



COMUNE DI CASTELLO DI CISTERNA

Città Metropolitana di Napoli

Progetto di Fattibilità Tecnico Economica

PARCO PUBBLICO A VIA SELVA



PFTE progetto di fattibilità
tecnico economica

PE progetto esecutivo

re relazioni

pg progetto generale

ps progetto strutture

pr progetto reti

all allegati

serie PFTE

data febbraio 2025

scala

file PFTE pg 01_03.pdf

elaborato

RELAZIONE GEOLOGICA

PFTE re 01.03

PROGETTISTI INCARICATI

CAIDE studio
architetti associati

Stefania Caiazzo
Carlo De Luca

arch. **STEFANIA CAIAZZO**

arch. **CARLO DE LUCA**

arch. **ORLANDO DI MARINO**

COLLABORATRICE

arch. **SARA SANNINO**

CONSULENTI

ing. **MARIO RICCIARDI**
strutture, rete idrica e fognaria

ing. **GIANLUCA CATAFALCO**
rete elettrica

geol. **GIUSEPPE DORONZO**
consulenza geologica

geom. **ROBERTO PETRACONE**
rilievi e computi

agr. **TULLIO ESPOSITO**
consulenza agronomica

SINDACO
ANIELLO REGA

VICE SINDACO
GIUSEPPE SCOTTO

RUP
BERNARDINO CICCARELLI



COMUNE DI CASTELLO DI CISTERNA (NA)

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA DEL PARCO PUBBLICO SITO IN VIA SELVA

RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA

Committente :

CAIDE STUDIO ARCHITETTI ASSOCIATI
VIALE LEONE 4F
8005 PORTICI (NA)

Geologo GIUSEPPE DORONZO

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

Via Canale, 34 - 80069 – Vico Equense (NA)

Tel./fax 0818034070 – 3296114940

e-mail: gdoronzo@inwind.it



Giuseppe Doronzo



Geologo

Protocollo: LG – 1004/GEN-25



TAV. :

ALL. :

DATA : Febbraio 2025

1. PREMESSA	3
2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	3
3. MODELLAZIONE GEOLITOLOGICA – GEOMORFOLOGICA - GEOTETTONICA	6
4. IDROGRAFIA E IDROGEOLOGIA	18
5. ASPETTI SISMICI	24
6. INDAGINI	33
7. PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE PESANTI	35
8. SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO	38
9. STRATIGRAFIA - MODELLO GEOLOGICO-GEOTECNICO	41
10. INDAGINE SISMICA	51
11. CARATTERIZZAZIONE SISMICA IN SITO	55
12. REALIZZAZIONE STAGNO E POZZO	57
13. CONCLUSIONI	69

1. PREMESSA

La presente relazione geologica è stata eseguita per dar seguito alla PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA DI UN PARCO PUBBLICO IN VIA SELVA nell'ambito del territorio comunale di Castello di Cisterna (NA) .

E' da premettere che:

L'Amministrazione Comunale di Castello di Cisterna, al fine di creare una grande area verde, un parco pubblico con all'interno attività ricreative e per lo spettacolo, che possa configurarsi come attrezzatura pubblica di forte attrattività territoriale, ha avviato gli approfondimenti necessari per verificarne la fattibilità e le relative procedure amministrative;

L'Amministrazione Comunale di Castello di Ciste ha ritenuto di attuare gli obiettivi espressi nel Piano Regolatore Generale attualmente vigente, avendo l'area in questione destinazione compresa tra le zone S.2 – Attrezzature di progetto di livello comunale. Interventi di progetto unitario, secondo quanto disciplinato dalle NTA del PRG. In particolare, l'area in oggetto è una delle aree S.2.2 per le quali sono previste Attrezzature predisposte lungo il bordo meridionale della città esistente e, più specificamente un'area denominata S.2.2.4, che prevede Attrezzature ricreative lungo via Selva.

Il progetto persegue l'obiettivo duplice di dotare la cittadina di Castello di Cisterna di un'area verde pubblica, di cui allo stato non dispone e di attrezzature di interesse culturale, ma anche di riqualificare dal punto di vista insediativo un'ampia area urbana residenziale con l'integrazione di aree verdi attrezzate e servizi per la comunità insediata, anche con attività di interesse territoriale.

Il nuovo parco urbano di Castello di Cisterna sorgerà su un'area di circa 32.000 mq all'esterno della città consolidata, con un carattere periurbano a metà tra campagna e città. L'area sarà organizzata attraverso un progetto unitario che definirà in modo puntuale l'accessibilità carrabile e pedonale, le aree di verde naturale e le aree di verde attrezzato, gli spazi pubblici percorribili, le zone strutturate per poter accogliere eventi teatrali e musicali, le aree per la ricreazione all'aperto di adulti e bambini.

Lo studio attuale, tenendo conto degli studi pregressi, è stato condotto nel rispetto delle normative vigenti. Si è operato con la base topografica (ivi compresi i limiti comunali e quanto altro segnalato sulla cartografia topografica di base) fornita dalla committenza.

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area analizzata, ove è posta l'area citata in premessa, è pianeggiante ubicata ad una quota variabile da circa m. 42 s.l.m. a nord sino ad un massimo di m. 40 s.l.m. a sud.

L'area oggetto d'indagine, a pianta irregolare risulta delimitata a ovest da Via Selva a sud da Via XI Settembre e ad est Traversa Paganini e a nord da via Eduardo De Filippo. (Fig. 1), non risulta al momento edificata ed è costituito da terreno incolto.

Al fine di far comprendere l'esatta ubicazione dell'area (Figg. 1, 2, e 3) citata nonché il ruolo svolto negli ultimi decenni si riporta l'elenco della cartografia consultata: Pianta dei contorni orientali di Napoli. Disegno a penna ed acquerellato. XVIII secolo ; Carta topografica ed idrografica dei contorni di Napoli. Levata per ordine di S.M. Ferdinando I Re del Regno delle Due Sicilie dagli Ufficiali dello Stato Maggiore e dei signori topografi negli anni 1817-1818-1819. Disegnata ed incisa nell'Officina Tipografica di Napoli. Scala 1:25.000; Carta topografica Foglio 184 Napoli mappatura curata dagli allievi della scuola dell'Istituto Geografico Militare anno 1880. Scala 1:50.000 ; Carta topografica Foglio 184 della Carta d'Italia Tavoleta I S.E. Pomigliano D'Arco a cura dell'Istituto Geografico Militare da antichi rilievi con aggiornamenti generali nel 1907 e parziali (rotabili e particolari importanti) nel 1936. Scala 1:25.000 ; Carta topografica Foglio 184 della Carta d'Italia Tavoleta I S.E. Pomigliano D'Arco a cura dell'IGM con rilievo generale del 1905 e parziale del 1907. Scala

1:25.000 ; Carta topografica Foglio 184 della Carta d'Italia Tavoleta I S.E. Pomigliano D'Arco a cura dell'Istituto Geografico Militare con rilievo fotogrammetrico del 1957. Scala 1:25.000; Carta topografica Foglio 448 della Carta d'Italia Sez. III Ercolano a cura dell'Istituto Geografico Militare 1996 . Scala 1:25.000.

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



Fig. 1 Immagine satellitare (da google earth, 2025). Ubicazione dell'area di progetto



Fig. 2 Stralcio, fuori scala, della carta tecnica numerica regionale n. 448052 1:5.000 e relativa ubicazione dell'area in studio (IGM edizione 1 1990).

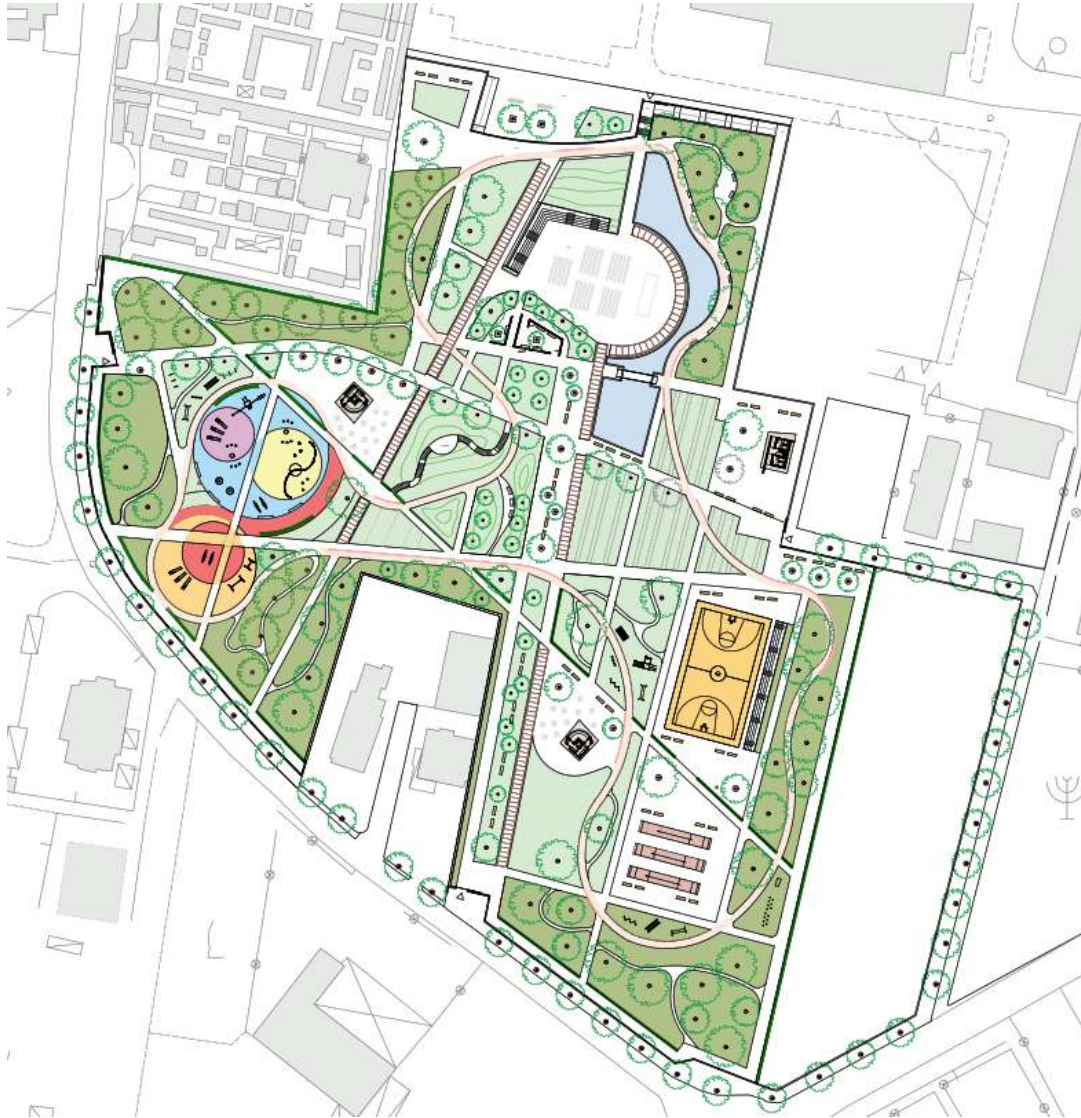


Fig. 3 Stralcio, fuori scala, dello stato di progetto

3. MODELLAZIONE GEOLITOLOGICA – GEOMORFOLOGICA – GEOTETTONICA

L'area in esame è situata nell'ambito provinciale di Napoli ed è inclusa nel Foglio 184 Napoli - Isola d'Ischia della Carta Geologica d'Italia scala 1:100.000 edita dal Servizio Geologico d'Italia precisamente afferisce alla Tavoletta relativa al Foglio 448 della Carta d'Italia Sez. III Ercolano. Geograficamente risulta ubicata nella Piana Campana, una zona morfologicamente ribassata rispetto le coltri appenniniche che, dal punto di vista strutturale, viene definita una zona di sprofondamento limitata da faglie i cui andamenti principali sono NW-SE (direzione appenninica) lungo il bordo NE della piana, e NE-SW (direzione antiappenninica) lungo i bordi settentrionali e meridionali (Monte Massico e Monti Lattari) al

cui interno si è insediato il vulcanismo potassico dei Campi Flegrei e del Somma-Vesuvio. (Fig. 4).

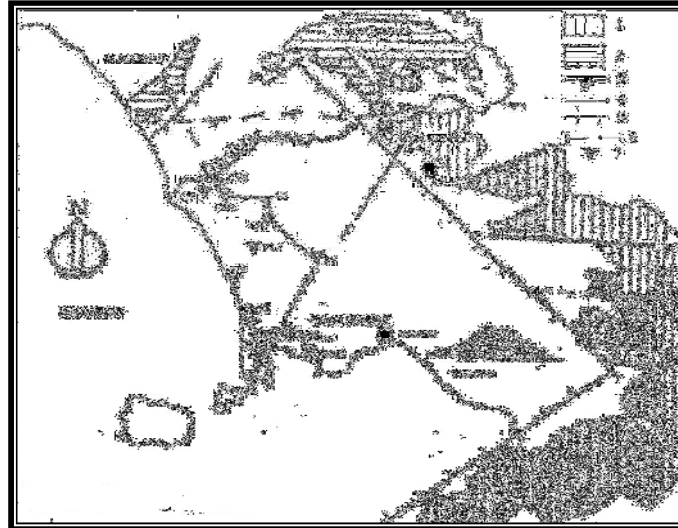


Fig. 4 – Schema tettonico della Piana Campana e delle aree circostanti (da Ortolani & Aprile, 1985)

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

I terreni della Piana Campana sono rappresentati oltre che da depositi piroclastici flegrei e vesuviani da depositi marini ed alluvionali generati dal disfacimento sia delle vulcanoclastiti sia dei rilievi carbonatici circostanti. (Fig. 5)

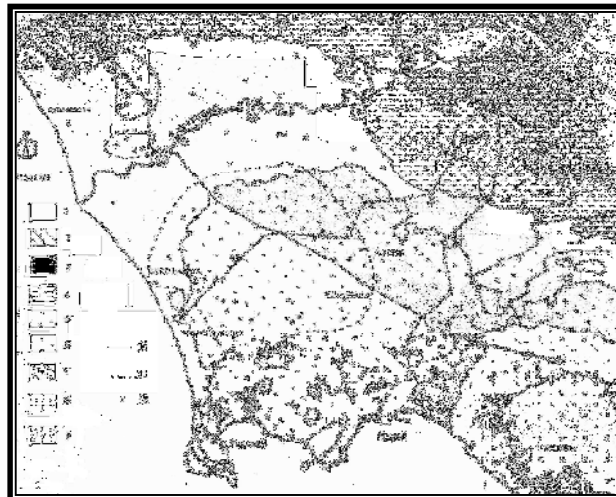


Fig. 5 – Schema geologico della Piana Campana (da Ortolani & Aprile, 1985)

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

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

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

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

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

Il **Somma-Vesuvio** è un vulcano centrale composito costituito da un antico strato-vulcano, il monte Somma, e da un cono più recente, il Vesuvio. Si stima per i prodotti più antichi un'età di circa 25.000 anni e si segnalano in perforazioni profonde (m 1.125) lave con età di circa 0,3-0,5 milioni di anni.

Il Somma è costituito essenzialmente da lave con una morfologia risultata di differenti episodi di collasso causa della rimozione della parte apicale dell'edificio vulcanico.

La caldera polifasica risulta costituita da almeno cinque orli di collasso con l'attività recente del Vesuvio che si è sviluppata all'interno del recinto calderico del monte Somma anche se si segnalano eruzioni, come quella del 1760, localizzate all'esterno.

Comunque la storia eruttiva del Somma-Vesuvio è stata caratterizzata da eruzioni di diversa intensità e tipologia che possiamo inglobare in tre grosse gruppi: eruzioni a piccola scala caratterizzate da un'attività effusiva o mista (effusiva-esplosiva); eruzioni di media scala di carattere esclusivamente esplosivo (sub-pliniane); eruzioni a grande scala (pliniane) come ad esempio quella di Pompei del 79 d.c. Tre di queste (Pompei 79 d.c.; Avellino 3.360 anni dal presente e Mercato 7.900 anni dal presente) hanno prodotto collassi calderici.

Gli eventi a media e grande scala sono i meno frequenti; si stimano sei pliniane negli ultimi 18.000 anni e circa una diecina di sub-pliniane.

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

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

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

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

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

Nel sottosuolo dell'area pianeggiante e sub-pianeggiante a Nord del Somma l'unità stratigrafica più significativa è costituita dalle lave del Somma ed esaminando la carta delle isopache e le sezioni geologiche si può notare l'andamento periclinale delle lave che si estendono sino a Bruscianno e poco oltre. La base delle lave è variabile tra le quote di 0 m. e 40 m.s.l.m. e corrisponde al tetto dell'ignimbrite Campana che si presenta con spessori

solitamente di 5-10 m. In tutto il loro spessore le lave sono intercalate da livelli di scorie da interpretare sia come la parte scoricea della sommità della colata che come alternanza di attività esplosiva a bassa energia (stromboliana) associata all'attività effusiva; l'alternanza di livelli di scorie ci fa individuare in media una decina di colate sovrapposte. La continuità delle lave, quasi mai intercalate da depositi piroclastici, testimonia il carattere effusivo per il periodo compreso tra 36 ka e 17 ka.

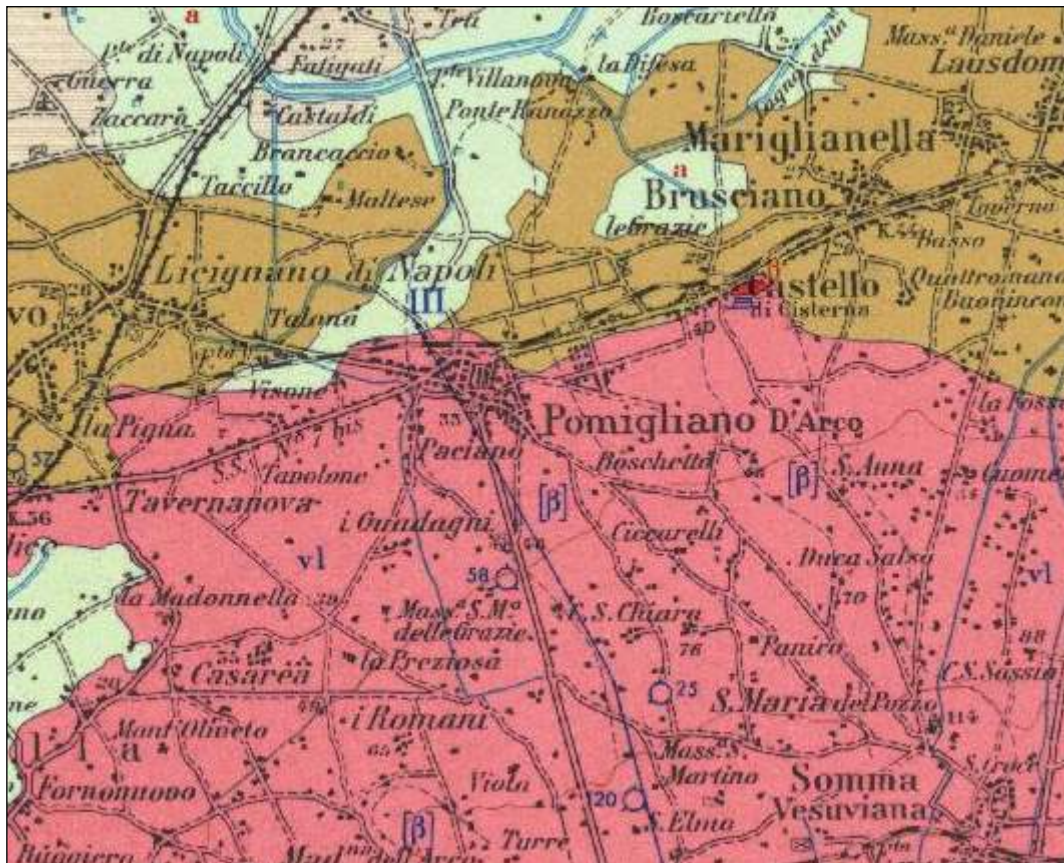


Fig. 6 – Stralcio della carta geologica d'Italia 1:100.000 (F. 183-184, Ischia-Napoli)

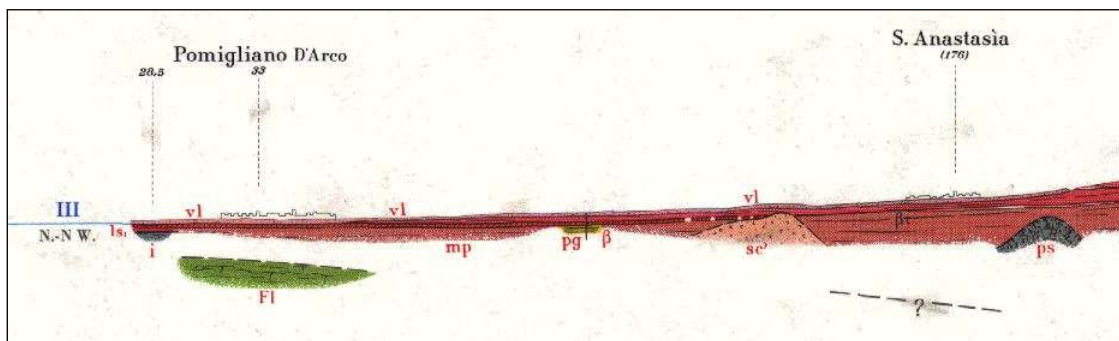
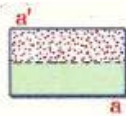


Fig. 7 – Stralcio della sezione III dalla carta geologica d'Italia 1:100.000 (F. 183-184, Ischia-Napoli)



Discariche e suoli di varia età storica nelle zone urbane (Napoli etc.) con molluschi terrestri (*Helix*, *Papillifera*, *Rumina decollata* L., etc.) (a'). Escavato di canali per bonifica; suoli delle platee crateriche flegree (Quarto, Pianura, Agnano, etc.). Depositi limnopiroclastici di Agnano e L. d'Averno; terre nere palustri, torbifere, con molluschi dolcicoli (*Limnaea*, *Bythinia*, *Planorbis*, *Physa*, *Anodonta*, etc.) del Sebeto, Patria, Agro Acerrano (a).



Prodotti piroclastici indifferenziati provenienti da vari centri eruttivi flegrei: cineriti e pozzolane chiare. Nell'area urbana partenopea e del F. Sebeto: lapilli pozzolanici straterellati, ceneri e pomici grige, suoli con molluschi terrestri, ghiaie fluviali, limo e terre torbose; passanti a facies marina litoranea (sabbie grossolane), salmastra nel settore SE; tufiti argillosi dell'estuario del paleo-Sebeto (t's).



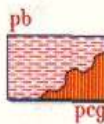
Serie comprensiva: lapilli pozzolanici, paleosuoli intercalati con rari resti di mammiferi (*Capra hircus* L.) (t's), soprastanti in parte, ai prodotti piroclastici di Agnano (tn).



Pozzolane, pomici e lapilli scuri di Agnano (tn). Estrusione di lava vulsinitica della Caprara-Astroni (t').



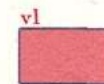
Tufo con pomici alterate e scorie, in banchi (= "tufo giallo napolitano", Auct.) a M. Geuro, Campiglione, Camaldoli, L. d'Averno, Cuma etc.; facies caotica (M. Ruscello, Sanseverino, Archiaverno, Posillipo-Capodimonte, etc.); facies superiore grigia a pomici argentee (= "Mappamonte", Auct.) e inferiore verde (tg). Facies poco coerente (pozzolana) (tp). Tufo inferiore giallo-biancastro stratificato, con scorie, alla base del M. Ginestra (tg').



Brecce piroclastiche (= "Breccia museo", Auct.) del Monte di Procida e dei Camaldoli; scorie rossastre, brune, strati di pomici e sabbie, residui degli edifici vulcanici del Monte di Procida; ignimbriti (= lave pipernoidi, Auct.) interstratificate (Is. Procida) (pb). Tufi di Torre Franco (Soccavo) (pcg).



Prodotti piroclastici dei Flegrei e ceneri vesuviane d'età storica (av). Lapilli chiari non differenziati, depositi piroclastici e loro suoli nella pianura circumflegrea (af), ricoprenti generalmente la formazione (p).



Lapilli e cineriti delle pendici vesuviane inferiori ("Terre vecchie", Auct.): prodotti dell'eruzione dell'anno 79 e precedenti: areniti, lapilli e ceneri pisolitiche, esteso orizzonte di pomici chiare, paleosuoli e tufiti palustri (vl).

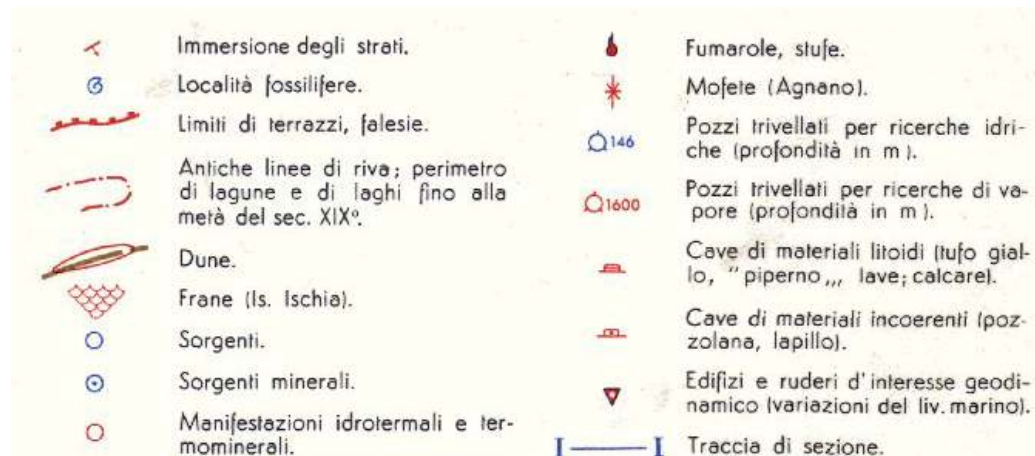


Fig. 8 – Stralcio della carta geologica d'Italia 1:100.000 (F. 183-184, Ischia-Napoli)

Dal punto di vista geologico il territorio comunale appartiene in larga parte al dominio vulcanico vesuviano ed in parte evidenzia la porzione più distale del dominio vulcanico flegreo. Ne consegue che nel sottosuolo si rinvencono, interstratificati e interdigitati, prodotti dei Campi Flegrei e del Somma - Vesuvio.

I prodotti del Somma-Vesuvio sono riferibili sia ad episodi piroclastici come la cinerite grigia superficiale, per molti tratti addensata, presente entro i primi 3 metri di profondità rinvenibile nella maggioranza del territorio comunale sia effusivi costituita essenzialmente da lava tefritico leucitica (lava ottavianitica), rinvenibile alla profondità di 4 - 30 metri.

I prodotti del vulcanismo esplosivo flegreo con orizzonti e facies riconducibili ai vari periodi in cui è stata distinta l'attività dei Campi Flegrei già evidenziati nelle pagine precedenti. Nello specifico si rinvencono:

- prodotti del III periodo flegreo costituiti essenzialmente da alternanze di ceneri, pomice e lapilli intercalati da livelli di paleosuoli;
- prodotti del II periodo flegreo (in particolare il "tufo giallo napoletano") più o meno regolarmente stratificati con alternanze di livelli di ceneri e pomice (pozzolane s.l.) con vario grado di compattazione;
- prodotti del I periodo flegreo costituiti essenzialmente dall'Ignimbrite Campana definita da vari autori Tufo Grigio Campano.

Tra le varie eruzioni vi sono stati periodi di inattività che si evidenziano con la presenza di "paleosuoli" formati a causa alla esposizione agli agenti atmosferici della parte più superficiale dei materiali piroclastici presenti sulle "paleosuperfici". Va evidenziato come l'Ignimbrite Campana (Tufo Grigio Campano) e il banco della tefrite leucitica hanno una notevole rilevanza nella geologia del territorio comunale in quanto rappresentano, per la quasi totalità di esso, il bedrock locale. Recenti datazioni dell'Ignimbrite Campana riportano un'età di 39.000 anni (De Vivo et al., 2001).

Il banco di tefrite leucitica a tendenza basanitica, appartiene al Complesso delle Lave del Somma, rappresenta la digitazione più distale della serie di colate laviche con intervalli di livelli di scorie prodotte dalle effusioni del Somma nel periodo compreso tra 39ka e 14ka. Per questi prodotti si osserva una massa di fondo di colore grigio scuro, al cui interno si evidenziano cristalli di leucite, augite, olivina. La successione stratigrafica a tetto dell'Ignimbrite Campana e della tefrite leucitica, quando presenti, variano per litologia e granulometria, e sono di origine vulcanica o alluvionale presentandosi in strati e livelli di forma lenticolare la cui giacitura è generalmente sub-orizzontale.



Unità 3

Successione dei settori meridionali lungo le estreme pendici montane costituita da prodotti piroclastici in giacitura primaria e secondaria comprendenti facies da caduta dei prodotti vesuviani e flegrei, facies distali dei prodotti da surge e flusso piroclastico e diffuse facies subdistali da colata di fango e lahar del Somma-Vesuvio. Tali depositi ricoprono lave del Somma-Vesuvio.

- lit. A.2 Depositi piroclastici di copertura colluviali ed eluviali.
- lit. B Strati e banchi di cenere e cinerite grigia o beige, sabbioso limosa, con elementi pomicei e subordinatamente litici sparsi o in sottili livelli intercalati; spessori di ordine da decimetrico a metrico; variabile grado d'addensamento.
- lit. C Banchi di cenere media e grossa sovente ricca in elementi litici, anche grossolani, con pomici, talora subordinate, dispersi o concentrati in livelli lenticolari; banchi e strati di cenere media e grossa con subordinati elementi; corpi di deposito ad andamento lenticolare su larga e piccola scala; spessori di ordine da decimetrico a metrico; variabile il grado d'addensamento fino a molto elevato.
- lit. D Paleosuoli e cenere parzialmente humificata o alterata in depositi tendenzialmente continui di spessore decimetrico e metrico.
- lit. E Accumuli di pomici e subordinati litici essenzialmente da caduta in depositi tendenzialmente continui di spessore decimetrico.
- lit. G Lave litoidi a variabile grado di vacuolarità e fratturazione rinvenibili a profondità variabili e superiori ai dieci metri. Potenza massima superiore alla decina di metri.

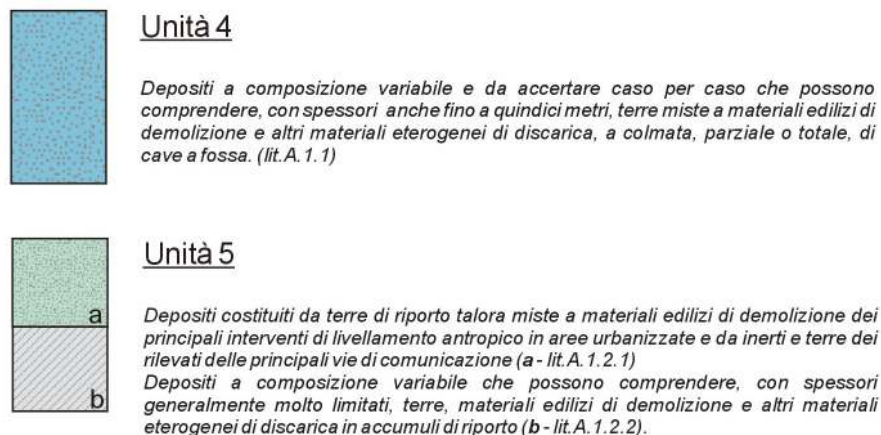


Fig. 9 – Stralcio, fuori scala, della Carta geologica e relativa legenda da Variante PRG (2001)

Entrando nello specifico per la zona di nostro interesse il sottosuolo risulta essere costituito da depositi che provengono dall'attività vulcanica del Somma-Vesuvio nonché dai prodotti più distali dei Campi Flegrei. Si rinvencono, quindi, intersificati e interdigitati prodotti del Somma-Vesuvio e dei Campi Flegrei, in pratica prodotti sabbiosi, limosi, pomicei e a luoghi lapilli nonché lave tefritiche leucitiche e tufo (Ignimbrite Campana); le caratteristiche deposizionali di questi prodotti hanno avuto come conseguenza una certa disomogeneità nella stratificazione con granulometria e giaciture variabili con conseguente cambiamenti di permeabilità sia verticali che orizzontali. L'area in esame appartiene ad un areale influenzato da eventi tetto-genetici, vulcanici ed esogeni che hanno dato notevoli variazioni litologico-sedimentarie. L'area ove verranno realizzati i lavori citati in oggetto appartiene, quindi, ad un areale influenzato da eventi tetto-genetici, vulcanici ed esogeni che hanno dato variazioni litologico-sedimentarie come ampiamente descritto nei capitoli precedenti.

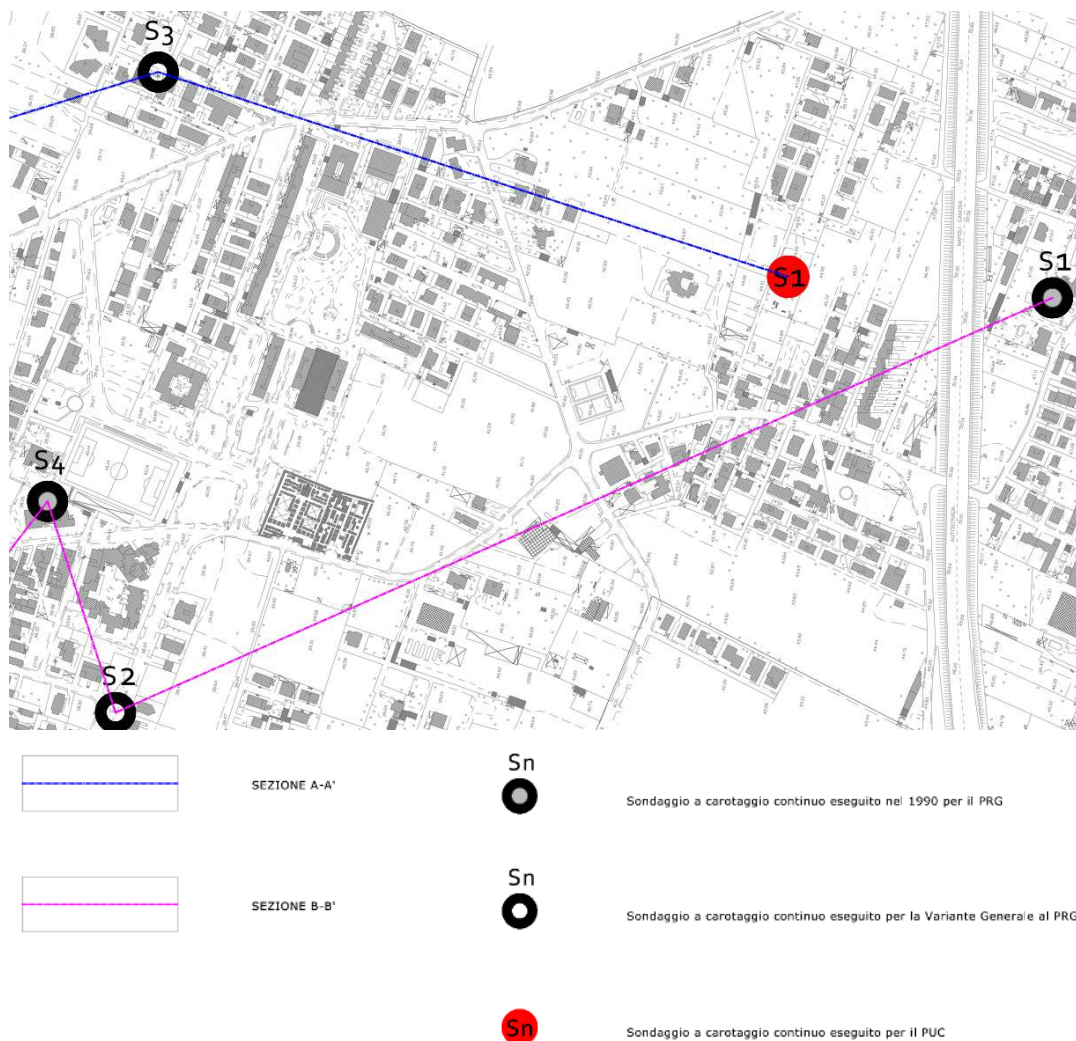


Fig. 10 – Stralcio, fuori scala, della Carta indagini geognostiche, risultati prove geologiche e sezione geologiche da PUC (2015)

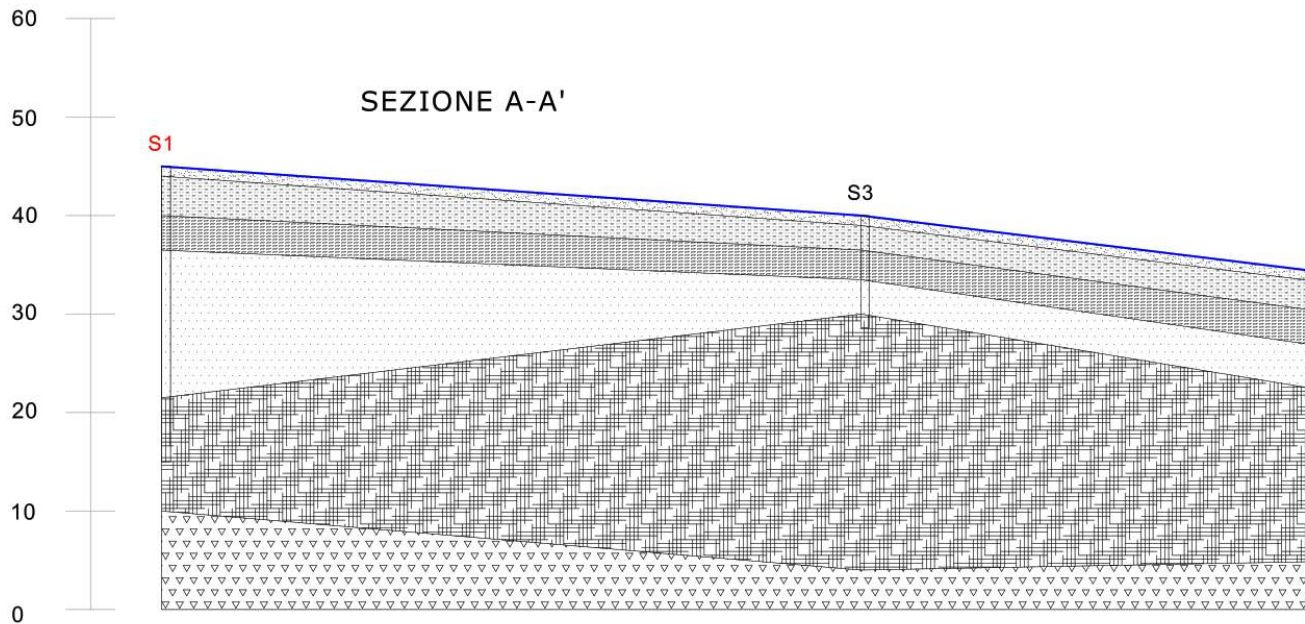


Fig. 11 – Stralcio, fuori scala, sezione A-A' con quote s.l.m. . Da PUC (2015)

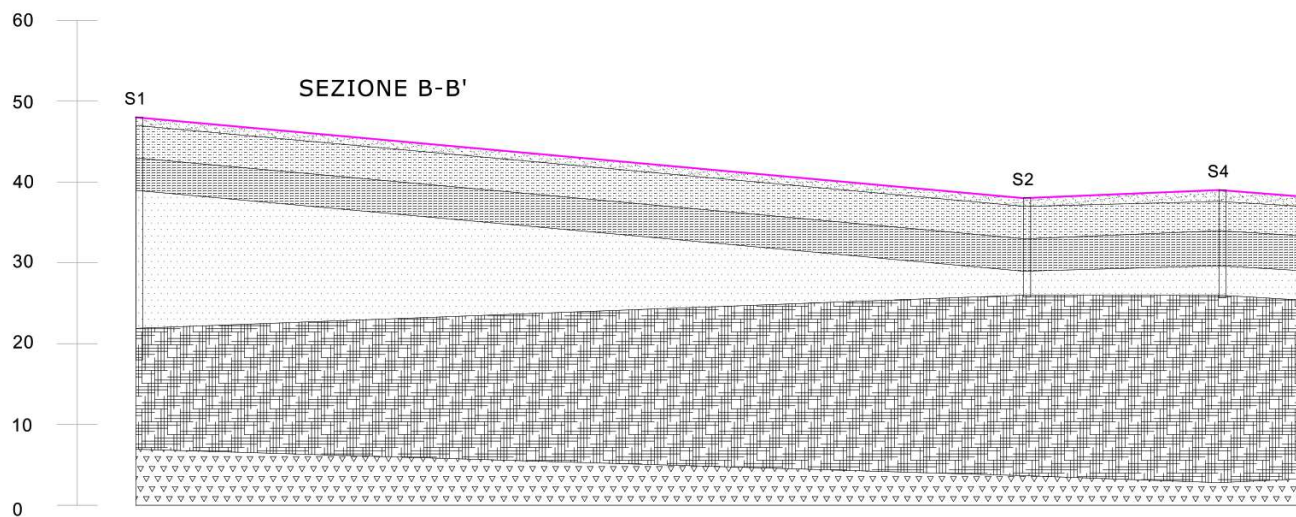


Fig. 12 – Stralcio, fuori scala, sezione B-B' con quote s.l.m. . Da PUC (2015)



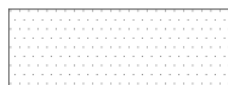
Terreno vegetale e/o di riporto



Cenere fine e media da marroncina a grigio a grado di addensamento variabile e crescente in basso con elementi pomici. Da limo sabbioso a sabbia con limo



Pomici di matrice limoso-sabbioso e sabbioso-ghiaiosa intercalati uno o due livelli humificati (palesuolo) con pomici bianche



Sabbia grigiasta a luoghi limosa con clasti lavici. Granulometria sabbia limosa ghiaiosa.



Lava tefritico-leucitica porosa rinvenibile in dischi e frammenti



Alternanza di cenere medio-grossa di colore marrone con inclusi pomicei centimetrici arrotondati, e cenere fine dal grigio al giallastro con pomici e litici. Granulometria da sabbia e ghiaia a sabbia ghiaiosa.



Tufo grigio campano, degradato in sommità, giallastro in sommità, passante in basso a grigio.

Fig. 13 – Legenda sezioni. Da PUC (2015)

Da un punto di vista morfologico, per l'intero territorio comunale, il profilo topografico è abbastanza regolare con acclività molto bassa, ciò ad esclusione della moderata scarpata

nella zona del centro storico, a valle della ex via Nazionale delle Puglie, e delle opere antropiche come rilevati stradali o gli scavi, ove non colmati, dalle vecchie cave a fossa.

L'area di nostro interesse è ubicata nell'ambito territoriale comunale compreso tra il rilevato dell'autostrada e il centro abitato con morfologia tabulare e acclività molto basse, inferiori al 2%, compreso tra quote di circa 46 m. a monte ai 38 m. nel settore orientale (loc. Chiana).

In tale contesto litostratigrafico, connesso alla morfologia poc'anzi descritta, non si segnalano, al momento, fenomeni di instabilità in atto né fenomeni morfogenetici particolari in rapida evoluzione. Confermando che al momento nell'area di pertinenza non vi sono fenomeni di instabilità geomorfologica connessi a eventuali movimenti di massa dei terreni, si segnala come ciò sia in piena sintonia con il piano stralcio dell'autorità di bacino competente che non riporta rischi da frana R1,R2,R3 o R4 né P1,P2,P3 o P4. Ciò è valido anche per quanto riguarda il rischio idraulico e la pericolosità idraulica ove anche in questo caso non vengono riportati rischi R1,R2,R3 o R4 né P1,P2,P3 o P4.



Terreni stabili con pendenze comprese tra 1,5 - 2 %
Liquefazione impossibile



Terreni stabili con pendenze comprese tra 0,5 - 1,5 %
Liquefazione impossibile

Fig. 14 – Stralcio, fuori scala, della Carta geomorfologica e relativa legenda da PUC (2015)

strettamente vulcanica ed un “acquifero profondo “ corrispondente ai rilievi carbonatici fratturati e carsificati.

Per quanto riguarda il complesso Somma-Vesuvio, le acque di infiltrazione che alimentano la falda di base con un deflusso radiale e centrifugo rispetto al settore calderico. L’acquifero superficiale risulta essere costituito in maniera predominante dalle lave e dalle piroclastiti del Somma-Vesuvio ed alimentato, in maniera sostanziale, dagli apporti idrici sul complesso vulcanico che, in considerazione della buona ricettività dei litotipi presenti, si infiltrano facilmente. L’acquifero, eterogeneo e anisotropo, risulta costituito dall’alternanza di litotipi molto permeabili, come lave molto fessurate e livelli piroclastici a granulometria grossolana (scorie, pomici, e sabbioni), e di contro termini poco permeabili come tufi, lave compatte, cineriti e paleosuoli. Tale differenza e le varie alternanze che sono sia verticali che orizzontali creano a livello locale più falde sovrapposte ma a grande scala esse sono intercomunicanti. Dai rilievi piezometrici si evidenzia come la morfologia della falda di base a grandi linee segue quella morfologica del vulcano, individuando un alto piezometrico rispetto la piana circostante che rappresenta, con il tratto costiero, il recapito,

Possiamo, comunque, schematizzare la circolazione idrica sotterranea con la presenza di due falde sovrapposte: una, più superficiale, che si ritrova al di sopra del tufo (che ritroviamo di fatto in maniera continua in tutta la piana, ad esclusione di Marigliano e della depressione di Volla, e la seconda più profonda al di sotto del tufo.

E’ da ricordare che queste falde sono interconnesse sia attraverso flussi verticali di drenanza che le soluzioni di continuità che interessano i litotipi meno permeabili. Più nel dettaglio possiamo dire che lungo la fascia compresa tra gli abitati di Casalnuovo, Pomigliano D’Arco e Saviano gli acquiferi, più superficiali, sono localizzati negli strati di pomici, scorie vulcaniche e sabbie.

Per ciò che riguarda la falda al di sopra della formazione tufacea si presenta in condizioni freatiche mentre quella al disotto, in condizione indisturbate è in comunicazione con quella superficiale attraverso flussi di drenanza diretti dal basso verso l’alto. Nello specifico nel territorio comunale di Castello di Cisterna sono presenti acque di falda freatica che si rinvergono a profondità comprese tra 36 m. e poco meno di 5 m. di profondità rispettivamente spostandosi da sud verso nord. L’area comunale si può suddividere in due aree: meridionale più prossimo al Somma-Vesuvio ed una settentrionale. La zona meridionale, risulta caratterizzata da una falda unica in generale di tipo freatico, in cui gli acquiferi sono localizzati nei litotipi aventi permeabilità relativa più elevata, in particolare i livelli lavici permeabili per fratturazione ed i livelli di pomici, scorie e sabbioni vulcanici permeabili per porosità; tale falda a luoghi si rinviene in condizioni di semiconfinamento quando il banco di lava, oltre essere poco fratturato, ha una potenza maggiore di 20 metri. Il settore meridionale si caratterizza per un grado di permeabilità variabile da “medio-bassa” a “medio-alto”.

La circolazione idrica sotterranea avviene nei livelli di pomici, scorie, brecce vulcaniche e sabbie permeabili per porosità. In questa parte del territorio comunale la presenza della formazione del tufo grigio campano, caratterizzato da un minor grado di permeabilità relativa rispetto agli altri termini litologici, consente di distinguere due falde, una in condizioni freatiche localizzata al di sopra del banco di tufo grigio e l’altra in condizioni di semiconfinamento a letto del banco di tufo grigio stesso. L’alternanza, spesso disordinata, di terreni a permeabilità medio-alta (sabbie, ghiaie, ecc.) con altri a permeabilità bassa (limi, paleosuoli, ecc.), determina una circolazione idrica sotterranea “per falde sovrapposte”; la distinzione delle falde non è sempre possibile in quanto esse sono tra loro interconnesse sia attraverso il “flusso di drenanza” che attraverso le soluzioni di continuità dei sedimenti meno permeabili. I corpi idrici più consistenti si rinvergono, il più superficiale, freatico, con livello piezometrico compreso tra 20 e 23 metri slm ed il più profondo, semiconfinato, a profondità comprese tra i 55 ed i 60 metri. I pozzi, ormai, attingono alle falde sottostanti il banco di “tufo grigio campano” che in genere presentano una buona produttività e spesso hanno caratteri

di artesianità. La netta distinzione tra falde poste a diversa profondità è praticamente impossibile a causa della non omogeneità che contraddistingue lo spessore, la granulometria, la giacitura e l'estensione dei singoli strati che è conseguenza delle modalità di deposizione dei terreni.

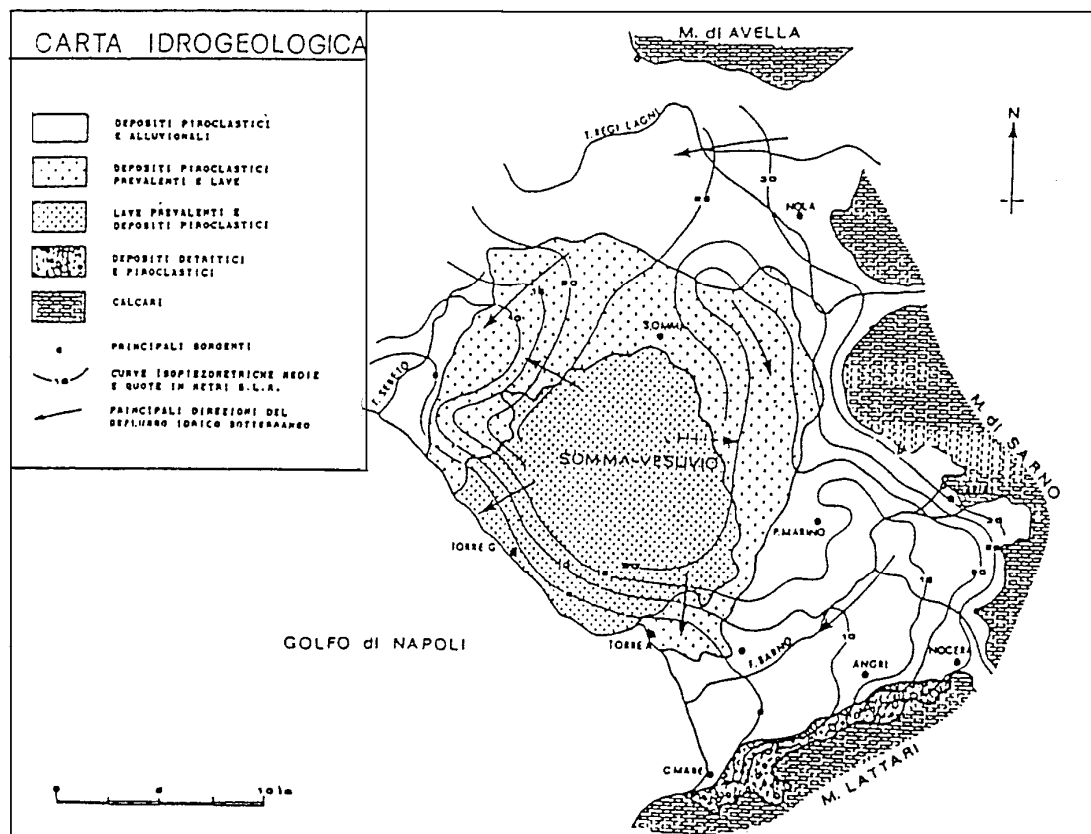


Fig. 16 - Carta idrogeologica (da Celico, 1983).

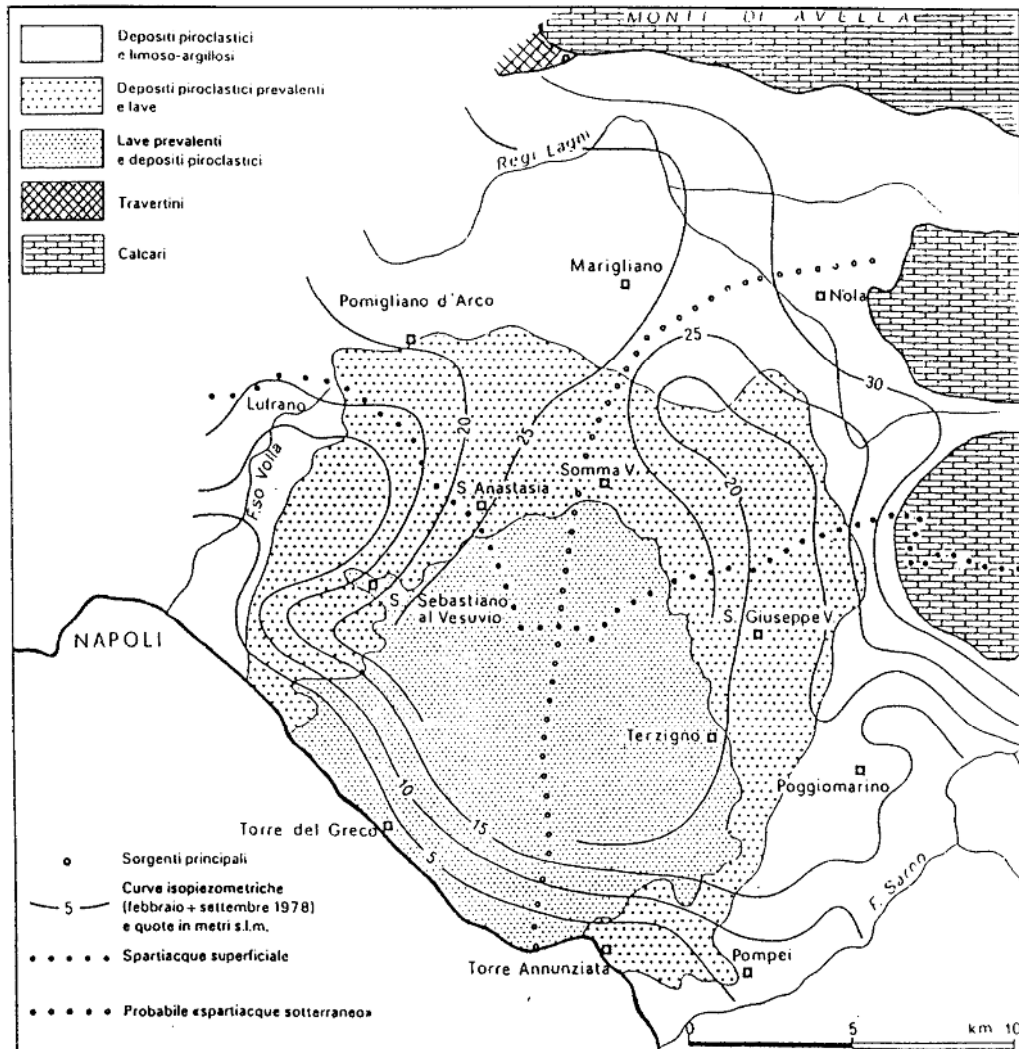


Fig. 17 - Unità idrogeologica del Somma – Vesuvio (da Celico, 1983)

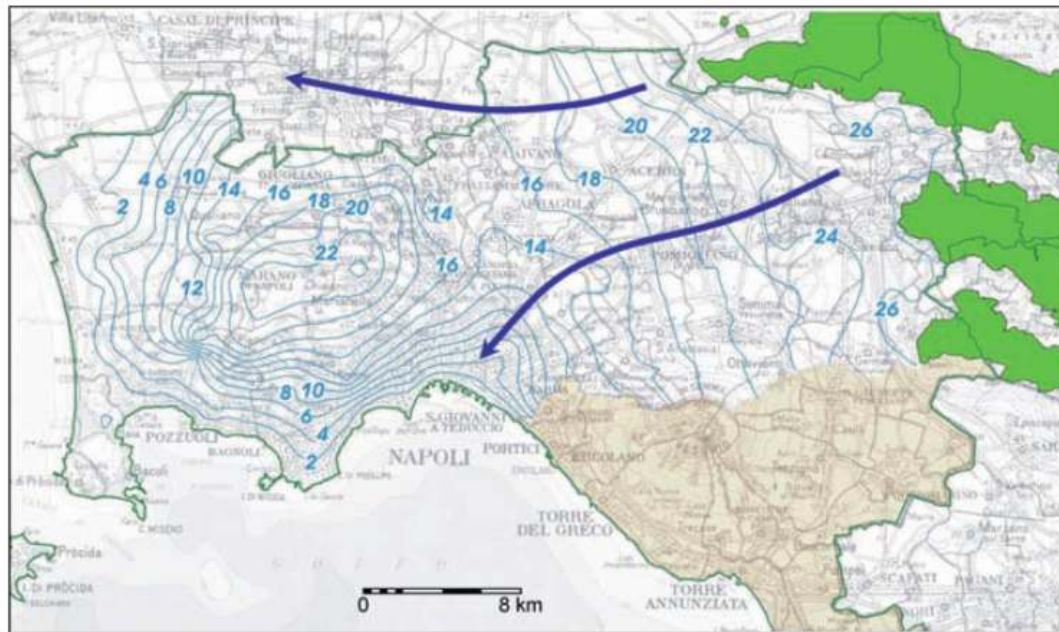


Fig. 18 – Piezometria del febbraio 2003 (valori in m s.l.m). (Amministrazione Provinciale di Napoli – Settore Ambiente , 2003). In verde sono indicati i massicci carbonatici.

Non vi è presenza di corsi d'acqua ed in considerazione dell'assetto morfologico e dei deflussi superficiali, nel momento di apporti pluviometrici, il carico idraulico si smaltisce sul sito in studio.

Di seguito si riporta uno stralcio della Carta Idrogeologica realizzata nel 2001 per lo studio geologico inerente la variante al PRG. Da tale studio si evince come erano presenti acqua di falda freatica presenti, nel territorio comunale a profondità comprese tra m. 36 e m. 5 rispettivamente da sud verso nord.

Vi è da aggiungere che per i terreni in falda alcune prove di emungimento effettuate in pozzi dell'area di piana hanno fornito valori dei coefficienti medi di permeabilità variabili tra $1,72 \times 10^{-4}$ e $2,36 \times 10^{-4}$ m/sec . Tali valori si collocano nell'ambito di un intervallo di valori medio bassi.

Come noto, negli anni, in modo diffuso in tutta l'area di piana si è riscontrato un esteso e sostanziale innalzamento della falda così come già evidenziato in precedenza.



Unità 3: Successione dei settori meridionali lungo le estreme pendici montane costituita da prodotti piroclastici in giacitura primaria e secondaria comprendenti facies da caduta dei prodotti vesuviani e flegrei, facies distali dei prodotti da surge e flusso piroclastico e diffuse facies subdistali da colata di fango e lahar del Somma - Vesuvio. Tali depositi ricoprono lave del Somma - Vesuvio.

Permeabilità media

ISOBATE DELLA FALDA FREATICA

18
18

Curve di uguale profondità della falda freatica con equidistanza di un metro.
Misure effettuate nel novembre 2001.



Punto di misura (pozzi idrici e verticali d'indagine geognostica)

Fig. 19 – Stralcio, fuori scala, della Carta idrogeologica da Variante PRG (2001)

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

5. ASPETTI SISMICI

Dal punto di vista sismico, il territorio in esame presenta un rischio derivante dalla sua posizione rispetto ai complessi vulcanici del Somma Vesuvio e subordinatamente dei Campi Flegrei, e principalmente da quelli che hanno epicentro nella catena appenninica che, ancora in fase di sollevamento, è caratterizzata dalla presenza di strutture sismogenetiche lungo le quali si distribuiscono i principali eventi sismici. La valutazione del Rischio Sismico viene normalmente valutata su due scale di grandezza diversa: La Macrozonazione, a scala regionale, individua le aree che possono essere soggette, in un dato intervallo di tempo, ad un terremoto di una certa intensità; la Microzonazione, all'interno della precedente, valuta le differenze di intensità massima dovute a differenti situazioni geologiche locali. Pertanto la Microzonazione sismica è volta ad individuare gli strumenti necessari a prevedere e mitigare (attraverso idonei criteri d'uso del territorio) gli effetti sismici in una zona di dimensioni urbane.

Il "Catalogo dei Forti Terremoti dal 461 A. C. Al 1990" compilato dall'Istituto Nazionale di Geofisica mette in evidenza una frequenza "media" di eventi sismici nell'area, aventi un'intensità massima del IX grado della Scala Mercalli risulta essere un valido riferimento per gli scopi in oggetto. Tra i terremoti di maggiore intensità e a carattere regionale si ricordano tra i più recenti quelli del 21 agosto 1962 (M=6,2 Irpinia), del 23 luglio 1930 (M=6,6 Irpinia- Basilicata) e del 23 novembre 1980 (M=6,9 Irpinia-Basilicata) mentre tra quelli storici ricordiamo quello del 16 dicembre 1857 (M=6,9 Basilicata), del 14/03/1702 (M=6,3 Benevento Irpinia), del 05/06/1688 (M=6,6 Sannio) ed il terremoto del 5 dicembre 1456 (M=7,1 Italia centro-meridionale).

Dalla consultazione del Database Macrosismico Italiano (2011) si evince che il territorio comunale di Castello di Cisterna è stato interessato da diversi eventi sismici. La sismicità storica è stata documentata a partire dal 1452 con il terremoto ubicato nell'area molisana di magnitudo momento (MW) pari a 6.62. Come si evince dalla tabella le aree epicentrali dei terremoti di interesse per Castello di Cisterna sono localizzate nell'Appennino meridionale nell'area compresa tra il Molise e l'Irpinia.

N°	Is	Data	Epicentro	Mw	Lon.	Lat.
1	7	1456/12/05	MOLISE	7.22	41.302	14.711
2	5	1905/03/14 19:16	BENEVENTANO	4.9	40.951	14.806
3	F	1910/06/07 02:04	Irpinia-Basilicata	5.73	40.898	15.421
4	7	1930/07/23 00:08:43	Irpinia	6.62	41.068	15.318
5	7	1980/11/23 18:34:52	Irpinia-Basilicata	6.89	40.842	15.283
6	4-5	1990/05/05 07:21:22	Potentino	5.8	40.649	15.881
7	3-4	1991/05/26 12:26:01	Potentino	5.11	40.689	15.821
8	4	1996/04/03 13:04:36	Irpinia	4.93	40.661	15.454
9	3-4	1997/03/19 23:10:50	Matese	4.55	41.336	14.705
10	4	2002/11/01 15:09:02	Subapp. Dauno	5.72	41.741	14.843
11	NF	2003/06/01 15:45:18	Molise	4.5	41.661	14.821
12	NF	2003/12/30 05:31:38	Monti dei Frentani	4.57	41.64	14.849
13	4-5	2005/05 21 19:55:19	Irpinia	4.4	40.991	14.515

Molti studi hanno sottolineato che la pericolosità sismica non dipende solo dal tipo di terremoto, dalla distanza tra l'epicentro e la località interessata, ma, soprattutto, dalle caratteristiche geologiche dell'area di interesse. Infatti, la geometria della struttura del sottosuolo, le variazioni dei tipi di terreni e delle sue proprietà con la profondità, le discontinuità laterali, e la superficie topografica sono all'origine delle larghe amplificazioni delle vibrazioni del terreno e sono stati correlati alla distribuzione del danno durante i terremoti distruttivi (Aki, 1993; Bard, 1994; Faccioli, 1991, 1996; Chavez - Garcia et alii, 1996).

Ne discende che ai fini della riduzione del rischio sismico, è importante riconoscere le aree in cui le oscillazioni del suolo sono più ampie e definire le frequenze con le quali esse tendono ad oscillare. L'azione esercitata localmente dagli strati più superficiali, che operano sia da filtro che d'amplificatore, costituisce quello che va sotto il nome d'Effetto di Sito. Riconoscere in dettaglio le aree caratterizzate in media da uguale Risposta di Sito, dovuta alle caratteristiche geologiche o alla topografia, è diventata una richiesta fondamentale negli studi geologici e geofisici relativi alle costruzioni. Anche la recente normativa sismica del territorio italiano (OPCM, n. 3274/2003; OPCM n. 3519 del 28/04/2006, D.M. 14 gennaio 2008 e D.M. 17 gennaio 2018), sottolinea l'importanza della conoscenza delle condizioni geologiche del sito per adeguare le tecniche di costruzione. Il territorio comunale di Castello di Cisterna (NA), interessato nell'arco della sua storia sismica da più eventi, risente fortemente dell'effetto di sismi generatisi in due delle zone sismogenetiche definite dalla Zonazione Sismogenetica ZS9 a cura di Meletti e Valensise (marzo 2004).

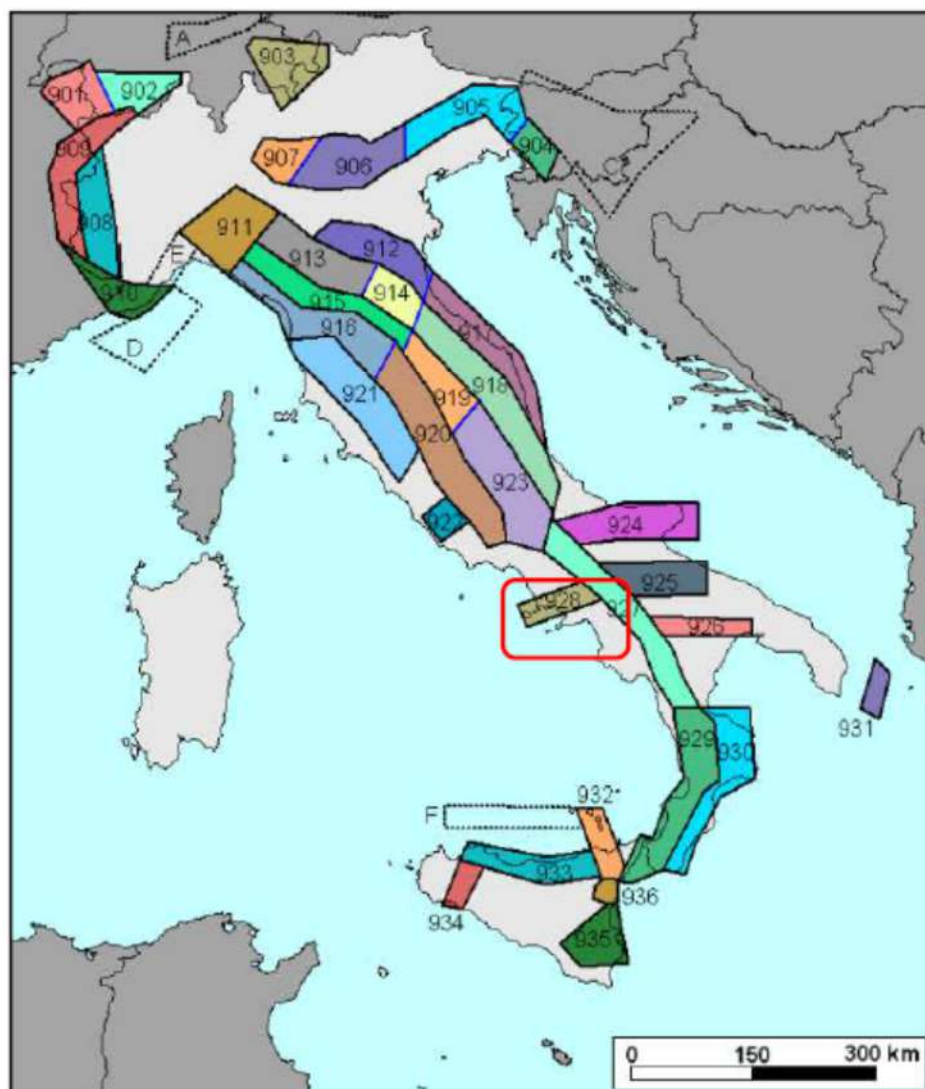


Fig. 20 - Zonazione sismogenetica ZS9

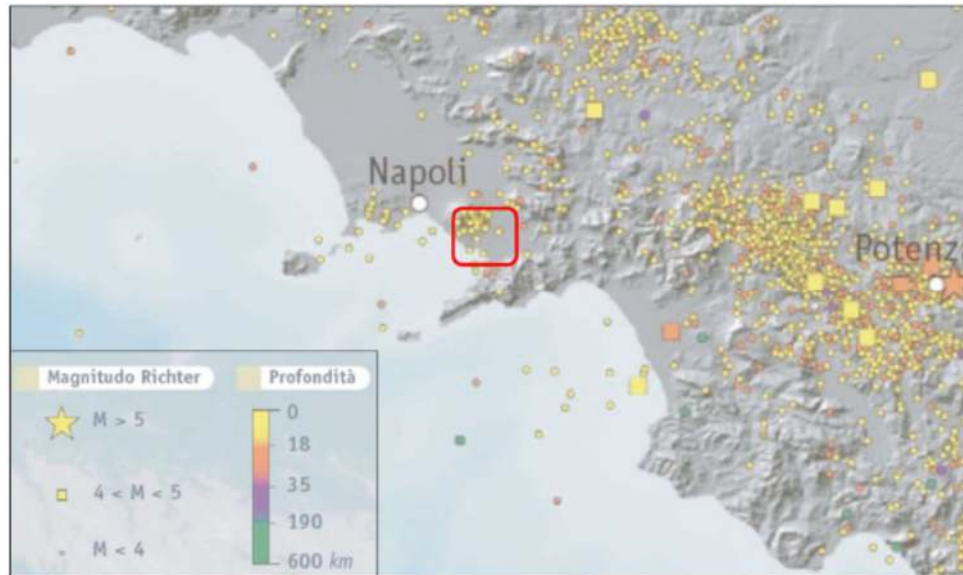


Fig. 21 - Ubicazione dei terremoti registrati nell'area in studio ultimi duemila anni (INGV)

Tali fasce sismogenetiche, per ordine di importanza sono 928: Vulcani vesuviani; 927: Appennino Campano – Lucano. Dunque il territorio comunale di Castello di Cisterna risulta interessato dagli effetti macrosismici di terremoti appenninici soprattutto di origine tettonica e, in misura subordinata, da eventi di origine vulcanica con epicentro nei vicini distretti del Vesuvio e dei campi Flegrei.

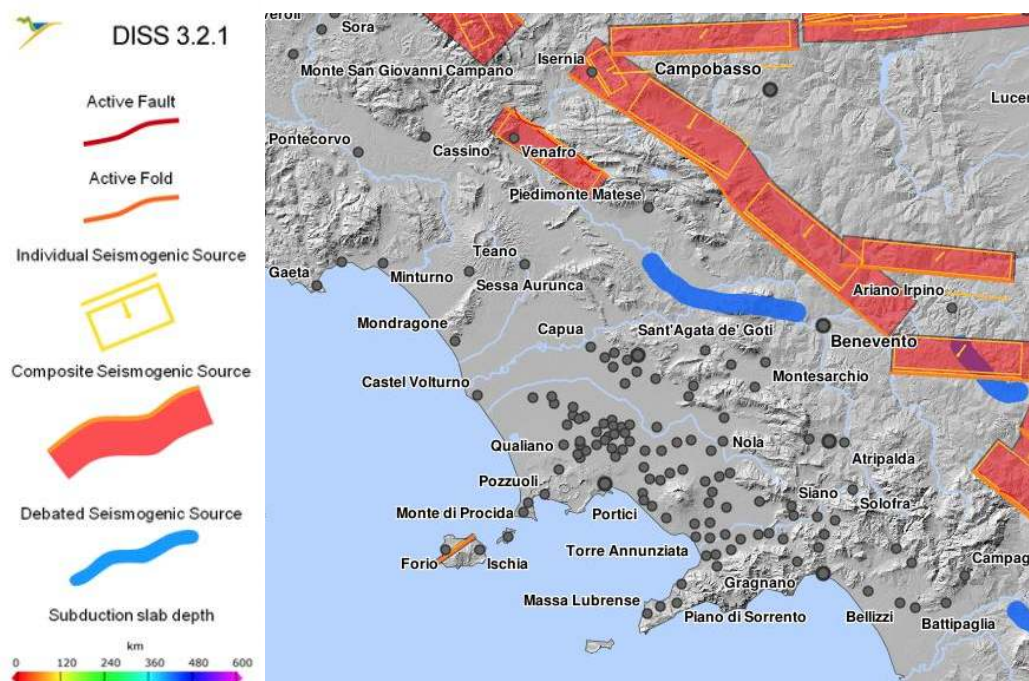


Fig. 22 - Stralcio carta faglie attive presenti nell'Appennino centrale
<https://diss.ingv.it/diss330/dissmap.html>

La classificazione sismica del territorio nazionale ha introdotto normative tecniche specifiche per le costruzioni di edifici, ponti ed altre opere in aree geografiche caratterizzate dal medesimo rischio sismico, essa è indicata nell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003 (Gazzetta Ufficiale n. 105 dell'8 maggio 2003), aggiornata con la Delibera della Giunta Regionale della Campania n.5447 del 7/11/2002.

Secondo tale classificazione il territorio del Comune di Castello di Cisterna (ha un'appartenenza ad una Zona Sismica 2 (=Zona con pericolosità sismica intermedia, nei comuni inseriti in questa zona possono verificarsi terremoti abbastanza forti) con una Accelerazione con probabilità di superamento del 10% in 50 anni $0,15 \leq a_g < 0,25g$ (OPCM 3519/2006).

Considerando la mappa del territorio nazionale per la pericolosità sismica derivante dal progetto S1 dell'INGV, disponibile on-line sul sito dell'INGV, si indica che il territorio comunale di Castello di Cisterna (NA) rientra nelle celle contraddistinte da valori di a_g di riferimento compresi tra 0.125g e 0.175g (punti della griglia riferiti a: parametro dello scuotimento a_g ; probabilità in 50 anni 10%; percentile 50).

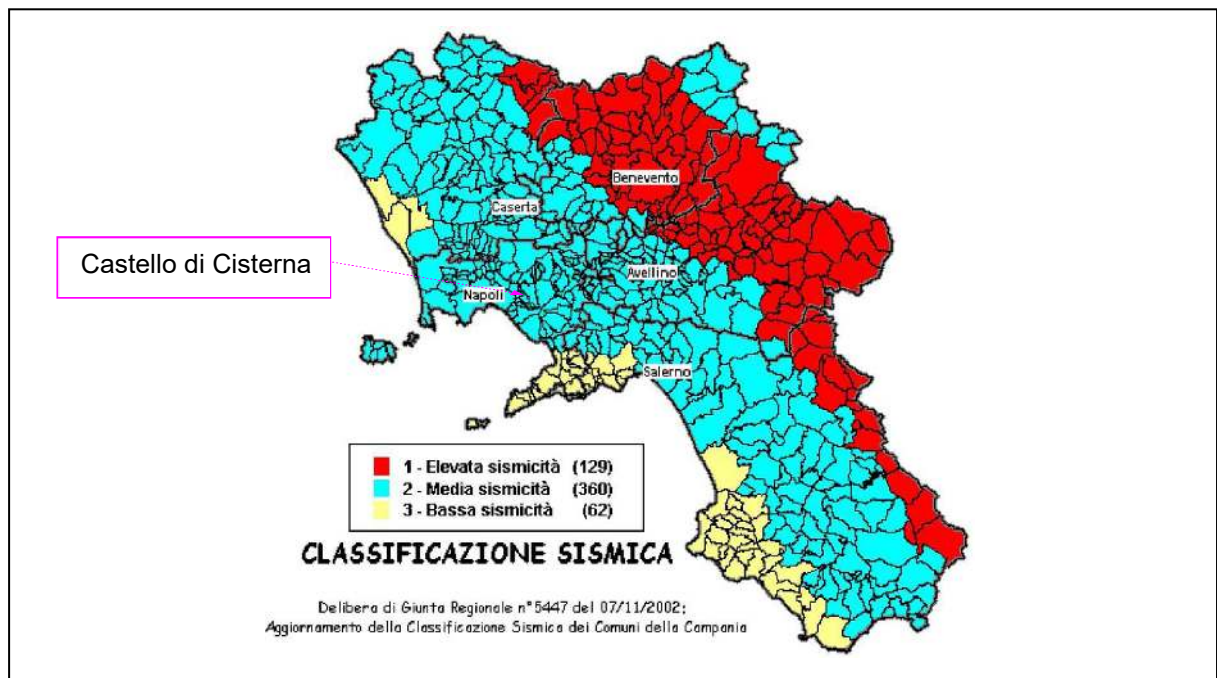


Fig. 23 – Classificazione sismica dei comuni della Regione Campania.
Zona1, valore diag=0.35g–Zona 2, valore diag= 0.25g–Zona3, valore di a_g = 0.15g (2002)

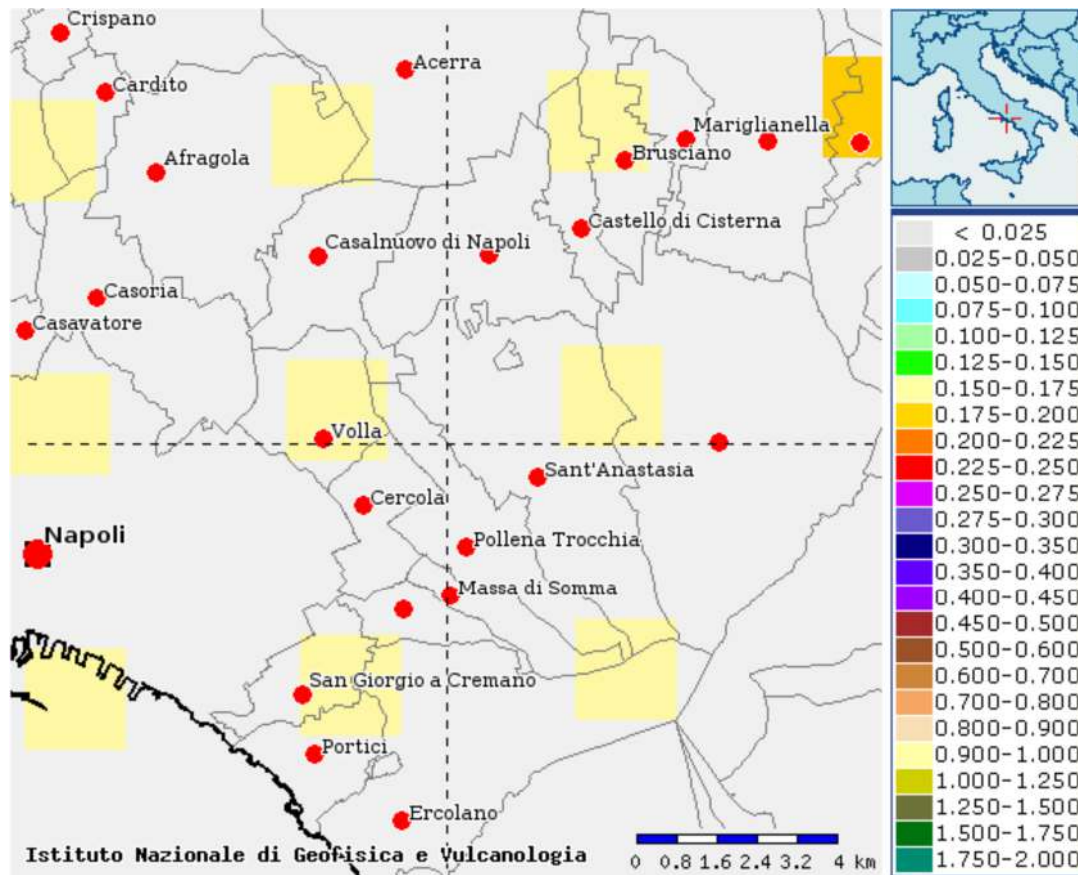


Fig. 24 – Pericolosità sismica

Nella figura precedente, redatta dall'INGV di Milano secondo le Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14 gennaio 2008) si può osservare che il territorio del comune di Pomigliano D'Arco rientra in un'area contraddistinta da valori di a_g di riferimento compresi tra 0,150 e 0,175 (con punti della griglia riferiti a: parametro dello scuotimento a_g ; probabilità in 50 anni 10%; percentile 50). Tale cartografia è disponibile on-line sul sito dell'INGV all'indirizzo <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>. Inoltre per la classificazione sismica del sito è necessario conoscere le caratteristiche stratigrafiche del sottosuolo dell'area indagata. In particolare devono essere noti:

- Il numero e lo spessore degli strati di copertura, cioè dei livelli sovrastanti il bedrock o se assente il bedrock-like un livello con $V_s > 700$ m/s.
- La velocità delle onde S negli strati di copertura.

VALUTAZIONE DELLA SUSCETTIBILITA' ALLA LIQUEFAZIONE

Con il termine di liquefazione si intende riferirsi alla perdita di resistenza dei terreni saturi sotto sollecitazioni statiche o dinamiche, in conseguenza delle quali il terreno raggiunge una condizione di fluidità pari a quella delle masse viscose.

Ciò avviene solitamente nei depositi di sabbie sciolte fin quando sotto l'azione di carichi applicati o di forze idrodinamiche, la pressione dell'acqua nei pori aumenta progressivamente fino ad uguagliare la pressione totale di confinamento, cioè quando gli sforzi efficaci, da cui dipende la resistenza al taglio, si riducono a zero.

I terreni suscettibili alla liquefazioni sono quelli la cui resistenza alla deformazione è mobilitata per attrito tra le particelle, quindi i terreni incoerenti.

Quindi i fenomeni di liquefazione sono da riferire ai terreni granulari in condizioni sature sottoposti a sforzi di taglio tali da azzerare la resistenza di attrito tra le particelle.

In merito a quest'ultima è da sottolineare come l'OPCM 3274/2003 prescrive di effettuare analisi di suscettibilità dove la soggiacenza della falda è inferiore ai 15 metri di profondità. Nel territorio comunale in oggetto tale condizione è mai verificata come chiaramente evidenziato nella cartografia idrogeologica allegata.

Quindi in aderenza con quanto espresso dall'OPCM 3274/2003 tutto il territorio non deve essere soggetto a considerazioni circa il potenziale di liquefazione dei terreni.

Comunque a favore di sicurezza è stata effettuata preliminarmente un'analisi della sismicità dell'area dalla quale emerge come il territorio comunale di Castello di Cisterna non è interessato direttamente da direttrici neotettoniche sismogenetiche, quindi la sismicità del territorio comunale è di tipo indotta e non diretta, ossia attribuibile principalmente ai massimi terremoti attesi in area appenninica sismi di elevata intensità e in secondo luogo a quelli di origine del Vesuvio, che comunque presentano caratteristiche di magnitudo (vedi capitolo relativo alla sismicità dell'area) estremamente inferiori di quelli appenninici essendo attribuibili ad origini vulcaniche non tettoniche.

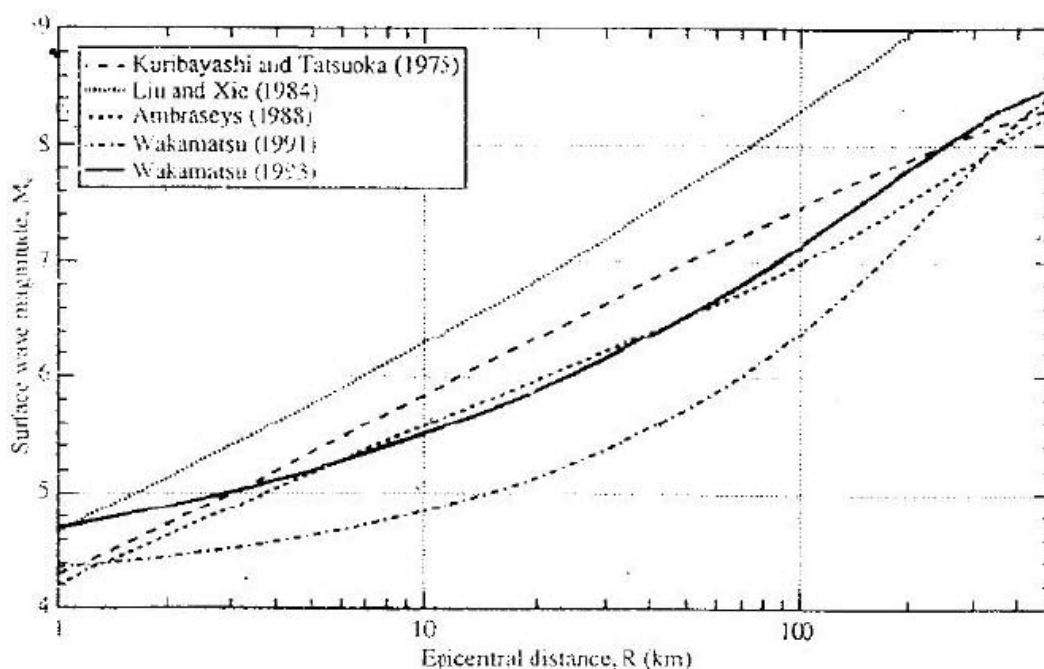


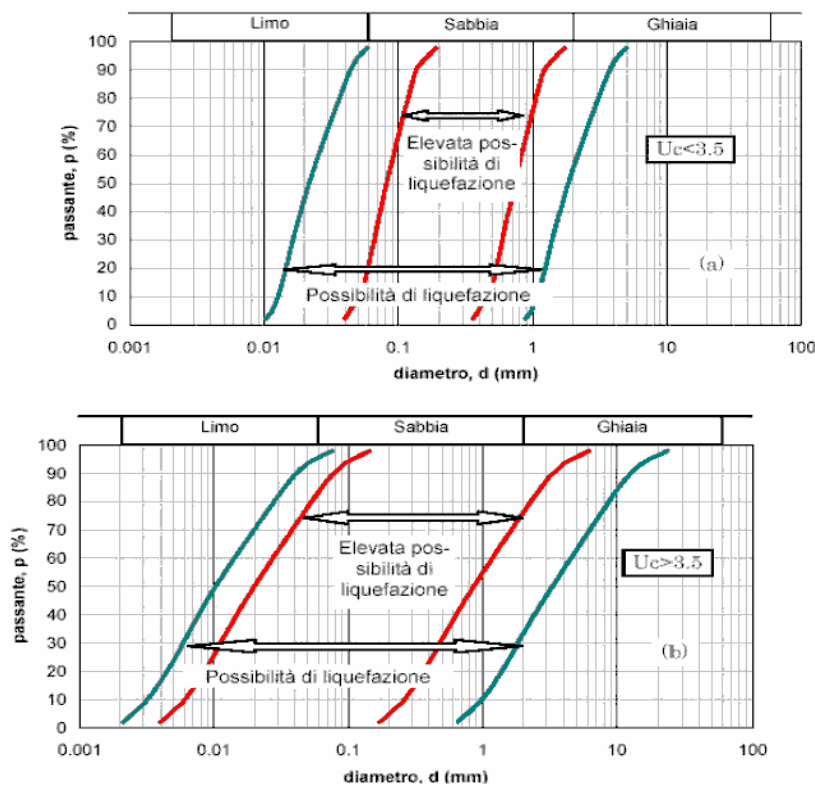
Fig. 25 - Relazione empirica tra magnitudo delle onde superficiali e massima distanza epicentrale entro la quale si sono verificati fenomeni di liquefazione

Uno dei metodi di primo livello utilizzati per la determinazione della liquefacibilità dei terreni utilizza relazioni empiriche tra magnitudo oppure intensità macrosismica e distanza epicentrale dal terremoto di progetto.

Kuribayashi e Tatsuoka (1975) e Wakamatsu (1991) hanno proposto relazioni empiriche tra la massima distanza epicentrale ove si è osservata liquefazione e l'intensità macrosismica. Da tali studi è emerso che la liquefazione si è verificata sistematicamente in depositi molto recenti e quando il moto sismico ha avuto un'intensità superiore all'VIII grado della scala Mercalli Modificata. Prendendo a riferimento il terremoto del 1456 il più grande

che abbia interessato l'appennino meridionale in tempi storici, e quello dell'irpinia 1980, l'area di studio risulta esterna all'isosista dell'ottavo grado quindi in prima analisi è possibile attribuire all'area in oggetto una bassissima probabilità di occorrenza di fenomeni di liquefazione.

Ciò nonostante è stata comunque effettuata una analisi della liquefacibilità dei terreni che considera i risultati dei rilievi geologici geomorfologico di superficie in scala di dettaglio comunale (tabella successiva) integrati con i risultati delle analisi di laboratorio effettuate, in passato, su campioni indisturbati prelevati, in particolare in funzione della distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 26 nel caso di materiale con un coefficiente di uniformità $U_c < 3.5$ ed in Figura 27 per coefficienti di uniformità $U_c > 3.5$.



Figg. 26 e 27 - Possibilità di liquefazione e granulometrie

Come noto un sito presso il quale è ubicato un manufatto deve essere stabile nei confronti della liquefazione, intendendo con tale termine quei fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o ad accumulo di deformazioni plastiche in terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, sollecitati da azioni cicliche e dinamiche che agiscono in condizioni non drenate

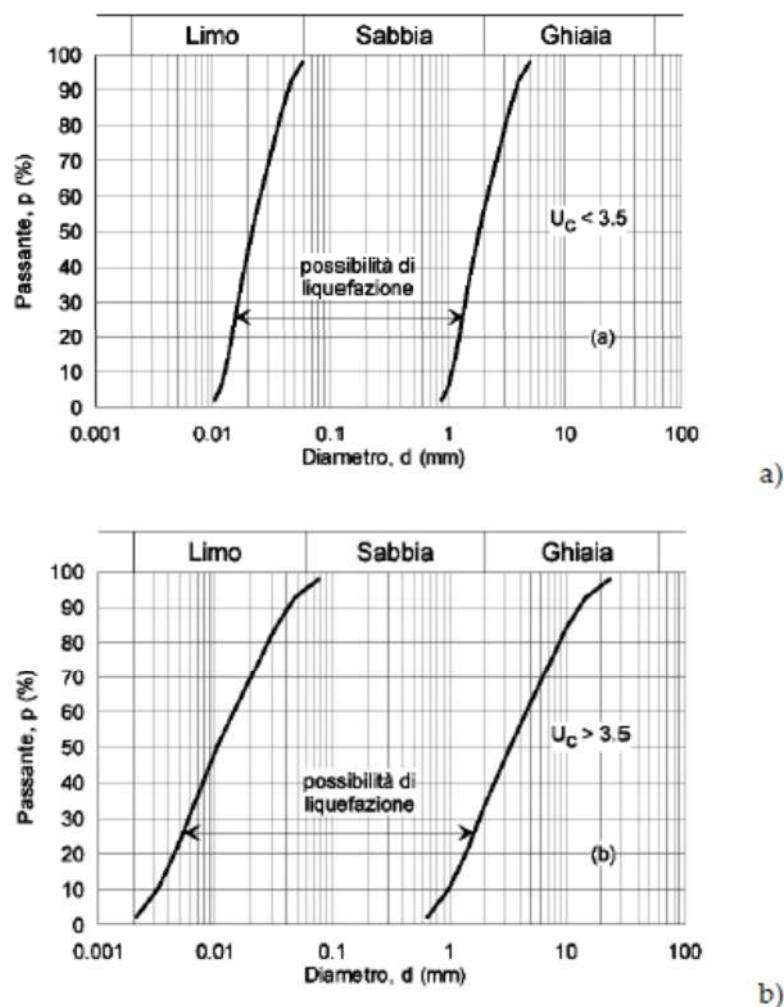
La normativa attuale prevede che la verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di $0,1g$;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $qc_{1N} > 180$ dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove

penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e q_{c1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;

4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Fig. 28 nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ e in Fig. 29 nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

Quando la condizione 1 non risulti soddisfatta, le indagini geotecniche devono essere finalizzate almeno alla determinazione dei parametri necessari per la verifica delle condizioni 2, 3 e 4.



Figg. 28 e 29 Possibilità di liquefazione e granulometrie (NTC)

Da tale analisi scaturisce che dal punto di vista dei terreni affioranti e di quelli attraversati lungo le verticali investigate nei primi metri (in quelli profondi il carico litostatico impedisce fenomeni di liquefazione) è possibile escludere suscettibilità alla liquefazione.

6. INDAGINI

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

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

1. Ricerca bibliografica: in questa fase, al fine di avere un quadro geologico-geomorfologico, geotecnico, ecc conoscitivo generale dell'intero territorio comunale, si sono consultate:
 - a. Foglio 183-184 – Ischia-Napoli della Carta Geologica d'Italia Scala 1:100.000;
 - b. Documentazione relativa agli studi geologici realizzati in passato per dare seguito agli strumenti di pianificazione territoriale a scala comunale;
2. Sopralluogo preliminare: attraverso di esso, si sono valutate le condizioni geologiche e morfologiche utili per il posizionamento delle indagini in sito;
3. Rilevamento geologico dell'area;
4. Indagini dirette in sito:

Al fine di redigere la presente relazione sono stati utilizzati, altresì, i dati relativi, che si riportano parzialmente in allegato, alle indagini effettuate in passato a vario titolo nel sito in oggetto o nell'ambito delle immediate vicinanze del sito in esame.

Precisamente ci venivano fornite le indagini (sondaggi a c.c., S.P.T., analisi e prove di laboratorio, prove penetrometriche statiche, indagini sismiche) realizzate per dar seguito ai seguenti strumenti di pianificazione territoriale:

1. Studio geologico annesso alla Variante del PRG (2001) ;
2. Studio geologico annesso al PUC (2015).

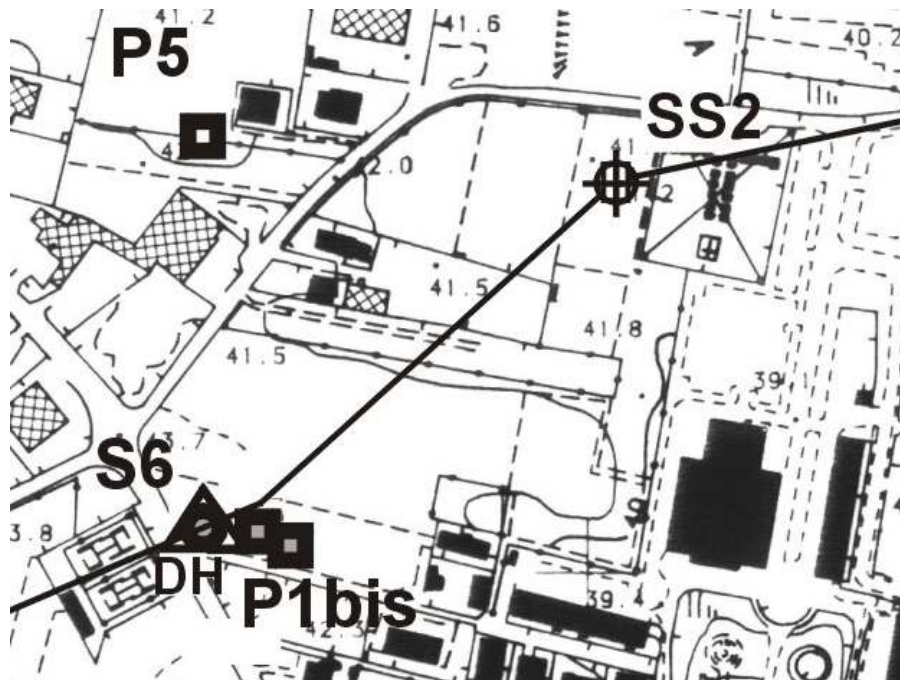
Si evidenzia, comunque, come vi sarà bisogno nel prosieguo della progettazione in itinere all'esecuzione di una campagna d'indagini consistente, almeno, in: prove sismiche tipo MASW; prove sismiche tipo HVSR; prove penetrometriche dinamiche pesanti (spinte sino alla quota di rigetto dell'attrezzatura); Prove di permeabilità in sito; Indagini (in sito e in laboratorio) per la ricerca di acque sotterranee ivi comprese prove di emungimento.

I risultati delle indagini qui riportate, di cui si è tenuto conto, sono di seguito elencati :

- a) colonna stratigrafica S1 (nel testo) (2015); (ubicazione Fig. 31);
- b) risultati e grafici prova penetrometrica P6 (nel testo) (2015); (ubicazione Fig. 31);
- c) n.1 indagine sismica down-hole (nel testo) (2015); (ubicazione Fig. 31);
- d) colonna stratigrafica S6 (nel testo) (2001); (ubicazione Fig. 30);

Di seguito si riporta la planimetria dell' area in studio, fornita dalla committenza, con ubicazione delle indagini eseguite.

Di seguito si riporta la planimetria dell' area in studio, fornita dalla committenza, con ubicazione delle indagini indicate in elenco.



- | | | | |
|--------|--|----------|--------------------------------|
| ● S 1 | Sondaggio a carotaggio continuo | | |
| ● S 3 | Sondaggio a carotaggio continuo (1990) | ▲
DII | Prova sismica down-hole (1990) |
| ■ P 11 | Prova penetrometrica statica | | |
| ■ P 4 | Prova penetrometrica statica (1990) | ⊕ SS 2 | Sezione stratigrafica |

Fig. 30 – Planimetria, fuori scala, dell' area in studio con ubicazione delle indagini variante PRG (2001)

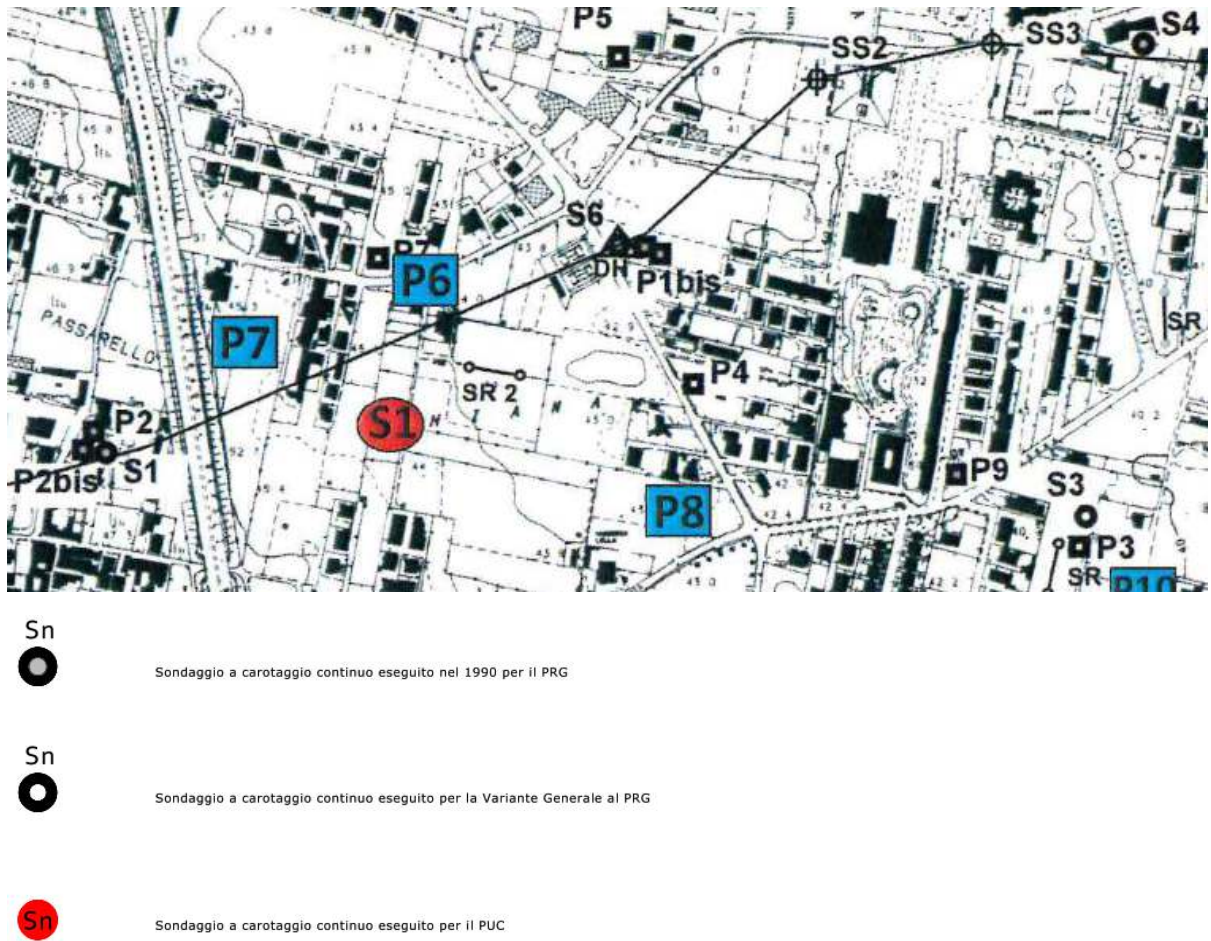


Fig. 31 – Planimetria, fuori scala, dell' area in studio con ubicazione delle indagini da PUC (2015)

7. PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE PESANTI

Sono state eseguite per lo studio geologico inerente il PUC 2015, diverse prove penetrometriche dinamiche pesanti (DPSH) utilizzando un penetrometro statico dinamico TG63 EMLC della PAGANI.

La prova consiste nell'infissione di un'asta (di lunghezza di cm. 100 e peso per metro di kg. 6,31) con all'estremità una punta conica (angolo apertura punta $\alpha = 90^\circ$ e area $A = \text{cm}^2 20,43$ D diam. Punta= mm 51,00) tramite i colpi di un maglio battente a caduta libera (del peso di kg. 63,5 che cade da un'altezza di cm. 75) contando i colpi necessari all' infissione di cm. 30 di asta.

Le prove penetrometriche dinamiche sono state spinte sino alla quota di rigetto dell'attrezzatura e nel caso di quella al momento più prossima all'area oggetto della progettazione è risultata essere a quota di m. 6,40 di profondità dal piano campagna attuale; i dati relativi sono riportati di seguito sia in tabella sia nei grafici.

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

I dati ottenuti dall'esecuzione delle prove sono stati elaborati e restituiti in forma grafica per una migliore lettura ed interpretazione, con la possibilità di risalire, anche se in via empirica, alla natura dei terreni attraversati e di correlare i valori delle resistenze ottenuti con i valori dei principali parametri geomeccanici.

Scopo delle prove è quello di fornire dati utili alla caratterizzazione dei terreni di copertura, con la possibilità di fornire (a seconda dei litotipi intercettati) valori correlabili di D_r , ϕ , E_{ed} , C_u , W , ecc; di correlare tra loro i terreni esistenti.

La lettura dei dati desunti dalle prove penetrometriche in oggetto, che come detto fa parte di una più ampia campagna di indagini, conferma in generale quanto si è evidenziato dai rilevamenti eseguiti in connessione ai terreni rinvenuti.

Dai dati desunti da tali prove, in accordo con le altre indagini di cui al momento si è in possesso, vediamo come la maggior parte abbiano evidenziato la presenza delle alternanze dovute ai litotipi presenti nell'area ed ampiamente descritti nell'inquadramento geologico.

La variabilità nel rinvenimento dei terreni in questione è dovuta essenzialmente alle specifiche modalità deposizionali dei litotipi ed ai successivi, tipici, processi di erosione e risedimentazione subiti dai terreni in questione.

Per le correlazioni menzionate nel presente capitolo e per gli approfondimenti specifici si rimanda ai grafici ed alle tabelle menzionate.

Per quanto riguarda le quote e le profondità si fa riferimento al piano campagna rinvenuto al momento dello svolgimento della prova e così come si è evinto dalla cartografia fornita dalla committenza.

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.6
Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Lat. 40.906684°
Long. 14.410947°

Committente: Comune di Castello di Cisterna
Cantiere:
Località: Castello di Cisterna

Data: 12/12/2013

Scala 1:30

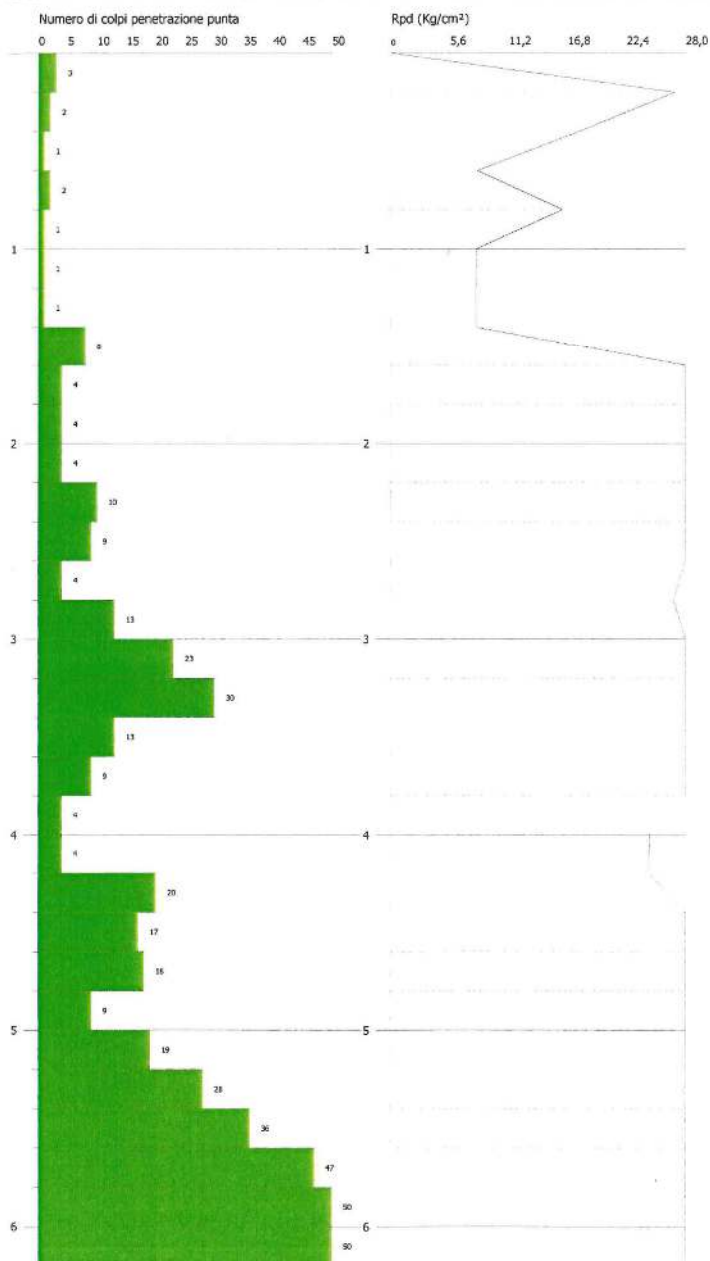


Fig. 32 – Risultati prova DPSH 6 realizzata per lo studio geologico inerente il PUC (2015)

8. SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO

Il sondaggio è stato eseguito, per la redazione dello studio geologico del PUC 2015, utilizzando la tecnica del carotaggio continuo servendosi di una sonda con l'impiego di un carotiere da 101 mm. di diametro.

Per quanto riguarda la realizzazione del sondaggio a carotaggio continuo si è tenuto conto del sondaggio riportato nella figura successiva spinto alla profondità di m. 30,00 dal p.c. attuale .

Le carote relative al sondaggio, eseguito nell'ambito dello studio geologico per la redazione del PUC (2015), sono state raccolte nelle apposite cassette catalogatrici e consegnate al committente.

Considerando il sondaggio più prossimo alla area oggetto della progettazione e cioè precisamente a quello denominato S1, rimandando per i dettagli alla stratigrafia riportata di seguito, dal piano campagna attuale rinveniamo un'alternanza di litotipi che avendo avuto fasi di deposizione, trasporto e risedimentazione susseguite nel corso dei tempi (vedi inquadramento geologico) risultano avere una certa variabilità deposizionale sia in senso verticale che orizzontale con conseguente variabilità per quanto attiene la potenza dei litotipi rinvenuti.

In termini generali il sondaggio ha confermato come questa porzione di territorio comunale esaminato sia caratterizzato essenzialmente da una successione di prodotti piroclastici incoerenti in giacitura sia primaria che secondaria i quali si presentano in forma interdigitale con a letto il rinvenimento della lava tefritico leucitica .

La successione piroclastica si presenta in alternanza di ceneri (da sabbiose-ghiaiose a sabbiose-limose), livelli di lapilli pomicei e lapidei con a luoghi presenza di brandelli lavici, e livelli di cenere humificata, a luoghi paleosuoli come detto variamente intercalati.

Durante l'esecuzione del sondaggio non è stata evidenziata la presenza della falda acquifera.

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

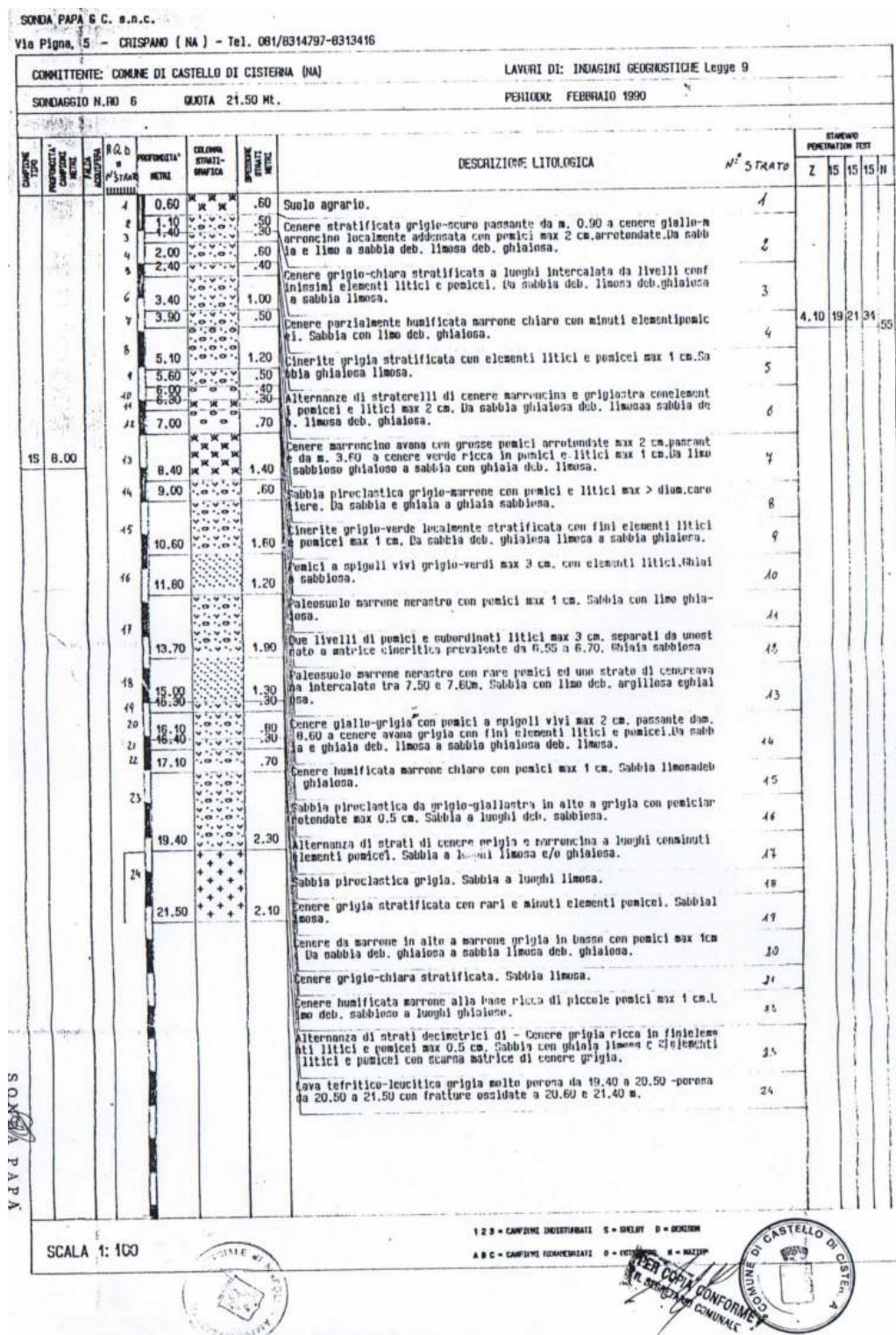


Fig. 33 – Colonna stratigrafica da sondaggio S6 realizzato(nell'area oggetto della presente progettazione) per lo studio geologico variante PRG (2001)

Geologo Giuseppe Doronzo

Via Canale, 34 — 80069 Vico Equense (NA)

Pagina 40 di 70

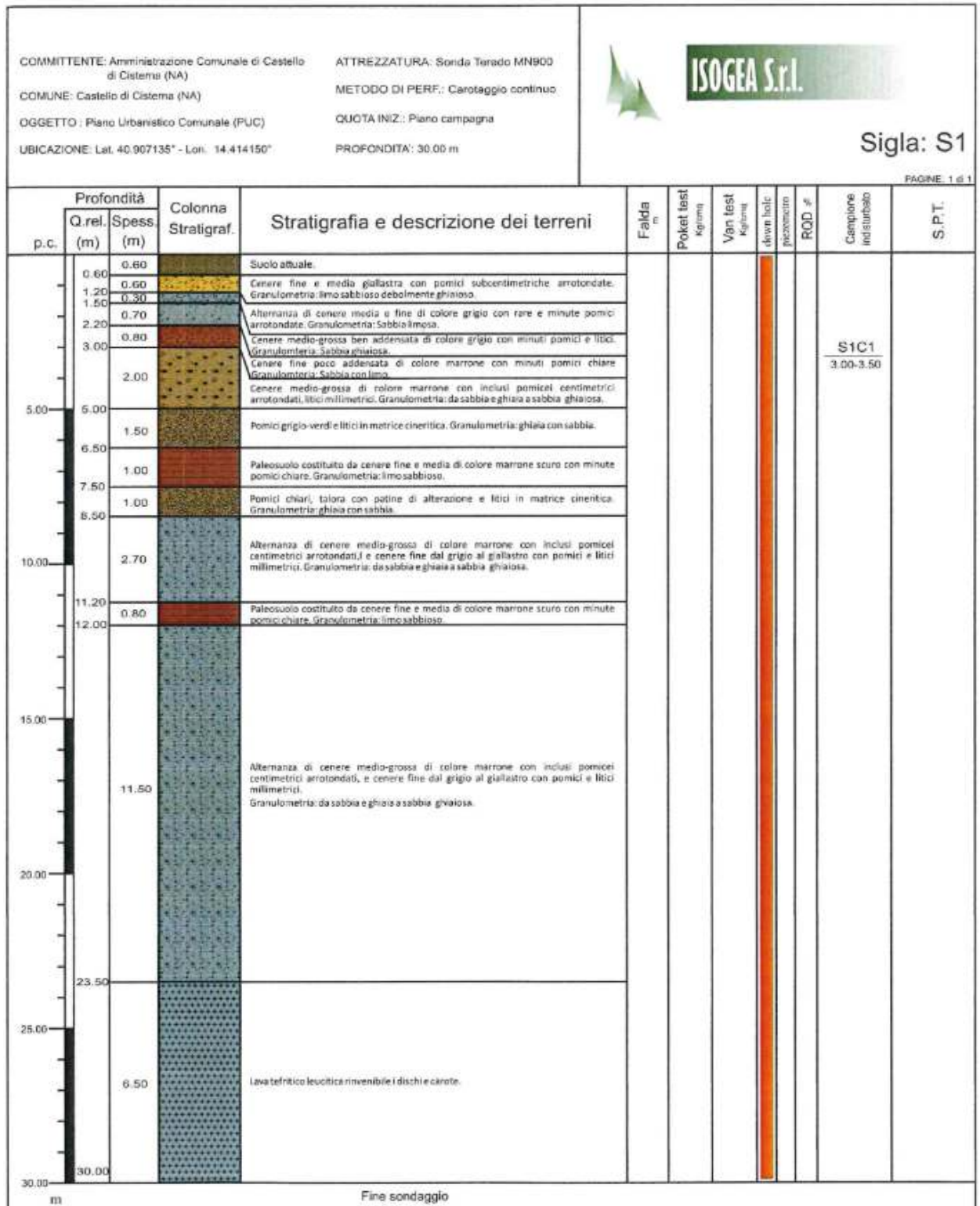


Fig. 34 – Colonna stratigrafica da sondaggio S1 realizzato per lo studio geologico del PUC (2015)

9. STRATIGRAFIA - MODELLO GEOLOGICO-GEOTECNICO

Per la valutazione delle caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni interessati sono stati utilizzati sia i dati ricavati da esperienze maturate in zona dallo scrivente sia quelli dedotti dalle prove effettuate che hanno permesso di fornire le considerazioni presentate di seguito. La lettura dei dati desunti dalle prove sin ora menzionate confermano in generale quanto già di conoscenza della scrivente per esperienze personali.

In generale nel territorio comunale si rinvencono alternati e/o interdigitati prodotti, sia di deposizione primaria che secondaria, dei Campi Flegrei e del Somma -Vesuvio nonché, nella parte settentrionale del territorio comunale, sedimenti di facies palustre e lacustre con terre nere, torbifere, ricche talvolta di molluschi dolcicoli. Anche con la descritta variabilità possiamo individuare almeno tre livelli guida: la cinerite addensata presente nei primi 5 metri di profondità, la tefrite leucitica (a tetto scoriacea e fratturata) presente nel settore centro-meridionale, che i sondaggi carotaggio continuo annessi al PUC 2015 evidenziano tra i 2 e i 30 metri di profondità dal p.c. attuale e l'ignimbrite Campana (Tufo Grigio Campano) presente in gran parte del territorio comunale a profondità dal p.c. attuale comprese tra 12 e 28 metri avente consistenza generalmente ma anche a luoghi con porzioni non o scarsamente litificate.

La porzione più superficiale, che risulta essere di norma un buonissimo piano fondale, come detto è rappresentata dalla cinerite addensata (rinvenibile per i $\frac{3}{4}$ del territorio comunale a profondità variabili tra m. 1,5 e m. 5,0) che risulta essere cenere pisolitica molto compatta con a letto, intervallato da un paleosuolo di pochi centimetri, uno strato di pomici e lapilli con potenza da 0,5 a 1,0 m.

Per i terreni riscontrati in sito, si fornisce la seguente modellazione geologica e geotecnica, utilizzando la prova DPSH 6 considerata a favore di sicurezza.

Correlazione con Nspt

Poiché la prova penetrometrica standard (SPT) rappresenta, ad oggi, uno dei mezzi più diffusi ed economici per ricavare informazioni dal sottosuolo, la maggior parte delle correlazioni esistenti riguardano i valori del numero di colpi Nspt ottenuto con la suddetta prova, pertanto si presenta la necessità di rapportare il numero di colpi di una prova dinamica con Nspt.

Il passaggio viene dato da:

$$NSPT = \beta_t \cdot N$$

Dove:

$$\beta_t = \frac{Q}{Q_{SPT}}$$

in cui Q è l'energia specifica per colpo e Qspt è quella riferita alla prova SPT.

L'energia specifica per colpo viene calcolata come segue:

$$Q = \frac{M^2 \cdot H}{A \cdot \delta \cdot (M + M')}$$

in cui

M peso massa battente.

M' peso aste.

H altezza di caduta.

A area base punta conica.

d passo di avanzamento.

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd

Formula Olandesi

$$Rpd = \frac{M^2 \cdot H}{[A \cdot e \cdot (M + P)]} = \frac{M^2 \cdot H \cdot N}{[A \cdot \delta \cdot (M + P)]}$$

Rpd resistenza dinamica punta (area A).
e infissione media per colpo (d/N).
M peso massa battente (altezza caduta H).
P peso totale aste e sistema battuta.

Calcolo di $(N_1)_{60}$

$(N_1)_{60}$ è il numero di colpi normalizzato definito come segue:

$$(N_1)_{60} = CN \cdot N_{60} \text{ con } CN = \sqrt{(Pa^n \sigma_{vo})} \quad CN < 1.7 \quad Pa = 101.32 \text{ kPa} \quad (Liao \text{ e } Whitman \ 1986)$$

$$N_{60} = N_{SPT} \cdot (ER/60) \cdot C_s \cdot C_r \cdot C_d$$

ER/60 rendimento del sistema di infissione normalizzato al 60%.
 C_s parametro funzione della controcamicia (1.2 se assente).
 C_d funzione del diametro del foro (1 se compreso tra 65-115mm).
 C_r parametro di correzione funzione della lunghezza delle aste.

Metodologia di Elaborazione.

Le elaborazioni sono state effettuate mediante un programma di calcolo automatico Dynamic Probing della *GeoStru Software*.

Il programma calcola il rapporto delle energie trasmesse (coefficiente di correlazione con SPT) tramite le elaborazioni proposte da Pasqualini (1983) - Meyerhof (1956) - Desai (1968) - Borowczyk-Frankowsky (1981).

Permette inoltre di utilizzare i dati ottenuti dall'effettuazione di prove penetrometriche per estrapolare utili informazioni geotecniche e geologiche.

Una vasta esperienza acquisita, unitamente ad una buona interpretazione e correlazione, permettono spesso di ottenere dati utili alla progettazione e frequentemente dati maggiormente attendibili di tanti dati bibliografici sulle litologie e di dati geotecnici determinati sulle verticali litologiche da poche prove di laboratorio eseguite come rappresentazione generale di una verticale eterogenea disuniforme e/o complessa.

In particolare consente di ottenere informazioni su:

- l'andamento verticale e orizzontale degli intervalli stratigrafici,
- la caratterizzazione litologica delle unità stratigrafiche,
- i parametri geotecnici suggeriti da vari autori in funzione dei valori del numero dei colpi e della resistenza alla punta.

Valutazioni statistiche e correlazioni

Elaborazione Statistica

Permette l'elaborazione statistica dei dati numerici di Dynamic Probing, utilizzando nel calcolo dei valori rappresentativi dello strato considerato un valore inferiore o maggiore della media aritmetica dello strato (dato comunque maggiormente utilizzato); i valori possibili in immissione sono :

Media

Media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media minima

Valore statistico inferiore alla media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Massimo

Valore massimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Minimo

Valore minimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Scarto quadratico medio

Valore statistico di scarto dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media deviata

Valore statistico di media deviata dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media (+ s)

Media + scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media (- s)

Media - scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Distribuzione normale R.C.

Il valore di $N_{spt,k}$ viene calcolato sulla base di una distribuzione normale o gaussiana, fissata una probabilità di non superamento del 5%, secondo la seguente relazione:

$$N_{spt,k} = N_{spt,medio} - 1.645 \cdot (\sigma_{N_{spt}})$$

dove $\sigma_{N_{spt}}$ è la deviazione standard di N_{spt}

Distribuzione normale R.N.C.

Il valore di $N_{spt,k}$ viene calcolato sulla base di una distribuzione normale o gaussiana, fissata una probabilità di non superamento del 5%, trattando i valori medi di N_{spt} distribuiti normalmente:

$$N_{spt,k} = N_{spt,medio} - 1.645 \cdot (\sigma_{N_{spt}}) / \sqrt{n}$$

dove n è il numero di letture.

Pressione ammissibile

Pressione ammissibile specifica sull'interstrato (con effetto di riduzione energia per svergolamento aste o no) calcolata secondo le note elaborazioni proposte da Herminier, applicando un coefficiente di sicurezza (generalmente = 20-22) che corrisponde ad un coefficiente di sicurezza standard delle fondazioni pari a 4, con una geometria fondale standard di larghezza pari a 1 m ed immersione $d = 1$ m.

Correlazioni geotecniche terreni incoerenti

Liquefazione

Permette di calcolare utilizzando dati N_{spt} potenziale di liquefazione dei suoli (prevalentemente sabbiosi).

Attraverso la relazione di *SHI-MING (1982)*, applicabile a terreni sabbiosi, la liquefazione risulta possibile solamente se N_{spt} dello strato considerato risulta inferiore a N_{spt} critico calcolato con l'elaborazione di *SHI-MING*.

Correzione N_{spt} in presenza di falda

$$N_{spt\ corretto} = 15 + 0.5 \cdot (N_{spt} - 15)$$

N_{spt} è il valore medio nello strato

La correzione viene applicata in presenza di falda solo se il numero di colpi è maggiore di 15 (la correzione viene eseguita se tutto lo strato è in falda).

Angolo di Attrito

- Meyerhof (1965) - Correlazione valida per terreni per sabbie con % di limo < 5% a profondità < 5 m con (%) di limo > 5% a profondità < 3 m.

Densità relativa (%)

- Meyerhof (1957).

Modulo Di Young (E_y)

- Schultze-Menzenbach , correlazione valida per vari tipi litologici.

Modulo Edometrico

- Farrent (1963) valida per sabbie, talora anche per sabbie con ghiaia (da modifica sperimentale di dati).

Stato di consistenza

- Classificazione A.G.I. 1977

Peso di Volume

- Meyerhof ed altri, valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

Peso di volume saturo

- Terzaghi-Peck (1948-1967)

Modulo di poisson

- Classificazione A.G.I.

Potenziale di liquefazione (Stress Ratio)

- Seed-Idriss (1978-1981) . Tale correlazione è valida solamente per sabbie, ghiaie e limi sabbiosi, rappresenta il rapporto tra lo sforzo dinamico medio t e la tensione verticale di consolidazione per la valutazione del potenziale di liquefazione delle sabbie e terreni sabbio-ghiaiosi attraverso grafici degli autori.

Velocità onde di taglio V_s (m/s)

- Tale correlazione è valida solamente per terreni incoerenti sabbiosi e ghiaiosi.

Modulo di deformazione di taglio G

- Robertson e Campanella (1983) e Imai&Tonouchi (1982) elaborazione valida soprattutto per sabbie e per tensioni litostatiche comprese tra 0,5 - 4,0 kg/cmq.

Modulo di reazione K_0

- Navfac (1971-1982) - elaborazione valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

Resistenza alla punta del Penetrometro Statico Q_c

- Robertson (1983) - Q_c

PROVA ... Nr.6

Strumento utilizzato...DPSH TG 63-200 PAGANI

Prova eseguita in data 12/12/2013

Profondita' prova 6,20 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0,20	3	0,855	26,94	31,52	1,35	1,58
0,40	2	0,851	17,88	21,01	0,89	1,05
0,60	1	0,847	8,17	9,64	0,41	0,48
0,80	2	0,843	16,27	19,29	0,81	0,96
1,00	1	0,840	8,10	9,64	0,40	0,48
1,20	1	0,836	8,06	9,64	0,40	0,48
1,40	1	0,833	8,03	9,64	0,40	0,48

Geologo Giuseppe Doronzo

Via Canale, 34 — 80069 Vico Equense (NA)

Pagina 45 di 70

1,60	8	0,830	59,14	71,29	2,96	3,56
1,80	4	0,826	29,45	35,64	1,47	1,78
2,00	4	0,823	29,34	35,64	1,47	1,78
2,20	4	0,820	29,23	35,64	1,46	1,78
2,40	10	0,817	72,81	89,11	3,64	4,46
2,60	9	0,814	60,69	74,54	3,03	3,73
2,80	4	0,811	26,88	33,13	1,34	1,66
3,00	13	0,759	81,68	107,66	4,08	5,38
3,20	23	0,706	134,48	190,48	6,72	9,52
3,40	30	0,703	174,76	248,45	8,74	12,42
3,60	13	0,751	75,51	100,56	3,78	5,03
3,80	9	0,798	55,59	69,62	2,78	3,48
4,00	4	0,796	24,63	30,94	1,23	1,55
4,20	4	0,794	24,56	30,94	1,23	1,55
4,40	20	0,741	114,71	154,71	5,74	7,74
4,60	17	0,739	91,20	123,37	4,56	6,17
4,80	18	0,737	96,28	130,62	4,81	6,53
5,00	9	0,785	51,27	65,31	2,56	3,27
5,20	19	0,733	101,07	137,88	5,05	6,89
5,40	28	0,681	138,38	203,19	6,92	10,16
5,60	36	0,629	154,78	246,03	7,74	12,30
5,80	47	0,577	185,42	321,20	9,27	16,06
6,00	60	0,575	235,97	410,05	11,80	20,50
6,20	60	0,574	235,25	410,05	11,76	20,50

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/c m ²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unita' di volume (t/m ³)	Peso unita' di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/c m ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
1,2	1,67	16,79	Incoerente	0	1,42	1,87	0,09	1,46	2,44	Strato
2,8	5,5	48,08	Incoerente	0	1,66	1,91	0,3	1,47	8,1	Strato
3,8	17,6	143,35	Incoerente	0	2,09	2,02	0,54	1,49	26,22	Strato
4,2	4	30,94	Incoerente	0	1,58	1,89	0,68	1,49	5,96	Strato
5	16	118,5	Incoerente	0	2,06	2,0	0,79	1,5	23,97	Strato
5,8	32,5	227,08	Incoerente	0	2,23	2,16	0,96	1,5	48,88	Strato
6,2	60	410,05	Incoerente	0	2,5	2,24	1,1	1,5	90,24	Strato

Geologo Giuseppe Doronzo

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.6

TERRENI INCOERENTI

Densita' relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densita' relativa (%)
Strato (1) Strato	2,44	0.00-1,20	2,44	Meyerhof (1957)	37,02
Strato (2) Strato	8,10	1,20-2,80	8,10	Meyerhof (1957)	59,67
Strato (3) Strato	26,22	2,80-3,80	26,22	Meyerhof (1957)	96,55
Strato (4) Strato	5,96	3,80-4,20	5,96	Meyerhof (1957)	43,7
Strato (5) Strato	23,97	4,20-5,00	23,97	Meyerhof (1957)	84,21
Strato (6) Strato	48,88	5,00-5,80	48,88	Meyerhof (1957)	100
Strato (7) Strato	90,24	5,80-6,20	90,24	Meyerhof (1957)	100

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Strato	2,44	0.00-1,20	2,44	Meyerhof (1965)	25,06
Strato (2) Strato	8,10	1,20-2,80	8,10	Meyerhof (1965)	27,92
Strato (3) Strato	26,22	2,80-3,80	26,22	Meyerhof (1965)	34,52
Strato (4) Strato	5,96	3,80-4,20	5,96	Meyerhof (1965)	26,88
Strato (5) Strato	23,97	4,20-5,00	23,97	Meyerhof (1965)	33,92
Strato (6) Strato	48,88	5,00-5,80	48,88	Meyerhof (1965)	37,23
Strato (7) Strato	90,24	5,80-6,20	90,24	Meyerhof (1965)	26,28

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di
-------------	------	------------------	------------	--------------	-----------

Geologo Giuseppe Doronzo

Via Canale, 34 — 80069 Vico Equense (NA)

Pagina 47 di 70

					Young (Kg/cm ²)
Strato (1) Strato	2,44	0.00-1,20	2,44	Schultze-Menzenbach Limo siltoso e sabbia limosa	35,15
Strato (2) Strato	8,10	1,20-2,80	8,10	Schultze-Menzenbach Limo siltoso e sabbia limosa	67,98
Strato (3) Strato	26,22	2,80-3,80	26,22	Schultze-Menzenbach Limo siltoso e sabbia limosa	173,08
Strato (4) Strato	5,96	3,80-4,20	5,96	Schultze-Menzenbach Limo siltoso e sabbia limosa	55,57
Strato (5) Strato	23,97	4,20-5,00	23,97	Schultze-Menzenbach Limo siltoso e sabbia limosa	160,03
Strato (6) Strato	48,88	5,00-5,80	48,88	Schultze-Menzenbach Limo siltoso e sabbia limosa	304,50
Strato (7) Strato	90,24	5,80-6,20	90,24	Schultze-Menzenbach Limo siltoso e sabbia limosa	544,39

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edomet rico (Kg/cm ²)
Strato (1) Strato	2,44	0.00-1,20	2,44	Farrent (1963)	17,32
Strato (2) Strato	8,10	1,20-2,80	8,10	Farrent (1963)	57,51
Strato (3) Strato	26,22	2,80-3,80	26,22	Farrent (1963)	186,16
Strato (4) Strato	5,96	3,80-4,20	5,96	Farrent (1963)	42,32
Strato (5) Strato	23,97	4,20-5,00	23,97	Farrent (1963)	170,19
Strato (6) Strato	48,88	5,00-5,80	48,88	Farrent (1963)	347,05
Strato (7) Strato	90,24	5,80-6,20	90,24	Farrent (1963)	640,70

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1)	2,44	0.00-1,20	2,44	Classificazione A.G.I. (1977)	SCIOLTO

Geologo Giuseppe Doronzo

Via Canale, 34 — 80069 Vico Equense (NA)

Pagina 48 di 70

Strato					
Strato (2)	8,10	1,20-2,80	8,10	Classificazione A.G.I. (1977)	POCO ADDENSATO
Strato (3)	26,22	2,80-3,80	26,22	Classificazione A.G.I. (1977)	MODERATAMEN TE ADDENSATO
Strato (4)	5,96	3,80-4,20	5,96	Classificazione A.G.I. (1977)	POCO ADDENSATO
Strato (5)	23,97	4,20-5,00	23,97	Classificazione A.G.I. (1977)	MODERATAMEN TE ADDENSATO
Strato (6)	48,88	5,00-5,80	48,88	Classificazione A.G.I. (1977)	ADDENSATO
Strato (7)	90,24	5,80-6,20	90,24	Classificazione A.G.I. (1977)	MOLTO ADDENSATO

Peso unita' di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unita' di Volume (t/m ³)
Strato (1)	2,44	0.00-1,20	2,44	Terzaghi-Peck 1948- 1967	1,38
Strato (2)	8,10	1,20-2,80	8,10	Terzaghi-Peck 1948- 1967	1,45
Strato (3)	26,22	2,80-3,80	26,22	Terzaghi-Peck 1948- 1967	1,66
Strato (4)	5,96	3,80-4,20	5,96	Terzaghi-Peck 1948- 1967	1,43
Strato (5)	23,97	4,20-5,00	23,97	Terzaghi-Peck 1948- 1967	1,64
Strato (6)	48,88	5,00-5,80	48,88	Terzaghi-Peck 1948- 1967	1,85
Strato (7)	90,24	5,80-6,20	90,24	Terzaghi-Peck 1948- 1967	1,97

Peso unita' di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unita' Volume Saturo (t/m ³)
Strato (1)	2,44	0.00-1,20	2,44	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,86
Strato (2)	8,10	1,20-2,80	8,10	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,90
Strato (3)	26,22	2,80-3,80	26,22	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,03

Geologo Giuseppe Doronzo

Via Canale, 34 — 80069 Vico Equense (NA)

Pagina 49 di 70

Strato					
Strato (4) Strato	5,96	3,80-4,20	5,96	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,89
Strato (5) Strato	23,97	4,20-5,00	23,97	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,02
Strato (6) Strato	48,88	5,00-5,80	48,88	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,15
Strato (7) Strato	90,24	5,80-6,20	90,24	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,22

Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (1) Strato	2,44	0.00-1,20	2,44	A.G.I.	0,35
Strato (2) Strato	8,10	1,20-2,80	8,10	A.G.I.	0,34
Strato (3) Strato	26,22	2,80-3,80	26,22	A.G.I.	0,3
Strato (4) Strato	5,96	3,80-4,20	5,96	A.G.I.	0,34
Strato (5) Strato	23,97	4,20-5,00	23,97	A.G.I.	0,31
Strato (6) Strato	48,88	5,00-5,80	48,88	A.G.I.	0,26
Strato (7) Strato	90,24	5,80-6,20	90,24	A.G.I.	0,17

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm ²)
Strato (1) Strato	2,44	0.00-1,20	2,44	Robertson e Campanella (1983)	215,58
Strato (2) Strato	8,10	1,20-2,80	8,10	Robertson e Campanella (1983)	448,74
Strato (3) Strato	26,22	2,80-3,80	26,22	Robertson e Campanella (1983)	919,80
Strato (4) Strato	5,96	3,80-4,20	5,96	Robertson e Campanella (1983)	372,04
Strato (5) Strato	23,97	4,20-5,00	23,97	Robertson e Campanella (1983)	870,74
Strato (6) Strato	48,88	5,00-5,80	48,88	Robertson e Campanella (1983)	1345,76
Strato (7) Strato	90,24	5,80-6,20	90,24	Robertson e Campanella (1983)	1957,31

Velocita' onde di taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Velocita' onde di taglio (m/s)
Strato (1) Strato	2,44	0.00-1,20	2,44	Ohta e Goto (1978)	86,07
Strato (2) Strato	8,10	1,20-2,80	8,10	Ohta e Goto (1978)	133,64
Strato (3) Strato	26,22	2,80-3,80	26,22	Ohta e Goto (1978)	180,37
Strato (4) Strato	5,96	3,80-4,20	5,96	Ohta e Goto (1978)	144,87
Strato (5) Strato	23,97	4,20-5,00	23,97	Ohta e Goto (1978)	189,35
Strato (6) Strato	48,88	5,00-5,80	48,88	Ohta e Goto (1978)	220,92
Strato (7) Strato	90,24	5,80-6,20	90,24	Ohta e Goto (1978)	250,69

Coefficiente spinta a Riposo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	K0
Strato (1) Strato	2,44	0.00-1,20	2,44	Navfac (1971-1982)	0,38
Strato (2) Strato	8,10	1,20-2,80	8,10	Navfac (1971-1982)	1,69
Strato (3) Strato	26,22	2,80-3,80	26,22	Navfac (1971-1982)	5,06
Strato (4) Strato	5,96	3,80-4,20	5,96	Navfac (1971-1982)	1,21
Strato (5) Strato	23,97	4,20-5,00	23,97	Navfac (1971-1982)	4,71
Strato (6) Strato	48,88	5,00-5,80	48,88	Navfac (1971-1982)	8,02
Strato (7) Strato	90,24	5,80-6,20	90,24	Navfac (1971-1982)	11,93

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato (1) Strato	2,44	0.00-1,20	2,44	Robertson (1983)	4,88

Strato (2) Strato	8,10	1,20-2,80	8,10	Robertson (1983)	16,20
Strato (3) Strato	26,22	2,80-3,80	26,22	Robertson (1983)	52,44
Strato (4) Strato	5,96	3,80-4,20	5,96	Robertson (1983)	11,92
Strato (5) Strato	23,97	4,20-5,00	23,97	Robertson (1983)	47,94
Strato (6) Strato	48,88	5,00-5,80	48,88	Robertson (1983)	97,76
Strato (7) Strato	90,24	5,80-6,20	90,24	Robertson (1983)	180,48

10. INDAGINE SISMICA

Durante l'esecuzione dello studio geologico redatto per l'esecuzione del PUC (2015) sono state eseguite varie down hole. La prova down-hole è stata realizzata per ogni sondaggio fino ad una profondità di 30 m; il metodo sismico down-hole è stato utilizzato per misurare le velocità delle onde elastiche di compressione e di taglio, che si propagano nel terreno in seguito ad una energizzazione superficiale realizzata, di norma, mediante una massa battente. In particolare, colpendo una piastra d'acciaio resa solidale al terreno con colpi verticali si generano onde a prevalente componente di compressione (P); successivamente, si colpisce orizzontalmente la piastra con colpi laterali generando in tal modo onde a prevalente componente di taglio (S) a polarizzazione orizzontale (SH).

I geofoni atti alla registrazione dei tempi d'arrivo delle onde P ed S sono opportunamente assemblati in un apparato ricevente e vengono calati ed ancorati a profondità man mano crescenti all'interno di un perforo adeguatamente condizionato; in particolare, si misurano i tempi di arrivo delle onde elastiche man mano che le stesse penetrano negli strati più profondi, quindi anche inversioni di velocità possono essere facilmente identificate ed interpretate.

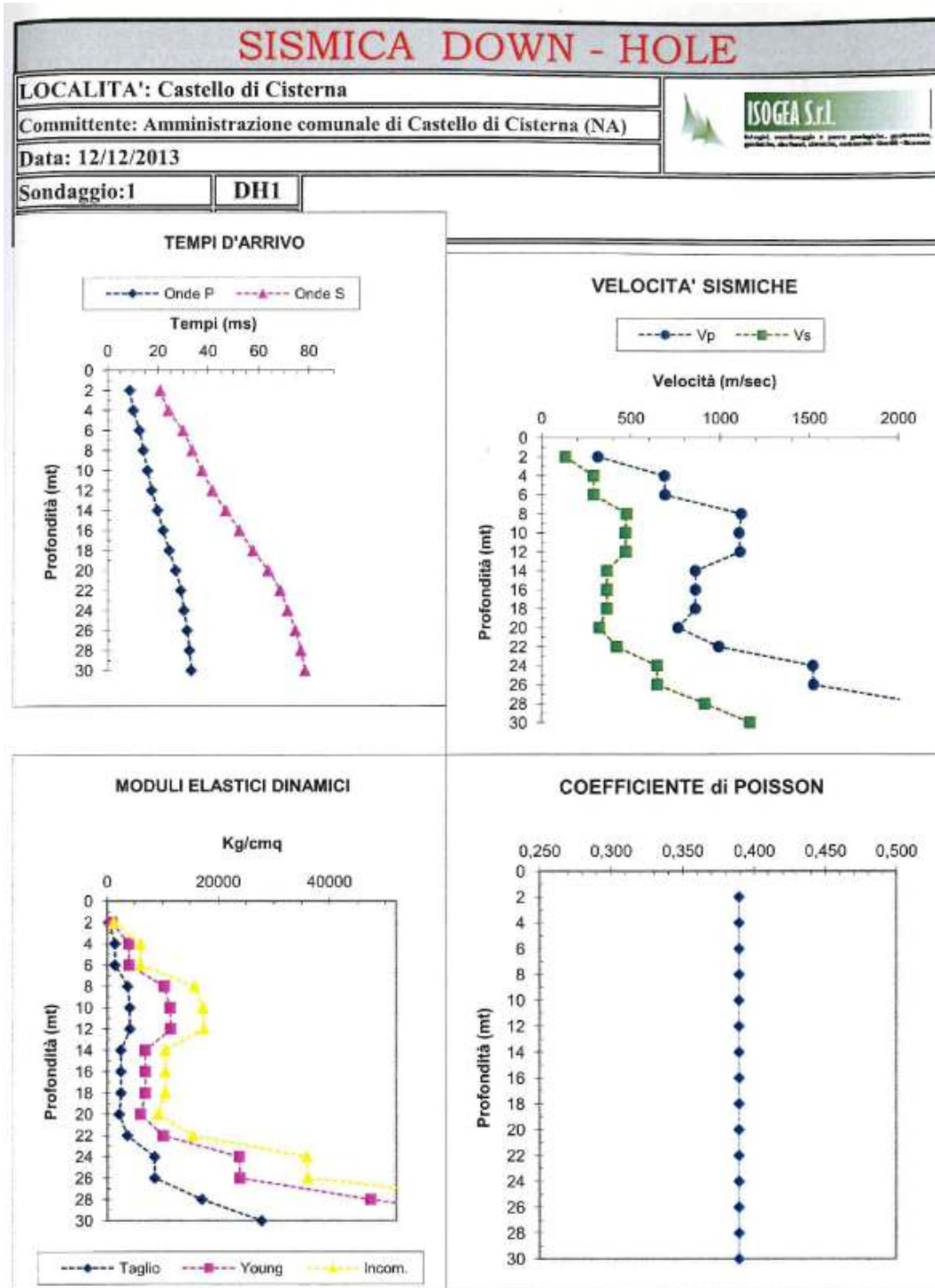
Nel nostro caso specifico si sono considerati i risultati evinti dalla prova down-hole denominata DH1 i cui dati si riportano di seguito.

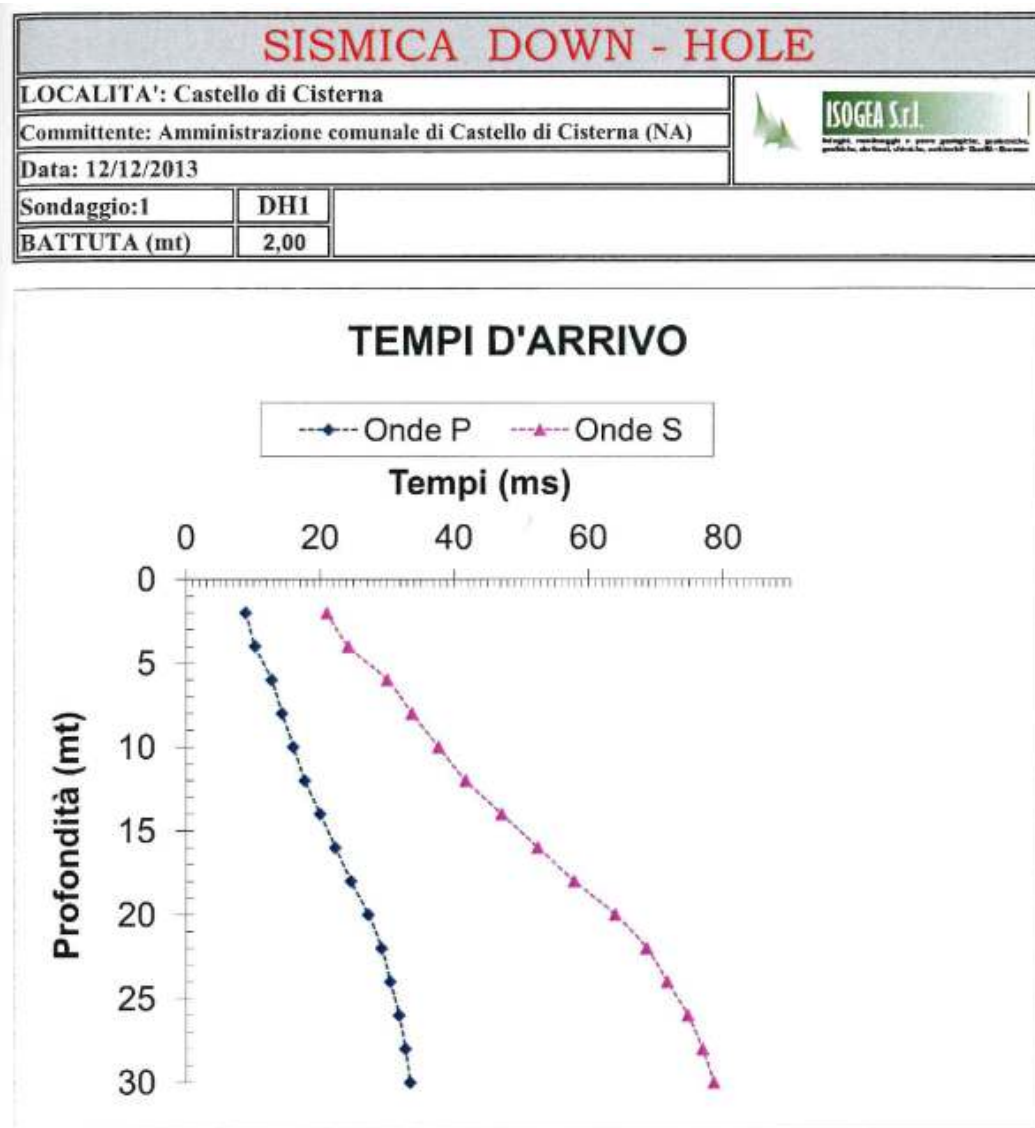
Geologo Giuseppe Doronzo

Via Canale, 34 — 80069 Vico Equense (NA)

Pagina 52 di 70

SISMICA DOWN - HOLE									
LOCALITA': Castello di Cisterna						 ISOGEA S.r.l. servizi, monitoraggio e prove geotecniche, geologia, geofisica, idraulica, idrico, idrico, idrico, idrico			
Committente: Amministrazione comunale di Castello di Cisterna (NA)									
Data: 12/12/2013									
Sondaggio: I		DH1							
BATTUTA (mt)		2,00							
Prof. dal p.c.	Onde P Tempi	Onde S Tempi	Onde P Velocità	Onde S Velocità	γ	Coeff. Poisson	Modulo di Young	Modulo di Taglio	Modulo di Incom.
mt	msec	msec	msec	msec	T/m ³	adim.	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²
2	8,92	20,96	317	135	1,50	0,389	774	279	1167
4	10,30	24,21	688	293	1,60	0,389	3889	1401	5869
6	12,76	29,99	691	294	1,60	0,389	3923	1413	5921
8	14,32	33,65	1119	476	1,60	0,389	10277	3702	15509
10	16,01	37,62	1107	471	1,80	0,389	11315	4076	17074
12	17,74	41,69	1111	473	1,80	0,389	11405	4108	17210
14	20,02	47,05	862	367	1,80	0,389	6861	2471	10353
16	22,31	52,43	862	367	1,80	0,389	6868	2474	10364
18	24,61	57,83	861	367	1,80	0,389	6851	2468	10339
20	27,21	63,94	765	325	2,00	0,389	5999	2161	9052
22	29,21	68,64	993	422	2,00	0,389	10106	3640	15250
24	30,51	71,70	1521	647	2,00	0,389	23746	8554	35833
26	31,81	74,75	1525	649	2,00	0,389	23850	8591	35991
28	32,73	76,92	2149	915	2,00	0,389	47392	17072	71516
30	33,45	78,61	2743	1167	2,00	0,389	77196	27808	116491





SISMICA DOWN - HOLE			
LOCALITA': Castello di Cisterna			
Committente: Amministrazione comunale di Castello di Cisterna (NA)			
Data: 12/12/2013			
Sondaggio: I	DH1		
BATTUTA (mt)	0,00		

Calcolo Vs 30							
Prof. dal p.c. mt	Onde P Tempi msec	Onde S Tempi msec	Onde P Velocità msec	Onde S Velocità msec	γ T/m3	Rapporto Spessore Velocità	Tempi Vs parziali in secondi
2	8,92	20,96	317,09	134,93	1,50	h_2/V_2	0,015
4	10,30	24,21	688,42	292,94	1,60	h_3/V_3	0,007
6	12,76	29,99	691,42	294,22	1,60	h_3/V_4	0,007
8	14,32	33,65	1119,04	476,19	1,60	h_3/V_5	0,004
10	16,01	37,62	1107,02	471,07	1,80	h_3/V_6	0,004
12	17,74	41,69	1111,40	472,94	1,80	h_3/V_7	0,004
14	20,02	47,05	862,01	366,81	1,80	h_3/V_8	0,005
16	22,31	52,43	862,47	367,01	1,80	h_3/V_9	0,005
18	24,61	57,83	861,42	366,56	1,80	h_3/V_{10}	0,005
20	27,21	63,94	764,68	325,39	2,00	h_3/V_{11}	0,006
22	29,21	68,64	992,52	422,35	2,00	h_3/V_{12}	0,005
24	30,51	71,70	1521,41	647,41	2,00	h_3/V_{13}	0,003
26	40,25	74,75	1524,75	648,83	2,00	h_3/V_{14}	0,003
28	32,73	76,92	2149,34	914,61	2,00	h_3/V_{15}	0,002
30	33,45	78,61	2743,14	1167,30	2,00	h_3/V_{16}	0,002

$\Sigma h_i/V_i$	0,078
------------------	-------

Vs30=	30	382	m/s
	$\Sigma h_i/V_i$		

11. CARATTERIZZAZIONE SISMICA IN SITO

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

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

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

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

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

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

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

ag - accelerazione orizzontale massima al sito;

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

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

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

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

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

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, la nuova normativa sismica, semplificando la molteplicità delle situazioni geologiche possibili su un generico sito, tende

alla modellizzazione sintetica del sottosuolo dettando le seguenti definizioni per le varie categorie di profilo stratigrafico per il suolo di fondazione:

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

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

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

Confrontando i dati scaturiti dalla indagine sismica con i dati stratigrafici quali risultano dai relativi dal sondaggio a carotaggio continuo e con quelli relativi a prove penetrometriche, è stato possibile effettuare una caratterizzazione geosismica degli strati litologici significativi costituenti il sottosuolo.

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

Il "range" dei valori calcolati mette in evidenza che, il sottosuolo del sito in oggetto risulta caratterizzato da un valore della **Vs30 di 382 m/sec ricadente quindi nella categoria di suolo B.**

Relativamente alle caratteristiche di risposta sismica locale, dall'analisi della stratigrafia litomeccanica e della sismicità dell'area possono essere esclusi fenomeni di liquefazione (OPCM 3274).

12. REALIZZAZIONE STAGNO E POZZO

In prima battuta va considerato come la Carta dei paesaggi della Campania definisce lo statuto del territorio regionale inteso come quadro istituzionale di riferimento del complessivo sistema di risorse fisiche, ecologico-naturalistiche, agro-forestali, storico-culturali e archeologiche, semiologico-percettive, nonché delle rispettive relazioni e della disciplina di uso sostenibile che definiscono l'identità dei luoghi. Nelle Linee guida, la promozione della qualità del paesaggio in ogni parte del territorio regionale rappresenta un obiettivo prioritario nel rispetto dei seguenti principi: a) sostenibilità, come carattere degli interventi di trasformazione del territorio ai fini della conservazione, della riproducibilità e del recupero delle risorse naturali e culturali, fondamento dello sviluppo e della qualità di vita delle popolazioni presenti e future; b) qualificazione dell'ambiente di vita, come obiettivo

permanente delle pubbliche autorità per il miglioramento delle condizioni materiali e immateriali nelle quali vivono ed operano le popolazioni, anche sotto il profilo della percezione degli elementi naturali ed artificiali che costituiscono il loro contesto di vita quotidiano; c) minor consumo del territorio e recupero del patrimonio esistente, come obiettivo che le pubbliche autorità devono perseguire nell'adottare le decisioni che riguardano il territorio ed i valori naturali, culturali e paesaggistici che questo comprende, segnatamente nel momento in cui esaminano la fattibilità, autorizzano o eseguono progetti che comportano la sua trasformazione.

Nello specifico nel nostro ambito si porrà attenzione anche alla mitigazione del rischio idrogeologico stante il fatto che l'abitato di Castello di Cisterna insiste alle falde del Complesso vulcanico del Somma Vesuvio con una rete di drenaggio delle acque dilavanti che da luogo, considerati anche i profondi cambiamenti climatici in atto, a varie problematiche legato al deflusso delle acque piovane. La diffusione di opere di drenaggio sostenibile in abito urbano diviene occasione per progettare spazi multifunzionali, come nel nostro caso, caratterizzati da un buon grado di adattamento agli eventi meteorici quotidiani o con lunghi tempi di ritorno.

Nel nostro caso esistono le condizioni per : progettare spazi pubblici multifunzionali adattabili alle stagioni e agli eventi meteorici, progettare strutture adatte ad essere allagate (invasi e manufatti), progettare aree verdi che fungono da aree di infiltrazione. Tali concetti vanno trasferiti con azioni Natural Based Solutions (NBS) per il progetto in oggetto tramite anche sistemi di drenaggio urbano sostenibile (SUDS) che assolvono un insieme diversificato di funzioni: quelle propriamente connesse alla gestione delle portate idriche (laminazione, ritenzione, infiltrazione) e quelle legate al miglioramento della qualità delle acque e del paesaggio.

Ogni tipologia di opera può avere una o più LAMINAZIONE/RALLENTAMENTO DEL DEFLUSSO; RITENZIONE IDRICA; INFILTRAZIONE E RICARICA DEGLI ACQUIFERI; DEPURAZIONE DELLE ACQUE (FITODEPURAZIONE); DEPURAZIONE DELLE ACQUE (FILTRAGGIO); TAMPONE; CONSERVAZIONE DELLA BIODIVERSITÀ; MICROCLIMATICA; RICREATIVO-SOCIALE; CULTURALE-DIDATTICA; PAESAGGISTICA.

Essenzialmente il progetto del Parco pubblico di Castello di Cisterna va in questa direzione in quanto tende a raggiungere una serie di obiettivi:

INTRECCIARE ALL'INSEDIAMENTO UMANO UNA RETE DI NATURALITÀ DIFFUSA

Il progetto punta al superamento dell'insularità delle aree "paranaturali"/marginali attraverso adeguate connessioni diffuse nel territorio rurale e attraverso la realizzazione di corridoi ecologici nelle aree di maggiore urbanizzazione. L'obiettivo perseguito è quello di evitare saldature tra gli insediamenti al fine di conservare al massimo la biodiversità e di fornire un ambiente di migliore qualità e facile accessibilità per i residenti sul territorio.

DIFFONDERE LA VALORIZZAZIONE DEL PAESAGGIO

In applicazione della Convenzione Europea del Paesaggio il progetto può tendere, ad una rinnovata politica di valorizzazione del patrimonio culturale e naturale in modo tale che la naturalità possa essere condivisa come risorsa essenziale per la qualità della vita della popolazione insediata e come attrazione capace di sviluppare attività sostenibili e sostanziali, anche a piccola scala, nell'economia dell'intera area comunale e di governance transcomunale relativamente alle attività ricreative.

CONTENERE IL CONSUMO DI SUOLO

Nell'attuale carenza di suoli, vanno conservate il più possibile quante più aree dismesse/residuali assicurando che non ci sia spreco di spazi inutilizzati, prima che vengano impegnate nuove superfici e sottratti suoli.

CONTRIBUIRE AL DEFLUSSO URBANO SOSTENIBILE E ALLA MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOMORFOLOGICO

Nell'iter progettuale sarà utile considerare le problematiche geoidrogeologiche con le possibili misure di invarianza idraulica e idrologica che sarà possibile applicare alla superficie del lotto interessata dall'intervento comportante la conservazione il più possibile della permeabilità del suolo rispetto alla sua condizione preesistente. In particolare si cercheranno di individuare procedure atte al controllo e la gestione delle acque pluviali da effettuare, ove possibile, mediante sistemi che garantiscano l'infiltrazione, l'evapotraspirazione e il riuso. Ciò essenzialmente, a puro titolo esemplificativo e non esaustivo, potrebbe avvenire mediante il riuso dei volumi stoccati, in funzione dei vincoli di qualità e delle effettive possibilità, quali innaffiamento di giardini, acque grigie e lavaggio di pavimentazioni, ecc. Gli interventi da valutare, a puro titolo esemplificativo e non esaustivo, per la gestione delle acque pluviali, saranno da preferire, laddove possibile, quelli di tipo naturale quali avvallamenti, rimodellazioni morfologiche, depressioni del terreno, trincee drenanti, nonché quelli che consentono un utilizzo multifunzionale dell'opera come ad esempio stagni con funzione anche di fitodepurazione. Ciò dipenderà della qualità delle acque meteoriche della stabilità dei versanti o del sottosuolo della possibile interferenza con le fondazioni o anche i piani interrati dei manufatti esistenti o a realizzarsi.

Appare congruo approcciare al progetto in itinere utilizzando le tecniche SUDS (Sustainable Drainage Systems, Suds), fortemente fondato sull'utilizzo delle così dette Soluzioni Naturali (NBS) in grado quindi, anche con un singolo intervento, di conseguire molteplici target oltre a quello principale di gestire "idraulicamente" le acque di pioggia. In termini più tecnici, le soluzioni naturali permettono di sfruttare i molteplici servizi ecosistemici da esse fornite.

Nel nostro caso la progettazione a farsi potrà perseguire gli obiettivi del drenaggio urbano sostenibile attraverso una serie di azioni NBS ivi comprese la realizzazione, con le ovvie verifiche del caso, di Green-Blue Infrastructures. Le *Green-Blue Infrastructures* (infrastrutture verdi e blu) sono definite come una rete di spazi verdi e blu, che sfruttano i servizi ecosistemici per fornire benefici sia alle persone che all'ambiente. Ciò è interventi verdi e blu in grado di gestire in modo sostenibile le acque di pioggia sfruttando i servizi inerenti il drenaggio urbano sostenibile nell'ottica di delle Sponges Cities.

L'approccio SuDS risponde, quindi, perfettamente alla necessità di avere città spugna in grado di assorbire le acque di pioggia senza recare problemi di allagamenti urbani. L'acqua meteorica, proveniente anche dalle superfici impermeabili (coperture di manufatti, piazzali e strade interne) verrà captata, gestita attraverso opportuni Sistemi di Drenaggio urbano Sostenibile (SuDS) per essere riutilizzata per l'irrigazione delle aree verdi e/o per la realizzazione del previsto stagno e recapitata nel sistema fognario, se in eccesso. Le acque potranno essere raccolte nello stagno (dove avverrà il trattamento di fitodepurazione tramite la vegetazione igrofila), per poi essere eventualmente convogliate in caso di surplus, tramite canalette, verso il verde da irrigare e, infine, i rain garden per l'infiltrazione delle acque eventualmente in esubero.

Per le finalità esposte in questo capitolo si evidenzia quanto riportato, per il sito di nostro interesse, nell'elaborato QCA.4.3 Relazione Pedologica (fornitaci dall'Amministrazione) annessa al PUC 20215 rimandando per i dettagli a detto elaborato.



Fig. 35 - Ubicazione del campionamento P2 . Da Relazione Pedologica (Dott. Luca Boursier 2015)



Codice campionamento: Cisterna P2

Data: 27/01/2015

Tipo rilievo: Profilo con scavo appositamente effettuato

Rilevatore: Dott. agronomo Moretti Pierpaolo

Comune e provincia: Castello di Cisterna (NA)

Località: Via XX settembre

Coordinate (WGS84): 40°54'33.91" (N); 14°24'42.15"(E)

Quota: 46 m.s.l.

Pendenza: 0%

Esposizione: -

Fisiografia: Pianura pedomontana vesuviana

Substrato pedogenetico: depositi di ceneri e pomici da caduta o da flusso piroclastico, localmente rielaborati e

risedimentati dalle acque di ruscellamento superficiale

Uso del Suolo: orticoltura

Vegetazione: incolto

Aspetti superficiali del suolo: lavorato (fresatura)

Microrilievo: assente

Rocciosità: assente

Foto 4-5 - Immagini relative all'area di campionamento.

Pietrosità superficiale: assente

Fessure superficiali: assenti

Permeabilità: elevata

Classe di drenaggio: molto ben drenato

AWC (Available water content) nei primi 100 cm = 98 mm

Profondità della falda: > 200 cm

Ap 0 – 40 cm

Limite inferiore: chiaro ondulato. Colore umido: 10YR 3/2 (bruno grigiastro molto scuro). Tessitura: franco sabbioso. Struttura: grumosa moderatamente sviluppata grande e molto grande (10-20 mm). Consistenza: molto debole, non adesivo, non plastico. Umidità: umido. Contenuto in scheletro: scheletro assente. Screziature: assenti. Concrezioni e noduli: assenti. Effervescenza HCl: assente. Pellicole: assenti. Fenditure o fessure: assenti. pH: 7.05. Radici: comuni (10) fini e molto fini. Attività biologica: media.

AB 40 – 70 cm

Limite inferiore: chiaro ondulato. Colore umido: 10YR 3/3 (bruno scuro). Tessitura: franco sabbioso. Struttura: poliedrica sub-angolare debolmente sviluppata grande (20-30 mm). Consistenza: molto debole, non adesivo, non plastico. Umidità: umido. Contenuto in scheletro: (pomici non alterate) scheletro scarso (5%), arrotondato, piccolo (5-10 mm). Screziature: assenti. Concrezioni e noduli: assenti. Effervescenza HCl: assente. Pellicole: assenti. Fenditure o fessure: assenti. pH: 7.35. Radici: assenti. Attività biologica: scarsa.

C1 70 – 85 cm

Limite inferiore: abrupto lineare. Colore umido: 10YR 5/1 (grigio). Tessitura: sabbioso. Consistenza: strato non compattato, massivo. Umidità: secco. Effervescenza HCl: assente. Radici: assenti. Attività biologica: scarsa.

C2 85 – 90 cm

Limite inferiore: abrupto ondulato. Colore umido: 2.5Y 6/1 (grigio). Tessitura: sabbioso. Consistenza: strato omogeneo debolmente compattato massivo. Umidità: secco. Effervescenza HCl: assente. Radici: assenti. Attività biologica: scarsa.

Bwb 90 – 115 cm

Limite inferiore: abrupto lineare. Colore umido: 10YR 4/2 (bruno grigiastro scuro). Tessitura: franco sabbioso. Struttura: poliedrica sub-angolare moderatamente sviluppata grande e molto grande (30-50 mm). Consistenza: molto debole, non adesivo, non plastico. Umidità: umido. Contenuto in scheletro: (pomici non alterate) scheletro scarso (2%), arrotondato, piccolo (5-10 mm). Screziature: assenti. Concrezioni e noduli: assenti. Effervescenza HCl: assente. Pellicole: assenti. Fenditure o fessure: assenti. Radici: assenti. Attività biologica: scarsa.

Cb1 115 – 125 cm

Limite inferiore: abrupto lineare. Colore umido: 10YR 4/2 (bruno grigiastro scuro). Tessitura: sabbioso. Consistenza: strato non compattato, massivo. Umidità: secco. Effervescenza HCl: assente. Radici: assenti. Attività biologica: assente.

Cb2 125 – 130 cm

Limite inferiore: abrupto ondulato. Colore umido: 10YR 4/2 (bruno grigiastro scuro). Tessitura: sabbioso a prevalenza sabbia grossa. Consistenza: disomogeneo compattato

massivo. Porosità: molto poroso. Umidità: secco. Effervescenza HCl: assente. Radici: assenti. Attività biologica: assente.

2Bwb 130 – 160 cm

Limite inferiore: graduale lineare. Colore umido: 7.5YR 4/2 (bruno). Tessitura: franco sabbioso. Struttura: poliedrica sub-angolare tra moderatamente e fortemente sviluppata grande e molto grande (40-70 mm). Consistenza: debole, non adesivo, non plastico. Umidità: umido. Contenuto in scheletro: (pomici non alterate) scheletro scarso (2-4%), arrotondato, piccolo (5-10 mm). Screziature: assenti. Concrezioni e noduli: assenti. Effervescenza HCl: assente. Pellicole: assenti. Fenditure o fessure: assenti. Radici: assenti. Attività biologica: scarsa.

2Bwb2 160 – 190 cm

Limite inferiore: abrupto ondulato. Colore umido: 7.5YR 4/2 (bruno). Tessitura: franco sabbioso. Struttura: poliedrica sub-angolare mod. sviluppata grande e molto grande (40-70 mm). Consistenza: molto debole, non adesivo, non plastico. Umidità: umido. Contenuto in scheletro: (pomici) scheletro scarso (2-4%), arrotondato, piccolo (5-10 mm). Screziature: assenti. Concrezioni e noduli: assenti. Effervescenza HCl: assente. Pellicole: assenti. Fenditure o fessure: assenti. Radici: assenti.

Scheda riassuntiva delle caratteristiche e delle qualità del suolo

Profilo: P2

Spessore dello strato arato/superficiale	40	cm	strati/orizzonti: 1
Spessore dello strato profondo	30	cm	strati/orizzonti: 1

Caratteristica o qualità	Classe/descrizione		Valore numerico	
Pietrosità	assente		-	
Rocciosità	assente		-	
Profondità utile alle radici	Moderatamente elevata		70	
Limitazioni all'approfondimento	contatto paralitico		-	
Disponibilità di ossigeno per le piante	Buona		-	
	<i>Strato arato/sup.</i>	<i>Strato profondo</i>	<i>Strato arato/sup.</i>	<i>Strato profondo</i>
Fertilità	Buona	Buona	-	-
Reazione del suolo (pH) (H ₂ O)	-	-	7.05	7.4
Capacità di scambio cationico (CSC) meq/100g	-	-	8.1	5.8
Fessurazioni	Assenti			
- Quantità				
- Dimensioni				
- Profondità				
Rischio di inondazione	Assente			
- Frequenza				
- Durata				
Conducibilità idraulica nel saturo (Ksat) (cm/d)	43		-	
- Profondità (cm)	-		80-100	
Ksat strati superiori (mm/h)	Alta		63	
Ksat strati inferiori (mm/h)	Moderatamente alta		18	
Falda	Non rilevata nel profilo			
- Tipo				
- Profondità del piano topografico al lim. Sup.				
- Tipo di alimentazione				
- Durata annuale cumulativa				
Contenuto idrico disponibile (AWC) (mm)				
- Sezione di controllo				
- Strato arato o superficiale			65	
- Strato profondo			33	
- Sino alla profondità utile alle radici			98	
Capacità assimilativa del suolo	Moderata		-	
Rischio erosione potenziale	Molto basso		S=0 ER=2 K= >0.65	
Capacità d'uso	IIIsw			

Fermo restando gli approfondimenti (ulteriori profili dei suoli, prove di permeabilità, ecc) da porre in essere da parte di Tecnico abilitato per la progettazione in itinere, dai dati riportati si desume, utilizzando la tabella delle classi di permeabilità della Soil Survey Staff – USDA, 1993 una permeabilità alta per gli strati superiori e moderatamente alta per quelli più profondi.

Come noto il Piano Nazionale Adattamento ai Cambiamenti Climatici è stato approvato in data 21 dicembre 2023 con D.M. n.434, dopo essere stato sottoposto a procedura di VAS conclusasi il 4 agosto 2023 con D.M. n.256.

Il Piano è stato elaborato al fine di dare attuazione alla Strategia Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti climatici (SNAC), approvata con Decreto direttoriale n. 86 del 16 giugno 2015 dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.

L'obiettivo è quello di offrire uno strumento di indirizzo per la pianificazione e l'attuazione delle azioni di adattamento più efficaci nel territorio italiano, in relazione alle criticità riscontrate, e per l'integrazione dei criteri di adattamento nelle procedure e negli strumenti di pianificazione esistenti. Dalla documentazione del Piano si evince per il territorio comunale di Castello di Cisterna quanto riassunto nelle prossime tabelle.

Comune di Castello di Cisterna		
Provincia	Napoli	
Superficie comunale (mq)	3.904.498	
Quota media (m)	36	
Popolazione residente 2024 (n. ab.)	7.793	
Componenti territoriali		
Percentuale di superficie urbanizzata (CLC 2018)	45 %	
Percentuale di superficie boschiva (CLC 2018)	0 %	
Percentuale di superficie con pericolosità da frana (PAI)	0 %	
Percentuale di superficie con pericolosità da alluvione (PGRA)	0 %	
Percentuale di costa in erosione su costa totale	0 %	
Percentuale di costa bassa su costa totale	0 %	
Indicatore climatico	Attuale	Futuro
TG - Temperatura media (°C)	16,00	17,94
WD - Giorni caldi e secchi (giorni)	72,95	115,24
WW - Giorni caldi e piovosi (giorni)	61,70	87,04
HDDs - Gradi giorni di riscaldamento (GG)	1405,64	997,33
CDDs - Gradi giorni di raffrescamento (GG)	284,37	493,48
PRCPTOT - Precipitazione cumulata nei giorni piovosi (mm)	695,48	669,68
R20 - Giorni di precipitazioni intense (giorni)	5,00	4,69
RX1DAY - Valore massimo della precipitazione giornaliera (giorni)	34,39	37,01
SDII - Indice di intensità di precipitazione giornaliera (mm)	8,98	9,28
PR99prctile - 99° percentile della precipitazione giornaliera > 1 mm	33,27	36,00
CDD - Giorni consecutivi secchi (giorni)	52,66	54,70
SPI12 - Indice standardizzato di precipitazione per periodi di 12 mesi	2,29	2,36
SPI24 - Indice standardizzato di precipitazione per periodi di 24 mesi	1,99	2,08
PET - Evapotraspirazione potenziale (mm)	1063,43	1184,24
CSDI - Indice di durata dei periodi di freddo (giorni)	5,64	2,70
FD - Giorni con gelo (giorni)	5,27	-5,23
WSDI - Indice di durata dei periodi di caldo (giorni)	6,84	48,45
Humidex5 - Indice di disagio termico (giorni)	18,76	32,74
SU95p - Giorni estivi (giorni)	64,79	92,19
TR - Notti tropicali (giorni)	42,90	69,78
SSH - Livello del mare (m)	-	-
Pericolo climatico significativo	Attuale	Futuro
Precipitazioni intense e concentrate	Alto	Alto
Precipitazioni intense e persistenti	Medio	Medio
Siccità	Medio	Medio
Ondate di freddo	Basso	Basso
Ondate di caldo	Medio	Alto
Erosione costiera	-	-

Fig. 36 – Scheda climatica Castello di Cisterna (NA) su dati PNACC (Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici) 2024

Comune di Castello di Cisterna							
	Precipitazioni intense e concentrate	Precipitazioni intense e persistenti	Siccità	Ondate di freddo	Ondate di caldo	Erosione costiera	Sensibilità delle infrastrutture
Reti di raccolta acque reflue e piovane	Alto	Alto	Basso	Basso	Basso	Medio	
Impianti di depurazione (trattamento acque reflue urbane e industriali)	Alto	Alto	Alto	Medio	Medio	Medio	
Impianti di produzione di energia rinnovabile	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Basso	
Reti di approvvigionamento acque potabili e reti idriche	Alto	Alto	Alto	Medio	Basso	Medio	
Impianti di trattamento dei rifiuti meccanici/organici	Alto	Alto	Basso	Medio	Medio	Basso	
Infrastrutture di rete ferroviarie e metropolitane	Medio	Medio	Basso	Medio	Medio	Basso	
Infrastrutture per la viabilità	Medio	Medio	Basso	Alto	Medio	Basso	
Infrastrutture portuali	Medio	Medio	Basso	Medio	Medio	Alto	
Infrastrutture logistiche	Medio	Medio	Basso	Medio	Medio	Basso	
Infrastrutture tecnologiche di supporto al trasporto pubblico locale	Medio	Medio	Basso	Medio	Medio	Basso	
Livello di esposizione attuale	Alto	Medio	Medio	Basso	Medio	-	Vulnerabilità attuale
Reti di raccolta acque reflue e piovane	Alta	Alta	Bassa	Bassa	Bassa	-	
Impianti di depurazione (trattamento acque reflue urbane e industriali)	Alta	Alta	Alta	Bassa	Media	-	
Impianti di energia rinnovabile	Alta	Media	Media	Bassa	Media	-	
Reti di approvvigionamento acque potabili e reti idriche	Alta	Alta	Alta	Bassa	Bassa	-	
Impianti di trattamento dei rifiuti meccanici/organici	Alta	Alta	Bassa	Bassa	Media	-	
Infrastrutture di rete ferroviarie e metropolitane	Alta	Media	Bassa	Bassa	Media	-	
Infrastrutture per la viabilità	Alta	Media	Bassa	Media	Media	-	
Infrastrutture portuali	Alta	Media	Bassa	Bassa	Media	-	
Infrastrutture logistiche	Alta	Media	Bassa	Bassa	Media	-	
Infrastrutture tecnologiche di supporto al trasporto pubblico locale	Alta	Media	Bassa	Bassa	Media	-	
Livello di esposizione futura	Alto	Medio	Medio	Basso	Alto	-	Vulnerabilità futura
Reti di raccolta acque reflue e piovane	Alta	Alta	Bassa	Bassa	Media	-	
Impianti di depurazione (trattamento acque reflue urbane e industriali)	Alta	Alta	Alta	Bassa	Alta	-	
Impianti di energia rinnovabile	Alta	Media	Media	Bassa	Alta	-	
Reti di approvvigionamento acque potabili e reti idriche	Alta	Alta	Alta	Bassa	Media	-	
Impianti di trattamento dei rifiuti meccanici/organici	Alta	Alta	Bassa	Bassa	Alta	-	
Infrastrutture di rete ferroviarie e metropolitane	Alta	Media	Bassa	Bassa	Alta	-	
Infrastrutture per la viabilità	Alta	Media	Bassa	Media	Alta	-	
Infrastrutture portuali	Alta	Media	Bassa	Bassa	Alta	-	
Infrastrutture logistiche	Alta	Media	Bassa	Bassa	Alta	-	
Infrastrutture tecnologiche di supporto al trasporto pubblico locale	Alta	Media	Bassa	Bassa	Alta	-	

Fig. 37 – Scheda climatica Castello di Cisterna (NA) su dati PNACC (Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici) 2024

Considerando anche i dati di queste tabelle appare evidente come la realizzazione dello stagno con sistema di fitodepurazione (con sistema opportuno di ossigenazione e riciclo delle acque per lo stesso stagno), oltre alla finalità già espresse, contribuisca al drenaggio urbano sostenibile e alla mitigazione del rischio idrogeologico. Di seguito si propone una sezione schematica dello stagno citato specificando che in tale sezione schematica andrà aggiunto un ulteriore livello di tessuto non tessuto al di sotto del pietrame se si volesse optare per questa scelta di realizzazione dello stagno. Si rimanda al sito https://agricoltura.regione.campania.it/meteo/meteo_2024.html per i dati agrometeorologici della stazione di Casalnuovo (NA) - fraz. Casarea , cioè quella più vicina al sito in progettazione. In particolare sono presenti dati giornalieri pluriennali relativi a temperatura/Umidità(Aria-Ventilato); Temperatura/Umidità (Suolo); Velocità/Direzione Vento (combinato); Bagnatura foglia; Pluviometrici con i quali sarà possibile i dettagli progettuali per lo stagno con funzione anche di fitodepurazione.

A tal proposito si evidenzia come gli impianti di fitodepurazione presentano una gestione semplice che non richiede un impegno continuo o manodopera specializzata. La corretta gestione e manutenzione di un impianto di fitodepurazione è essenziale al fine di garantire il conseguimento dei seguenti obiettivi: raggiungimento e mantenimento dell'efficienza depurativa stabilita in fase progettuale; minimizzazione di eventuali malfunzionamenti (attraverso uno specifico e preciso piano di manutenzione) e conseguente tutela ambientale e risparmio economico; massimizzazione della vita dell'impianto.

Il medium è generalmente costituito da materiale inerte (roccia, ghiaia, sabbia) a diversa granulometria. L'adozione di materiale pulito e lavato consente di ridurre i rischi di intasamento del letto che può originare flusso del refluo in superficie. In condizioni ottimali si prevede il rinnovo del materiale di riempimento ogni 15-20 anni.

La scelta e la gestione della specie vegetale sono elementi chiave per la buona riuscita dell'impianto, anche se spesso la loro importanza viene sottovalutata. Non mancano infatti esempi di funzionamento non soddisfacente dei sistemi dovuto all'utilizzazione errata della vegetazione. La scelta delle piante dipende dalle condizioni climatiche, dalle caratteristiche del refluo, dalla qualità richiesta dall'effluente. A questi criteri va aggiunto che, a volte, si deve selezionare la specie in funzione di obiettivi particolari . Per tali scelte sarà compito del Tecnico incaricato di adoperare le scelte migliori per lo scopo prefissato.

Tutti i controlli e le azioni da intraprendere per garantire una corretta gestione e manutenzione dell'impianto saranno contenute nel piano di manutenzione nonché in un libretto di manutenzione da tenere aggiornato nel tempo, parte sostanziale del progetto in essere.

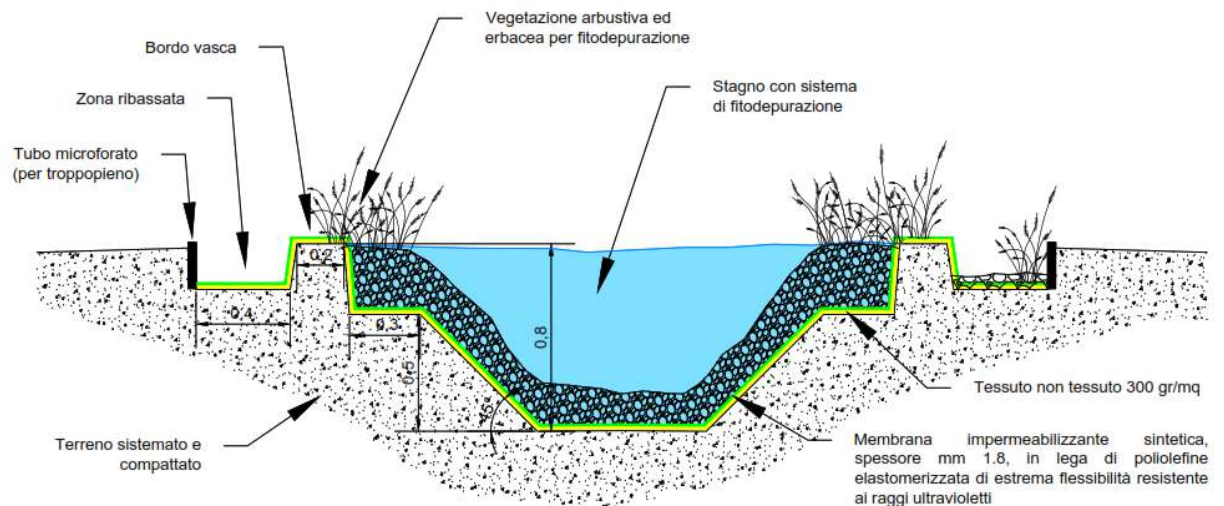


Fig. 38 - Sezione schematica , fuori scala, dello stagno



Fig. 39 – Esempio di stagno con utilizzo della fitodepurazione - Foto di Giuseppe Doronzo (2009)

La membrana impermeabilizzante sintetica, come detto di spessore di almeno mm. 1,8, dovrà avere le principali specifiche: ottenuta per coestrusione di una lega di poliolefine elastomerizzate, di particolare flessibilità, resistente ai raggi ultravioletti stabilizzata dimensionalmente da un'armatura in fibra di vetro, realizzata con colori contrastanti tra faccia

superiore e inferiore (signal layer) per consentire il controllo visivo della integrità superficiale della stessa durante e dopo le fasi della posa in opera, essere conformi ai requisiti per la marcatura CE, ove prevista.

Considerando i dati fin ora evidenziati per la corretta utilizzazione e fruizione dello stagno appare indispensabile la realizzazione di un pozzo da cui prelevare le acque da utilizzare a bisogno.

Per quanto riguarda la autorizzazione alla ricerca di acque sotterranee per il **pozzo** da realizzare a scopo irriguo a servizio del citato Parco oltre alla documentazione amministrativa bisognerà produrre le seguenti Relazioni specialistiche: • Relazione tecnica generale asseverata, a firma di tecnico abilitato e controfirmata dal soggetto richiedente per presa visione ed accettazione. • Relazione geologica ed idrogeologica asseverata, a firma di tecnico geologo abilitato, redatta riportando stratigrafia desumibile dai dati esistenti; piezometria desumibile dai dati esistenti; valutazione delle portate disponibili negli acquiferi individuati. • Relazione di progetto pozzo asseverata, a firma di tecnico geologo abilitato, redatta riportando :descrizione dell'opera (modalità esecutive della perforazione, diametro e profondità del pozzo, materiali utilizzati per i rivestimenti, quote delle fenestrazioni, modalità costruttive delle opere di protezione del boccapozzo); Sezione dell'opera correlata alla stratigrafia alle falde rinvenibili in base alla relazione idrogeologica; Tipologia e caratteristiche tecniche della pompa (portata, prevalenza, potenza assorbita) che si prevede di installare; Tavole di progetto del pozzo (piante, sezioni e prospetti di opere fuori terra) e degli impianti di captazione connessi, in scala adeguata. • Relazione asseverata, a firma di tecnico abilitato, per la verifica della possibilità di riuso di acque reflue (esterne all'insediamento) e/o meteoriche e analisi di fattibilità di impianti utili a consentire il riciclo, riuso e risparmio della risorsa idrica prelevata dai pozzi a realizzarsi.

Con tali approfondimenti sarà possibile precise indicazioni relativamente alle acque sotterranee da utilizzare, ciò fermo restando che in prima analisi i corpi idrici più consistenti si rinvenivano, il più superficiale, freatico, con livello piezometrico compreso tra 20 e 23 metri slm ed il più profondo, semiconfinato, a profondità comprese tra i 55 ed i 60 metri. I pozzi, ormai da tempo, attingono alle falde sottostanti il banco di "tufo grigio campano" che in genere presentano una buona produttività e spesso hanno caratteri di artesianità.

Sarà possibile scegliere la pompa da utilizzare una volta progettato il pozzo con l'iter appena evidenziato, comunque si forniscono nella tabella successiva le prime indicazioni di massima.

DATI ELETTRICI		DATI IDRAULICI							
P2 NOMINALE		Q=m³/h	0	2	4	6	8	10	12
KW	HP	Q=l/min	0	33,3	66,6	100	133,3	166,6	200
4	5,5		75	75	74	73	70	65	59

Fig . 40 - Primi dati elettropompa sommersa (prestazioni a 50 Hz – 2 Poli)

DATI ELETTRICI			FUNZIONAMENTO AD INVERTER	INSTALLAZIONE ORIZZONTALE	L2 mm	L mm	L1 mm	D mm	D1 mm	PESO TOTALE Kg
P2 NOMINALE		In A								
KW	HP									
4	5,5	10,6	●	●	1353	600	753	141	132	54,4

Fig . 41 - Primi dati elettropompa sommersa (dati elettrici e dimensionali)

13. CONCLUSIONI

Per la valutazione dei terreni interessati sono stati utilizzati sia i dati ricavati da esperienze maturate in zona dallo scrivente sia quelli dedotti dalle prove effettuate per studi geologici eseguiti per dare seguito alla pianificazione territoriale che hanno permesso di

fornire le considerazioni presentate in precedenza. In termini generali questa porzione di territorio comunale esaminato è caratterizzato essenzialmente da una successione di prodotti vulcanici sia incoerenti che lapidei in giacitura sia primaria che secondaria, i quali si presentano in forma intergiditale. La successione piroclastica si presenta in alternanza di ceneri (da sabbiose-ghiaiose a sabbiose-limose), livelli di lapilli pomicei e lapidei, livelli di cenere humificata, a luoghi paleosuoli come detto variamente intercalati. In termini generali i sondaggi hanno confermato come questa porzione di territorio comunale esaminato sia caratterizzato essenzialmente da una successione di prodotti piroclastici incoerenti in giacitura sia primaria che secondaria i quali si presentano in forma intergiditale. con a letto il rinvenimento della lava tefritico leucitica. La successione piroclastica si presenta in alternanza di ceneri (da sabbiose-ghiaiose a sabbiose-limose), livelli di lapilli pomicei e lapidei con a luoghi presenza di brandelli lavici, e livelli di cenere humificata, a luoghi paleosuoli come detto variamente intercalati e alla fine si individua la lava tefritico leucitica. Dallo studio geologico esguito per dare seguito alla variante al PRG (2001) si evince come era presente, nel territorio comunale, falda freatica a profondità comprese tra m. 36 e m. 5 rispettivamente da sud verso nord. Vi è da aggiungere che per i terreni in falda alcune prove di emungimento effettuate in pozzi dell'area di piana hanno fornito valori dei coefficienti medi di permeabilità variabili tra $1,72 \times 10^{-4}$ e $2,36 \times 10^{-4}$ m/sec . Tali valori si collocano nell'ambito di un intervallo di valori medio bassi. Come noto, negli anni, in modo diffuso in tutta l'area di piana si è riscontrato un esteso e sostanziale innalzamento della falda così come già evidenziato nel corpo della presente relazione e che solo con indagini dirette si potranno fornire notizie specifiche sulla falda. Relativamente alle caratteristiche di risposta sismica locale, dall'analisi della stratigrafia litomeccanica e della sismicità dell'area, per le considerazioni esposte nello specifico capitolo, possono essere esclusi fenomeni di liquefazione. Ai fini della risposta sismica di sito, il parametro caratterizzante la risposta sismica locale, individuato nella Vs30 ha fornito per il sito in oggetto, una Categoria di Suolo B. Si ribadisce: che al momento non vi sono fenomeni di instabilità geomorfologica connessi a eventuali movimenti di massa dei terreni e come non siano state individuate cavità sotterranee ne tantomeno indicazioni che ne facciano presupporre l'esistenza; che l'area in esame non risulta tra quelle a rischio idrogeologico riportate nei Piani prodotti dall'Autorità di Bacino competente. Si ricorda che sarà indispensabile un'adeguata opera di drenaggio e di raccolta delle acque di ruscellamento superficiale e, tenendo conto delle esigenze d'uso e delle finalità del progetto, bisognerà limitare l'impermeabilizzazione superficiale del suolo, impiegando tipologie costruttive e materiali tali da controllare la ritenzione temporanea delle acque (favorendo l'infiltrazione controllata) anche attraverso adeguate reti di regimazione e di drenaggio. Considerando tutti i dati fin ora evidenziati, fermo restando il dimensionamento delle opere e le altre ovvie verifiche a carico del Tecnico incaricato e la valutazione dal punto di vista tecnico applicativo e funzionale per rispondere alle esigenze di progetto; si valuta che il sito, dal punto di vista geologico, possa accogliere le opere a realizzarsi.

Vico Equense, 5 febbraio 2025

Geologo Giuseppe Doronzo

