



COMUNE DI NAPOLI

Area Trasformazione del Territorio



Gruppo di progettazione: arch. Giuseppe Runfola, arch. Francesca Pignataro, arch. Alessandro De Cicco, Ing. Matteo Rocco
Supporto amministrativo contabile: dott.ssa Annunziata Moscovio, dott.ssa Teresa Castaldo

Responsabile dell'Area Trasformazione del Territorio: arch. Paola Cerotto

RUP: arch. Giuseppe Runfola

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA

Recupero ex complesso industriale Corradini - lotto 1

Relazione geologica - redatta dal dott. Osvaldo Catapano ed allegata al progetto approvato con delibere GC n. 785/2014 e n. 435/2015

R-GEO-S1

scale varie

RECUPERO DEL COMPLESSO DI ARCHEOLOGIA INDUSTRIALE “ex CORRADINI” LOCALIZZATO SULLA FASCIA COSTIERA DI SAN GIOVANNI a TEDUCCIO SUL LITORALE DI VIGLIENA

RELAZIONE GEOLOGICA

Premessa

Nell'accordo denominato “Contratto di Valorizzazione Urbana” ai sensi del D.L. n. 83 del 22 giugno 2012 tra il Ministero delle Infrastrutture e dei trasporti e il Comune di Napoli, sono stati indicati per l'area dello stabilimento ex Corradini (*) gli interventi di recupero consistenti tra gli altri:

1. nel restauro e rifunzionalizzazione del complesso, con l'obiettivo di realizzare la continuità del tessuto urbano e di ridurre, migliorando l'accessibilità e la fruibilità dell'insediamento, le attuali condizioni di degrado;
2. nella valorizzazione degli edifici mediante la realizzazione di un sovrappasso pedonale di attraversamento della barriera ferroviaria al fine di collegare il quartiere di San Giovanni alla ferrovia metropolitana e quella regionale con la parte centrale del complesso, contribuendo ad ottimizzare anche le relazioni fra i diversi mezzi di trasporto con il porto turistico e l'approdo della navigazione nel golfo dal lato mare.

Nell'ambito della realizzazione del recupero del complesso in questione, a seguito di nota prot. PG/2013/803824 del 28.10.2013 del Servizio Programma Unesco e Valorizzazione Città Storica della Direzione Centrale Pianificazione e gestione del Territorio – sito Unesco è stato affidato al Servizio Difesa Idrogeologica del Territorio e sicurezza abitativa del Comune di Napoli, il compito di redigere la relazione geologica preliminare per l'area in esame che ospita undici edifici di molteplici tipologie.

La presente relazione, a firma del geologo dott. Geologo Osvaldo Catapano (Ordine Geologi Regione Campania n. 68 e.s.) è stata redatta consultando la banca dati in possesso dell'ufficio ed in particolare gli elaborati redatti ai sensi della legge regionale n. 9/83 e quelli relativi al piano stralcio per l'assetto idrogeologico dell'Autorità di Bacino nordoccidentale della Campania.

Si precisa che l'area ex Corradini è inserita all'interno del perimetro dei siti di interesse nazionale “Napoli orientale” ex D.M. del 29 dicembre 99, ed è soggetta al D.M. n. 468 del 18 settembre 2011 “*programma nazionale di bonifica e ripristino ambientale dei siti inquinati*”

(*) Il complesso ex Corradini, costruito negli ultimi decenni del 1800, rappresenta un'importante testimonianza di archeologia industriale. Lo stabilimento metallurgico, abbandonato dal 1949, presenta tutti i caratteri dell'evoluzione storica e dello sviluppo tecnologico dell'edificio industriale

1.0) Inquadramento geomorfologico

L'area esaminata è situata nella zona orientale di Napoli a quote non superiori ai 20 m s.l.m., i materiali che la costituiscono contribuiscono alla formazione delle spiagge alluvionali provenienti dal trasporto dei corsi d'acqua e dalla deposizione degli stessi lungo le coste. Morfologicamente è una piana alluvionale appartenente al sistema idraulico denominato bacino di Volla; quest'ultimo è delimitato:

- dal tratto di mare compreso tra S. Giovanni a Teduccio e la Dogana del porto di Napoli;
- dalla collina di Capodimonte;
- dalle zone di Secondigliano e Casoria;
- dallo spartiacque costituito dal dosso Casalnuovo – Licignano S. Anastasia (37 m s.l.m.);
- dalle frazioni di Casarea e Romani poste lungo lo spartiacque tra il Lagno di Trocchia ed il Lagno Spirito Santo;
- dal cratere del Vesuvio p.p.;
- dalle zone di S. Sebastiano al Vesuvio e Barra poste lungo lo spartiacque tra il Lagno di Polla ed il Lagno del Monaco Aiello.

La piana di Volla era originariamente attraversata da numerosi rivoli d'acqua, tra cui il principale era il Sebeto. Gli interventi antropici degli ultimi decenni hanno determinato una sostanziale modifica dell'assetto idrogeologico, cancellando di fatto la rete idrografica superficiale che risulta, oggi, praticamente irriconoscibile per le numerose deviazioni e gli interrimenti realizzati. Il bacino (esteso circa 20 kmq) è oggi attraversato ad ovest dal canale Sbauzone e, nell'area industriale orientale, dai fossi Volla, Cozzone e Reale che, parzialmente interrati e deviati, sversano nell'area portuale di Napoli (l'ex area dei Granili), ove un tempo sfociava l'alveo del Pollena. La piana di Volla, attualmente priva di una rete idrografica superficiale efficiente per lo smaltimento delle acque meteoriche, risulta soggetta a fenomeni d'allagamento, divenuti di recente più gravosi anche a seguito del cessato emungimento e della conseguente risalita della falda freatica, in precedenza utilizzata per scopi acquedottistici.

I rilievi di tale sistema sono ricoperti, prevalentemente, di materiale piroclastico sciolto mentre la valle è ricoperta da un deposito vulcanico-sedimentario (depositi piroclastici e limoso - argillosi oppure depositi piroclastici prevalenti e lave) poggiante su uno strato, quasi continuo, di tufo (Ignimbrite Campana). Il deposito sedimentario vallivo è sede di una falda acquifera superficiale che è alimentata da infiltrazione diretta e, per drenanza, dalla falda posta nello strato permeabile sottoposto allo strato di Ignimbrite Campana. La modesta potenza della falda la rende estremamente sensibile alle vicissitudi-

ni pluviometriche e antropiche. La storia del comprensorio, dal punto di vista idraulico, può essere schematizzata in tre fasi principali, caratterizzate rispettivamente:

- dalla assenza di interventi di sistemazione idraulica di rilevante portata;
- da una sistemazione idraulica volta alla bonifica del territorio mediante la creazione di un complesso di fossi e canali;
- da una sistemazione effettuata con una rete di fognature, di collettori e di impianti di depurazione.

Nel corso della prima fase le acque meteoriche discendevano dalle pendici dei Camaldoli e del Somma- Vesuvio incidendo fossi e canali e trasportando a valle, in occasione delle maggiori piogge, abbondante materiale eroso. Detto materiale veniva depositato nella piana sottostante costituendone, nel corso dei millenni, lo strato superiore sedimentario.

Le acque meteoriche, una volta giunte a valle, non avendo la possibilità di defluire facilmente verso il mare, in parte andavano ad alimentare, insieme alle acque zenitali, la falda freatica sottostante ed in parte a costituire il fiume Sebeto.

La seconda fase è stata caratterizzata dalla sistemazione del comprensorio secondo i criteri propri della sistemazione montana e della bonifica valliva attuata dai Borboni e che ha interessato tutte le pendici del complesso Somma- Vesuvio e delle montagne che cingono il bacino attualmente servito dal canale dei Regi Lagni.

Lo schema adottato nella sistemazione è, da monte verso valle, il seguente:

- canali incisi sulle pendici, eventualmente sistemati con sagome di fondo;
- convogliamento delle acque dei canali in un limitato numero di fossi;
- vasche poste alla base delle pendici del monte, quali bacini di accumulo per la laminazione dell'onda di piena e quali sedimentatori delle sostanze solide sospese; il deposito nella vasca di una consistente aliquota dei materiali trasportati in sospensione impediva, o limitava grandemente, il fenomeno di interrimento nel successivo canale vallivo;
- lagni e canali che percorrono la pianura ed arrivano a mare bonificando, lungo il loro percorso, i terreni circostanti.

Con uno schema di tale tipo, la gestione della rete veniva concentrata nello spazio e nel tempo; infatti per la manutenzione ordinaria era sufficiente il periodico svuotamento delle vasche ai piedi del Somma - Vesuvio. Verso la fine del secolo XIX, nella parte valliva erano presenti tre canali principali che costituivano le dorsali del sistema di drenaggio dell'intera vallata.

Quello posto più in prossimità del Vesuvio iniziava ai piedi del tratto montano e pedemontano del lago di Trocchia e proseguiva verso mare con un percorso perfettamente rettilineo negli ultimi 6 Km per scaricare in prossimità dell'attuale pontile Vigliena del Porto di Napoli.

La seconda dorsale era rappresentata dal canale che iniziava a Casa d'Acqua, nei pressi di Terranova, e proseguiva con percorso sinuoso fino a mare in prossimità della foce del lago di Pollena. Lungo il suo percorso raccoglieva le acque da molti canali secondari (fosso Cuzzone, fosso Reale, lago o fosso della Volla) cambiando anche il nome lungo il suo percorso (ad esempio il tratto terminale a volte era detto Corsea a volte Sperone).

La terza dorsale, posta alla base della collina di Capodimonte, iniziava al termine del vallone S. Rocco e terminava nel porto in prossimità della calata Marinella.

Oggi, con la diminuzione dei prelievi da parte dei contadini e dell'Acquedotto, il livello della falda è in corso di innalzamento rendendo nuovamente difficile la situazione.

La contemporanea impermeabilizzazione delle aree, conseguente alla urbanizzazione delle zone orientali di Napoli e di tutti gli agglomerati urbani ricadenti nel comprensorio, unita alla non accettabilità di allagamenti di aree antropizzate sempre più vaste, ha richiesto, nel tempo, l'adeguamento dello schema realizzato dai Borboni, precedentemente descritto, con interventi di sempre maggiore portata. L'attuale sistema idraulico presente nella zona orientale di Napoli, ed in parte ancora in corso di realizzazione, è di tipo metropolitano.

Esso si basa su un reticolo di fogne, di tipo sia miste che separate, un sistema di collettori neri, un sistema di collettori bianchi, due impianti di depurazione e le relative opere di scarico a mare.

L'asse principale di detto sistema è costituito dal Collettore di Volla. Questo collettore ha inizio a Casoria, ricevendo acque convogliate dal collettore di Secondigliano.

Prosegue verso la località Lufrano ricevendo le acque dei collettori di Capodichino, del fosso Volla, del fosso Reale– Cozzone, del collettore Palazziello.

Prosegue verso il mare seguendo, nell'ultimo tratto, il corso dell'alveo di Pollena, sfociando quindi tra S. Giovanni a Teduccio e S. Giorgio a Cremano.

Dal punto di vista geomorfologico possono proporsi alcune considerazioni di carattere generale:

- nelle zone montane, il bacino della Campania Nord-Occidentale è caratterizzato da una miriade di fossi e valloni, con pendenze elevate (anche >15-20%) e lunghezze modeste (1-2 km al massimo). In conseguenza della presenza di una coltre di materiali piroclastici (prodotto dell'attività eruttiva del Vesuvio), con potenze variabili da qualche decina di cm a diversi metri, e del dilavamento dei versanti (favorito purtroppo dal progressivo abbandono delle attività agricole), l'apporto solido a tali fossi è di norma al-

- quanto elevato. Ne consegue uno stato di pericolo imminente connesso alla possibile formazione, in presenza di eventi meteorici di notevole intensità, di colate di fango;
- attese le pendenze piuttosto elevate dei tratti montani, la capacità media annua di trasporto solido ai tronchi pedemontani è verosimilmente piuttosto elevata. Questi ultimi, caratterizzati da una brusca riduzione delle pendenze, tendono, quindi, progressivamente ad alluvionarsi. Tale fenomeno è in genere piuttosto lento, ma, soprattutto in occasione di frane o di colate, può accelerare pericolosamente, con conseguente brusca riduzione della capacità di convogliamento delle portate liquide dei tronchi d'alveo e possibili fenomeni d'esondazione. Il rischio connesso a tale scenario è notevole, dal momento che le aree pedemontane del bacino sono densamente antropizzate;
 - per i tratti in pianura, incassati nella piana alluvionale, le situazioni di rischio possono derivare principalmente:
 - da restringimenti di sezione (dovute, ad esempio, a ponti a più luci);
 - dalla scarsa capacità di convogliamento delle sezioni, in conseguenza delle ridotte pendenze e di fenomeni d'interrimento;
 - dall'eventuale presenza di briglie o traverse;
 - dalla scarsa manutenzione degli argini, sovente causa di rotture ed allagamenti;
 - dall'attraversamento di centri abitati di notevole rilevanza;
 - dalla presenza di insediamenti civili e/o produttivi lungo le aste.

Un'ulteriore interessante connotazione riguarda l'elevata piovosità della zona, caratterizzata da valori pluviometrici annui che aumentano con l'elevarsi dei rilievi.

2.0) Geologia

Il territorio comunale di San Giovanni a Teduccio è stato morfologicamente trasformato dagli eventi che:

- hanno delineato, a livello regionale, l'evoluzione geologica della Piana Campana e dell'Appennino Campano (1);
- hanno caratterizzato l'attività vulcanica del distretto dei Campi Flegrei e del Somma – Vesuvio

(1) . (1) relazione R7 : idrogeologia Comune di Napoli L.R. n.9/83

Per comprendere bene il contesto geologico dell'area esaminata sarà di seguito riportata una breve descrizione degli eventi che hanno caratterizzato l'attività vulcanica dei Campi Flegrei e del Somma – Vesuvio

2.1) Genesi dei Campi Flegrei

Il distretto vulcanico flegreo è costituito dai Campi Flegrei e dalle isole vulcaniche di Procida e Ischia; la sua origine è connessa agli eventi eruttivi tettonici distensivi legati all'apertura del bacino Tirrenico che hanno determinato la formazione della Piana Campana e generato le condizioni favorevoli alla risalita dei magmi alcalino -potassici che hanno alimentato l'attività eruttiva del distretto.

I Campi Flegrei sono un grande campo vulcanico costituito da diverse bocche eruttive ciascuna delle quali ha dato luogo generalmente ad una sola eruzione (sono stati attivi negli ultimi 39.000 anni più di 70 centri eruttivi), dati I.N.G.V. L'attuale assetto morfologico è il risultato di due collassi calderici di vaste proporzioni legati alle eruzioni dell'Ignimbrite Campana -34.000 anni fa (Rosi et al., 1983)- e del Tufo Giallo Napoletano -12.000 anni fa-.

Nel periodo caratterizzato dalle due catastrofiche eruzioni si verificarono almeno 11 eventi esplosivi localizzati ai bordi della caldera dell'Ignimbrite Campana e di cui tuttora è possibile riconoscere i depositi; eventuali centri eruttivi presenti all'interno dell'area interessata dalle successive caldere del Tufo Giallo potrebbero essere stati completamente distrutti.

L'eruzione del Tufo Giallo Napoletano fu seguita da tre epoche d'intensa attività vulcanica concentrata all'interno o ai bordi della caldera del Tufo Giallo e separate da prolungati periodi di quiescenza; l'ultima eruzione avvenuta nel distretto vulcanico dei Campi Flegrei risale al 1538 -formazione di M.te Nuovo-.

Le moderne vedute tendono a schematizzare l'attività flegrea in 4 cicli. Il primo antecedente a 35.000 y B.P.; il secondo da 35.000 a 30.000 y B.P.; il terzo da 18.000 a 10.000 y B.P.; il quarto da 10.000 y B.P. al 1538 d.C.

Il primo ciclo va individuato nel settore occidentale lungo linee di frattura con andamento SW-NE con caratteristiche manifestazioni delle quali restano segni in relitti di anelli di tufo e di cupole laviche (Procida, M.te di Procida).

Il secondo ciclo ebbe inizio con l'eruzione dell'Ignimbrite Campana durante la quale furono emessi 80kmc di magma e l'intera Piana Campana fu ricoperta da tale deposito per spessori fino a oltre 100m, per una superficie di 7000kmq; arrivando ai primi versanti dell'Appennino fino a quote di 600-800m. Studi svolti sulla distribuzione degli elementi clastici suggeriscono un meccanismo eruttivo proveniente da una o più fratture anulari (Rosi et al., 1983; Rosi e Sbrana 1987), che coincide con il bordo degli attuali Campi Flegrei, e meccanismi di messa in posto tipo colata piroclastica. La rapida emissione di circa 80 kmc di magma avrebbe causato il collasso del tetto della camera magmatica e la formazione della depressione calderica.

Secondo Lirer et al. (1987) la frattura eruttiva abbracciava un'area più ampia giungendo fino al Golfo di Napoli mentre per Scandone et al.(1991) aveva una direzione NE-SW e correva lateralmente rispetto ai Campi Flegrei.

Il terzo ciclo ebbe inizio con la messa in posto di tufi biancastri stratificati e fu seguito dall'eruzione del Tufo Giallo Napoletano. Dopo questa eruzione la parte centrale dei Campi Flegrei collassò formando la caldera flegrea "sensu stricto" (Lirer et al., 1987). Alcune valutazioni portano a 20-50kmc di magma l'entità dell'emissione (Scarpati et al., 1992) ed a circa 350kmq la superficie coperta; questa distribuzione fa pensare a centri eruttivi posti nella zona orientale dei Campi Flegrei.

La messa in posto del Tufo Giallo Napoletano portò rapidamente allo sprofondamento della parte centrale dei Campi Flegrei con l'individuazione di una grande caldera e relitti di alti topografici sia sul bordo della struttura sia al centro della stessa. Sulle linee di collasso, probabilmente, s'instaurò l'ultimo ciclo, caratterizzato da meccanismi eruttivi dominati dal rapporto acqua-magma. E' in questo ciclo che furono messi in posto i prodotti piroclastici affioranti nei Campi Flegrei e in copertura all'interno della città di Napoli.

Volendo fare il punto dell'attività esplosiva nei Campi Flegrei dobbiamo evidenziare alcune cose:

- il volume dei prodotti è stato in costante decremento nei vari periodi (80kmc per l'eruzione dell'I.C., 0.03kmc per l'eruzione di M. Nuovo).
- L'attività effusiva risulta molto limitata ed è rappresentata da duomi di lava.
- Le eruzioni subaeree degli ultimi 10.000 y B.P. furono pliniane o subpliniane o stromboliane. Le prime dettero origine ai depositi di pomici, di piroclastic flow e surge in vaste aree, mentre le altre tipologie eruttive interessarono aree di accumulo aventi dimensioni relativamente modeste e confinate nelle vicinanze dei centri eruttivi.

Tale fenomeno eruttivo in tempi vulcanologicamente recenti, associato all'attività fumarolica della Solfatara, ad una pronunciata anomalia termica nel sottosuolo, ad un elevato livello di sismicità ed a fenomeni bradisismici, testimonia inequivocabilmente che l'attività dei Campi Flegrei sta attraversando un periodo di quiescenza

2.2) Genesi del Somma - Vesuvio

L'attuale morfologia dell'apparato vulcanico Somma - Vesuvio (1,281m) deriva dalla coesistenza di uno strato-vulcano più antico (M.te Somma) parzialmente smantellato dallo sprofondamento della parte sommitale e del più recente cono del Vesuvio, cresciuto all'interno di questa caldera nel corso della lunga attività medioevale (Cioni et al., 1999).

Numerosi autori associano tale evento ad un'eruzione pliniana avvenuta circa 17.000 anni fa, nota come eruzione delle pomice basali.

Attualmente il vulcano si trova in uno stato di quiescenza che perdura dal 1944 con attività soltanto fumarolica e terremoti superficiali con ipocentro lungo il condotto.

Il versante del Somma si presenta fortemente inciso al di sopra della quota 200m s.l.m.; da questa quota fino a quota 350m presenta il maggiore accumulo dei prodotti da piroclastic flow.

Il cono vesuviano ha alla sommità un diametro di 450m e una profondità di 330m; si presenta asimmetrico con l'asse spostato nettamente verso WSW (Rolandi et al., 1997).

Verso ovest il profilo più o meno regolare del cono è interrotto intorno alla quota di 500m s.l.m. dal Piano delle Ginestre il cui bordo esterno dovrebbe corrispondere con quello dell'antica caldera del Somma.

Tra la vetta e la quota 800m s.l.m. s'individuano molteplici bocche eruttive, per la maggiore parte sepolte, mentre più rare sono le strutture eruttive presenti ad ovest e ad est.

Nel settore ovest, in corrispondenza dei comuni di Torre del Greco e Torre Annunziata, si aprono fratture eruttive sulle quali s'impostano centri avventizi d'emissione di scorie, duomi d'accumulo il cui esempio più importante, in posizione ovest è il Colle Umberto e due bocche sottomarine in corrispondenza di Torre Bassano.

Probabilmente il Somma - Vesuvio si è formato come vulcano subacqueo ed è emerso come isola fino a congiungersi con la terraferma per l'accumulo dei suoi materiali che riempivano i bacini circostanti.

Negli ultimi 25.000 anni è stato caratterizzato da attività estremamente variabile riconducibile per semplicità a tre principali tipologie :

- eruzioni moderate, attività stromboliana ed effusiva;
- eruzioni forti, esclusivamente esplosive (subpliniane);
- eruzioni catastrofiche, esclusivamente esplosive (pliniane).

L'apparato è caratterizzato da un serbatoio profondo (localizzato tra 10 e 20km di profondità; Civetta et al., 2004), da dove risalgono i magmi che ristagnano in una camera magmatica superficiale localizzata a 3-5km di profondità prima delle eruzioni pliniane (De Natale et al., 2001), ed a meno di 2km di profondità prima dell'attività stromboliana (dati I.N.G.V.).

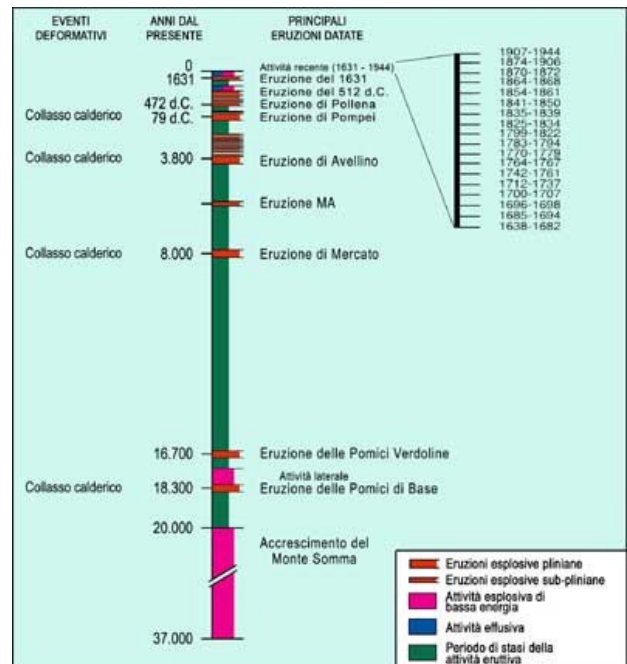
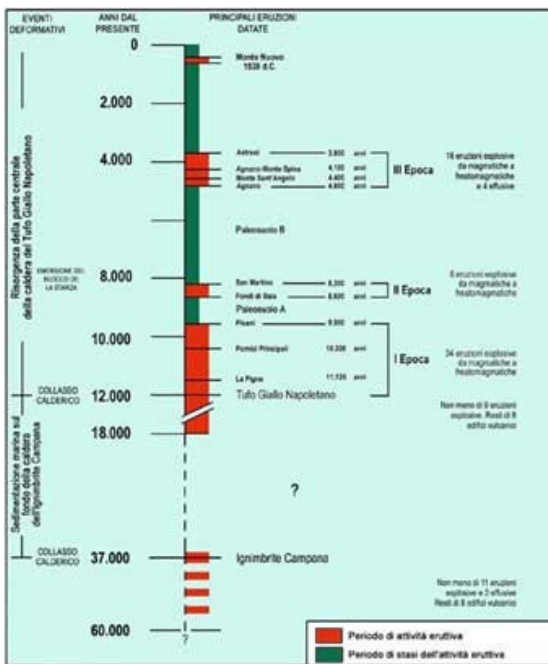
Secondo stime recenti il volume di magma profondo entrato nelle camere magmatiche del Vesuvio dal 1944 ad oggi ammonterebbe a 100-300 milioni di mc e, se emesso in un unico evento esplosivo, potrebbe produrre una eruzione subpliniana (tipo quella del 1631).

Con una documentazione che parte con l'eruzione di Pompei del 79d.C. la storia eruttiva del Vesuvio è sicuramente quella più conosciuta tra i numerosi vulcani attivi sulla Terra.

Le eruzioni precedenti il 79d.C., invece, sono state identificate in base ad analisi stratigrafiche; i prodotti di eventuali eruzioni minori possono essere stati completamente cancellati/obliterati dalle eruzioni più violente soprattutto se localizzati all'interno delle aree interessate dal collasso calderico.

Non è pertanto escluso che durante i periodi riportati come lunghe fasi di quiescenza si siano verificate eruzioni di moderata potenza, attualmente non identificate.

Cronogramma delle eruzioni flegree e vesuviane



Restringendo l'analisi all'area in esame, si può affermare che essa geologicamente rappresenta la porzione più meridionale della depressione di Volla, caratterizzata da quote che variano dallo 0 m s.l.m. ad un massimo di 19 m s.l.m., con pendenze inferiori al 10%. L'area è caratterizzata da una potente successione piroclastico-alluvionale con intercalazioni di sedimenti marini e di transizione.

Nell'area industriale prossima all'ex Corradini dall'alto verso il basso si riscontrano i seguenti litotipi:

- *terreni di riporto*, questo litotipo è molto diffuso per l'attività antropica di trasformazione del territorio, nello specifico si tratta di riporto sabbioso-pozzolanico con frammenti lateritici e tufacei di spessori variabili tra i 1.5 ÷ 5m;
- *depositi sciolti piroclastico – alluvionale*, è un litotipo costituito da materiale piroclastico proveniente dalle eruzioni flegree e vesuviane per lo più rimaneggiate in ambiente costiero. Nello specifico trattasi di cineriti da mediamente a molto addensate, contenenti pomice -sabbie e limi di ambiente litorale recente, intercalati da paleosuoli e livelli di torba. Il deposito presenta in genere spessori superiori ai 20 metri;
- *Tufo giallo napoletano*, si presenta in facies litoide di colore giallo solo nel settore occidentale dell'area ad una profondità, in genere, superiore ai 20m;
- *Tufi dell'attività del Somma Vesuvio*, presenti anche in facies incoerente prevalentemente nel settore orientale dell'area ad una profondità, in genere, superiore ai 20m.

3.0) Zonazione in prospettiva sismica

Nella redazione degli elaborati per la L.R. n° 9/83 il punto di arrivo è la carta della zonazione in prospettiva sismica. Questo importante documento è stato elaborato partendo dallo studio macrosismico della sismicità recente (1980 - 1992) e storica (1000 - 1980) e sulla attenuazione degli effetti dalla sorgente al sito.

Sia i dati storici che quelli recenti consentono di individuare 3 distinte aree sismogenetiche: un'area molisana, un'area beneventana ed una irpino-lucana. Da ciò è stato analizzato in dettaglio il campo macrosismico ed i relativi effetti sulla città di Napoli di 5 dei principali terremoti dell'Appennino Meridionale originatisi nelle su citate aree sismogenetiche. In particolare sono stati analizzati i terremoti del dicembre 1456, il terremoto del 1688, il terremoto del 1694, il terremoto del 1805 e quello del 1980.

L'analisi ha consentito una mappatura dei danni riportata su di una pianta aggiornata al 1993 della zona del centro cittadino. Lo scenario dei danni è stato posto a confronto con le dimensioni del perimetro urbano della città alla data dell'evento.

Il grado di danneggiamento nella città è risultato:

Evento	Grado MCS
1488	VIII
1688	VII-VIII
1694	VII
1805	VII
1980	VII

Dalla elaborazione dei singoli eventi si ricava che il danno maggiore tende a concentrarsi nella zona del centro antico. Lo studio di dettaglio mette in evidenza che i danni patiti dalla città di Napoli risultano più elevati rispetto a quanto predetto dalle leggi di attenuazione. Ciò è dovuto, in generale, ad una amplificazione degli eventi su scala regionale in direzione della Piana Campana. Lo studio dei campi macrosismici (danneggiamento su scala regionale) mostra un tendenziale allungamento delle isosiste in direzione NW - SE, ovvero in direzione appenninica, ma si nota anche un allungamento in direzione dell'area napoletana mostrando un chiaro effetto di amplificazione su scala regionale.

Uno studio statistico degli effetti sulla città di Napoli ha messo in evidenza che solo per il terremoto del 1688 il grado di danneggiamento sarebbe risultato molto prossimo all'VIII grado MCS, ma i tempi di ritorno di un tale tipo di evento, essendo l'unico, risulta pari all'intervallo esplorato ovvero 1000 anni.

Per quanto riguarda la risposta sismica locale la caratterizzazione del territorio è stata effettuata suddividendolo in 23 aree omogenee dal punto di vista geofisico ed effettuando 68 prove geofisiche in foro (cross-hole e down-hole) e n° 116 profili sismici a rifrazione.

Queste indagini hanno consentito di individuare 27 aree omogenee dal punto di vista della risposta locale, per ciascuna area sono stati forniti i risultati riportati in 27 schede in cui sono riportati i coefficienti di fondazione f , coefficienti da irregolarità topografica i , il grado di sismicità S , accelerazione G .

AREA	F	i	S	G
1a1	1,25	1,00	5,10	0,031
1a2	1,25	1,00	5,10	0,031
1a3	1,25	1,00	5,10	0,031
1b1	1,25	1,00	5,10	0,031
1b2	1,25	1,00	5,10	0,031
1c	1,25	1,00	5,10	0,031
1d	1,25	1,00	5,10	0,031
1e	1,25	1,00	5,10	0,031
1f	1,25	1,00	5,10	0,031
1f1	1,25	1,40	6,34	0,043
2a	1,00	1,00	4,48	0,025
2b	1,00	1,00	4,48	0,025
3a	1,00	1,00	4,48	0,025
3a1	1,00	1,50	5,72	0,037
3a2	1,00	1,00	4,48	0,025
3a3	1,00	1,30	5,22	0,032
3a4	1,00	1,15	4,85	0,029
3a5	1,00	1,50	5,72	0,037
3b	1,00	1,00	4,48	0,025
4a	1,10	1,00	4,73	0,027
4b	1,10	1,00	4,73	0,027
5a	1,40	1,00	5,47	0,035
5b	1,20	1,00	4,98	0,030
6	1,25	1,00	5,10	0,031
7a	1,00	1,00	4,48	0,025
7b	1,10	1,00	4,73	0,027
8	1,00	1,10	4,73	0,027

La tabella di cui sopra evidenzia che anche nelle condizioni più sfavorevoli nei valori dei coefficienti di fondazione e delle irregolarità topografiche l'accelerazione del suolo è molto prossima al valore caratteristico delle zone di III categoria; tuttavia con delibera di Giunta n. 5447 del 7 novembre 2002 la Giunta Regionale della Campania ha provveduto all'aggiornamento della classificazione dei comuni regionali; pertanto, l'intero territorio del Comune di Napoli è stato riclassificato **di II ctg con grado di sismicità pari a 9.**

L'area di San Giovanni a Teduccio è classificata quale Area 2A

Area 2A: Area caratterizzata dalla presenza del substrato (bed-rock) con $V_s \sim 850$ m/s ad una profondità di 20m, al di sopra del quale si rinvengono in successione uno strato di terreni piroclastici allo stato sciolto di spessore intorno ai 10m con velocità delle onde S variabile linearmente con la profondità, a partire da un valore intorno ai 200m/s per $z=0$, fino ad un valore di circa 330m/s alla profondità di 10m; ed uno strato ulteriore di spessore intorno ai 10m di terreni piroclastici parzialmente cementati con V_s pari a 500m/s.

3.1) Caratterizzazione sismica del sito

Nell'area ex-Corradini si prevede il recupero di manufatti, pertanto si dovranno valutare i fattori che caratterizzano il sottosuolo dell'area in esame e che incidono sulle caratteristiche spettrali di un evento sismico.

In letteratura sono note correlazioni tra il valori di N_{spt} con la velocità V_s , tuttavia è' **opportuno considerare che definire la categoria di suolo dalla sola conoscenza del numero di colpi dalla prova in sito SPT correlandoli con il valore di V_s , può presentare ampi margini di errori; pertanto, nei siti interessati da costruzioni è necessario programmare idonee indagini atte a determinare il valore di V_{s30} e la risposta sismica locale relativa ai siti di costruzione e a quelli immediatamente circostanti. (*)**

Per risposta sismica locale si intende l'insieme delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza che un moto sismico, relativo ad una formazione rocciosa di base, subisce attraverso gli strati di terreno sovrastanti fino alla superficie libera (S). Tale fenomeno dipende innanzitutto dalle caratteristiche del moto sismico al tetto della formazione di base, nonché dalle caratteristiche geometriche profonde e superficiali dei terreni, dalle proprietà fisiche e meccaniche dei terreni, dalla permeabilità e dalle condizioni idrogeologiche al contorno, (**) nonché dalle condizioni topografiche del sito

Il programma propedeutico di indagini nei siti di costruzione, idonee a stabilire i requisiti cui devono soddisfare i terreni di fondazione in presenza di azioni sismiche, dovranno prevedere indagini a carotaggio continuo integrate con le prospezioni geofisiche e prove di laboratorio.

La scelta della tipologia di indagine da programmare in termini **di volume significativo (***)**, dipende dalle condizioni operative, dalle eventuali particolarità delle condizioni geologiche locali, dalla risoluzione desiderata per il profilo di rigidità del sottosuolo indagato, profondità da investigare.

In genere la metodologia "down-hole" (DH) è la più utilizzata in considerazione della qualità dei risultati associata alla relativa economicità di esecuzione delle indagini.

Il metodo sismico down-hole permette di determinare la velocità delle onde elastiche di compressione **P** e di taglio **S**, generate in superficie mediante una massa battente o esplosivo, all'interno delle varie unità litologiche che si incontrano lungo una perforazione. Si usa infatti un sistema di ricezione costituito da geofoni opportunamente assemblati che viene ancorato a profondità man mano crescenti contro le pareti di un perforo all'uopo predisposto, misurando i tempi di arrivo delle onde elastiche via via che esse penetrano negli strati più profondi. Calcolate le velocità P ed S in ogni strato individuato dalla sismica down-hole è possibile determinare i valori delle costanti elastiche e delle rigidità sismiche note le densità degli strati.

Altri metodi di determinazione delle velocità delle onde P e S in foro sono:

- Il metodo Cross-Hole (CH) prevede il posizionamento della sorgente di energizzazione e dei sensori in due perfori a distanza di solito non superiore ai 10m., assicura una definizione del profilo di rigidezza del sottosuolo sufficientemente elevata.
- Il metodo Up-Hole (UH) prevede l'ubicazione della sorgente di energizzazione all'interno del perforo e dei sensori in superficie, permette una interpretazione 2D che può mettere in evidenza eventuali eterogeneità laterali.

Si rimanda alla fase progettuale definitiva la caratterizzazione sismica del sito ai sensi della normativa vigente.

(*) "Nuovi strumenti per la prevenzione dal rischio sismico in Campania indirizzi tecnici per la pianificazione geologica . "L. Benedetto e al.ii Periodico dell'Ordine dei Geologi regione Campania n.23.

(**) " Linee Guida finalizzate alla mitigazione del rischio sismico, indagini ed analisi geologiche, geofisiche e geotecniche." BURC Regione Campania n. 53 del 27.11.06

(***) "Per volume significativo si intende quel volume di sottosuolo che viene direttamente influenzato dall'opera antropica e che a sua volta reagisce influenzando il comportamento dell'opera stessa. In zone sismiche la sua profondità è stimata , in termini generali, in 30 metri a partire dal piano di sedime " (O.P.C.M. 3274/03).

4.0) Inquadramento Idrogeologico

L'area in studio rientra nel territorio del Comune di Napoli e si colloca, a livello regionale, nell'ambito della Piana Campana.

I lineamenti idrogeologici della Piana Campana, trovano motivo di ulteriore sviluppo man mano che si avvicina all'area Napoletana, dove si distinguono da una parte il distretto vulcanico dei Campi Flegrei e dall'altra il massiccio vulcanico del Somma-Vesuvio. Questi con la loro intensa attività vulcanica, diversificata nel tempo, hanno dato origine ad un articolato assetto stratigrafico e strutturale che ha condizionato in maniera rilevante la circolazione idrica sotterranea.

Quasi al centro tra il Somma Vesuvio e Campi Flegrei, la piana alluvionale del Volla costituisce l'elemento di raccordo che consente al flusso idrico di mantenere, in questo tratto, la direzione principale e di convogliare le acque direttamente a mare. Il sistema del Volla quindi raccoglie i contributi sotterranei degli ammassi carbonatici dell'Appennino, delle pendici nord occidentali del Vesuvio e di quelle nord orientali del Campi Flegrei. ⁽¹⁾

In sintesi escludendo il sistema subregionale del Somma Vesuvio che interessa solo marginalmente l'area in studio, si possono distinguere, nell'ambito del territorio comunale di Napoli, due sistemi strutturali principali:

- struttura acquifera Napoli-Volla che costituisce un settore del sistema regionale campano, il quale riceve acqua soprattutto dai massicci carbonatici dell'Appennino. Tale struttura comprende la porzione centrale ed orientale del territorio comunale;
- sistema subregionale dei Campi Flegrei che caratterizza la porzione occidentale del territorio comunale.

L'acquifero nel settore Napoli Volla risulta in gran parte confinato. In particolare, nel sistema Napoli Volla sono individuabili tre sottosestori, i quali si differenziano per tipologia e caratteristiche generali dell'acquifero:

1. I° Sottosestori (zona di acquifero confinato ma non in pressione)
2. II° Sottosestori (zona di acquifero confinato parzialmente in pressione)
3. III° Sottosestori (zona di acquifero freatico e/o stratificato)

L'area in esame rientra nel III° sottosestori nel quale si rinviene un acquifero freatico di notevole importanza in equilibrio idraulico con il mare, associato essenzialmente ai depositi alluvionali del Torrente Volla, ai depositi costieri e nel settore orientale ai depositi del Tufo Vesuviano di S. Giovanni ^(*), quest'ultimi permeabili per porosità e per fatturazione. Le linee di deflusso evidenziano una circolazione idrica sotterranea diretta da NW verso SE. ⁽¹⁾

*) Per tufo vesuviano di S. Giovanni si tratta di un'unità litologica e sedimentologica di età compresa tra 4000 e 11.000 anni dal presente, riferibile ad un'eruzione a carattere esplosivo del Vesuvio. Si distingue una facies semilitoide, poco zeolitizzata, che caratterizza le parti alte e basse del deposito ed una facies più litoide costituente il nucleo della formazione. Tale unità litologica è rinvenibile in tutta la parte orientale napoletana a profondità dell'ordine di 10-15 m dal p.c.

Il tufo vesuviano presenta nell'insieme discrete caratteristiche di trasmissività, consentendo la sostanziale permanenza, anche nelle estreme zone orientali del regime di falda libera. Si segnala tuttavia, in tali zone orientali, la possibilità di rinvenire localmente orizzonti acquiferi in pressione, per la presenza o l'interposizione di livelli a bassa permeabilità corrispondenti essenzialmente ai depositi dell'attività antica del Vesuvio

Relativamente ai terreni affioranti in San Giovanni a Teduccio, si individuano i complessi idrogeologici:

- *Complesso clastico di deposizione continentale e costiera (attuale-recente)* ⁽¹⁾

In tale complesso sono stati raggruppati tutti i sedimenti continentali recenti ed attuali, gli accumuli di origine antropica e i depositi recenti di ambiente litorale. In particolare ci si riferisce alle seguenti unità litologiche:

materiale di riporto ed accumulo antropico, scavato di cava;

depositi eluviali, colluviali e torrentizi, detriti di versante e cumuli di frana, caratterizzati da alto grado di rimaneggiamento;

sabbie e limi di ambiente litorale attuale e recente;

depositi fluvio lacustri e palustri, costituiti da intercalazioni di sabbie, limi e livelli torbosi.

Tali terreni risultano abbastanza diffusi nell'ambito del territorio comunale, ricoprendo una superficie di circa 36 Km². Essi sono sovrapposti ai depositi piroclastici e tufacei, con spessori variabili da qualche metro fino ad oltre 40 metri (Piana costiera orientale)

I depositi litorali attuali e recenti, costituiti da sabbie - sabbie limose e limi sedimentatisi in ambiente marino e costiero, mostrano una maggiore diffusione e potenza nelle zone costiere del settore orientale del Comune e della piana del Volla.

I depositi ascrivibili a tale complesso sono spesso caratterizzati da una tipica stratificazione lenticolare, con frequenti variazioni granulometriche sia in verticale che lateralmente. Di conseguenza, nell'ambito degli stessi terreni si riscontrano condizioni di trasmissività alquanto eterogenee, con grado di permeabilità variabile da elevato a scarso, in funzione della litologia e granulometria dei depositi. Tuttavia, nel suo insieme, tale complesso può essere definito mediamente permeabile per porosità. Alcune prove idrodinamiche eseguite nell'ambito di questi terreni hanno fornito valori di trasmissività (T) variabili tra $1,26 \cdot 10^{-2}$ e $1,54 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2 / \text{sec}$ e valori di permeabilità (K) variabili all'incirca tra $2 \cdot 10^{-4}$ e $6 \cdot 10^{-4} \text{ m} / \text{sec}$.

I depositi appartenenti a questo complesso possono essere sede di circolazione idrica sotterranea localmente anche consistente. A causa della sostanziale caoticità che caratterizza la giacitura di questi depositi, con intercalazioni lenticolari di litotipi a differente permeabilità, localmente può essere presente una parziale stratificazione della falda. Acquiferi superficiali e discontinui possono infine

essere presenti nelle aree più elevate topograficamente in corrispondenza di locali lembi detritici o alluvionali, compartimentali dai depositi cineritici e/o tufacei a bassa permeabilità. Queste caratteristiche richiedono sempre verifiche di carattere piezometrico in prospettiva sismica per il fenomeno della liquefazione.

- *Complesso delle piroclastiti vesuviane ed indifferenziate flegree (età 79 d.C. – 11000 anni b.p.)* ⁽¹⁾

Tale complesso comprende tutti i depositi piroclastici riferibili all'attività vulcanica vesuviana e tutti i prodotti distali indifferenziati delle eruzioni recenti dei Campi Flegrei .

Trattasi in particolare delle seguenti unità litologiche:

1. Ceneri stratificate con rare pomici bianche appartenenti all'eruzione del 79 d.C.
2. Ceneri stratificate di colore biancastro contenenti pomici e frammenti litici, appartenenti all'eruzione di Avellino.
3. Intercalazioni di livelli di ceneri, pomici e paleosuolo
4. Depositi essenzialmente per caduta distale dei prodotti delle eruzioni recenti dei Campi Flegrei (età 3750 – 10.000 dal presente)

Le ceneri e cineriti vesuviane si rinvengono in affioramenti pressoché continui nella parte orientale del Comune fino a Capodichino, con spessori in genere modesti (da alcuni decimetri a una decina di metri) . Si tratta in genere di prodotti sciolti, il cui spessore e caratteristiche granulometriche risultano variabili, in relazione alla distanza dai centri eruttivi ed alla morfologia preesistente alla deposizione . In genere prevalgono tuttavia i livelli cineritici a granulometria fine.

La permeabilità d'insieme del complesso delle piroclastiti vesuviane ed indifferenziate flegree è di tipo primario e si attesta in genere su valori bassi e medio bassi. I terreni ascrivibili a questo complesso, nei settori morfologicamente più depressi, possono in parte costituire sede di circolazione acquifera, anche se in forma discontinua e molto localizzata.

In riferimento alle quote piezometriche si rileva, dalla carta tematica “ *piezometria valori massimi*” redatta ai sensi della Legge Regionale n.9/83 per l'adeguamento del P.R.G. Comune di Napoli, che le quote piezometriche nell'area in esame si attestano, quale valore massimo registrato nel periodo dicembre 1991 – gennaio 1993, alle quote assolute di $1 \div 2$ m s.l.m.

Tale dato “*storico*” è possibile confrontarlo con le rilevazioni piezometriche che dal settembre 1999 il Servizio Difesa Idrogeologica del territorio del Comune di Napoli effettua con periodicità diverse su verticali distribuite nell'area orientale. In particolare se si considerano le verticali (o punti di controllo P.C.) n. 13 - 14 e 34 si rileva che la quota piezometrica si registra rispettivamente:

P.C.	ubicazione	committente	Quota boccapozzo in m. s.l.m.	Valore massimo misurato (m. s.l.m.)	Valore minimo misurato (m s.l.m.)	Oscillazione piezometrica in m.
13	Via Reggia di Portici c/o civ. n. 29	Comune di Napoli (L.R. n. 9/83 cod. 5477)	3.37	1.60	1,29	0.31
14	Rione Pazzigno	Comune di Napoli (L.R. n. 9/83 cod. 5465)	3.13	1.60	1.13	0.47
34	Via Taverna del Ferro	Comune di Napoli Servizio Sic. Geol. e sotto.lo	3.60	1,30	1,16	0.14

I dati riportati in tabella ⁽²⁾ confermano il *trend* piezometrico riportato nella carta dei valori massimi redatta per la L.R. n.9/83. Tuttavia è da segnalare che , nell'area orientale della città di Napoli, si rileva un innalzamento della quota piezometrica che diventa localmente significativo.

L'innalzamento registrato potrebbe essere legato a tre ordini di fattori:

- Variazione della ricarica naturale delle falde;
- Variazione dei prelievi di acque dal sottosuolo;
- Realizzazione di infrastrutture nel sottosuolo.

Da studi fatti risulta che gli innalzamenti osservati nella zona orientale di Napoli sono legati in misura prevalente alla riduzione dei prelievi di acque di falda e la dismissione di molte industrie della zona ⁽³⁾. Con la situazione descritta la falda tenderebbe a portarsi ai livelli presenti prima dei massicci attingimenti, livelli che sembrerebbero in buona sostanza raggiunti o quasi ⁽⁴⁾

Dal punto di vista del dissesto idrogeologico, le pendenze pressoché nulle e i litotipi presenti, conferiscono all'area dell'intervento un'ottimale stabilità, peraltro confermata dalla competente Autorità di Bacino, che non ha inteso imporre alcun vincolo di pericolosità da frana.

E' opportuno segnalare che la stessa Autorità di Bacino, rispetto al rischio di inondazione ed erosione della costa bassa, ha classificato porzioni di territorio lato mare limitrofo all'ex Corradini, come *R3 = area a rischio elevato per fenomeni da inondazione e/o erosione*

(1) relazione R7: Idrogeologia .

Comune di Napoli L.R. n. 9/83

(2) Prime valutazioni sul monitoraggio della falda acquifera nell'area orientale della città di Napoli

Comune di Napoli Servizio Difesa Suolo

(3) Variazioni piezometriche nella zona orientale della città di Napoli

Quaderni di Geologia Applicata 2003 Corniello, Ducci, Catapano, Monti

(4) Studi sull'assetto piezometrico della zona orientale della città di Napoli obiettivo 6

C.U.G.Ri (Consorzio interUniversitario per la prevenzione Grandi Rischi).

Conclusioni

L'area esaminata è situata nella zona orientale di Napoli a quote non superiori ai 20 m s.l.m., i materiali che la costituiscono contribuiscono alla formazione delle spiagge alluvionali provenienti dal trasporto dei corsi d'acqua e dalla deposizione degli stessi lungo le coste. Morfologicamente è una piana alluvionale appartenente al sistema idraulico denominato bacino di Volla

In riferimento alle quote piezometriche si rileva, dalla carta tematica “ *piezometria valori massimi*” redatta ai sensi della Legge Regionale n.9/83 per l'adeguamento del P.R.G. Comune di Napoli, che le quote piezometriche nell'area in esame si attestano, quale valore massimo registrato nel periodo dicembre 1991 – gennaio 1993, alle quote assolute di $1 \div 2$ m s.l.m.

Tale dato “*storico*” è possibile confrontarlo con le rilevazioni piezometriche che dal settembre 1999 il Servizio Difesa Idrogeologica del Territorio e Sicurezza Abitativa del Comune di Napoli effettua con periodicità diverse su verticali distribuite nell'area orientale.

I dati misurati confermano il *trend* piezometrico riportato nella carta dei valori massimi redatta per la L.R. n.9/83. tuttavia è da segnalare che per tutta l'area orientale della città di Napoli, si rileva un innalzamento della quota piezometrica che diventa localmente significativo.

L'innalzamento registrato potrebbe essere legato a tre ordini di fattori:

- Variazione della ricarica naturale delle falde;
- Variazione dei prelievi di acque dal sottosuolo;
- Realizzazione di infrastrutture nel sottosuolo.

Da studi fatti risulta che gli innalzamenti osservati sono legati in misura prevalente alla riduzione dei prelievi di acque di falda e la dismissione di molte industrie della zona. Con la situazione descritta la falda tenderebbe a portarsi ai livelli presenti prima dei massicci attingimenti, livelli che sembrerebbero in buona sostanza raggiunti o quasi

Dal punto di vista del dissesto idrogeologico, le pendenze pressoché nulle e i litotipi presenti, conferiscono all'area dell'intervento un'ottimale stabilità, peraltro confermata dalla competente Autorità di Bacino, che non ha inteso imporre alcun vincolo di pericolosità di frana.

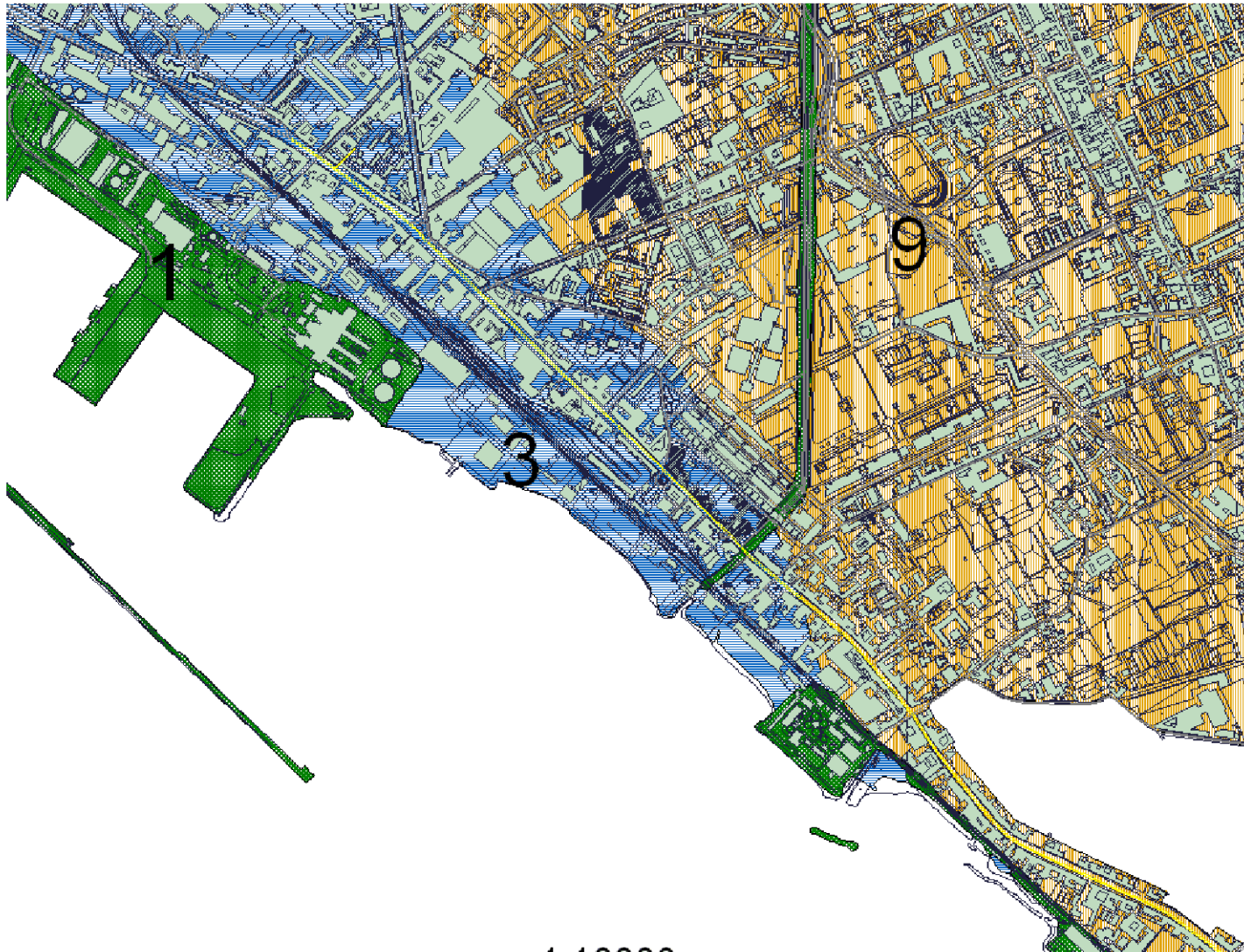
E' opportuno segnalare che la stessa Autorità di Bacino rispetto al rischio di inondazione ed erosione della costa bassa, ha classificato porzioni di territorio lato mare limitrofo all'ex Corradini, come

R3 = area a rischio elevato per fenomeni da inondazione e/o erosione

Geologo Osvaldo Catapano

ELABORATI GRAFICI

carta geolitologica

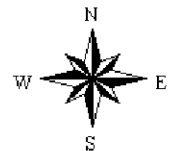


1
riporto ed accunulo
antropico

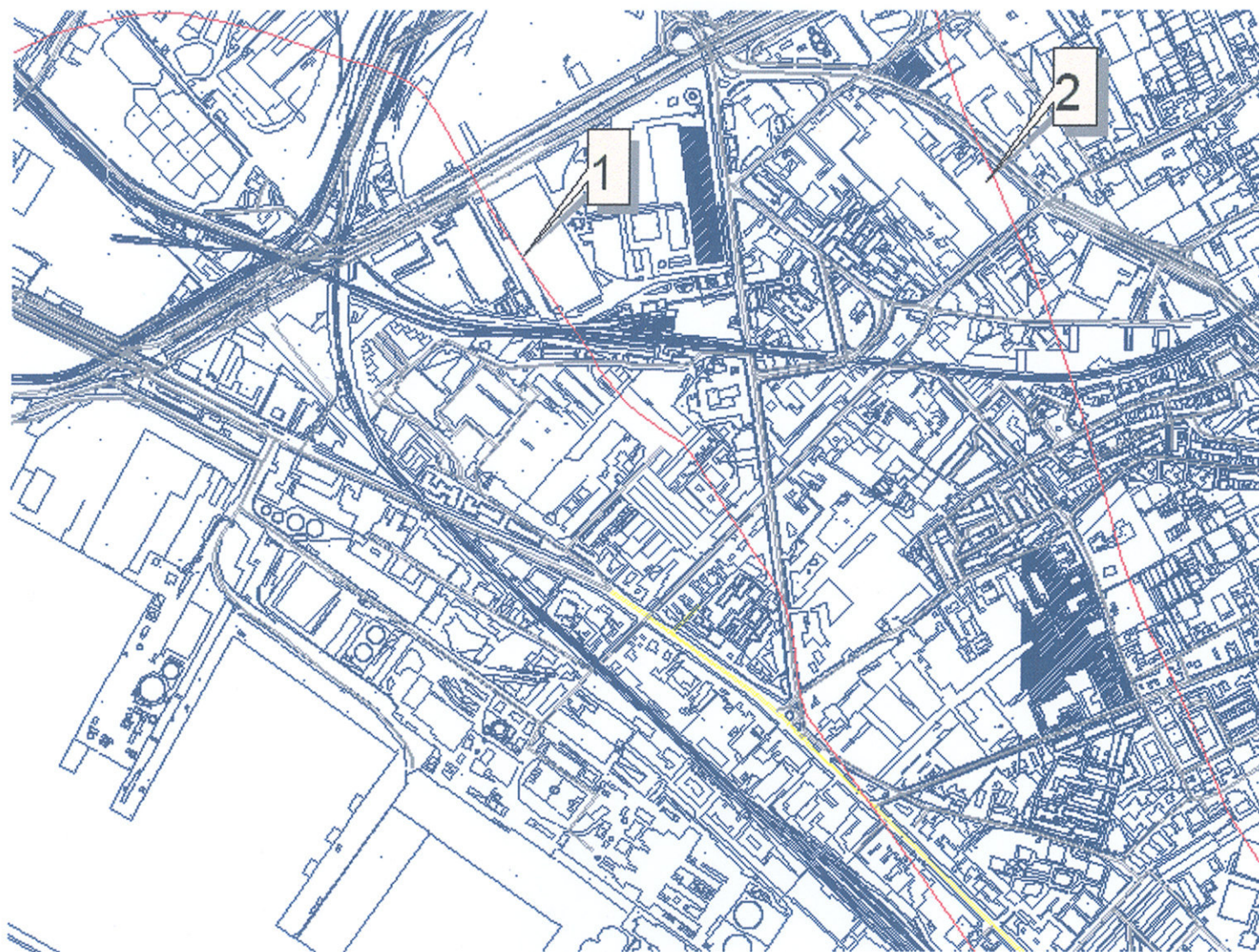
3
sabbie e limi di ambiente
litorale recente

9
ceneri stratificate biancastre
contenenti pomici e pisoliti
vesuviane

1:10000



carta della piezometria (L.R. 9/83)

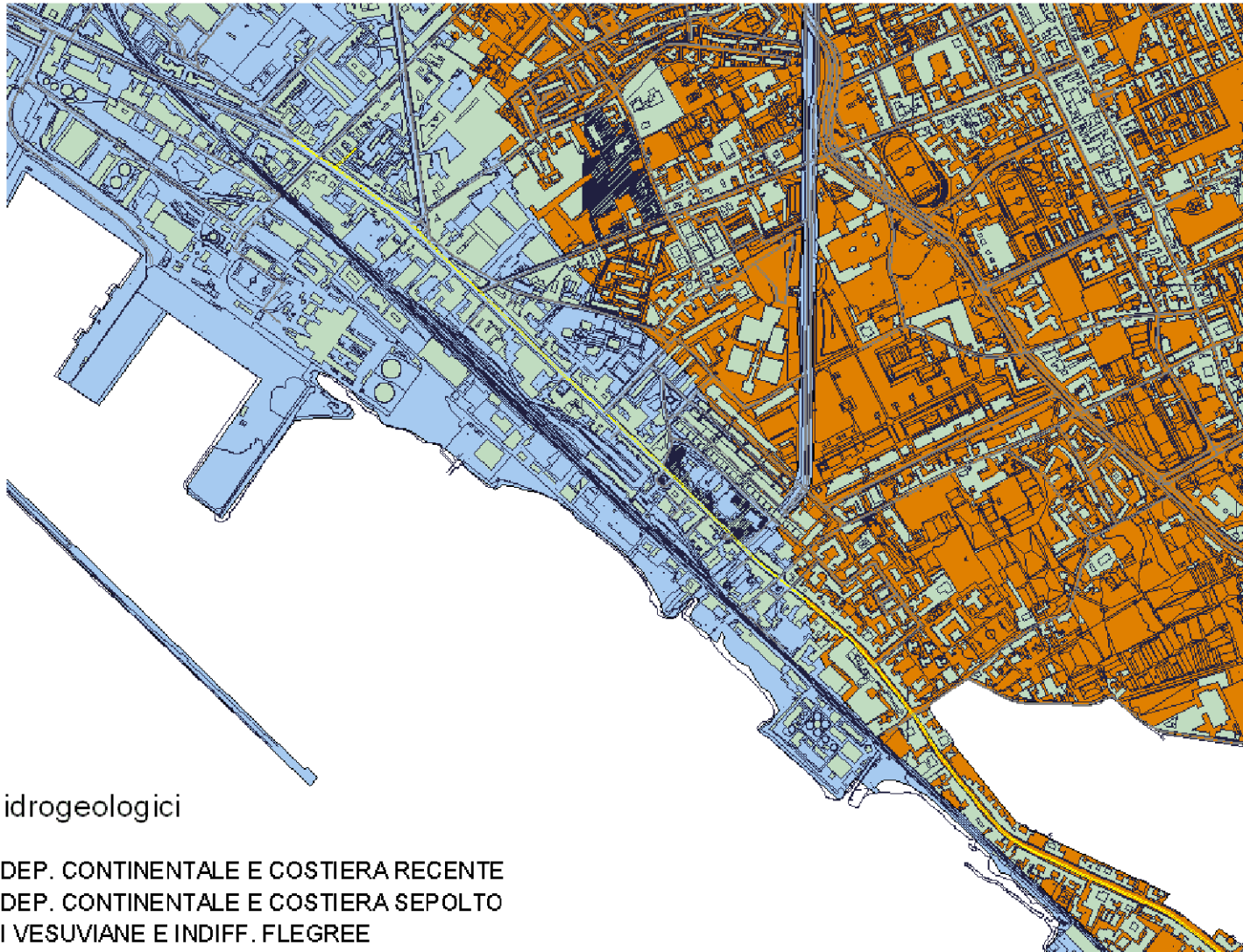


Piezometria - Valori medi '92












1:10000

carta dei complessi idrogeologici



Complessi idrogeologici

-  CLASTICO DI DEP. CONTINENTALE E COSTIERA RECENTE
-  CLASTICO DI DEP. CONTINENTALE E COSTIERA SEPOLTO
-  PIROCLASTITI VESUVIANE E INDIFF. FLEGREE
-  PIROCLASTICO DELL' AREA FLEGREA
-  TUFO VESUVIANO
-  COMPLESSO TUFACEO PRINCIPALE
-  COMPLESSO DELLE LAVE
-  COMPLESSO IGNIMBRITICO E DELLA BRECCIA MUSEO-PIPER
-  COMPLESSO PIROCLASTICO ANTICO

1:10000

