano

In questa fase si realizzano l'eruzioni esplosive a carattere generalmente freatomagmatico con la messa in posto dell'Ignimbrite Campana che affiora prevalentemente nei settori a nord-est ed esternamente all'area in esame ed all'interno della città di Napoli.

Vulcanismo di 12.000 anni – Tufo Giallo Napoletano

I depositi di Tufo Giallo Napoletano sono stati emessi da un'unica eruzione, cui sarebbe anche legato il successivo collasso dell'area; questo tufo affiora vicino al bordo sud-est dei Campi Flegrei e lungo i versanti della collina di Posillipo

Vulcanismo più recente di 12.000 anni.

Dopo la fase eruttiva del Tufo Giallo Napoletano si sono verificate varie fasi eruttive separate da periodi di quiescenza.

Nel corso della prima epoca, che va da 12.000 a 9.500 anni, si verificarono 37 eruzioni, tutte esplosive; tali eruzioni hanno formato una serie di vulcani monogenici (generati da una sola eruzione).

La seconda epoca abbraccia un periodo di tempo che va dagli 8.600 agli 8.200 anni, in cui si sono verificate ben 6 eruzioni esplosive i cui depositi coprono un'area molto più ristretta della prima epoca ed in particolare il settore nord-orientale della caldera dei Campi Flegrei.

La terza epoca (4.800-3.800 anni fa) è caratterizzata da 21 eruzioni esplosive e 5 effusive.

Negli ultimi 2.000 anni, l'area dei Campi Flegrei è stata interessata da deformazioni del suolo, ben documentate al Serapeo di Pozzuoli, con recenti eventi bradisismici nei periodi 1969–1972 e 1982– 1984, con sollevamenti del suolo di 170-180 cm.

Dal 1984 il suolo è stato complessivamente interessato da subsidenza, interrotta da piccoli episodi di sollevamento nel 1987 (7 cm), 1994 (1 cm) e nel 2000 (4 cm); durante tutti gli eventi bradisismici il massimo sollevamento del suolo è stato misurato a Pozzuoli.

Alla evoluzione post-calderica si sono associate varie fasi di variazioni del livello marino e della linea di costa che ha determinato nell'area di Bagnoli la sedimentazione di depositi continentali, marini e vulcanici.

In tale contesto si segnala che, nella parte centrale della pianura, tra gli abitati di Bagnoli e Cavalleggeri, è presente un piccolo cono di scorie vulcaniche della Montagnola di Santa Teresa che si eleva fino alla quota di 23-25 m slm, rispetto alla piana circostante

4.2. Geologia

Dal punto di vista geologico l'area in esame presenta litologie vulcaniche, sia di ricaduta balistica che ignimbriche, presenti nei settori bordieri ed a quote relativamente più elevate della piana relativamente più depressa di Bagnoli.

In corrispondenza della piana di Bagnoli sono invece presenti litologie piroclastiche di riempimento della caldera più o meno rimaneggiate e con presenza di livelli lacustri-palustri, mentre verso i settori costieri aumentano i sedimenti più chiaramente marini e costieri con sabbie e dune.

Si riassumono qui di seguito le suddette formazioni e litologie presenti nell'area in studio, dalle più recenti alle più antiche, con riferimento alla cartografia CARG 1: 50.000 – Napoli n. 446-447:

OLOCENE-RECENTE

Depositi di versante (a)

Detriti eterometrici di versante, in matrice limo-argillosa, presenti nel settore meridionale della piana di Bagnoli, al piede della ripida scarpata di Tufo Giallo Napoletano (TGN) della dorsale di Posillipo

Riporti Antropici (h)

Litologie di origine antropica, relative alle varie fasi urbanistiche-industriali, caratterizzate da elementi tufacei eterometrici, in matrice limosa-cineritica e sparsi frammenti di laterizi e calcestruzzo.

Depositi di spiaggia ed eolici (d)

Sabbie limose intercalate a limi di origine palustre di retroduna, presenti nelle zone prossime alla costa della piana di Bagnoli, con presenza dell'abitato di Coroglio

Tale unità è stata decisamente disturbata nel corso delle fasi urbanistiche industriali e portuali.

Depositi di bassa pianura (e)

Depositi a granulometrie sabbiose-limose e sabbiose-ghiaiose alternate a depositi sabbiosi di ambiente marino verso la costa; sono presenti localmente depositi lacustri-palustri limo-argillosi e torbosi.

Questa unità è presente nella zona centrale della piana di Bagnoli, interessata dalle varie fasi urbanistiche industriali, ed impegna gran parte dell'area di progetto.

Subsintema Contrada Romano (VEF12)

Depositi cineritici grigiastri, con lenti di lapilli pomicei, riferiti ad eruzioni oloceniche-attuali, di circa 3800-5000 anni fa.

Litosoma Astroni (ATN)

Depositi piroclastici di ricaduta balistica, cineritico-scoriacei di colore grigiastro, con locali livelli di paleosuolo, riferibili ad eruzioni di circa 4000 anni fa.

Sono presenti nelle zone settentrionali ed orientali della piana di Bagnoli, con presenza degli abitati di Bagnoli e di Cavalleggeri; questa unità impegna alcuni settori nord-occidentali dell'area di progetto.

Subsintema di Agnano-Soccavo (VEF11)

Depositi cineritici grigiastri, con lenti di lapilli pomicei, riferiti ad eruzioni di circa 9000-11000 anni fa, presente sulla sommità della dorsale di Posillipo e sovrapposto al Tufo Giallo Napoletano (TGN).

Questa formazione non interessa direttamente l'area in esame, essendo affiorante soltanto nelle zone medio-elevate della dorsale di Posillipo, sovrapposta al Tufo Giallo napoletano (TGN).

Nella zona di pianura è presente un limitato affioramento di questa unità che emerge dalla formazione più recente della piana di Bagnoli, rappresentata dalla Montagnola di Santa Teresa ed in rapporto strutturale con il Tufo di Santa Teresa (TEA) riferibile al Pleistocene Superiore.

Subsintema di Napoli (VEF10)

Tufo Giallo Napoletano (TGN) -

Il Tufo Giallo Napoletano consiste in un vasto deposito da flusso piroclastico, di colore giallastro e grigiastro a struttura da massiva a stratificata, costituito da pomici, frammenti lavici e tufacei immersi in una matrice cineritica, caratterizzato da un elevato grado di litificazione per zeolitizzazione.

Affiora lungo la scarpata sub verticale settentrionale della collina di Posillipo. Il Tufo Giallo Napoletano è riferibile ad una unica eruzione databile intorno a 14,9 ka.

L'intera sequenza del Tufo Giallo Napoletano è stata suddivisa in due membri, denominati membro inferiore e membro superiore, distinguibili per caratteristiche tessiturali e sedimentologiche.

Il Membro Inferiore è disperso su un'ampia superficie: è stato rilevato, infatti, fino a 35 Km dall'area di emissione ed è costituito da diverse unità da caduta, intercalate da numerosi livelli di cenere a grana fine, con intervalli contenenti lapilli accrezionali e vescicolari.

Il Membro Superiore è costituito da una sequenza di depositi da flusso piroclastico, con alternanze di livelli di ceneri a differente granulometria, da massivi a laminati, con pomici e frammenti litici dispersi,

PLEISTOCENE SUPERIORE

Subsintema Pianura (VEF9)

Tufi Trentaremi (TTR) -

Piroclastiti costituite prevalentemente da pomici e cineriti di colore grigiastro e riferibili a più fasi eruttive, databili a circa 22,3 ka.

Sono presenti in maniera discontinua, parzialmente coperti da detriti di versante, al piede della collina di Posillipo ed inferiormente al Tufo Giallo Napoletano; affioramenti con maggiore visibilità sono presenti nei settori lato mare della collina di Posillipo.

La Figura 4.2 mostra l'area in esame nel contesto geologico ora descritto (Carta geologica (Foglio CARG n. 446-447 – Napoli; scala 1:50000).

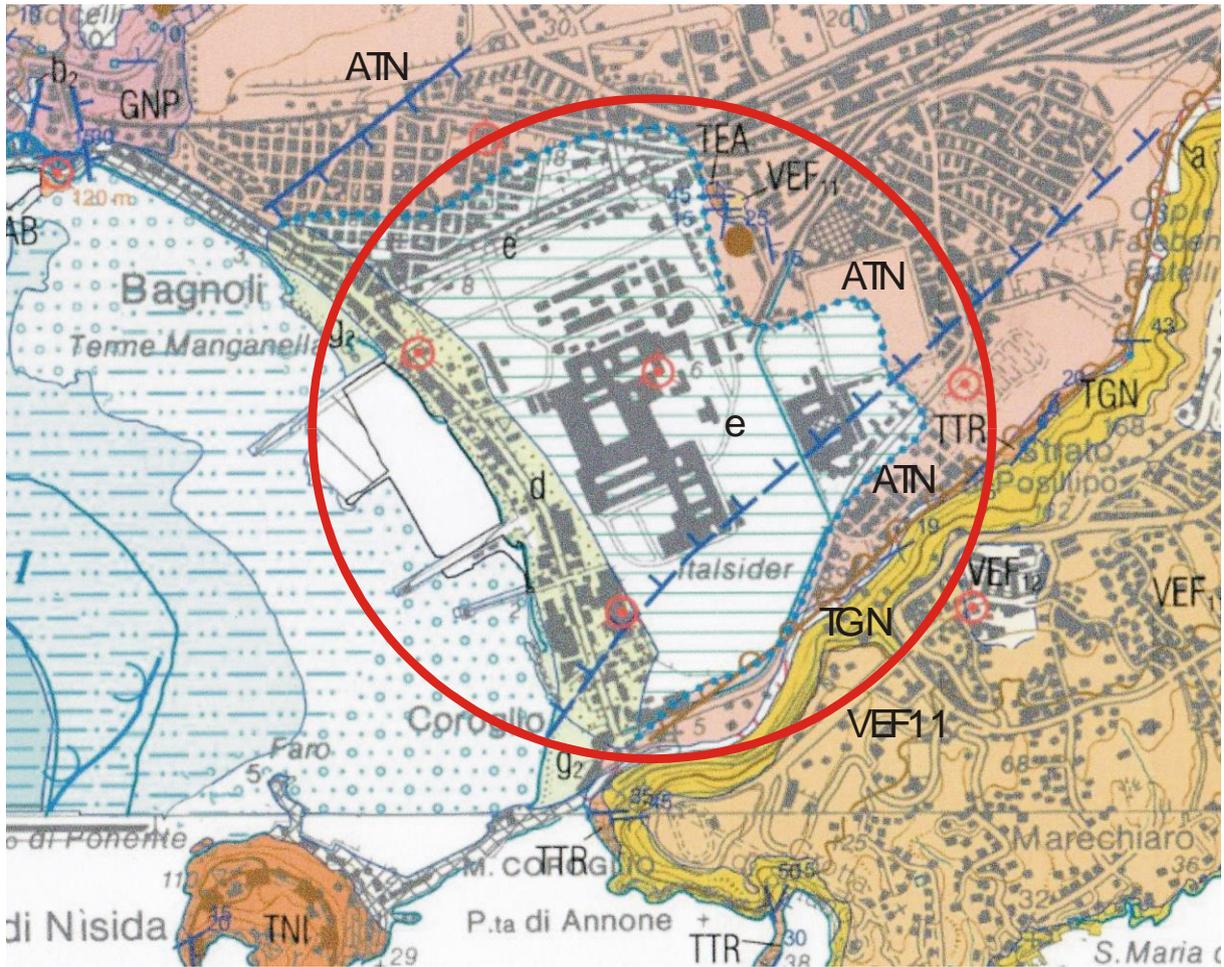


Figura 4.2 – Ubicazione dell'area in studio - Stralcio Carta geologica (Foglio CARG n. 446-447 – Napoli; scala 1:50000)

5. INDAGINE GEOGNOSTICA

In relazione all'area in esame si fa riferimento ad indagini appositamente eseguite (Indagini Suppletive, 2022-2023) ed a indagini pregresse (Indagine Appalto Specifico 5, 2019 ed Indagine ex-Eternit, 2017), di seguito descritte.

5.1. Indagini suppletive (2022-2023)

Sondaggi geognostici

L'indagine geognostica si è sviluppata con l'esecuzione di n.38 sondaggi geognostici a rotazione ed a carotaggio continuo, prelievo di campioni indisturbati, esecuzione di penetrometrie dinamiche SPT ed esecuzione di prove di laboratorio.

Le condizioni idrogeologiche sono state studiate con l'installazione di piezometri a Tubo Aperto.

Nei sondaggi in corrispondenza della nuova viabilità, sono prelevati dei campioni disturbati in situ alla profondità di 0,50 m e 1,20 m rispetto al p.c., per l'esecuzione di Analisi Granulometriche e Limiti di Atterberg, finalizzati alla definizione della Classifica AASHTO-HRB (CNR-UNI 10006).

I carotaggi sono stati raccolti in cassette catalogatrici ed opportunamente fotografate.

Nel corso dei sondaggi sono stati eseguite prove geotecniche in foro (SPT) e sono stati prelevati campioni disturbati e indisturbati per l'esecuzione di prove geotecniche di laboratorio, i cui risultati saranno discussi nella Relazione Geotecnica.

La tabella seguente riassume le quantità relative alla suddetta indagine geognostica.

SOND. n.	UBICAZIONE	PROF. (m)	CAMPIONI IND. n.	CAMPIONI DISTURBATI (0,5-1,2 m da p.c.) n.	SPT n.
1	STRADE - via nuova Bagnoli	20	4	2	4
2	impianto VAS-2	30	5	2	5
3	STRADE - traversa via nuova Bagnoli	20	4	2	4
4	STRADE - via nuova Bagnoli	20	4	2	4
5	STRADE - traversa via nuova	20	3	2	3

	Bagnoli				
6	STRADE - via nuova Bagnoli	20	4	2	4
7	CONDOTTE PREMENTI - porta del parco	30	5	2	5
8	CONDOTTE PREMENTI - via nuova Agnano	30	5	2	5
9	CONDOTTE PREMENTI - via nuova Agnano	30	5	2	5
10	CONDOTTE PREMENTI - via nuova Agnano	30	5	2	5
11	STRADE - strada collegam. Cabina elettrica	20	4	2	4
12	ASA - tratto iniziale	30	5	2	5
13	ASA - tratto iniziale	20	3	2	4
14	ASA - tratto iniziale	20	4	2	4
15	STRADE - area Eternit	20	4	2	4
16	STRADE - area Eternit	20	4	2	4
17	ASA - confluenza Pianura e case coloniche	30	5	2	5
18	CONDOTTA PREMENTE - verso Pianura	15	3	-	3
19	CONDOTTE PREMENTI - manufatto	30	5	2	5
20	ASA - acciaieria	20	4	2	4
21	STRADE - rotatoria C via Cattolica	30	5	2	5
22	ASA - incrocio con Linea 6	30	5	2	5
23	STRADE - carotaggio piattaforma via Cattolica	2	-	-	--
24	STRADE - via Cattolica	30	5	2	5
25	STRADE - via Cattolica	30	5	2	5

26	HUB - TAF 3	30	5	2	5
27	HUB - nuovo manufatto	30	5	2	5
28	ASA - manufatto grigliatura area Cementir	30	5	2	5
29	ASA - tracciato area Cementir	12	-	-	-
30	ASA - tracciato area Cementir	12	-	-	-
31	ASA - tratto finale	12	-	-	-
32	ASA - tratto finale	12	-	-	-
33	STRADE - via Nisida	20	4	2	4
34	STRADE - via Coroglio	20	4	2	4
35	CUNICOLO - via Coroglio	20	4	2	4
36	CONDOTTE PREMENTI - attraversamento linea 6	20	4	2	5
37	CONDOTTE PREMENTI - tracciato zona ex Ilva	20	4	2	4
38	COSTONE POSILLIPO - discesa Coroglio -	30	2	2	5
39	CONDOTTE PREMENTI - Via Beccarelli	30	5	2	5

Prove penetrometriche dinamiche continue DPSH

Sono state eseguite n.9 prove penetrometriche pesanti DPSH spinte fino alla profondità di 20 metri, come da tabella seguente:

PROVA n.	PROFONDITA' – m da p.c.	UBICAZIONE
DPSH-1	20	STRADE via nuova Bagnoli

DPSH-2	20	STRADE via nuova Bagnoli
DPSH-3	20	CONDOTTE PREMENTI porta del parco
DPSH-4	20	ASA tratto case coloniche
DPSH-5	20	STRADE prolungamento via Cocchia
DPSH-6	20	STRADE rotatoria C
DPSH-7	20	STRADE via Cattolica
DPSH-8	20	STRADE strada collegam. Cabina elettrica
DPSH-9	20	CUNICOLO via Coroglio

Pozzetti esplorativi (Carico su Piastra, Proctor e CBR)

Nelle immediate vicinanze di alcuni sondaggi, al fine di ottenere maggiori informazioni utili alla progettazione stradale, si sono realizzati tramite escavatore n. 10 pozzetti geognostici (P) di profondità circa 2 metri.

In corrispondenza di tali pozzetti si sono eseguite:

- n. 11 Prove di carico su piastra con piastra di 30 cm di diametro, alla profondità di circa 50 cm dal p.c., per la determinazione del Modulo di Deformazione del sottofondo Md; le prove sono eseguite con 2 cicli di carico ed uno di scarico
- Prelievi di n. 18 campioni alla profondità di 0,7 e 1,5 m dal p.c. per l'esecuzione di prove Proctor
- Prelievo di n. 18 campioni alla profondità di 0,7 e 1,5 m dal p.c. per l'esecuzione di prove CBR

I risultati di tali indagini saranno discussi nella Relazione Geotecnica.

Piezometri

I sondaggi SG-4, SG-11, SG-14, SG-20, SG-34 sono attrezzati con piezometro a tubo aperto.

Prove di permeabilità

Sono state eseguite n. 5 prove di permeabilità in foro tipo Lefranc, come da tabella seguente:

Sondaggio/Piezometro	Prova Lefranc	H1 -Prof. Foro (m da p.c.)	Litologia
PZ32	LF1	4,5	Sabbia limosa
PZ33	LF1	3,5	Sabbia limosa
S4	L1	5,5	Sabbia limosa
S7	L1	8	Sabbia limosa
S24	L1	8	Sabbia limosa su piroclastite

Indagini geofisiche (Down-Hole, HVSR, ERT, Georadar)

Inoltre, per eseguire valutazioni circa la risposta sismica locale si sono eseguite n 15 indagini geofisiche in foro con modalità "Down-Hole", che hanno permesso la misura della velocità delle onde P e S e la stima del parametro VS30. Le prove sono state eseguite nei sondaggi S-2, S-7, S-8, S-9, S-12, S-17, S-19, S-21, S-22, S-24, S-25, S-26, S-27, S-28, S-38)

Si sono eseguite n. 9 prove di sismica passive HVSR in prossimità dei sondaggi S12, S17, S19, S21, S22, S24, S26, S27, S28.

Inoltre, si sono eseguite n. 4 Stese di tomografie elettriche ERT (G1, G3, G4, G5) e n. 40 stese Georadar (A1-A40).

5.2. Indagini pregresse (2019, 2017)

Per aumentare la popolazione di dati si fa riferimento anche ad indagini pregresse eseguite nel 2019 e nel 2017, di seguito descritte.

Indagine Appalto Specifico 5 - 2019

Nell'ambito delle indagini relative all'Appalto Specifico 5, sono stati utilizzati n. 25 sondaggi geognostici, con prelievo di campioni indisturbati, esecuzione di penetrometrie dinamiche SPT ed esecuzione di prove di laboratorio.

La tabella seguente mostra i sondaggi utilizzati della suddetta indagine:

SONDAGGIO n.	PROF. (m)	CAMPIONI IND. n.	SPT n.
SG-1 (AS5)	30	3	3
SG-2(AS5)	30	2	4
SG-3(AS5)	30	2	4
SG-4(AS5)	30	2	4
SG-5(AS5)	30	2	4
SG-6(AS5)	30	-	5
SG-7(AS5)	30	2	4
SG-8(AS5)	30	1	4
SG-9(AS5)	30	.-	4
SG-10(AS5)	30	2	4
SG-11(AS5)	30	2	4
SG-12(AS5)	30	2	3
SG-13(AS5)	30	2	4
SG-14(AS5)	30	-	3
SG-15(AS5)	30	2	4
SG-16(AS5)	30	1	4
SG-17(AS5)	30	1	3
SG-18(AS5)	30	1	2
SG-19(AS5)	30	3	3
SG-20(AS5)	30	2	4
SG-21(AS5)	30	1	4
SG-22(AS5)	30	-	2
SG-23(AS5)	30	1	2
SG-24(AS5)	30	2	4
SG-25(AS5)	30	1	4

Nell'ambito di questa campagna di indagini sono state eseguite n. 27 prove penetrometriche dinamiche pesanti DPSH e n. 17 prove sismiche tipo MASW.

Indagine Ex-Eternit - 2017

Nell'ambito delle indagini relative all'Ex-Eternit, sono stati utilizzati n. 10 sondaggi geognostici, con prelievo di campioni indisturbati, esecuzione di penetrometrie dinamiche SPT ed esecuzione di prove di laboratorio.

La tabella seguente mostra i sondaggi utilizzati della suddetta indagine:

SONDAGGIO n.	PROF. (m)	CAMPIONI IND. n.	SPT n.
SG-1	10	2	4
SG-2	10	2	4
SG-3	10	2	4
SG-4	10	2	4
SG-5	10	2	4
SG-6	10	2	4
SG-7	10	2	4
SG-8	10	2	4
SG-9	10	2	4
SG-10	10	2	4

6. STRATIGRAFIA

In base al contesto geomorfologico e geologico-strutturale descritto nel Cap. 3, nell'area in esame sono presenti litologie vulcaniche, sia di ricaduta balistica che ignimbriche, presenti nei settori bordieri ed a quote relativamente più elevate della piana relativamente più depressa di Bagnoli.

In corrispondenza della piana di Bagnoli sono invece presenti litologie piroclastiche di riempimento della caldera più o meno rimaneggiate e con presenza di livelli lacustri-palustri, mentre verso i settori costieri aumentano i sedimenti più chiaramente marini e costieri con sabbie e dune.

I sondaggi geognostici eseguiti hanno confermato la suddetta serie litostratigrafica, che viene qui di seguito descritta, dall'alto verso il basso.

OLOCENE-RECENTE

R - Riperti Antropici

In superficie si individua la presenza estesa di terreni di riporto, relativi alle varie fasi urbanistiche-industriali dell'area di Bagnoli, caratterizzate da elementi tufacei eterometrici, in matrice limosa-cineritica e sparsi frammenti di elementi di origine antropica laterizi e calcestruzzo.

Lo spessore varia da 3 a 5 metri circa.

L'unica eccezione significativa è riferita al sondaggio S13 in cui fino alla profondità di 20 m si sono intercettate litologie direttamente o indirettamente riconducibili a riporti; in particolare si cita la presenza di trovanti di calcestruzzo da 14,70 a 20 m di profondità dal p.c.

LS – Limi sabbiosi

Inferiormente ai riporti, nella zona centrale della piana di Bagnoli, è presente un deposito limoso-sabbiosi e sabbioso-limoso di colore grigio-brunastro, con locali livelli organici.

Lo spessore varia da 3-5 metri nelle zone bordiere della piana di Bagnoli, fino a valori di circa 10-15 metri nelle zone centrali della piana ed ancora maggiori verso l'area costiera.

LST – Limi torbosi

In un settore meridionale della piana, al piede della scarpata di Posillipo ed in corrispondenza dei sondaggi S. 27 e S. 28. si è intercettata una unità limosa con abbondante contenuto torboso e con spessori significativi, al di sotto della coltre dei terreni di riporto.

Lo spessore è di circa 4-6 metri.

SG – Sabbie limose-ghiaiose

Inferiormente ai limi sabbiosi (LS) sopra descritti, si passa a depositi con maggiore presenza sabbiosa grossolana e ghiaiosa, di colore marrone.

Questa unità è stata intercettata sino alle massime profondità di esecuzione dei sondaggi geognostici (30 m) ed è stratigraficamente sovrastante il substrato tufaceo.

ATN – Piroclastiti Astroni

Piroclastiti costituite prevalentemente da pomici e cineriti di colore grigiastro e riferibili a più fasi eruttive ed afferenti all'unità dei Litosoma Astroni (ATN).

Questa unità affiora nelle zone settentrionali ed orientali della piana di Bagnoli, in corrispondenza degli abitati di Bagnoli e di Cavalleggeri.

Nell'ambito della piana in esame è stata intercettata dai sondaggi nei settori settentrionali e meridionali della piana di Bagnoli a profondità di circa 9-10 m dal p.c. e con profondità che aumenta sino a profondità maggiori 30 m nelle zone centrali della piana e verso la costa.

TTR – Piroclastiti Trentaremi

Questa unità è stata intercettata soltanto nel sondaggio S 38 eseguito in corrispondenza di un tornante della Discesa di Coroglio ed a quote superiori a quelle della piana di Bagnoli.

Queste piroclastiti, sottostanti stratigraficamente al Tufo Giallo Napoletano (TGN), non affiorano alla base della dorsale di Posillipo in quanto coperti da detriti di versante.

Per una migliore rappresentazione dell'andamento degli strati si sono costruite 2 sezioni geologiche generali, come segue:

- Figura 6.1 – Profilo Geologico trasversale Nord-Sud
- Figura 6.2 – Profilo Geologico trasversale Ovest-Est
- Figura 6.3 – Traccia delle sezioni geologiche generali

SEZIONE GENERALE NORD-SUD

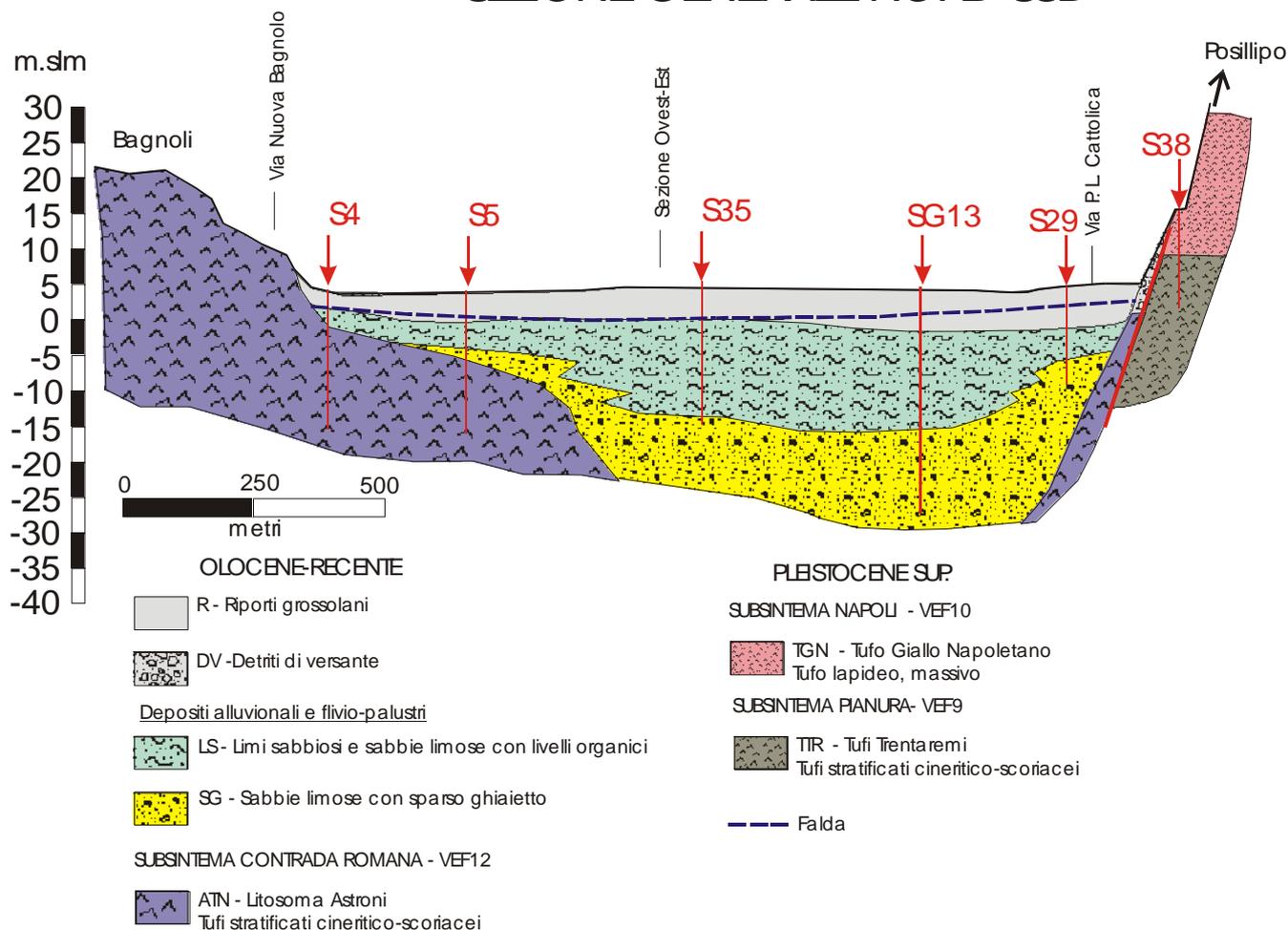


Figura 6.1: Sezione geologica generale Nord-Sud

SEZIONE GENERALE OVESTEST

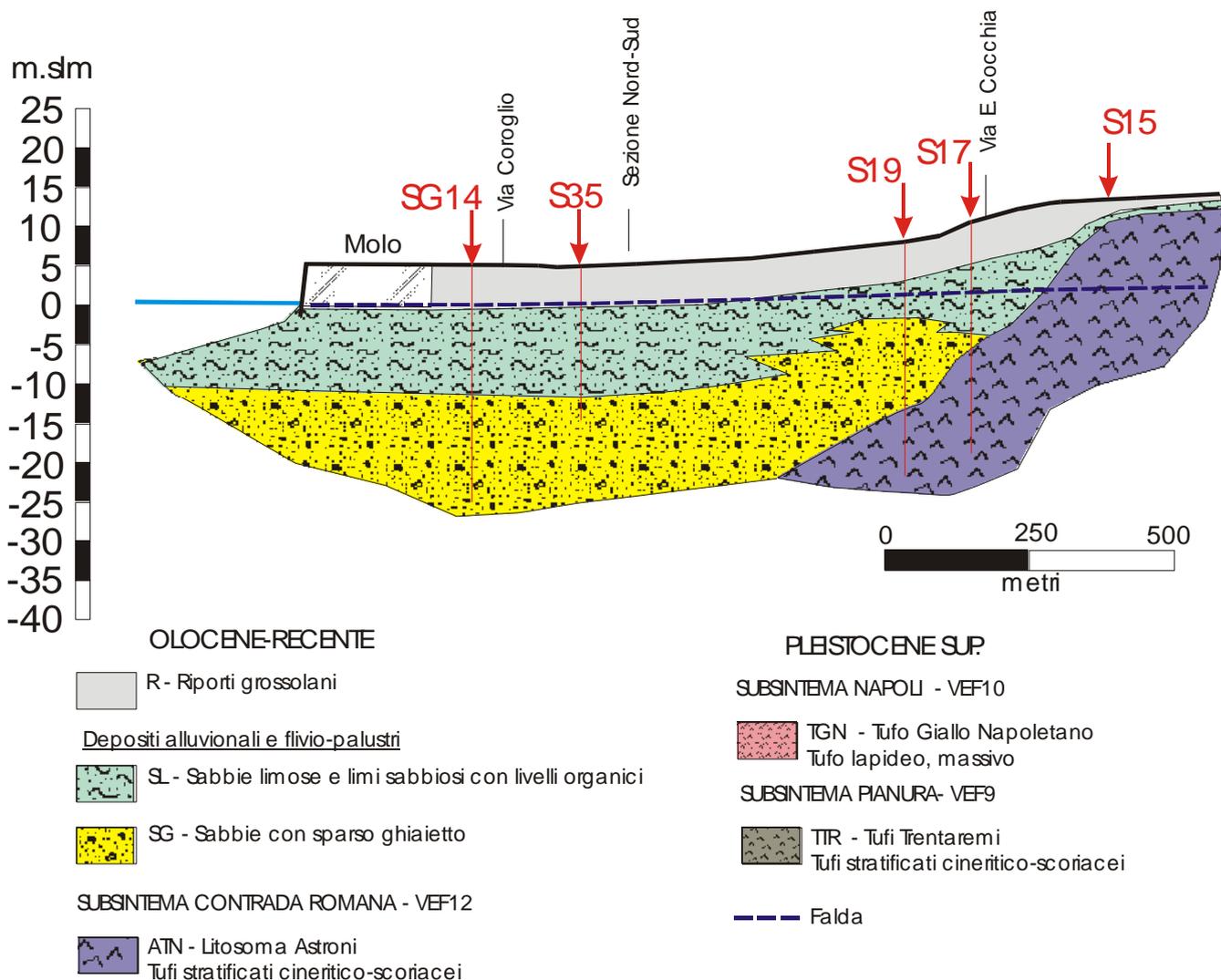


Figura 6.2: Sezione geologica generale Ovest-Est

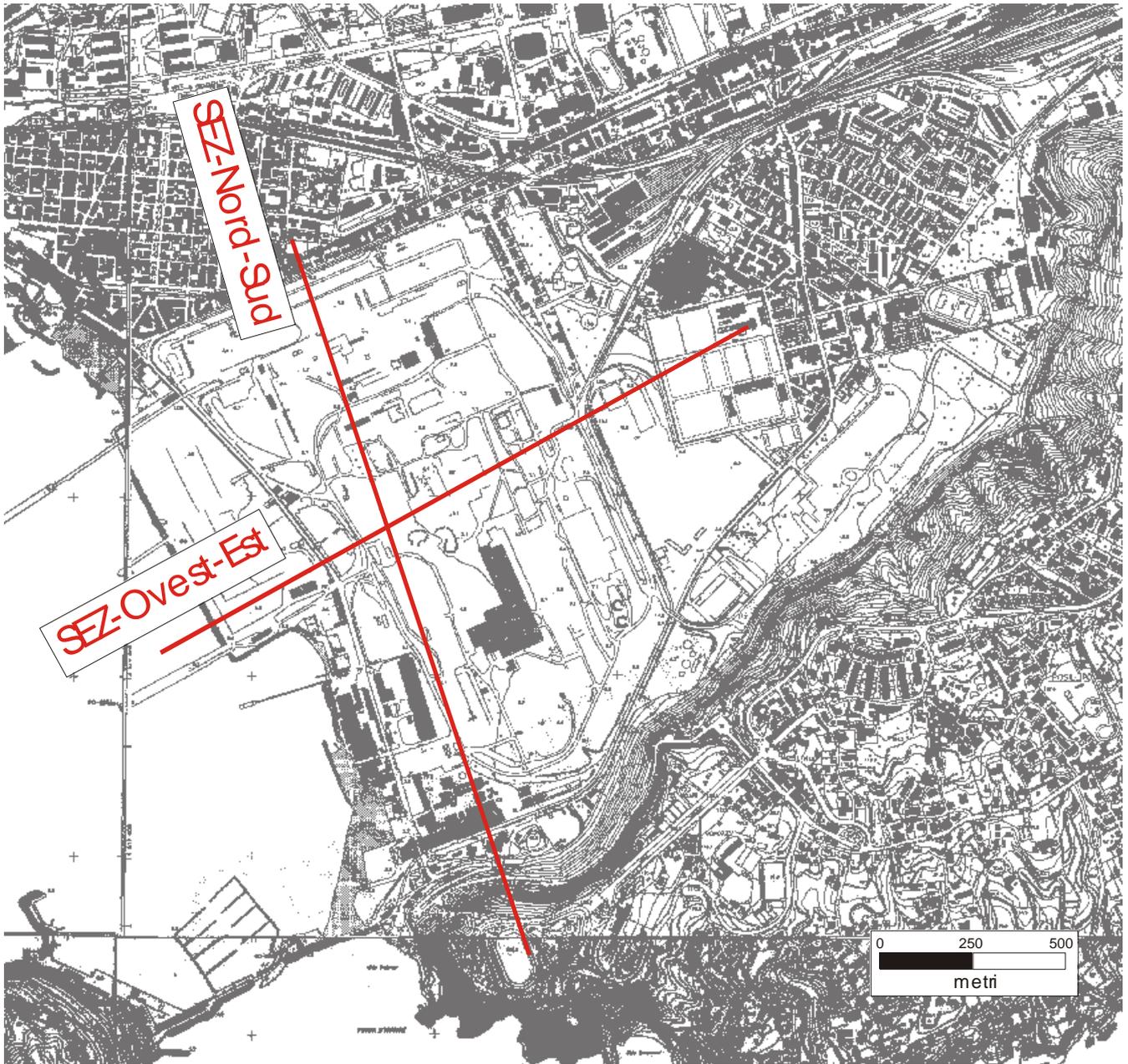


Figura 6.3: Traccia delle sezioni geologiche generali

7. IDROGEOLOGIA

Dal punto di vista idrogeologico l'area di Bagnoli-Fuorigrotta è caratterizzata dalla presenza di una falda idrica con quote di poco superiori al livello marino e pertanto a profondità di pochi metri dal piano campagna, con gradiente che dai settori est drena verso la costa.

Tale falda permea all'interno di depositi alluvionali-palustri e marini della piana ed è delimitata a nord dai blandi rilievi dell'area di Bagnoli con affioramento di depositi piroclastici ed a sud dalla ripida scarpata di Posillipo con affioramento del Tufo Giallo Napoletano.

La falda è alimentata dagli apporti meteorici diretti e dalle zone nord e orientali della depressione di Bagnoli ed è stata nel tempo disturbata negli aspetti idraulici e idrochimici dalle attività industriali.

In letteratura e nel corso degli anni passati si sono eseguite misure piezometriche dell'area in esame, con costruzione di varie carte delle isopieze, che vengono qui di seguito mostrate per indicare la variabilità piezometrica dell'area (Figg. 7.1, 7.2, 7.3, 7.4, 7.5, 7.6, 7.7).

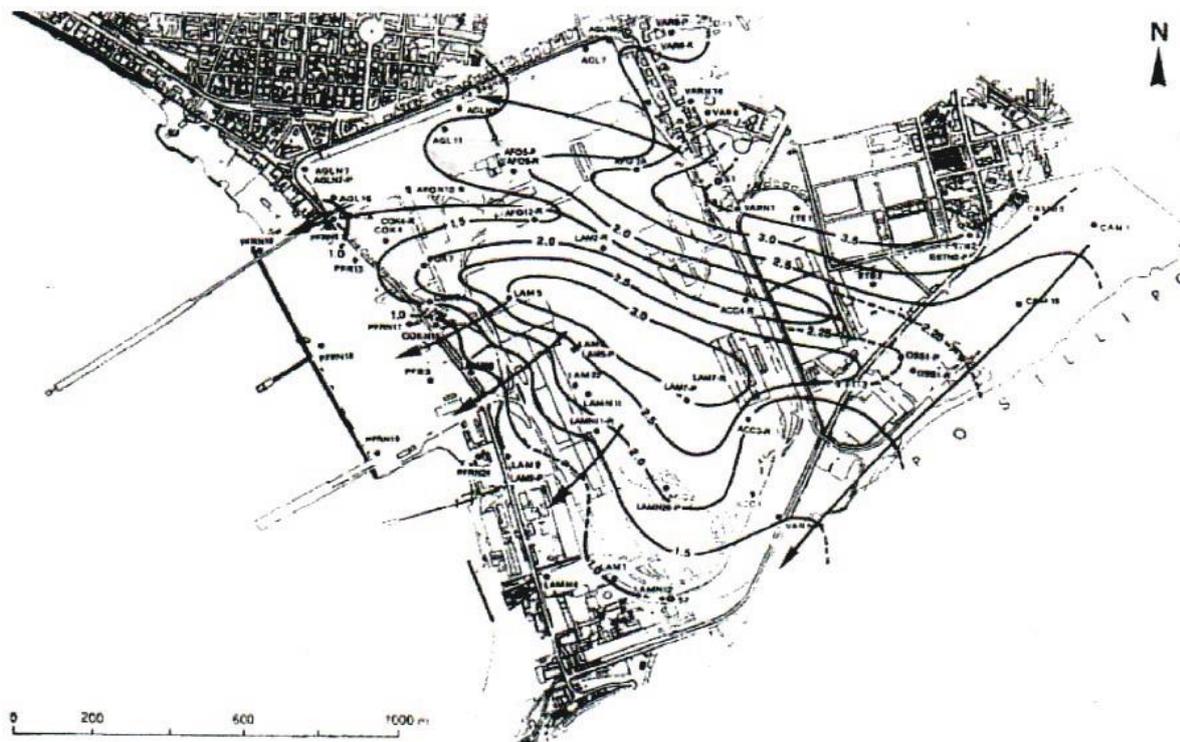


Figura 7.1 – Carta delle isopieze del 2008 (Benedetto De Vivo, 2008)



Figura 7.2 – Carta delle isopieze del 2013-2014 (INVITALIA, 2013-2014)

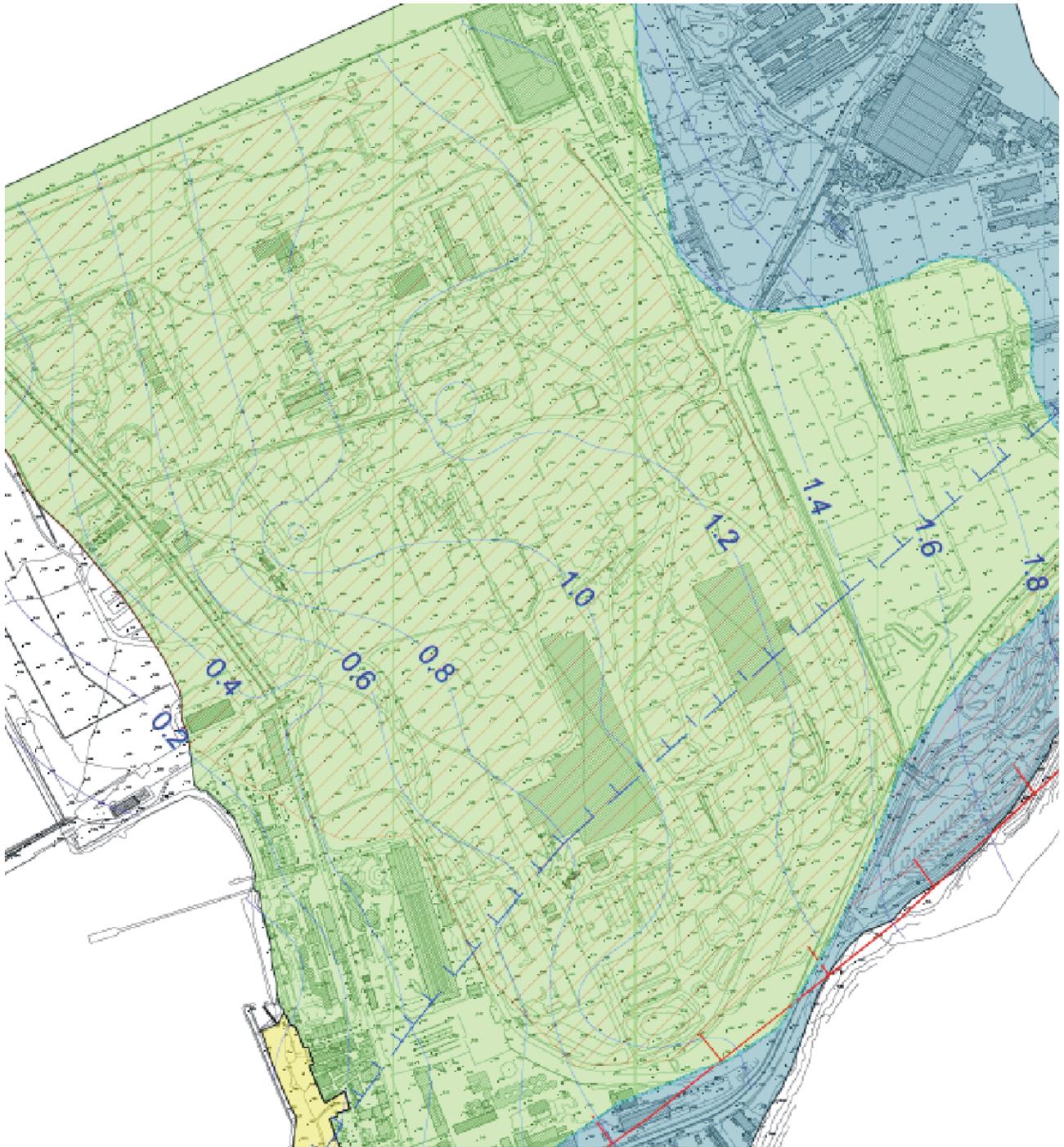


Figura 7.3 - Misure Piezometriche del 2019 (Invitalia- Appalto specifico 3)

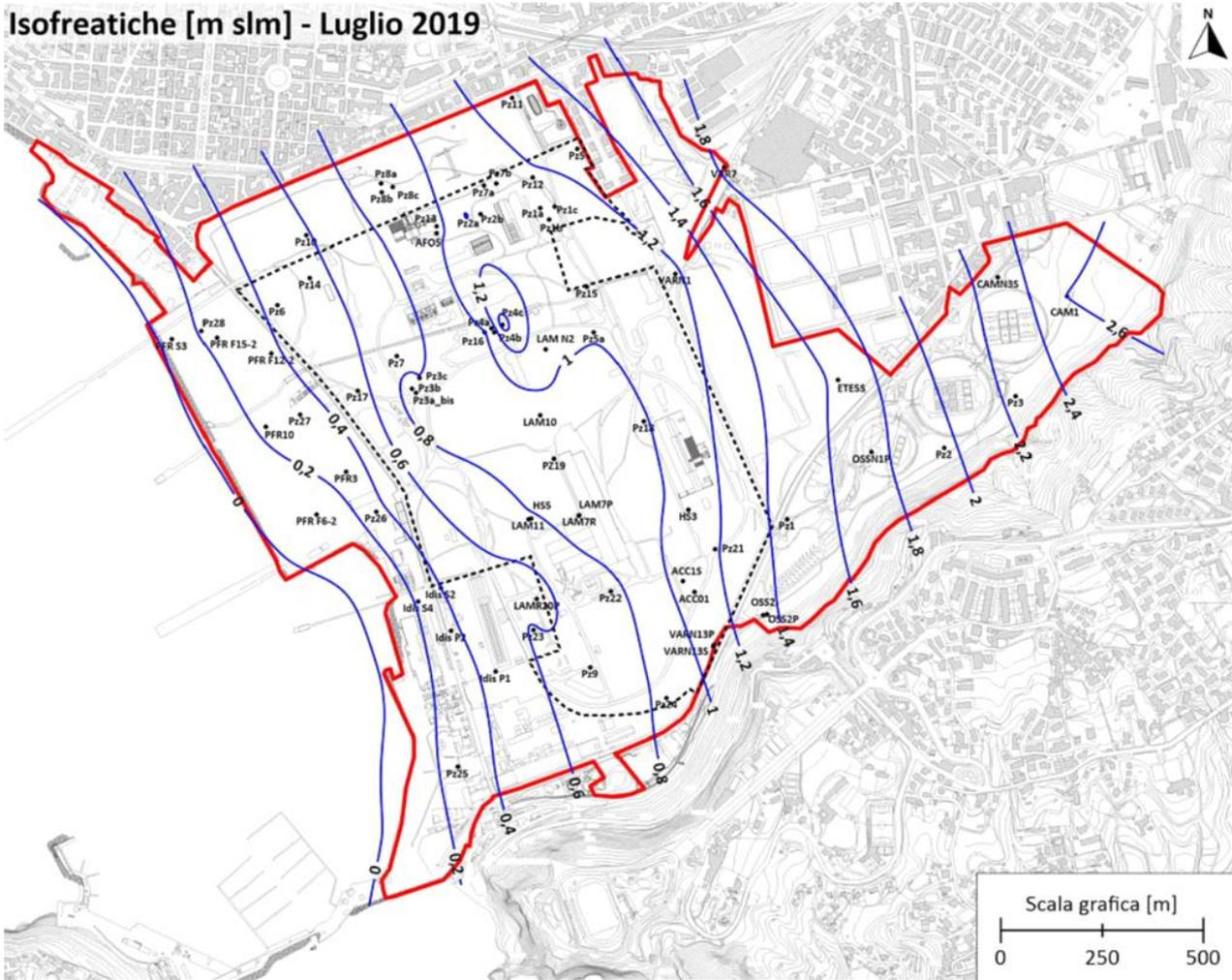


Figura 7.4 - Misure Piezometriche del luglio 2019 (/2015E051INV_FTE_AMB_TT.4.02)

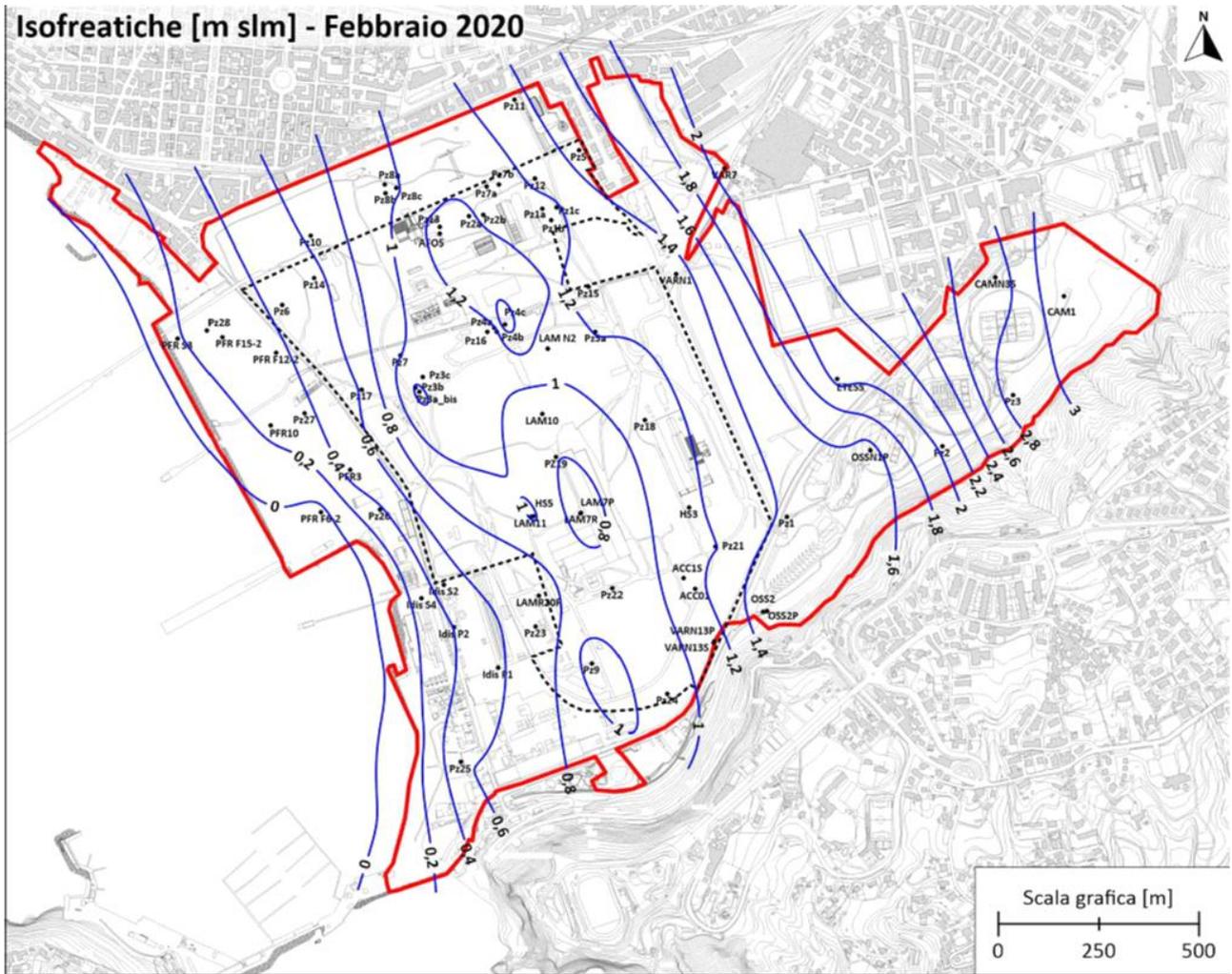


Figura 7.5 - Misure Piezometriche del febbraio 2020 (/2015E051INV_FTE_AMB_TT.4.02)

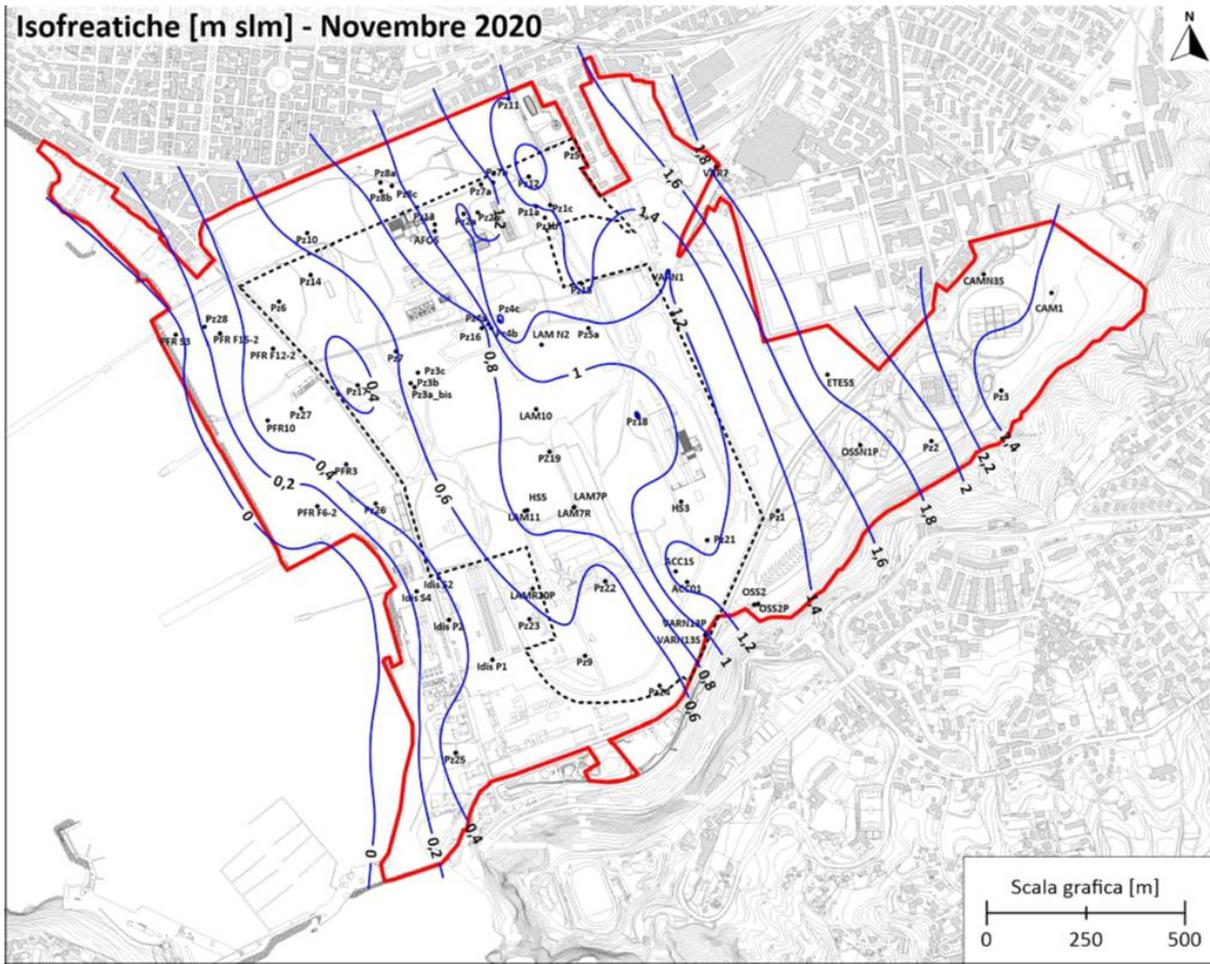


Figura 7.6 - Misure Piezometriche del novembre 2020 (/2015E051INV_FTE_AMB_TT.4.02)

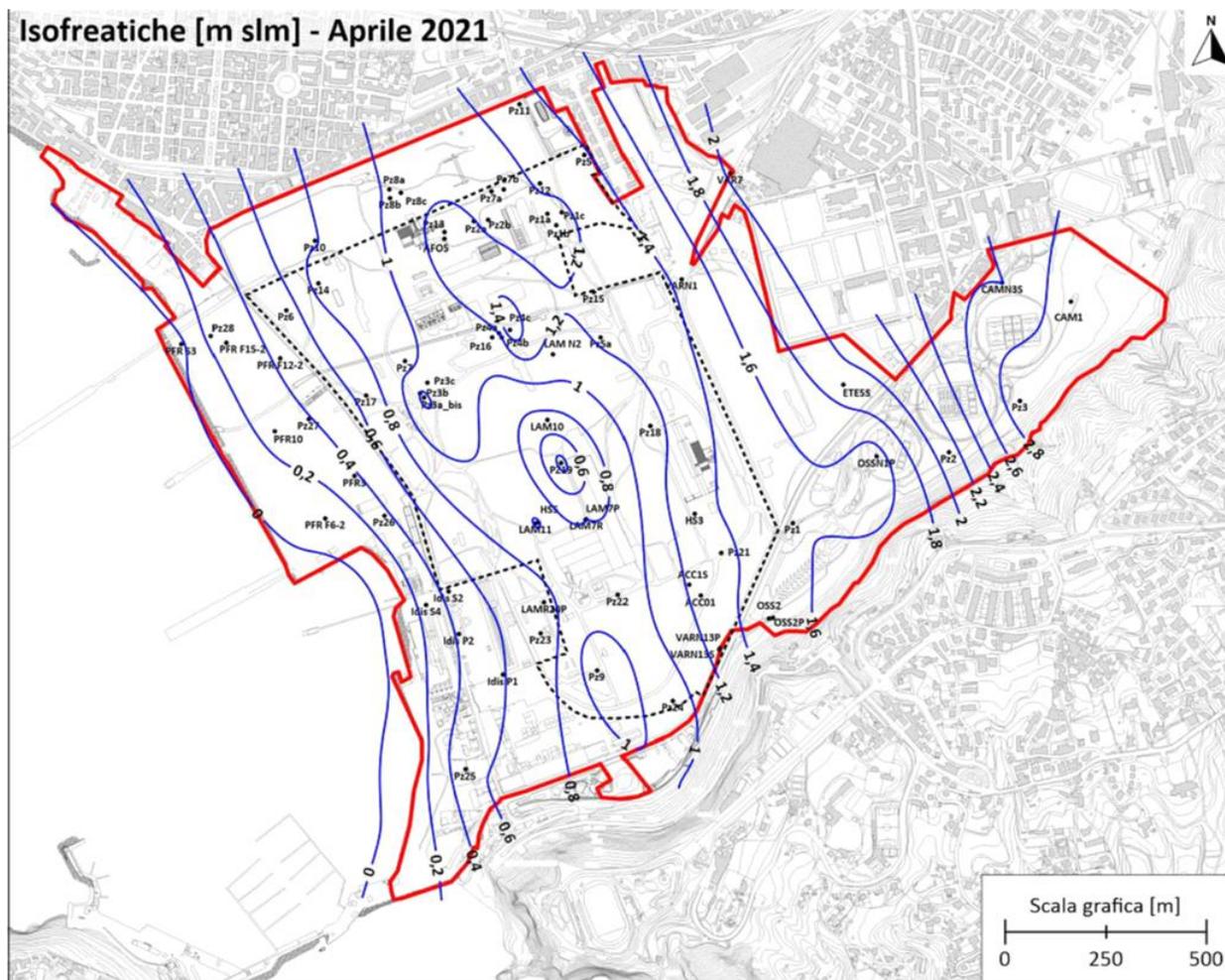


Figura 7.7 – Misure Piezometriche dell'Aprile 2021 (/2015E051INV_FTE_AMB_TT.4.02)

Date le variabilità delle piezometriche riscontrate nel tempo ed evidenziate dalle suddette carte storiche, nell'ambito del presente progetto nel mese di novembre 2022 si è eseguita una fase di letture di tutti i piezometri pregressi ed attuali presenti nell'area in esame,

La Figura 7.8 mostra l'elaborazione dei dati piezometrici rilevati sviluppata con Surfer.

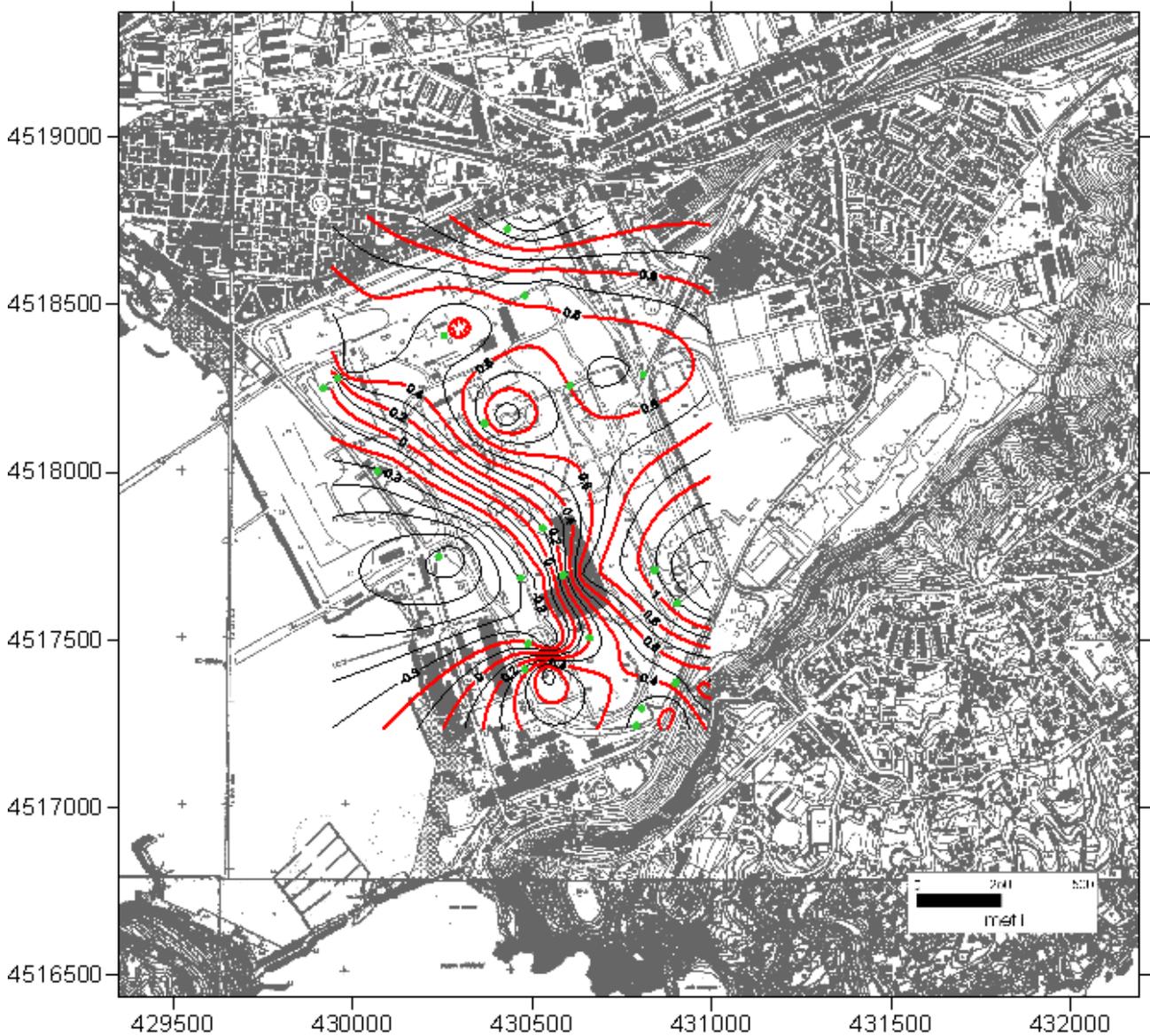


Figura 7.8 - Elaborazione misure piezometriche da Surfer (misure in piezometri del 7 novembre 2022)

Al fine di risolvere alcuni punti critici dell'interpolazione automatica con Surfer, i suddetti dati piezometrici sono stati localmente interpolati manualmente (Figura 7.9).

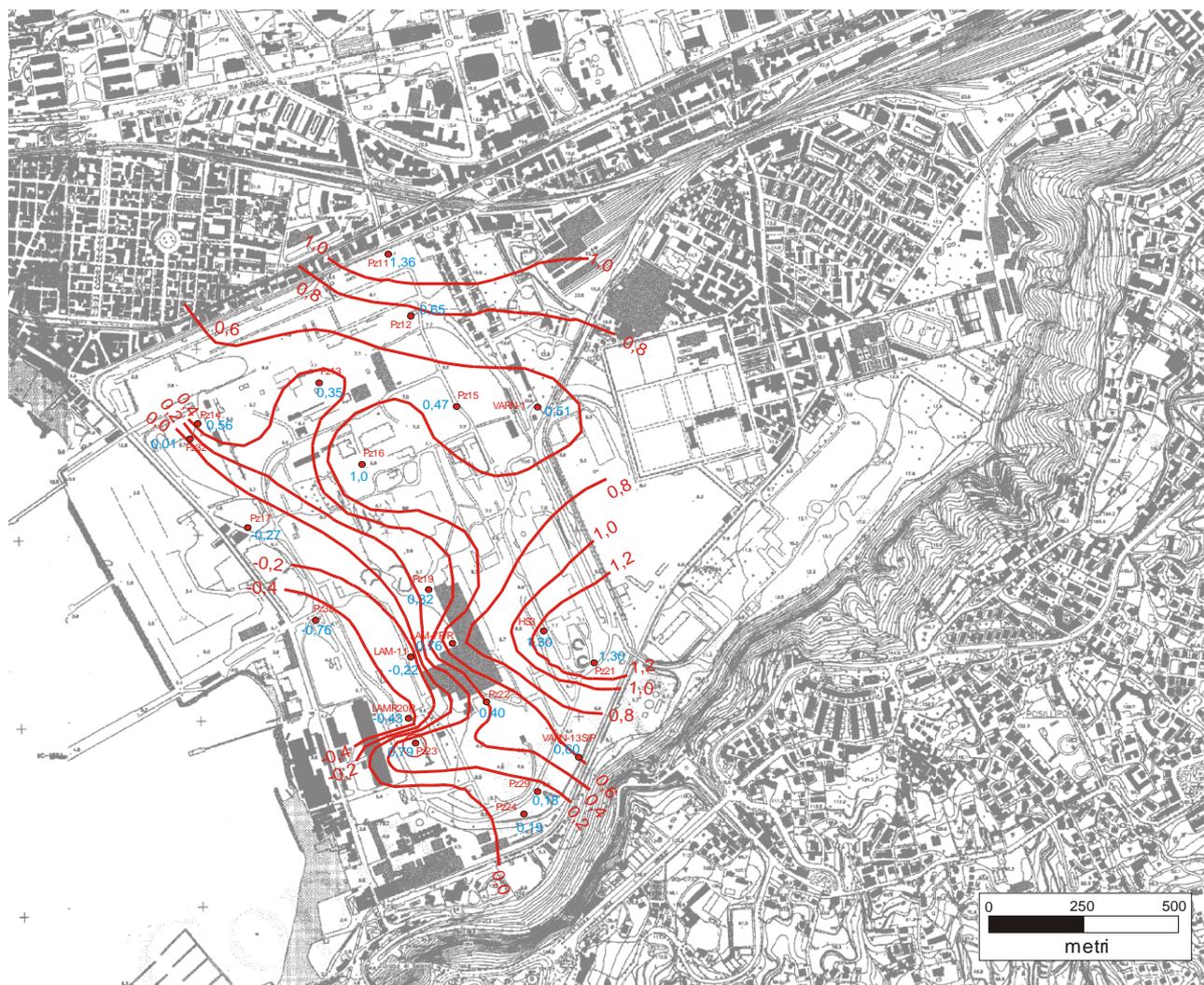


Figura 7.9— Elaborazione manuale da Surfer delle misure piezometriche (misure in piezometri del 7 novembre 2022)

La Figura 7.10 mostra i valori della profondità della falda dal piano campagna.

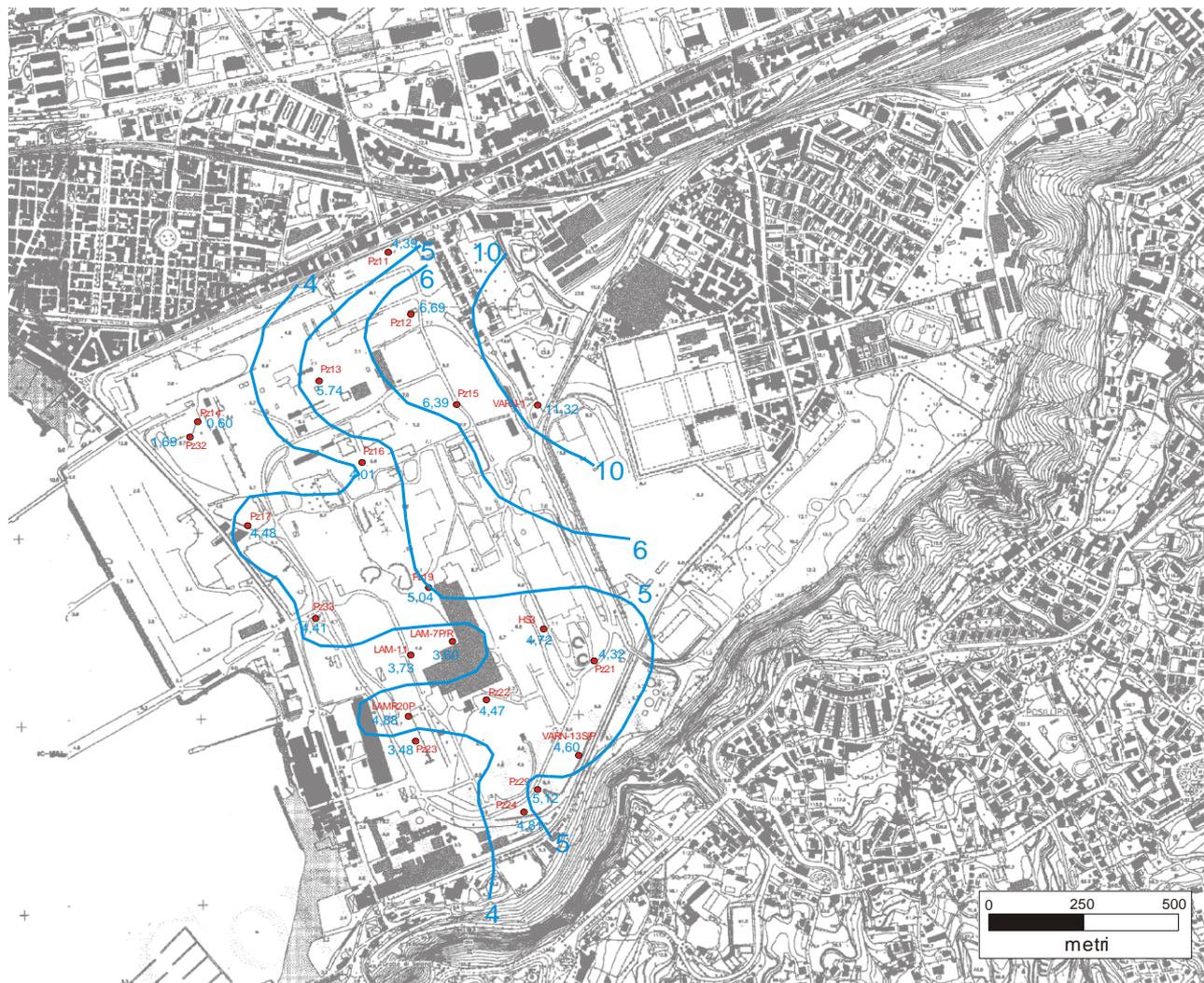


Figura 7.10— Profondità della falda da p.c. (misure in piezometri del 7 novembre 2022)

In relazione alle carte delle isopieze che sono redatte storicamente si sottolinea che dal 2002 è in funzione una barriera idraulica costituita da 31 pozzi di emungimento collegati ad un impianto di trattamento delle acque, localizzati lungo la costa, realizzata al fine di proteggere dai contaminanti l'area marina. Pertanto, le misure piezometriche lungo la costa eseguite dopo il 2002 possono essere state condizionate dalla suddetta barriera idraulica (Figura 7.11)

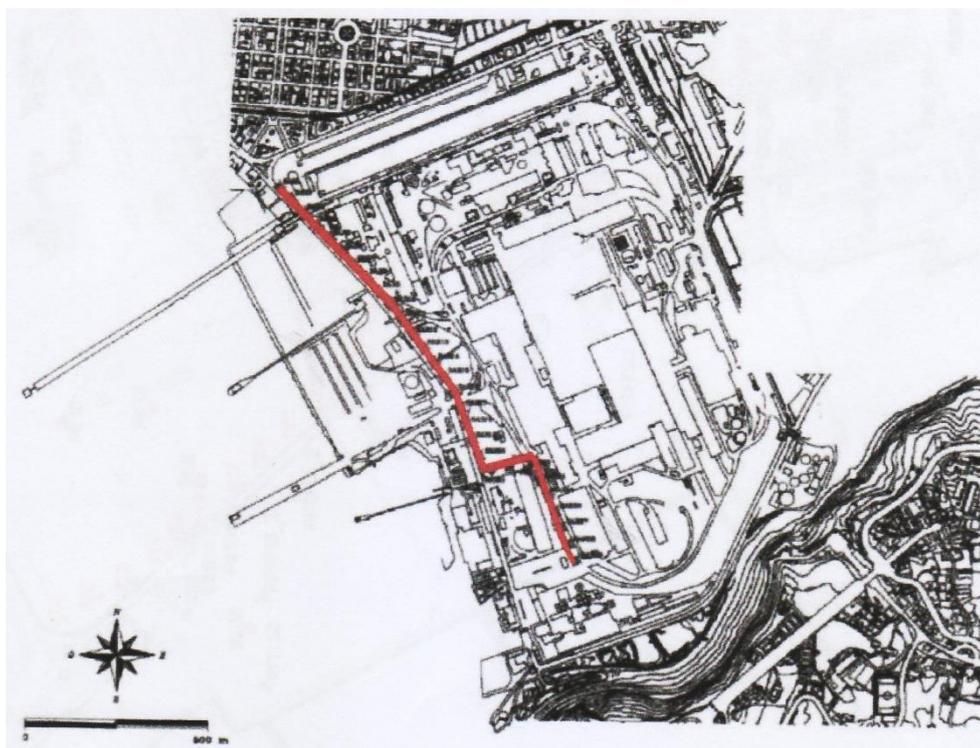


Figura 7.11— Localizzazione della barriera idraulica a monte della linea di costa

Nell'area in esame sono state eseguite n.5 prove di permeabilità in foro tipo Lefranc nei sondaggi/Piezometri PZ32, PZ33, S4, S7, S24 che hanno dato i seguenti valori del coefficiente di permeabilità:

Sondaggio	PP-Prova lefranc	H1 -Prof. Foro m da p.c.	H2 -Prof. Rivest m da p.c.	H3 - Prof falda m da p.c.	Perm - k m/sec	Litologia
in PZ32	LF1	4,5	4	1,2	1,60E-06	Sabbia limosa
in PZ33	LF1	3,5	3	3,6	7,98E-07	Sabbia limosa
S4	L1	5,5	5	3,4	3,26E-06	Sabbia limosa
S7	L1	8	7,1	6	5,09E-06	Sabbia limosa
S24	L1	8	7,5	3,72	4,57E-07	Sabbia limosa su piroclastite

Date le profondità di prova i suddetti coefficienti di permeabilità sono riferibili all'unità stratigrafica dei limi sabbiosi (LS).

8. RISCHI IDRO-GEO-MORFOLOGICI

Si sono esaminate le cartografie PAI relative al Rischio di Frana ed al Rischio Idrraulico dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale (ex Autorità di Bacino Nord-Occidentale della Campania).

8.1. Rischio Frane

Per quanto riguarda il Rischio di Frana, tutto la scarpata da molto acclive a subverticale con affioramento di Tufo Giallo Napoletano, che delimita a sud l'area in esame, risulta caratterizzata da Rischio Molto Elevato R4. Per il resto dell'area in studio non sono presenti altre zone con Rischio di Frana (Figura 8.1).

La Figura 8.2 mostra la localizzazione delle frane storicamente avvenute (Carta Inventario Fenomeni Franosi (Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale (ex Autorità di Bacino Nord-Occidentale della Campania)).

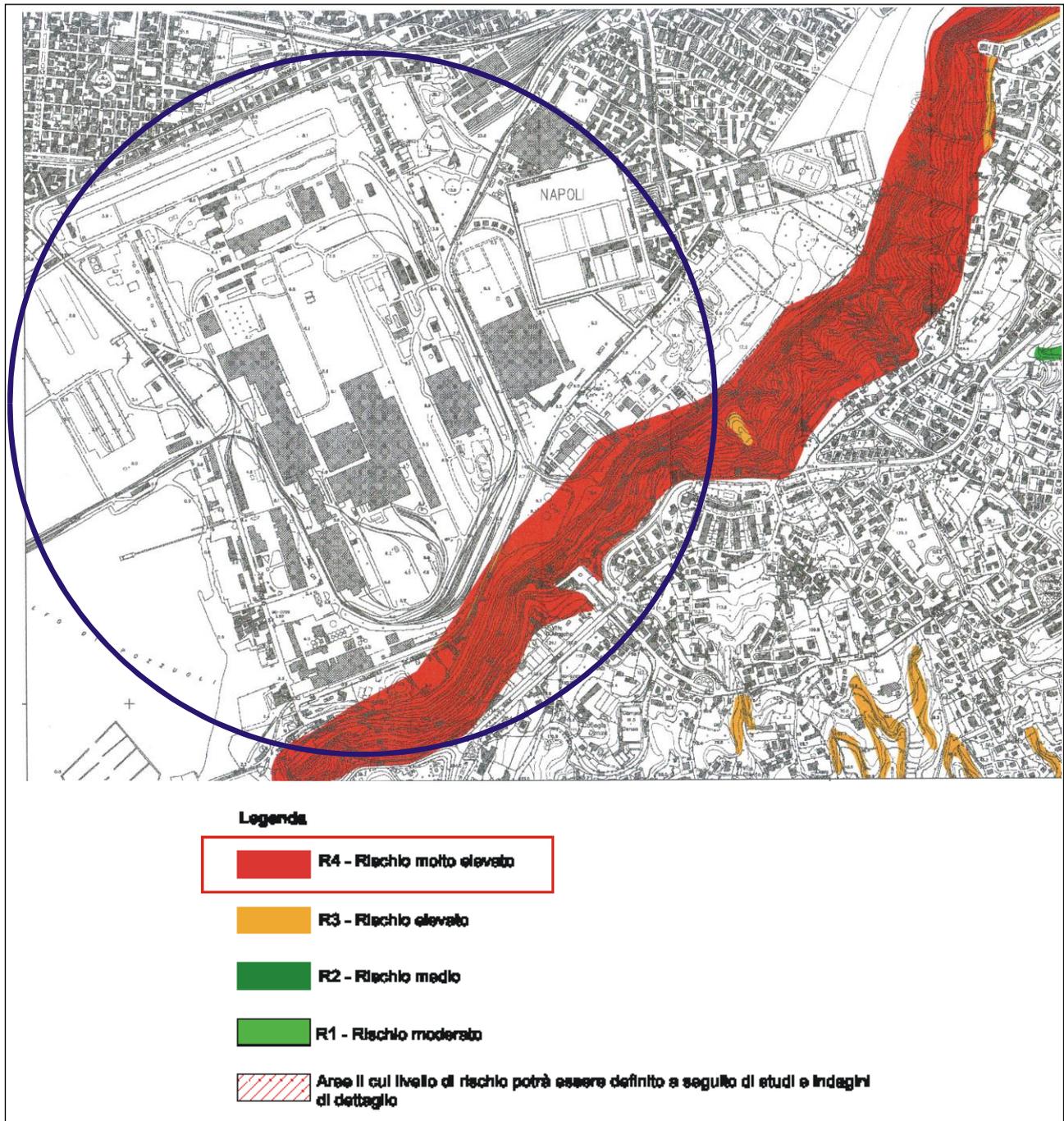


Figura 8.1 – Rischio di frana (Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale (ex Autorità di Bacino Nord-Occidentale della Campania - TAV. 447150)

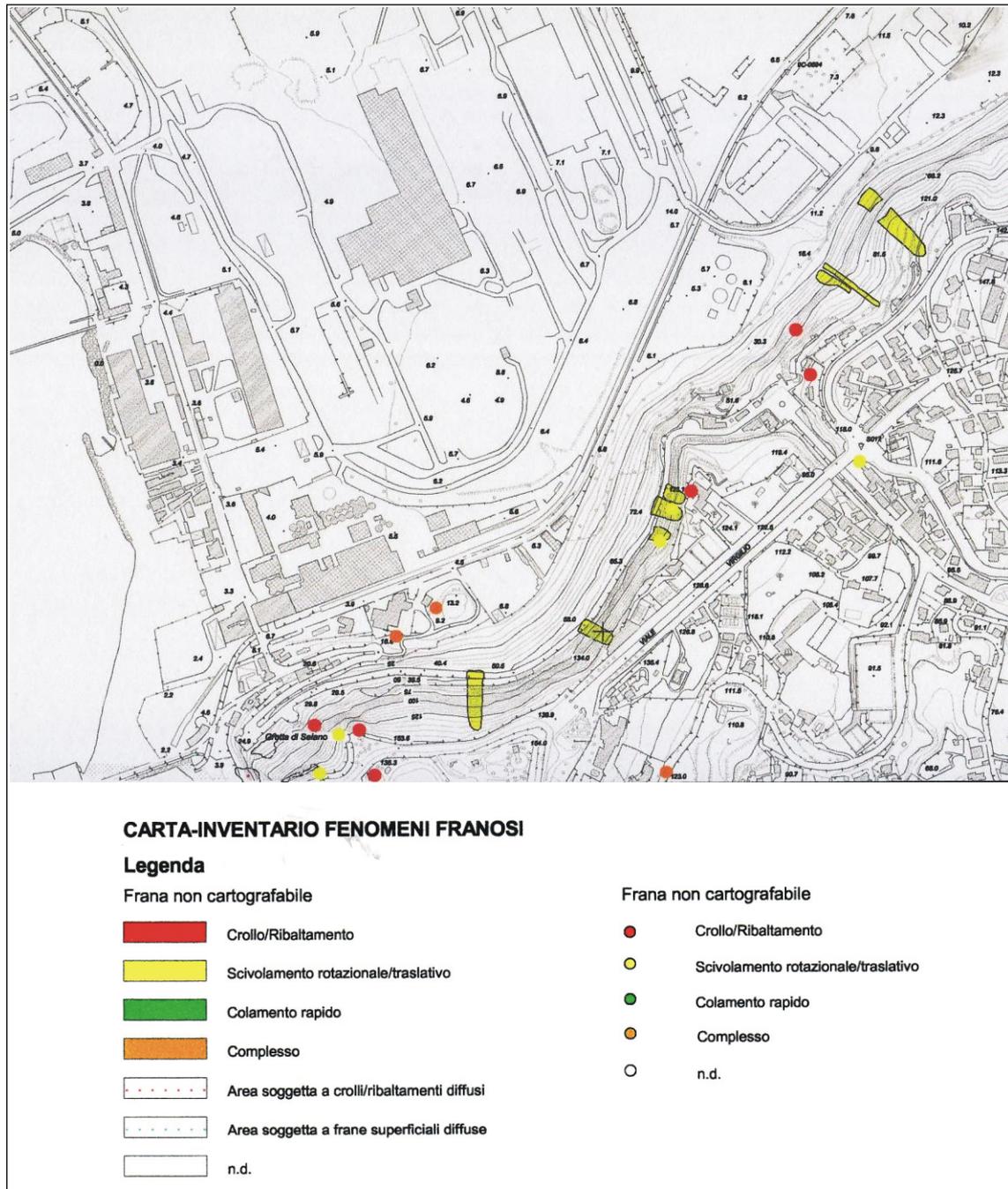


Figura 8.2 – Localizzazione delle frane storiche (Carta Inventario Fenomeni Franosi - Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale (ex Autorità di Bacino Nord-Occidentale della Campania - TAV. 447150)

8.2. Rischio idraulico

In relazione al rischio Idraulico la cartografia PAI individua alcune zone di potenziale allagamento alla base di alcuni valloni presenti lungo la parete molto acclive con affioramento di Tufo Giallo Napoletano, che delimita a sud l'area in esame. Tali zone sono definite come "Area in cui il livello di rischio può essere definito a seguito di indagini di dettaglio" (Figura 8.3).

Per il resto dell'area in studio non sono presenti altre zone con Rischio di esondazione e/o allagamento.

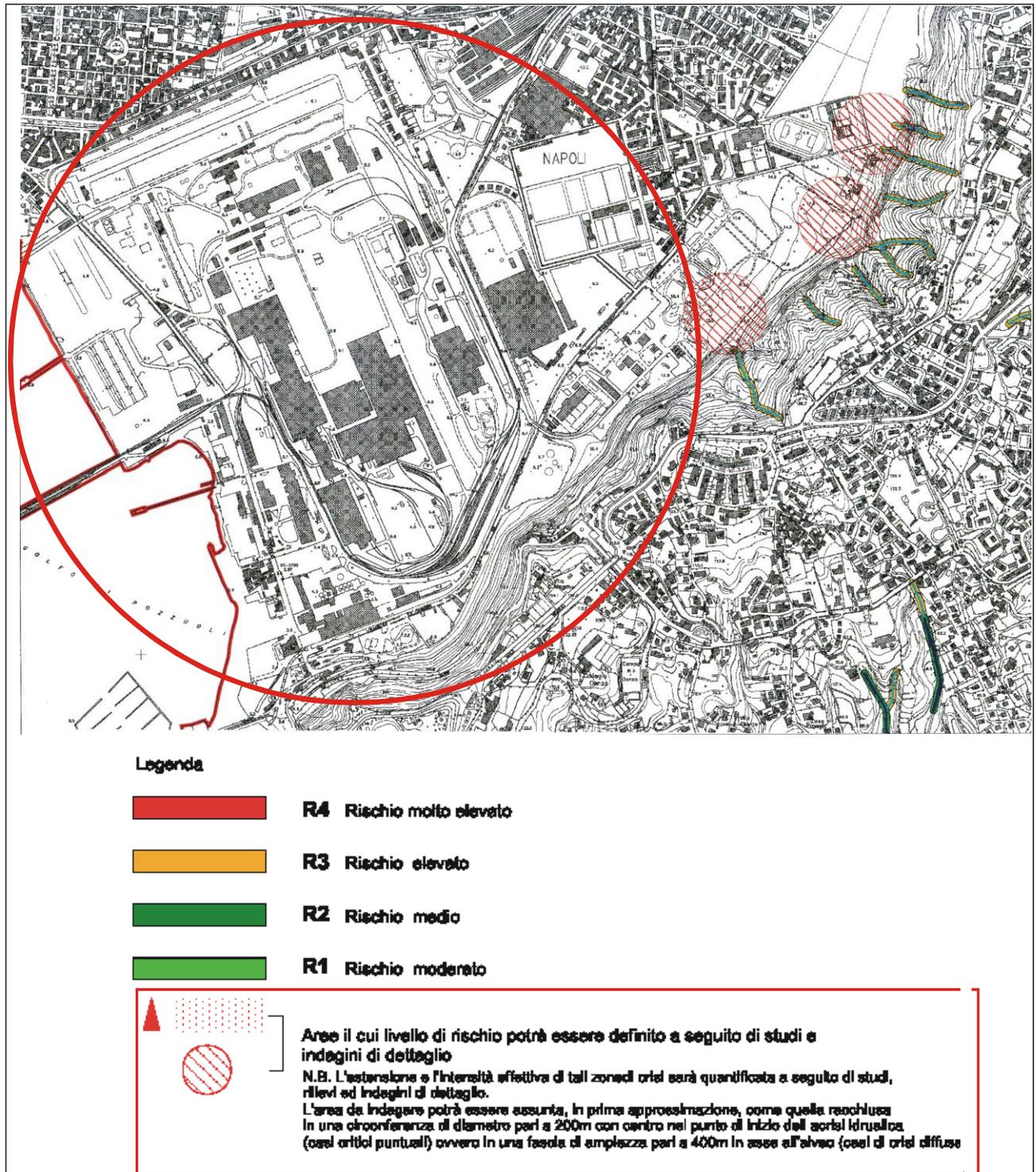


Figura 8.3 – Rischio idrogeologico - Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale (ex Autorità di Bacino Nord-Occidentale della Campania - TAV. 447150)

9. ANALISI PROGETTI

Si descrivono qui di seguito i caratteri geologici e stratigrafici specifici dei principali progetti previsti: il nuovo canale ASA, il nuovo HUB e la sistemazione della rete stradale.

9.1. Nuovo Canale ASA

Il Nuovo Canale ASA (Arena Sant'Antonio) inizia nel tratto case Coloniche e raggiunge il manufatto di confluenza con la Collettrice di Pianura; ivi, dopo una curva del collettore, questo si sviluppa con direzione NO-SE fino a raggiungere Via Pasquale Leonardi Cattolica e prosegue lungo ed a fianco della suddetta strada fino a Via Nisida ed al successivo scarico a mare in corrispondenza dell'Istmo di Nisida.

La Figura 9.1 mostra il suddetto tracciato:

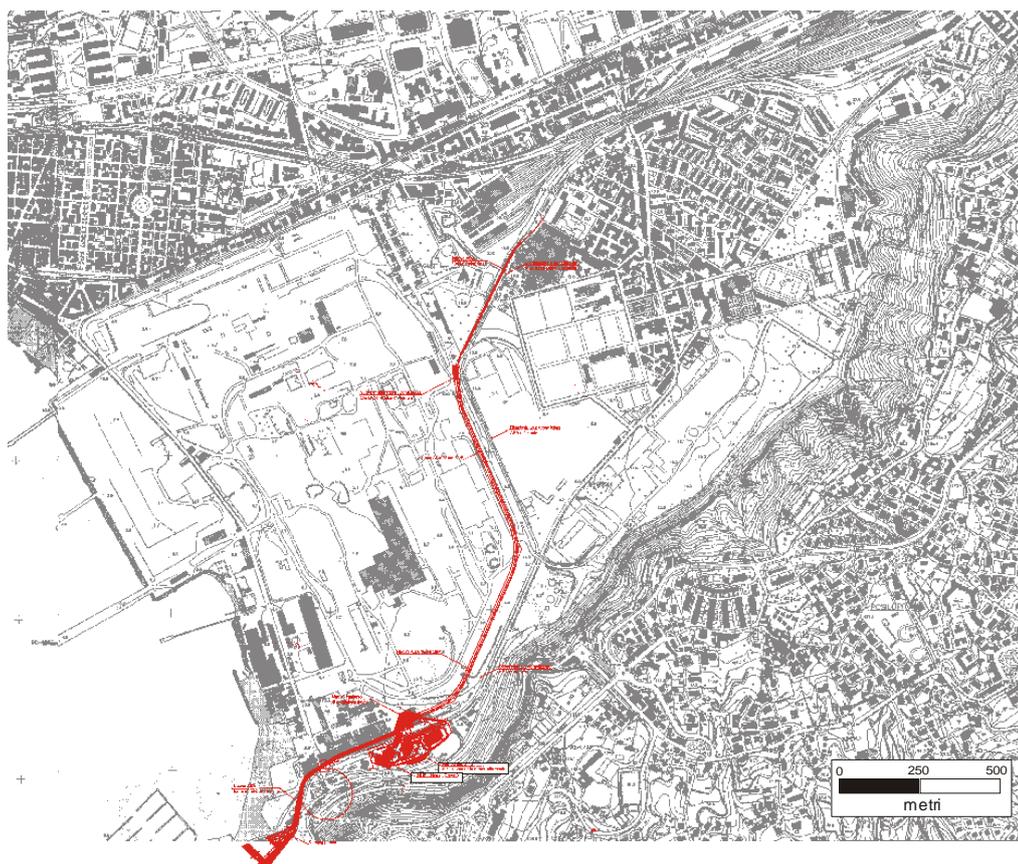


Figura 9.1: Planimetria e sviluppo del Nuovo Canale ASA

Lungo il tracciato, al piede della dorsale di Posillipo, la condotta interagisce con il Nuovo HUB di Coroglio (Impianto di Grigliatura), successivamente descritto.

Il Nuovo Collettore ASA in progetto impegna direttamente i terreni di riporto ed i sottostanti depositi alluvionali limo sabbiosi (LS) e sabbioso-ghiaiosi (SG), fino allo scarico a mare sulla costa.

L'unica eccezione locale è rappresentata dalla presenza di limi sabbiosi torbosi (LST) nel tratto che va dall'area ove è previsto il nuovo HUB, sino all'incrocio con Via Coroglio.

Lungo il tracciato la falda è individuata alla profondità di circa 10-15 m dal pc. nel tratto iniziale fino alla confluenza con il Collettore di Pianura; successivamente la falda è presente a circa 3-4 m dal p.c. fino a raggiungere il livello marino allo scarico a mare.

La Figura 9.2 mostra l'andamento delle quote slm della falda lungo il tracciato con riferimento alla quota dei sondaggi geognostici.

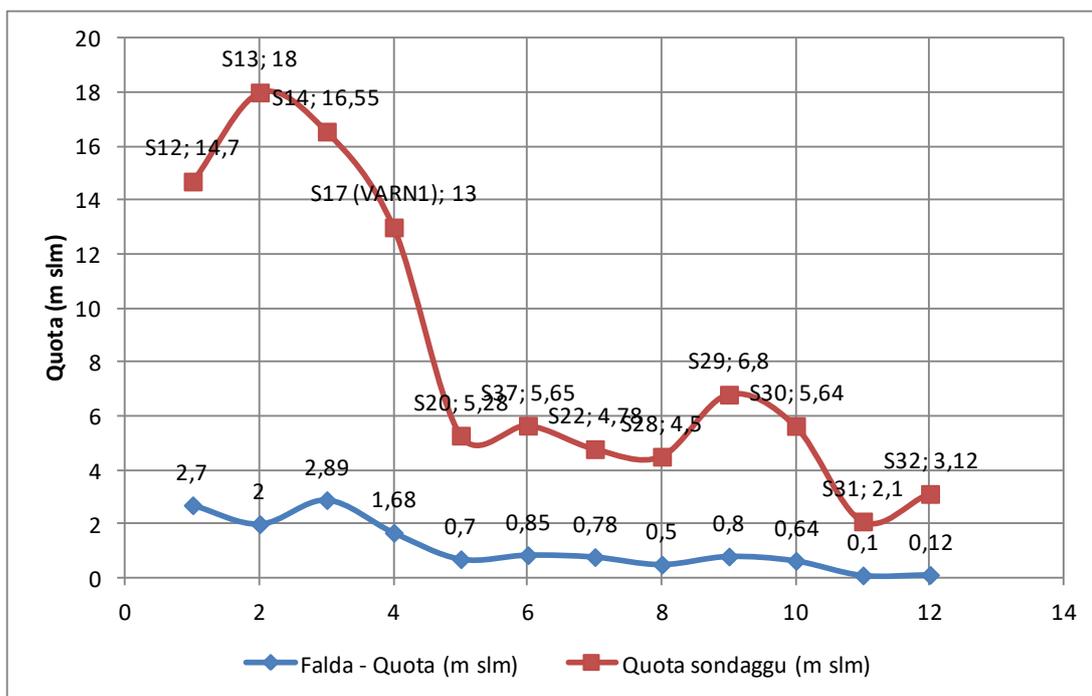


Figura 9.2: Andamento della falda lungo il tracciato

La Figura 9.3 mostra il profilo stratigrafico lungo il Nuovo collettore ASA.

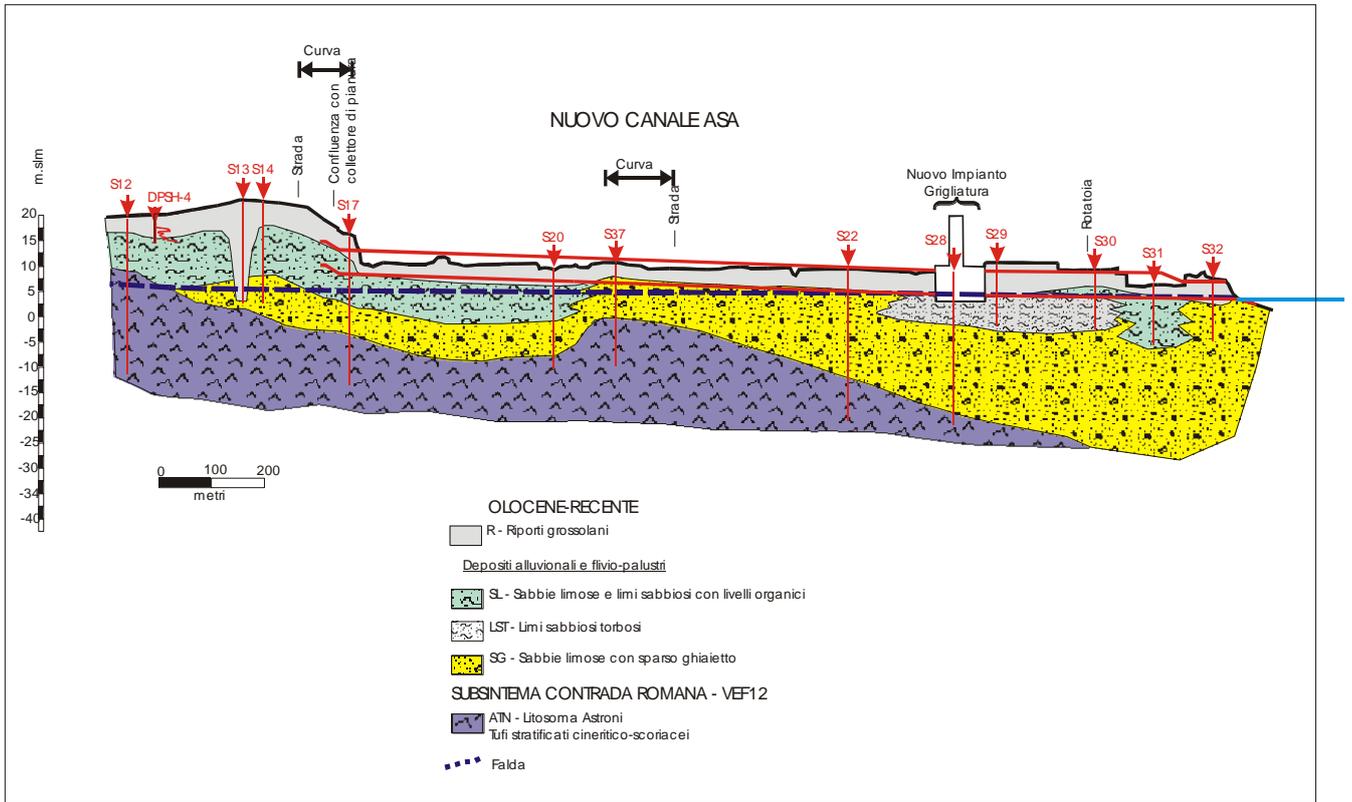


Figura 9.3: Sezione stratigrafica del Nuovo Canale ASA

9.2. Nuovo HUB

Il nuovo HUB comprende tre manufatti localizzati al piede della dorsale di Posillipo:

- Nuovo Impianto di Sollevamento e Dissabbiatura
- Nuovo Impianto di Grigliatura
- Nuovo TAF3

La Figura 9.4 mostra la localizzazione dei manufatti del Nuovo HUB.



Figura 9.4: Ubicazione dei manufatti del Nuovo HUB

Data la vicinanza dei suddetti tre manufatti si è costruita una sezione stratigrafica trasversale che individua la presenza di terreni di riporto ed i sottostanti depositi alluvionali limo sabbiosi (LS) e sabbioso-ghiaiosi (SG) nel tratto fra Via Pasquale Leonardi Cattolica ed il piede della collina di Posillipo, ove sono localizzati il Nuovo TAF 3, il Nuovo Impianto di Sollevamento e Dissabbiatura.

L'unica eccezione locale è rappresentata dalla presenza di limi sabbiosi torbosi (LST) nel tratto a nord di Via Pasquale Leonardi Cattolica ove è localizzato il Nuovo Impianto di Grigliatura.

La falda è stata individuata a circa 3-4 m dal p.c.

La Figura 9.5 mostra la sezione stratigrafica trasversale all'area in esame.

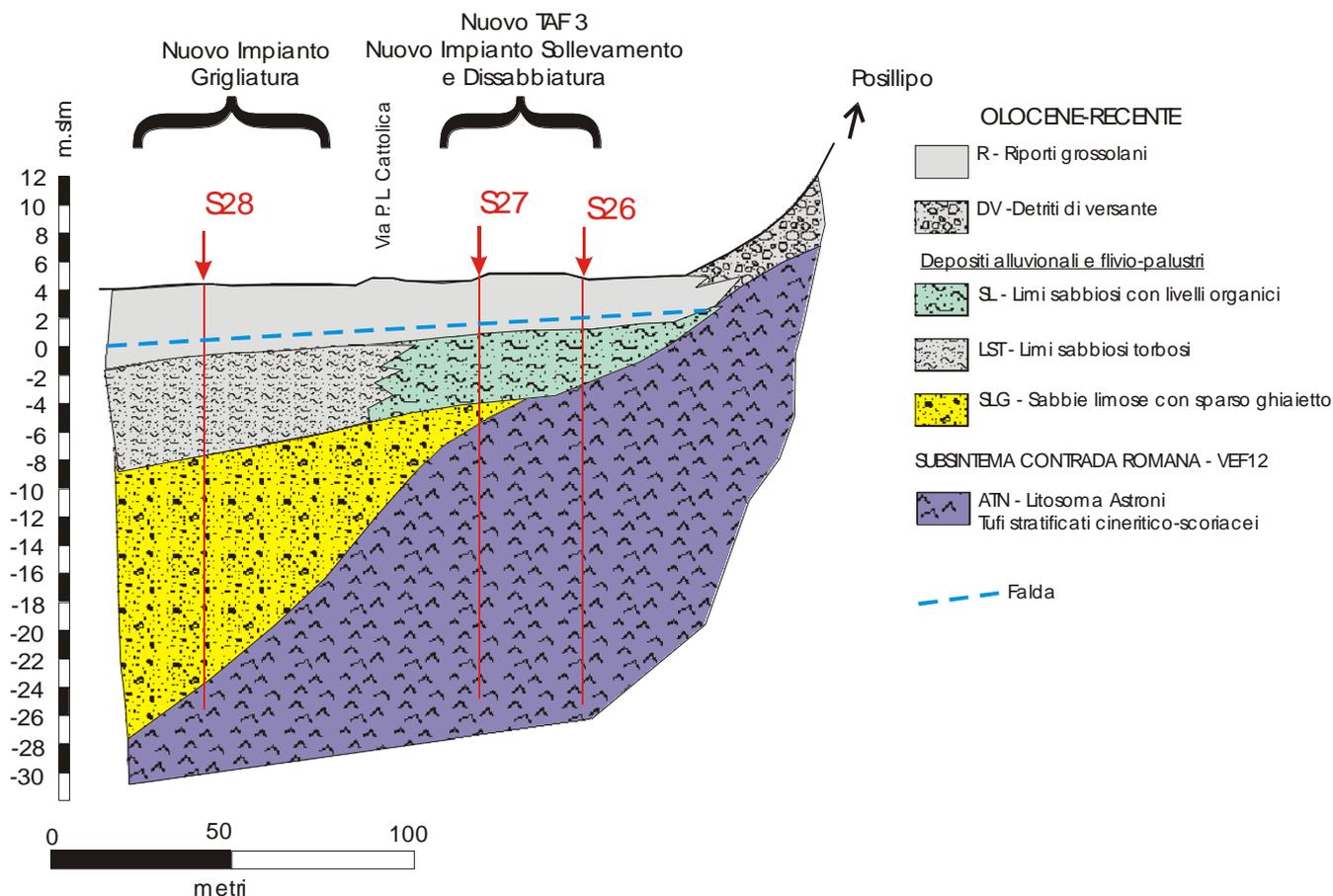


Figura 9.5: Sezione stratigrafica trasversale del Nuovo HUB

9.3. Assi stradali

Nell'ambito del progetto è prevista la revisione e nuova realizzazione della viabilità primaria con relativi sottoservizi. Tali interventi impegnano interamente la coltre di terreni di riporto relativa alle varie fasi urbanistiche-industriali dell'area di Bagnoli.

Litologicamente i riporti sono costituiti da elementi tufacei eterometrici, in matrice limosa-cineritica e sparsi frammenti di elementi di origine antropica laterizi e calcestruzzo, con spessori variabili da 3 a 5 metri.

10. BIBLIOGRAFIA

Amato L., Guastaferrò C., (2002), *Ricostruzione del sottosuolo e delle variazioni altimetriche nell'area flegreo- napoletana desunte dall'analisi cronostratigrafica e dai dati delle fonti storiche*, Opere geotecniche in Ambiente Urbano, XXI Convegno Nazionale di Geotecnica, L'Aquila, 11-14 Settembre 2002, 13-21

Cardone V. (1989) - *Bagnoli nei Campi Flegrei. La periferia anomala di Napoli*. Ed. CUEN, Napoli, 263 pp.

Corradino M. et Alii (2016), *Architecture of the NYT caldera and inner resurgent dome (Pozzuoli Bay, Campi Flegrei): new insights from seismic reflection and DInSAR data*, LA GEOLOGIA MARINA IN ITALIA- Primo convegno dei geologi marini italiani, 18 -19 febbraio 2016, CNR Roma

ISPRA (2016), *Note Illustrative del Foglio 446-447 – Napoli*

Russo F., C., Calderoni G., Lombardo M., (1998), *Evoluzione geomorfologica della depressione Bagnoli-Fuorigrotta: periferia urbana della città di Napoli*, *Boll. Soc. Geol. It.*, **117**, 21-38