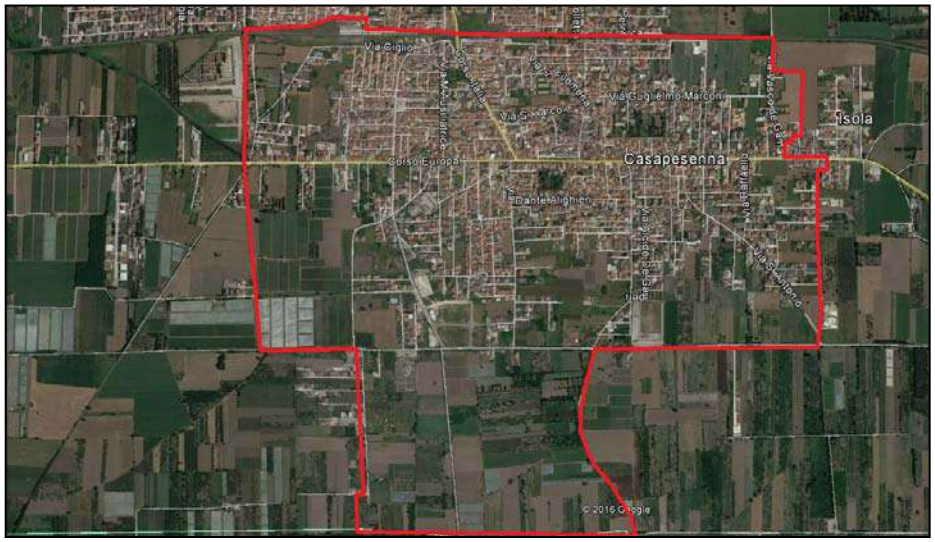
Ordine dei Geologi della CAMPANIA
A.P.C. ASSOLTO
Triennio 2008 - 2010
Certificato n° 3499/2012
Valido fino al 30/06/2014
Aggiornamento Professionale Continuo

GEOLOGO
Gennaro D'AGOSTINO
Studio di
GEOLOGIA APPLICATA & AMBIENTALE

COMUNE DI CASAPESENNA
(Caserta)

RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA e SISMICA

"RELAZIONE GEOLOGICA (AI SENSI DELLA LEGGE 9/83 E SMI) FINALIZZATA ALLA PREVENZIONE DEL RISCHIO SISMICO PER LA FORMAZIONE DEL NUOVO STRUMENTO URBANISTICO COMUNALE"



COMMITTENTE:	**AMMINISTRAZIONE COMUNALE**		**TEVEROLA**
LOCALITA'	**CASAPESENNA (CE)**		**Dicembre 2016**

Allegati:	**il Geologo**
- Corografia dell'area comunale **- Carta planimetrica con ubicazione delle indagini** **- Carta Geolitologica con ubicazione indagini** **- Carta Geomorfologica e della stabilità** **- Carta Idrogeologica** **- Carta della microzonazione sismica in scala** **- Sezioni Geolitologiche**	**Dott. Gennaro D'Agostino** **ALBO O.R.G. 1943**

via I° Dietro Corte n°73 81030 Teverola (CE) ☎ 081 5029593 349 4205297
e-mail: gennaro.dagostino@libero.it P.IVA: 02939190613

✉ Via I° Dietro Corte, 73 -81030- Teverola (CE) ☎ 081 8911438 3494205297 e mail: gennaro.dagostino@libero.it

INDICE

1 Premessa	pag. 2
2 Piano delle indagini	pag. 4
3 Inquadramento geografico	pag. 14
4 Modello geologico	pag. 15
4.1 Modello geotettonico di area vasta	pag. 15
4.2 Modello geomorfologico	pag. 17
4.3 Modello geolitologico dell'area comunale	pag. 17
4.4 Modello geologico di sito	pag. 18
4.5 Stabilità del territorio comunale	pag. 19
5 Idrografia e idrogeologia	pag. 21
5.1 Inquadramento idrogeologico di area vasta	pag. 26
5.2 Rilevamento idrogeologico	pag. 27
5.3 Interpretazione dei dati	pag. 28
6. Caratterizzazione sismica	pag. 29
6.1 Caratterizzazione sismica di sito	pag. 32
6.2 Verifica alla liquefazione	pag. 38
7. Caratterizzazione geomeccanica	pag. 41
8. Zonazione della pericolosità geologica in prospettiva sismica	pag. 48
9. Conclusioni	pag. 50

ALLEGATI:

Relazione e allegati indagini geognostiche in sito e di laboratorio

TAVOLE

I Corografia dell'area comunale in scala 1:25.000
II Carta planimetrica con ubicazione delle indagini in scala 1: 4.000
III Carta Geolitologica con ubicazione indagini in scala 1:4000(L.R. 9/83)
IV Carta Geomorfologica e della stabilità in scala 1:4000(L.R. 9/83)
V Carta Idrogeologica in scala 1:4000(L.R. 9/83)
VI Carta della microzonazione sismica in scala 1:4000(L.R. 9/83)
VII Sezioni Geolitologiche in scala 1:4000 – 1:1000

✉ Via I° Dietro Corte, 73 -81030- Teverola (CE) ☎ 081 8911438 3494205297 e mail: gennaro.dagostino@libero.it

1 PREMESSA

Facendo seguito all'incarico ricevuto dal comune di Casapesenna (CE) giusta determina Dirigenziale n. 29 del 10/02/2016, circa la **"RELAZIONE GEOLOGICA (AI SENSI DELLA LEGGE 9/83 E SMI) FINALIZZATA ALLA PREVENZIONE DEL RISCHIO SISMICO PER LA FORMAZIONE DEL NUOVO STRUMENTO URBANISTICO COMUNALE"**, e successiva stipula di convenzione d'incarico in data 02/03/2016 Prot. N. 1641, il sottoscritto Dott. Geologo Gennaro D'Agostino iscritto in data 20/Maggio/1999 all'Ordine dei Geologi della Regione Campania con numero 1943, accettato l'incarico, ha eseguito uno studio di geologia tecnica finalizzato alla individuazione delle caratteristiche geolitologiche, geomorfologiche, idrogeologiche, sismiche e fisico meccaniche dell'area di studio e alla valutazione della fattibilità del piano urbanistico comunale in relazione alla stabilità d'insieme della zona.

Tale studio è stato eseguito in ottemperanza a quanto prescritto dai seguenti dettami legislativi in materia:

- Legge Regionale 7 gennaio 1983 N° 9 recante "*Norme per l'esercizio delle funzioni in materia di difesa del territorio dal Rischio Sismico*" e successive integrazioni;

- Decreto Min. LL.PP. 11 marzo 1988 e Circolare Min. LL.PP. 24 settembre 1988, N° 30483;

- Delibera di Giunta Regionale n°5447 del 7 novembre 2002 "*Aggiornamento della classificazione sismica dei comuni della Regione Campania"*;

- Deliberazione n°248 del 24 gennaio 2003 della Giunta Regionale della Campania: "*Circolare applicativa dell'Aggiornamento della classificazione sismica dei comuni della Regione Campania*"*;*

- Ordinanza 3274/2003 della Presidenza del Consiglio dei Ministri recante "*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zone sismiche*" e successive modifiche e integrazioni.

- Decreto ministeriale 14 gennaio 2008 Nuove norme tecniche per le costruzioni G.U. n.29 del 4 febbraio 2008 SO n.30.

- Delibera della Giunta Regionale n. 118 del 27/05/2013 OPCM 4007/2012 recante "*Attuazione dell'art. 11 del dl 28/04/2009 n. 39, convertito con modificazioni dalla legge del 24/06/2009, n. 77, in materia di contributi per interventi di prevenzione del rischio sismico". approvazione indirizzi e criteri*.

✉ Via I° Dietro Corte, 73 -81030- Teverola (CE) ☎ 081 8911438 3494205297 e mail: gennaro.dagostino@libero.it

In aderenza con quanto previsto dalla normativa in materia sopra specificata, in particolare ai sensi degli art. 11-12 della LR 9/83 e smi, sono state elaborate le seguenti rappresentazioni cartografiche.

- Carta Geolitologica con ubicazione indagini in scala 1:4000
- Carta Geomorfologica e della stabilità in scala 1:4000
- Carta Idrogeologica in scala 1:4000
- Carta della microzonazione sismica in scala 1:4000
- Sezioni Geolitologiche in scala 1:4000 - 1:1000

✉ Via I° Dietro Corte, 73 -81030- Teverola (CE) ☎ 081 8911438 3494205297 e mail: gennaro.dagostino@libero.it

2 PIANO DELLE INDAGINI

Per la realizzazione di tale lavoro sono stati preliminarmente raccolti i dati bibliografici e quelli relativi a vari sondaggi geognostici già realizzati nell'area comunale per vari progetti pubblici e privati, integrati con un rilevamento geologico geomorfologico e idrogeologico dell'area.

Bisogna evidenziare che, per avere una corretta caratterizzazione geologica territorio comunale e del sottosuolo significativo ai fini della modellazione geologica a scala comunale, attraverso una campagna di indagini in sito dirette ed indirette, occorre realizzare, tra l'altro, un congruo numero di sondaggi geognostici ed indagini geofisiche secondo quanto stabilito dal O.P.C.M. N. 3274/2003 e s.i. e m. oltre che dalla Legge Regionale n. 9 del 1983 e s.i e m..

La campagna di indagine geologica, geotecnica, geomorfologia, idrogeologica e sismica, si è sviluppata, per i fini predetti in più fasi secondo il seguente schema:

a) Ricerca bibliografica: in questa fase, al fine di avere un quadro geologico - geomorfologico e geotecnico conoscitivo generale dell'intero territorio comunale, si sono consultate:
   - Carta Geologica d'Italia scala 1:100.000 Fogli 183-184 Napoli- Isola D'Ischia, Carta geologica d'Italia scala 1:100.000 Foglio 172 Caserta;
     Carta Geologica d'Italia scala 1: 50.000 Foglio 446-447 Napoli In fase di pubblicazione consultata sul sito dell'ISPRA;
   - Carta Tecnica Programmatica Regionale (CTPR) in scala 1:25.000 : Tavola 22 LAGO PATRIA del 1998;
   - Dati stratigrafici relativi all'esecuzione di alcuni sondaggi e pozzi raccolte nel corso dello studio;
b) Sopralluoghi preliminari: attraverso di esso, si sono valutate le condizioni geologiche e morfologiche utili per il posizionamento delle indagini in sito di cui appresso;
c) Studio di aerofoto con cui si sono valutate le condizioni geomorfologiche, idrologiche e geologiche;
d) Rilevamento geologico-geomorfologico nella scala 1:2.000;
e) Rilevamento idrogeologico: finalizzato all'individuazione delle caratteristiche drenanti dei vari complessi geologici rinvenuti su scala territoriale comunale, con rilevamento diretto del livello piezometrico dalla ispezione di pozzi, in prima istanza e, poi alla fine della esecuzione, fori di sondaggio e prove penetrometriche effettuate per fini geognostici;

Di seguito vengono elencate in tabella le indagini pregresse prese a riferimento e quelle effettuate dallo scrivente per la redazione di questo lavoro.

✉ Via I° Dietro Corte, 73 -81030- Teverola (CE) ☎ 081 8911438 3494205297 e mail: gennaro.dagostino@libero.it

Elenco suddiviso per tipologia di lavoro;

INDAGINI GEOGNOSTICHE CONSULTATE - ESEGUITE PER LAVORI DIVERSI		
INDAGINI P.R.G.		
TIPO	***LATITUDINE***	***LONGITUDINE***
S1 PRG	40.993728°	14.136988°
S2 PRG	40.993485°	14.132363°
S3 PRG	40.994313°	14.138365°
S4 PRG	40.994300°	14.126544°
S5 PRG	40..989960°	14.129395°
S6 PRG	40.988503°	14.135999°
S7 PRG	40.980989°	14.128794°
S8 PRG	40.993747°	14.142190°
S9 PRG	40.991631 °	14.146394°
S10 PRG	40.992436°	14.142719°
INDAGINI ADEGUAMENTO ANTISISMICO COMUNE DI CASAPESENNA 2002		
TIPO	***LATITUDINE***	***LONGITUDINE***
S1 AD (DH)	40.985531°	14.132846°
S2 AD (DH)	40.987597°	14.131095°
S3 AD (DH)	40.995816°	14.135407°
S4 AD (DH)	40.995110°	14.147141°
S5 AD (DH)	40.988074°	14.124640°
SONDAGGIO AD INIZIATIVA PRIVATA		
S1	40.983062	14.127669°
INDAGINI DPSH PER LAVORI DIVERSI		
TIPO	***LATITUDINE***	***LONGITUDINE***
DPSH 1	40.984812°	14.130565°
DPSH 2	40.988972°	14.142829°
DPSH 3	40.987852°	14.141875°
DPSH 4	40.987010°	14.134560°
DPSH 5	40.993410°	14.145658°
DPSH 6	40.991818°	14.132749°
DPSH 7	40.995598°	14.135625°
DPSH 8	40.993152°	14.124492°
DPSH 9	40.983432°	14.126613°
DPSH 10	40.990309°	14.150280°
LEGENDA: ***S(SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO) -- S(DH)(SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO CON PROVA SISMICA IN FORO TIPO DOWN-HOLE) -- DPSH(PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SUPER PESANTE DPSH)***		

✉ Via I° Dietro Corte, 73 -81030- Teverola (CE) ☎ 081 8911438 3494205297 e mail: gennaro.dagostino@libero.it

INDAGINI GEOFISICHE ALLEGATE ESEGUITE PER LAVORI PRIVATI		
TIPO	***LATITUDINE***	***LONGITUDINE***
MASW 1	40.983373.°	14.126929°
MASW 2	40.993054°	14.131746°
MASW 3	40.989400°	14.139318°
MASW 4	40.991708°	14.144342°
MASW 5	40.987424°	14.134366°
MASW 6	40.988746°	14.127987°
MASW 7	40.992120°	14.136651°
MASW 8	40.991394°	14.151369°
INDAGINI ADEGUAMENTO ANTISISMICO COMUNE DI CASAPESENNA 2002		
TIPO	***LATITUDINE***	***LONGITUDINE***
DH - S1 AD	40.985531°	14.132846°
DH - S2 AD	40.987597°	14.131095°
DH - S3 AD	40.995816°	14.135407°
DH - S4 AD	40.995110°	14.147141°
DH - S5 AD	40.988074°	14.124640°
LEGENDA: MASW (INDAGINI SISMICA TIPO MASW) -- DH (PROVA SISMICA IN FORO TIPO DOWN- HOLE)		

Successivamente, sulla scorta delle indagini pregresse e della loro disposizione territoriale, del modello geologico ricostruito su base bibliografica a scala comunale è stato eseguito il successivo piano di indagini geognostiche cosi come previsto da determina e convenzione di incarico, finalizzato alla definizione di un modello geologico omogeneo a scala comunale e adeguato ad ottemperare alle finalità dell'incarico ricevuto.

Di seguito si elencano le indagini geognostiche e geofisiche eseguite:

INDAGINI GEOGNOSTICHE REALIZZATE PER IL PUC	
NUMERO	**TIPO**
4	Sondaggio geognostico a carotaggio continuo
12	Pove SPT in foro di sondaggio due per singolo carotaggio
7	Prove penetrometriche dinamiche pesanti tipo DPSH
3	Prelievi di campioni indisturbati con relative analisi di laboratorio
3	Indagini sismiche in foro tipo Down Hole
4	Indagini sismiche tipo MASW

✉ Via I° Dietro Corte, 73 -81030- Teverola (CE) ☎ 081 8911438 3494205297 e mail: gennaro.dagostino@libero.it

Le indagini geognostiche in sito sono state eseguite dalla IGEO s.a.s. specializzata nella realizzazione di indagini in sito; mentre le prove di laboratorio sui campioni prelevati nel corso delle indagini sono state eseguite dalla AGC s.r.l. autorizzata dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, ai sensi della circolare n° 7618 del 08/09/2010 ai sensi dell'art. 59 del DPR 380/2001.

Nella cartografia seguente, viene rappresentato il piano delle indagini effettuate con relativa ubicazione (fuori scala). Segue una sintesi descrittiva delle indagini eseguite con rappresentazione tabellare delle stesse:

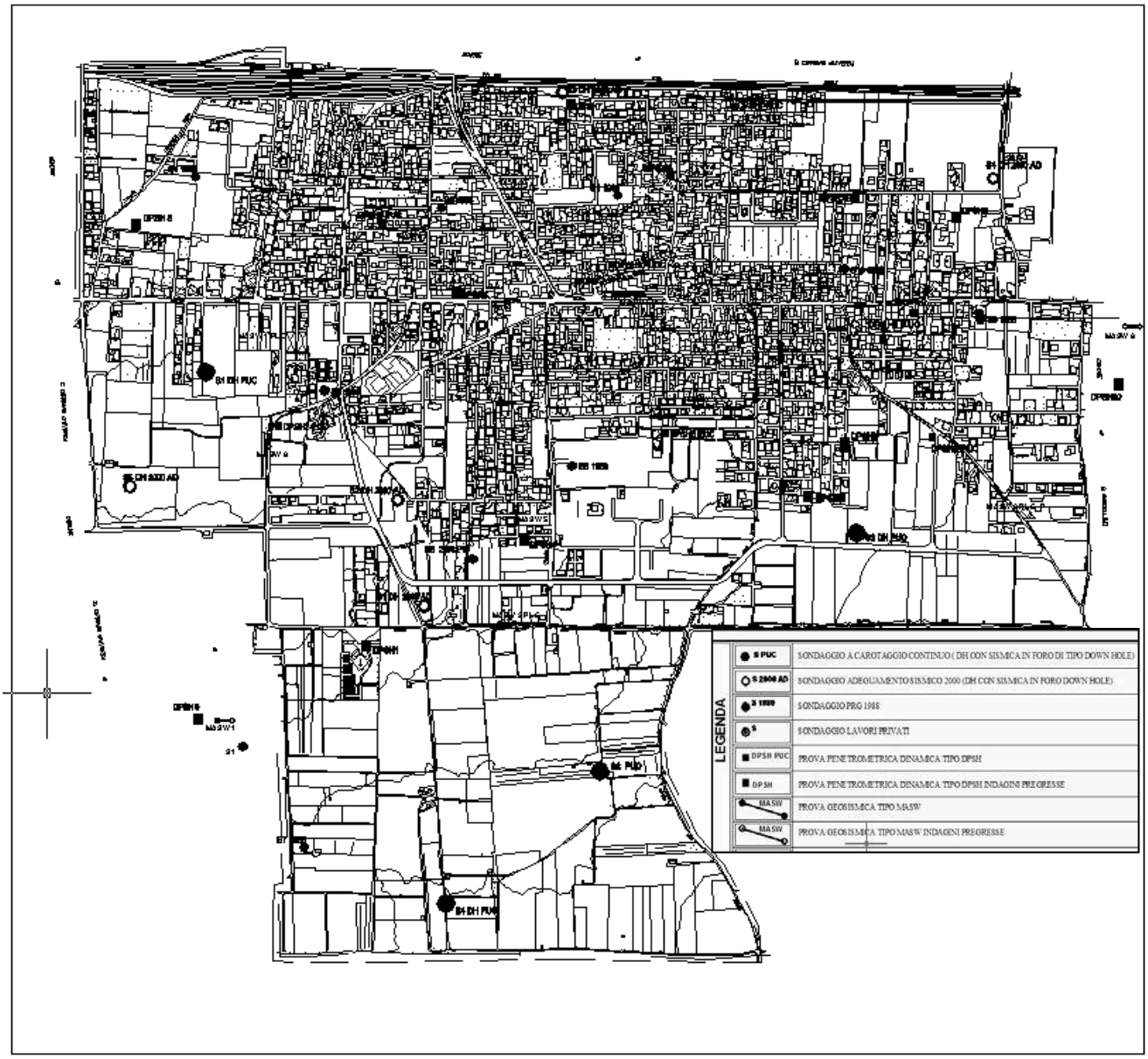


FIG. 1 - CARTA UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE (FUORI SCALA) [Cfr. Allegato II]

✉ Via I° Dietro Corte, 73 -81030- Teverola (CE) ☎ 081 8911438 3494205297 e mail: gennaro.dagostino@libero.it

SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO

I sondaggi sono stati eseguiti utilizzando la tecnica del carotaggio continuo con l'impiego di un carotiere da 101 mm. di diametro. Si è utilizzata a tal fine una sonda meccanica cingolata Teredo DC-212, conforme alle direttive CEE in materia di macchine,

Si è avuta cura, all'occorrenza, di rivestire il foro, con apposita tubazione del diametro di 127 mm. Si indicano più nel dettaglio le attrezzature utilizzate:

· Aste di manovra cave dal diametro Φ (mm) 76
· Aste di manovra lunghezza (m) 1.5
· Carotiere da Φ (mm) 101
· Carotiere lunghezza (m) 1.5
· Corona con denti in Widia da Φ (mm) 101
· tubo di rivestimento dal diametro Φ (mm) 127

Sono state altresì eseguite, durante l'esecuzione dei sondaggi, 12 prove penetrometriche dinamiche tipo S.P.T. (Standard Penetretion Test) a varie profondità.

Di seguito si elencano: il sondaggio eseguito con relativa profondità raggiunta, le prove S.P.T. eseguite, i campioni indisturbati prelevati; si rimanda per i dettagli alle colonne stratigrafiche allegate.

Tab. 1

SONDAGGIO	LATITUDINE (°) DEC	LONGITUDINE (°) DEC	PROFONDITÀ METRI	QUOTA m.S.L.M.
S1 DH	40.990334°	14.126195°	31.00	28.00
S2	40.982446°	14.136698°	31.00	30.50
S3 DH	40.987277°	14.142544°	31.00	30.50
S4 DH	40.980153°	14.132658°	31.00	31.50

Nel corso di ogni singolo sondaggio sono state eseguite 3 prove S.P.T., a quote differenziate, utilizzando un'attrezzatura conforme alle norme ASTM D 1586-AASHTOT 206, costituita da un campionatore Raymond, un maglio da 63,5 kg e da aste in acciaio del peso di 7 kg/ml.

Le prove sono state eseguite alle profondità che si possono evincere dalla sottostante tabella.

Di seguito ed in allegato vi sono i valori desunti dalle prove S.P.T.

✉ Via I° Dietro Corte, 73 -81030- Teverola (CE) ☎ 081 8911438 3494205297 e mail: gennaro.dagostino@libero.it

Tab.2

SONDAGGIO N	S.P.T da - a m.	Punta	N1	N2	N3	NSPT
1	3,50 – 3,95	Chiusa	9	12	12	24
	9,00 – 9,45	Aperta	10	35	50/10cm.	**82/25-rif.**
	29,00 – 29,45	Chiusa	29	32	45	**rif.**
2	3,00 – 3,45	Aperta	19	19	24	**43**
	15,50 – 15,95	Aperta	16	19	24	**43**
	20,00 – 20,45	Aperta	21	26	37	**rif.**
3	3,00 – 3,45	Aperta	1	2	3	**5**
	15,00 – 15,45	Chiusa	9	13	18	**31**
	24,00 – 24,45	Chiusa	23	29	35	**rif.**
4	2,50 – 2,95	Chiusa	6	8	12	**20**
	11,50 – 11,95	Chiusa	12	14	18	**32**
	22,00 – 22,45	Chiusa	22	28	32	**rif.**

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE SUPER PESANTI

Sono state eseguite, 7 prove penetrometriche dinamiche super pesanti DPSH (Dinamic Probing Super Heavy) utilizzando un penetrometro statico dinamico TG63 200 della PAGANI.

La prova consiste nell'infissione di un'asta (di lunghezza di cm. 100) con all'estremità una punta conica (angolo apertura punta = 90° e area base punta A= cm^2 20,43) 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. 20 di asta.

Tutti i dati, in tabella e grafici, sono riportati in allegato. Per quanto riguarda le quote e le profondità si fa riferimento al piano campagna attuale, così come evinto dalla cartografia fornita dalla committenza.

Scopo delle prove è stato quello di fornire dati utili alla caratterizzazione dei terreni di copertura, con la possibilità di fornire valori con i quali poi correlare la Dr (Densità relativa, φ (angolo di attrito), Eed (modulo di deformazione edometrica), ecc; di correlare tra loro i terreni esistenti.

La lettura dei dati desunti dalle prove penetrometriche conferma in generale quanto si è evidenziato dai rilevamenti eseguiti in connessione ai terreni rinvenuti.

Vi è da evidenziare come le prove realizzate abbiano in parte raggiunto il rifiuto dell'attrezzatura.

Le prove sono state eseguite alle profondità che si possono evincere dalla sottostante tabella.

✉ Via I° Dietro Corte, 73 -81030- Teverola (CE) ☎ 081 8911438 3494205297 e mail: gennaro.dagostino@libero.it

Tab.3

DPSH	Latitudine (°) dec	Longitudine (°) dec	Profondità metri	Quota m.s.l.m.
1	40.992402°	14.136727°	7.40	25.50
2	40.989133°	14.128149°	12.20	27.00
3	40.991581°	14.144550°	16.00	30.00
4	40.989093°	14.145095°	12.00	30.50
5	40.989156°	14.138213°	10.00	29.00
6	40.993216°	14.130796°	8.20	25.50
7	40.995538°	14.139880°	5.80	27.00

PRELIEVO DI CAMPIONI E ANALISI DI LABORATORIO

Durante l'esecuzione dei sondaggi a carotaggio continuo sono stati prelevati, tutti a pressione, 3 campioni indisturbati consegnati successivamente a laboratorio specializzato.

Il prelievo dei campioni è stato realizzato adoperando un campionatore cilindrico ("*fustella*") montato alle aste di manovra e poi fatto penetrare nel terreno alle profondità prestabilite con la sola pressione esercitata dalla macchina perforatrice.

In questo modo il campionatore si riempie di materiale che, appena estratto, è stato paraffinato alle due estremità onde evitare che, al contatto con l'aria, perda la sua umidità naturale.

Tra i diversi tipi esistenti in commercio, è stato utilizzato il campionatore "a pareti sottili" che tra tutti è quello che arreca minore disturbo al terreno.

I campioni prelevati, in modo conforme alle Raccomandazioni dell'AGI, in accordo con le procedure da noi impartite, sono stati prelevati con apposito campionatore e singolarmente sigillati con paraffina. Sono stati annotati su ogni fustella:

- Il numero del sondaggio
- Il numero del campione
- La quota iniziale e finale di prelievo
- La lunghezza del campione
- La testa e coda del campione

Di seguito si riporta l'elenco dei campioni consegnati al laboratorio.

Tab. 4

SONDAGGIO N.	CAMPIONE N.	PROFONDITA' INIZIALE PRELIEVO CAMPIONI m.	PROFONDITA' FINALE PRELIEVO CAMPIONI m.
S1DH	C1	3,00	3,50
S2	C1	15,00	15,50
S3DH	C1	2,50	3,00

✉ Via I° Dietro Corte, 73 -81030- Teverola (CE) ☎ 081 8911438 3494205297 e mail: gennaro.dagostino@libero.it

Sui campioni prelevati durante l'esecuzione dei sondaggi a carotaggi continuo sono state eseguite poi analisi e prove geotecniche di laboratorio (Cfr. allegato Indagini Geognostiche). Le determinazioni, conformi alle Raccomandazioni dell'AGI ed in accordo con le procedure ASTM, CNR e UNI specifiche hanno compreso le seguenti analisi e prove: apertura e descrizione del campione, determinazione delle caratteristiche fisiche generali, analisi granulometrica e prova al taglio:

Caratteristiche fisiche generali

Per la determinazione delle caratteristiche fisiche naturali del terreno si è proceduto in laboratorio come segue:

Peso Di Volume

Dal campione estratto, mediante piccole fustelle a bordo tagliente e di volume noto, vengono ricavati provini indisturbati da pesare con una precisione di 0.01 g. Conoscendo sia il peso che il volume del materiale si calcola il suo peso di volume. Le pesate sono state eseguite con una bilancia SARTORIUS con precisione 0.01 grammi;

Peso Di Volume Secco e Contenuto D'acqua

I campioni di cui al punto precedente sono riposti in una stufa ad essiccare ad una temperatura di 105-110° per la durata di 12 ore. Conoscendo il volume, il peso ed il peso secco dei provini, viene ricavato il peso di volume del secco ed il contenuto d'acqua. Le pesate sono state eseguite con una bilancia SARTORIUS con precisione 0.01 grammi

Peso Specifico Dei Grani

Per la determinazione del peso specifico dei grani è inserito all'interno di un picnometro una quantità nota (circa 30-50 g) di materiale secco, riempito per metà di acqua distillata e riposto sotto vuoto per il tempo necessario ad espellere tutti i gas. Dopodiché si procede a riempire il picnometro esattamente fino al segno riportato sul collo e a pesare il tutto con una precisione di 0.01 g. Viene poi ripetuta la pesata del picnometro pieno solo di acqua distillata fino alla tacca riportata sul collo e, per differenza, si ricava il volume spostato dalle particelle solide. Da questi dati è possibile ricavare il peso specifico delle particelle solide dopodiché, per correlazione, vengono calcolati l'indice dei vuoti, la porosità ed il grado di saturazione del campione. Le pesate sono state eseguite con una bilancia SARTORIUS con precisione 0.01 grammi.

Analisi granulometrica

L'obiettivo dell'analisi granulometrica di un terreno è quello di raggruppare, in diverse classi di grandezza, le particelle che lo costituiscono e di determinare successivamente le percentuali in peso di ciascuna classe, riferite al peso secco iniziale del campione. La distribuzione granulometrica delle particelle che costituiscono un campione risulta indispensabile per avere indicazioni circa il comportamento meccanico del terreno, la sua permeabilità, il decorso dei cedimenti nel tempo, ecc.

✉ Via I° Dietro Corte, 73 -81030- Teverola (CE) ☎ 081 8911438 3494205297 e mail: gennaro.dagostino@libero.it

La procedura per effettuare un'analisi granulometrica per vagliatura è quella di scegliere, per quartature successive, una quantità sufficiente di materiale rappresentativo del campione, essiccare questo materiale in stufa e pesarlo.

Quest'ultimo si ripone quindi sulla pila di setacci muniti di fondo e coperchio e riposti con apertura via via decrescente; essi vengono fatti vibrare in modo da separare i granuli in frazioni di dimensioni pressoché uguali, ciascuna trattenuta al corrispondente setaccio. Successivamente si pesa il trattenuto ad ogni setaccio e si ricava la percentuale di passante al setaccio stesso. Con questa tecnica è possibile determinare la distribuzione delle dimensioni delle particelle fino al diametro di 0.075 mm. La distribuzione dei granuli di dimensioni inferiori a questo valore (cioè le particelle di limo ed argilla) viene effettuata per via indiretta, basandosi sui tempi di sedimentazione delle particelle in acqua distillata. In questo modo si arrivano ad identificare elementi di dimensioni minime dell'ordine di 1 micron. Le pesate sono state eseguite con una bilancia SARTORIUS con precisione 0.01 grammi.

Prova di taglio diretto consolidata drenata

La prova di taglio diretto viene eseguita con la cosiddetta scatola di Casagrande per determinare le caratteristiche meccaniche del terreno. Vengono preparati, in apposite fustelle, tre provini quadrati di 4 cm di lato e 2 cm di altezza, vengono sistemate nell'apposita Scatola di Casagrande e messi nell'alloggiamento della macchina di taglio. La scotola viene sommersa di acqua e, tramite un sistema di pesi e di leve, sottoposta per 24 ore, a tre diverse pressioni di consolidazione che sono rispettivamente la metà del valore della pressione litostatica in sito, il valore della pressione in sito ed il doppio di questa. Tramite un micrometro con precisione 0.001 mm a tempi prestabiliti, vengono misurati ed annotati prendendo i cedimenti subiti da ogni provino. Dalla curva dei cedimenti in funzione del tempo è possibile ricavare vari parametri tra cui la velocità a cui il provino può essere rotto. Successivamente, con una velocità di spostamento della parte bassa della scatola pari al valore precedentemente determinato, ogni provino viene portato a rottura e la resistenza che il provino oppone al moto della scatola stessa viene misurato con un micrometri con precisione 0.001 mm. Diagrammando i risultati di tutte le misurazioni effettuate, come riportato in allegato, si ottiene l'angolo di attrito e la coesione del terreno. L'attrezzatura usata è una scatola di taglio e macchina di taglio della NUOVA SANVITO con velocità di avanzamento regolabile con una precisione 0.01 micron/minuto.

INDAGINI GEOFISICHE

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

Per quanto riguarda la caratterizzazione sismica sono state eseguite indagini sismiche tipo Multichannel Analysis Of Surface Waves (MASW) e Down Hole (DH) cosi come sintetizzato nella tabella successiva:

✉ Via I° Dietro Corte, 73 -81030- Teverola (CE) ☎ 081 8911438 3494205297 e mail: gennaro.dagostino@libero.it

Tab.5

PROVA SISMICA	LATITUDINE (°) DEC	LONGITUDINE (°) DEC	PROFONDITÀ METRI	QUOTA m S.L.M.
MASW 1	40.991118°	14.127710°	35	25.4
MASW 2	40.985361°	14.134475°	35	30
MASW 3	40.987950°	14.146749°	35	34
MASW 4	40.991787°	14.137675°	35	25.3
DH1(S1DH)	40.990334°	14.126195°	31	28
DH2(S3DH)	40.987277°	14.142544°	31	30.5
DH3(S4DH)	40.980153°	14.132658°	31	31.5

Il rilievo geofisico MASW (*multichannel analysis of surface waves*) è utilizzato per la determinazione dei profili verticali della velocità delle onde di taglio (VS) tramite inversione delle curve di dispersione delle onde di Rayleigh effettuata con algoritmi genetici. L'indagine è stata eseguita utilizzando un sismografo a 24 canali della SARA Electronic Instruments S.r.l. di Perugia, modello DOREMI, con processore Pentium IV esterno, display VGA a colori in LCD-TFT 15". Sono stati utilizzati 24 geofoni da 4,5 Hz e, come sorgente energizzante, una massa battente (martello) da 5 Kg battuta su una piastra metallica.

L'indagine sismica in foro, tipo DH (*Down-Hole)*, è stata eseguita nel foro di sondaggio a carotaggio continuo, precedentemente condizionato con tubi in PVC, opportunamente giuntati avendo cura di riempire il fondo e l'intercapedine laterale tra tubo e foro con malta cementizia e provvedendo a mettere in opera idonea protezione e chiusura.

Il metodo *Down-Hole* prevede la generazione di onde elastiche in superficie, nelle vicinanze del foro, e la misura dei relativi tempi di arrivo a diverse profondità nello stesso.

Per una buona determinazione delle onde elastiche il foro di sondaggio è stato rivestito con tubi in PVC cementati al terreno circostante, così da eliminare qualsiasi vuoto e trasmettere al meglio il segnale. Il diametro interno delle tubazioni di rivestimento utilizzate è stato di 60 mm, sufficientemente piccolo da permettere una buona esecuzione della prova.

Per la misura DH è stato utilizzato il sensore SSBH, della SARA electronic instruments s.r.l. Il sensore SSBH è un dispositivo per geofisica specifico per misure di vibrazione in foro per misure DownHole, CrossHole, etc. Realizzato con una robusta struttura in acciaio inox può essere equipaggiato con sensori da 4.5, 8 o 10Hz. è' particolarmente indicato con il sistema DoReMi.

Le caratteristiche tecniche essenziali si compongono di 5 canali con configurazione Z verticale, orizzontali a 0°, 45°, 90°, 135° e Sistema di bloccaggio: elettrico. L'energizzazione è fornita da una mazza a cui è legato un trigger che dà il tempo iniziale dell'eccitazione.

Si forniscono in allegato: letture di campagna per le onde di compressione e di taglio; dati elaborati per le onde di compressione e di taglio; grafici tempi-profondità e

✉ Via I° Dietro Corte, 73 -81030- Teverola (CE) ☎ 081 8911438 3494205297 e mail: gennaro.dagostino@libero.it

velocità intervallari; individuazione dei principali moduli dinamici in corrispondenza delle profondità di lettura. I risultati di campagna, e la loro interpretazione, sono riportati in allegato.

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

Per approfondimenti si rimanda agli specifici elaborati allegati.

3 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Situato tra i 25 metri (zona a OVEST) e i 35 metri (zona EST) s.l.m., il Comune di Casapesenna (CE) è inserito nel comprensorio territoriale Aversano presentando una estensione areale di circa 6 Kmq, sorge nella parte occidentale della pianura campana, nella piana dei Campi Leporini, a nord dei Campi Flegrei. Esso è ubicato nella fascia periferica settentrionale dell'area napoletana-Flegrea, a circa 19 Km nord-ovest dalla città di Napoli. Il territorio comunale (Fig. 2) presenta una forma poligonale articolata leggermente allungata in direzione est – ovest, con sviluppo urbanistico che si estende principalmente nell'area nord e centrale del territorio comunale.

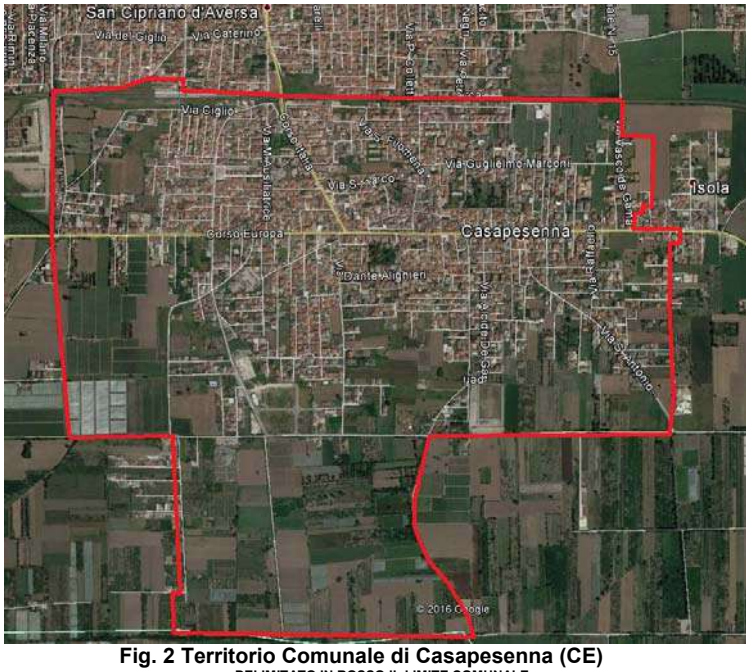


Fig. 2 Territorio Comunale di Casapesenna (CE)
-DELIMITATO IN ROSSO IL LIMITE COMUNALE-

Il territorio comunale di Casapesenna confina a Sud con il Territorio Comunale di Giugliano in Campania, a nord e ad Ovest con il Territorio Comunale di San Cipriano d'Aversa, ad Est con il Territorio Comunale di San Marcellino e Villa Di Briano. Il limite Nord è segnato dal tracciato della linea ferroviaria con direzione all'incirca Est Ovest (cfr. Allegato I).

Il corso d'acqua dei Regi Lagni, che solca il settore della Piana Campana in studio, a circa 5 Km nord dal territorio comunale di Casapesenna, si presenta totalmente cementato.

Il territorio comunale di Casapesenna ricade nel foglio n° 22 denominato LAGO PATRIA della Carta Tecnica Programmatica Regionale (CTPR) alla scala 1:25.000 pubblicato nel 1998, pubblicato nel 1993 e nei fogli n°183-184 Napoli-Isola D'Ischia della Carta Geologica d'Italia alla scala 1: 100.000.

✉ Via I° Dietro Corte, 73 -81030- Teverola (CE) ☎ 081 8911438 3494205297 e mail: gennaro.dagostino@libero.it

4 MODELLO GEOLOGICO

Il Comune di Casapesenna (CE), è localizzato nel settore centro occidentale dell'unità morfologico strutturale della Piana Campana a sud del corso dei Regi Lagni (circa 5 Km). Questo settore della piana è delimitato a nord, nord-ovest dal Monte Massico, ad ovest dal mar Tirreno, a sud-ovest dal complesso vulcanico dei Campi Flegrei, a sud dal complesso vulcanico del Somma Vesuvio a nord, nord-est dal settore della catena appenninica dei monti di Caserta e di Cancello.

4.1 MODELLO GEOTETTONICO DI AREA VASTA

L'area in esame appartiene al dominio geologico della Piana Campana, importante depressione strutturale (Graben) del bordo tirrenico dell'Appennino impostato su un originario piastrone carbonatico formata tra il Pliocene sup. ed il Quaternario. La piana estesa circa 1500 kmq è delimitata a NW dal M.te Massico, a NE dai M.ti di Caserta ed a SE dai M.ti Lattari. Lungo le fratture che hanno prodotto la depressione si è avuta, nel tempo, un intensa attività vulcanica condizionando fortemente l'assetto morfologico e stratigrafico della piana. Le rocce affioranti nella Piana, hanno litologia e genesi differenti; sono presenti sia rocce vulcaniche e piroclastiche, messe in posto dall'intensa attività eruttiva dei complessi vulcanici dei Campi Flegrei, del Roccamonfina e del Somma - Vesuvio, sia depositi epiclastici e alluvionali deposti dai corsi d'acqua che solcano la piana.

In superficie, quindi, sono ben osservabili le strutture marginali del graben. Le strutture recenti principali sono rappresentate da faglie normali orientate NE-SW e NW-SE, che in almeno due fasi del Quaternario hanno determinato rigetti verticali dell'ordine di qualche migliaia di metri.

Le strutture mioceniche, osservabili ai margini della Piana, sono connesse ai fenomeni di sovrascorrimento che hanno interessato la copertura sedimentaria triassico-miocenica e non sono legate alle deformazioni attuali del basamento cristallino. Queste ultime hanno orientamento W-E e sono costituite da una serie di monoclinali immergenti a Nord e delimitate a Sud da faglie normali, aventi rigetti verticali fino a mille metri e che tendono ad estinguersi, verso il basso, sulle superfici di sovrascorrimento.

Le faglie recenti, cui sono connessi anche i fenomeni vulcanici del graben della Piana Campana, sono evidenti, con gli stessi orientamenti e sempre con notevoli rigetti verticali, in tutto l'Appennino Campano-Lucano.

Le aree vulcaniche marine, antistanti la Piana Campana (Isole Pontine, Ischia), sono da mettere in relazione principalmente con strutture recenti ed antiche parallele alla catena, lungo una fascia in cui, in profondità al di sotto dei depositi del Miocene superiore, Pliocene e Quaternario, si ha il probabile contatto tra la crosta assottigliata del tipo tirrenico e quella deformata ed ispessita sottostante la catena.

Lungo tale fascia, si potrebbe avere la sovrapposizione della crosta del bordo orientale tirrenico sulle unità sedimentarie ricoprenti la crosta deformata del margine continentale africano. Le strutture principali recenti che hanno controllato il vulcanismo

✉ Via I° Dietro Corte, 73 -81030- Teverola (CE) ☎ 081 8911438 3494205297 e mail: gennaro.dagostino@libero.it

di questa fascia, quindi, sarebbero da collegare principalmente all'assetto strutturale profondo determinatosi dal Pliocene al Quaternario.

I fenomeni vulcanici dell'area Flegrea, del Roccamonfina e del Vesuvio sono connessi a strutture recenti che interessano anche la crosta, deformatasi probabilmente per fenomeni compressivi fino al Messiniano, sostenente le unità sedimentarie della catena.

Queste zone vulcaniche sono ubicate in corrispondenza dei graben delimitati da faglie orientate NE-SW e NW-SE, là dove si individuano le zone di massimo sprofondamento.

La struttura profonda della Piana Campana è stata indagata sia con prospezioni geofisiche che con pozzi profondi.

I pozzi (profondi sino ad alcune migliaia di metri) però non hanno mai raggiunto, nella parte centrale del graben, il substrato carbonatico sottostante i potenti depositi alluvionali detritici e vulcanici quaternari.

Le strutture profonde quindi risultano ancora oggi di difficile e controversa interpretazione per gli oggettivi limiti delle indagini finora condotte.

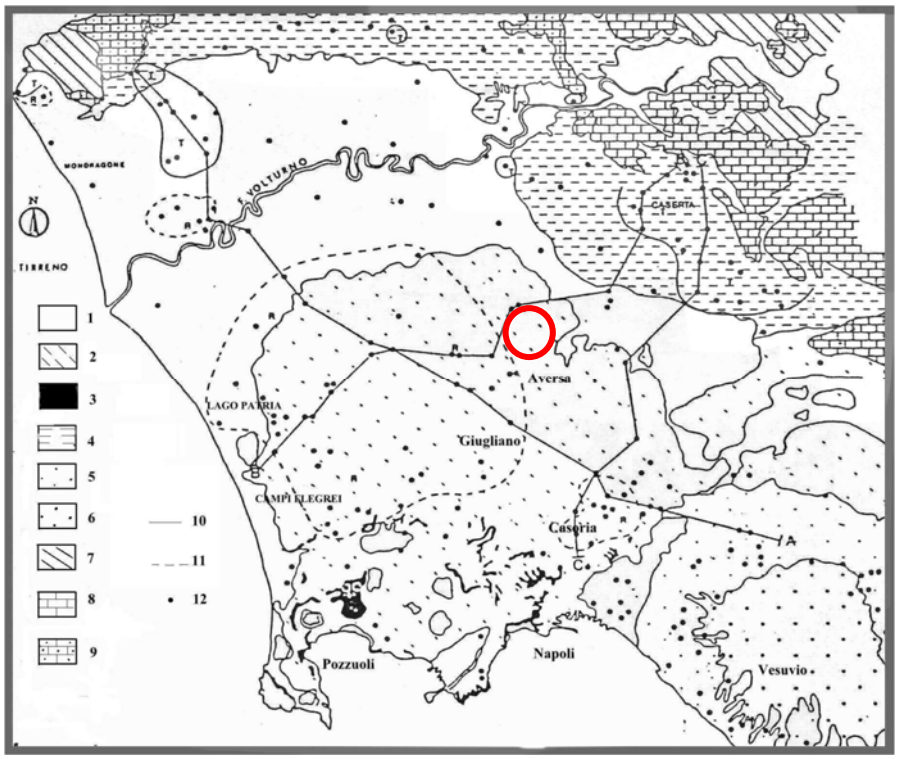


Fig. 3 – Schema geologico della Piana Campana (da Ortolani & Aprile, 1985); in rosso l'area di studio.
1) Alluvioni recenti; ***2)*** Piroclastiti recenti dei Campi Flegrei; ***3)*** Tufo giallo; ***4)*** Tufo grigio; ***5)*** Piroclastiti del Somma Vesuvio; ***6)*** Lave e piroclastiti del Somma Vesuvio; ***7)*** Arenarie, argille e marne mioceniche; ***8)*** Calcari e dolomie della piattaforma Campano-Lucana; ***9)*** Calcari e dolomie della piattaforma Abruzzese-Campana; ***10)*** Travertino presente nel sottosuolo; ***11)*** Lave a piccola profondità; ***12)*** Perforazioni;

✉ Via I° Dietro Corte, 73 -81030- Teverola (CE) ☎ 081 8911438 3494205297 e mail: gennaro.dagostino@libero.it

4.2 MODELLO GEOMORFOLOGICO

Posta ad una quota sul livello del mare variabile tra circa 23 metri in prossimità del limite comunale occidentale e circa 35.00 metri s.l.m. nella porzione di territorio posta ad oriente, l'area di studio è localizzata nel settore centro occidentale dell'unità morfologico strutturale della Piana Campana immediatamente a Sud dei Regi Lagni. Questo settore della piana è delimitato a nord, nord-ovest dal Monte Massico, ad ovest dal mar Tirreno, a sud-ovest dal complesso vulcanico dei Campi Flegrei, a sud dal complesso vulcanico del Somma Vesuvio a nord, nord-est dal settore della catena appenninica dei monti di Caserta e di Cancello.

La morfologia dell'area comunale si presenta all'incirca pianeggiante con pendenze nulle o leggermente immergenti verso nord/nord-ovest e, a livello di area vasta, non presenta particolari segni di processi erosionali in atto o relitti (cfr. Allegato III). Il corso d'acqua dei Regi Lagni, che solca il settore della Piana Campana in studio, si presenta totalmente cementato.

Un dato di rilevanza particolare è dato dalla presenza, nella area comunale di Casapesenna così come di tutto l'Agro aversano, di cavità sotterranee generalmente adibite a cantina che si attestano nei livelli piroclastici (Tufo grigio Campano) presenti nella successione stratigrafica del luogo.

Il territorio di Casapesenna si sviluppa, infatti, su un'area pianeggiante costituita da fertili terreni per l'agricoltura e da un sottosuolo caratterizzato dalla presenza di un tufo a luoghi ottimo e molto compatto. Proprio l'ampia diffusione di questa roccia dalle ottime caratteristiche litotecniche ha fatto sì che in questo comune, come in tutto l'agro aversano, si sviluppasse una fiorente attività mineraria mirata alla coltivazione di questa roccia utilizzata per la costruzione non solo delle comuni abitazioni, ma anche di chiese, castelli e fortezze (l'area aversana, infatti, fu la prima sede autonoma dei Normanni dal 1030 e, nel 1050, divenne anche sede vescovile). Questa attività mineraria ha comportato, di conseguenza, la realizzazione di numerose cavità sotterranee molte delle quali ancora completamente sconosciute o scomparse.

4.3 MODELLO GEOLITOLOGICO DELL'AREA COMUNALE

I terreni più superficiali affioranti nell'area in esame comprendono essenzialmente sabbie ed argille sabbiose e piroclastiti di età pleistocenica. I litotipi piroclastici sono in genere in giacitura primaria ed hanno una regolare stratificazione secondo un'alternanza di ceneri e pomici frutto di una attività esplosiva ritmica; riferibili in larga parte alla fase ignimbritica del sistema vulcanico dei Campi Flegrei il cui deposito maggiormente diffuso viene denominato "tufo grigio campano".

Dall'esame degli istogrammi dei tests esaminati, relativi all'area di studio, si evidenziano lievi disomogeneità nelle alternanze stratigrafiche, sia nella fase genetica che tessiturale dei litotipi.

In generale la successione al di sotto del suolo agrario, come da stratigrafie e sezioni allegate, è rappresentata nella parte sommitale da strati poco competenti che rappresentano i lembi marginali dei prodotti del II periodo flegreo denominati "Tassi", succeduti dalla tipica facies ignimbritica del tufo grigio campano (I periodo flegreo), con

✉ Via I° Dietro Corte, 73 -81030- Teverola (CE) ☎ 081 8911438 3494205297 e mail: gennaro.dagostino@libero.it

prevalenza negli orizzonti superficiali di piroclastiti incoerenti in facies deposizionale, non manca tuttavia del materiale litificato; questi terreni sono costituiti da: pomici, ceneri e lapilli (facies incoerente del tufo grigio campano). Alla porzione litificata del Tufo grigio campano invece, appartengono i materiali piroclastici consolidati noti in letteratura come Facies coerente del tufo grigio campano.

La serie ignimbritica, presenta nella parte superiore materiale piroclastico incoerente, dove il contatto diretto con l'ambiente esterno, subito dopo la messa in posto, l'ha indotto al rapido raffreddamento; nella parte sottostante invece, il calore e gli elementi gassosi che non si sono dispersi rapidamente hanno contribuito alla compattazione e alla saldatura dei frammenti piroclastici costituenti.

Dall'alto verso il basso la stratigrafia del tufo grigio campano quando è completa, è la seguente:

- *Cinerazzo.* E' la piroclastite ancora incoerente. Ha una potenza limitata: in parte la cenere è vetrosa in parte cristallina.
- *Semitufo.* Differisce dal cinerazzo perché è abbastanza coerente per sinterizzazione. E' di colore grigio con scorie e pomici nere; è il Tufo comune, la tipica pietra da costruzione largamente usata nel passato in terra di lavoro.
- *Tufo pipernoide.* La trasformazione dei prodotti vetrosi in cristalli di sanidino è notevole; le scorie e le pomici tendono ad appiattirsi e a disporsi in bande parallele.
- *Piperno.* La sanidizzaione è molto progredita. Le pomici sono state appiattite ed hanno disposizione eutassitica.

Nel tufo campano non sempre la serie è completa: giunge abbastanza spesso al tufo pipernoide, ma raramente al piperno.

Per quanto attiene alle caratteristiche fisiche, l'Ignimbrite Campana è definita come una piroclastite da flusso trachitico-fonolitico.

4.4 MODELLO GEOLOGICO DI SITO

Dall'analisi dei dati stratigrafici dei sondaggi effettuati in sito, e dal confronto dei dati relativi a vari lavori realizzati al contorno, i terreni costituenti il sottosuolo dell'area in oggetto sono stati distinti nei seguenti complessi a partire da quelli più recenti dall'alto verso il basso (Cfr All. Carta Geolitologica e All. Sezioni Geolitologiche):

A. Suolo agrario: limi sabbiosi con cineriti (prodotti piroclastici del II periodo flegreo), di colore marrone scuro tendente al giallastro verso il basso, (spessore 50-200 cm) (recenti - Quaternario).
B. Piroclastiti stratificate del II periodo flegreo (cm 70-200): costituiti da staterelli alternati di ceneri e pomici ad andamento regolare detti "Tassi" (Olocene).
C. Paleosuolo (spessore cm 50 150): costituito da sedimenti limo sabbiosi con humus di origine piroclastica (Olocene).
D. Tufo giallo o materiale tufizzato rossastro: varietà locale del tufo grigio campano (spessore variabile da 1 a 5 m) (olocene ? - pleistocene).
E. Ignimbrite Campana "tufo grigio campano": stratificato per autometamorfismo dall'alto verso il basso (spessore 20-40 metri) caratterizzato nella parte sommitale da materiale sabbioso ghiaioso a luoghi limoso grigio cinereo a tratti violaceo ben

✉ Via I° Dietro Corte, 73 -81030- Teverola (CE) ☎ 081 8911438 3494205297 e mail: gennaro.dagostino@libero.it

addensato con incluse scorie e lapilli centimetrici e decimetrici (Cfr fig. 5.2); a profondità maggiori di 25 m a luoghi il materiale si rinviene semilitoide e litoide IN facies di Tufo pipernoide. (pleistocene I periodo flegreo).

F. Terreni pozzollanacei rimaneggiati intercalati con sabbie (spessore 20-70 metri) su sabbie più o meno limose probabilmente attribuibili alla serie sedimentaria basale (da pozzi profondi realizzati nella piana).

4.5 STABILITÀ DEL TERRITORIO COMUNALE

Il territorio comunale di Casapesenna oggetto del presente studio, si presenta dal punto di vista della stabilità geomorfologica generalmente stabile. L'ubicazione in estesa area di piana fa sì che i gradienti geomorfologici siano alquanto esigui (Cfr. Capitolo Modello geomorfologico) con pendenze sempre al di sotto del 2-3 %.

Come descritto in precedenza, elemento negativo invece per quanto riguarda la stabilità è rappresentato dalla presenza di cavità sotterranee cavate nel banco tufaceo più superficiale finalizzate all'estrazione del tufo utilizzato per l'edificazione in epoca passata degli attuali edifici storici. **Dalle indagini e rilievi effettuati in sito nell'area territoriale di Casapesenna è stata riscontrata la presenza di cavità nella porzione di territorio definibile Centro Storico, nel senso della parte di tessuto urbano edificato prima del 1960 circa, periodo nel quale è stata interdetta tale attività.**

La realizzazione e la diffusione di ipogei artificiali in Campania ha origini antiche e strettamente correlate al contesto geologico ed alla natura dei terreni affioranti, ma anche ad altri fattore di carattere idrogeologico (es. scelta di una sorgente da captare per la realizzazione di un acquedotto a pelo libero), geomorfologico (es. realizzazione di un tunnel sotterraneo per facilitare il collegamento),urbanistico(es. cavatura di materiali da costruzioni).

Voragini, sprofondamenti, crolli ed anche incendi ed allagamenti si verificano con sempre maggiore frequenza e vengono segnalati, ormai, solo se di entità notevole o quando provocano la perdita di vite umane.

Cause dirette o indirette di tali fenomeni sono da ricercare proprio nella presenza delle cavità sotterranee, scavate nel corso dei secoli nelle aree da edificare (area di corte dei fabbricati) o nell'immediata periferia dei rispettivi perimetri urbani. Ciò ha comportato, in particolare nei centri che hanno avuto un notevole sviluppo urbano, la progressiva massiccia utilizzazione delle aree periferiche, in precedenza già interessate dalle attività estrattive per il reperimento del materiale da costruzione.

Varie tipologie di vuoti caratterizzano gli spazi ipogei presenti nel sottosuolo del comune di Casapesenna.

Gli ipogei ricavati per reperire materiale da costruzione si sviluppano con sezioni trasversali verticali a campana, a pianta rettangolare con profili longitudinali irregolari.

L'apertura della cava era preceduta dallo scavo di un cunicolo di accesso primario, o pozzo esploratore, che una volta raggiunto il banco tufaceo si estendeva all'interno di esso. Dalle pareti del pozzo successivamente, si proseguiva con scavi orizzontali verso il banco di tufo secondo il fabbisogno di materiale richiesto.

✉ Via I° Dietro Corte, 73 -81030- Teverola (CE) ☎ 081 8911438 3494205297 e mail: gennaro.dagostino@libero.it

La forma e l'estensione della cava dipendevano, tra l'altro, dalle caratteristiche meccaniche del tufo riscontrate nelle differenti direzioni di scavo. Infatti, allorquando la formazione tufacea si manifestava poco coerente si abbandonava il ramo di galleria e si deviava verso direzioni diverse per reperire materiale più adatto al taglio.

Una volta esaurita la coltivazione la cava poteva essere abbandonata definitivamente o per brevi periodi di tempo in funzione del fabbisogno di materiali. In alcuni casi, quando le cave venivano riattivate in un secondo momento, le volte risultano alte anche 8 m ed intersecanti materiali incoerenti senza arco di sostegno in tufo, contribuendo così ad aumentare il rischio di crolli. In origine queste cave erano ricavate all'interno dei cortili oppure nei giardini retrostanti

Il riferimento della loro ubicazione è dato, sia dall' esistenza dei pozzi di areazione, e delle discenderie sia dalle conoscenze che hanno gli abitanti del luogo.

Le nuove tecnologie hanno fatto si che le attività estrattive condotte in sotterraneo fossero via via abbandonate. Di conseguenza si è persa parzialmente e/o totalmente la memoria storica dell'esistenza di questi ipogei, anche perchè spesso sono stati incautamente chiusi mediante immissione di materiale di riporto dalla superficie.

D'altra parte il progressivo fabbisogno di aree edificabili ha portato di fatto queste cave al di sotto del tessuto urbano senza che di esse vi sia ormai nessuna conoscenza.

Molte grotte realizzate nel tufo venivano successivamente utilizzate come cellai per la conservazione degli alimenti e del vino, Quindi, queste venivano realizzate con la finalità di diventare opere durevoli destinate alla viticoltura, e per tale motivo, erano previste condizioni strutturali capaci di consentirne l'utilizzo continuo nel tempo. Ubicate quasi sempre al di sotto dell'area del cortile interno del fabbricato, erano munite di adeguate discenderie, pozzi di servizio e di un numero sufficiente di pozzi di areazione. La maggior parte di esse, erano ricavate con le volte tagliate nel tufo coerente ad ampio arco.

Analoga attenzione, veniva rivolta alle gallerie del vano centrale, realizzando spesso opere di sostegno laddove era necessario sopperire a condizioni naturali sfavorevoli, (per tufo incoerente o per fratturazione).

A tutt'oggi quasi tutte le grotte versano in uno stato di completo abbandono e di degrado, ed in condizioni igienico sanitarie precarie a causa degli incauti sversamenti di materiale da riporto dalla superficie, oppure dallo stillicidio in seguito a perdite di scarichi fognari.

Anche in questo caso i mutamenti del tessuto urbano verificatisi nel tempo, non hanno tenuto conto della presenza degli spazi ipogei, edificando su volumi vuoti, in alcuni casi superiori alla volumetria del fabbricato stesso, come successivamente dimostrato dall'entità di alcuni sprofondamenti.

Com'è noto, la maggior parte delle cavità presenti nel sottosuolo dei comuni campani trae origine dagli scavi per il prelievo di materiale da costruzione quali tufo, pozzolana e lapillo. La localizzazione di esse prevalentemente nei centri storici è dovuta proprio al fatto che l'approvvigionamento dei materiali da costruzione necessari all'espansione dei centri abitati avveniva, ove possibile, in loco. Spesso , infatti, proprio al

✉ Via I° Dietro Corte, 73 -81030- Teverola (CE) ☎ 081 8911438 3494205297 e mail: gennaro.dagostino@libero.it

di sotto degli attuali centri storici erano realizzate scale, discenderie o pozzi approfonditi fino al banco tufaceo da coltivare.

Il primo metodo di estrazione del tufo avveniva allo scoperto o in sotterraneo. Il metodo di coltivazione in sotterraneo è quello che immediatamente interessa lo studio del sottosuolo e fa ricordare come anticamente si scavassero gallerie aventi il cielo piano e le due pareti paraboliche a fuoco lontano.

La carta Geomorfologica e della stabilità, prodotta a corredo dello studio geologico in oggetto, così come previsto dalla L.R. 9/83 e s.m.i, prevede la zonazione delle aree potenzialmente instabili prendendo in analisi le caratteristiche geomorfologiche e di utilizzazione antropica del territorio.

Tale impostazione porta alla suddivisione del territorio comunale in aree potenzialmente instabili per la presenza di cavità di origine antropica, ubicate prevalentemente nel centro storico comunale cavate in antichità nel banco tufaceo per l'edificazione dei sovrastanti fabbricati.

Nel presente studio, si è tenuto conto inoltre, della perimetrazione del Rischio Idrogeologico ed Idraulico così come predisposto dalla ex Autorità di Bacino Campania Nord Occidentale, oggi Autorità di Bacino Regionale della Campania Centrale, competente per l'area comunale in studio, nella redazione del PSAI (Piano stralcio per l'assetto idrogeologico).

In particolare per quanto riguarda il rischio frana, le tavole relative al territorio comunale (Foglio 447021) risultano non pubblicate sul sito http://www.adbcampaniacentrale.it/ in quanto l'andamento pressoché pianeggiante esclude il verificarsi di fenomeni gravitativi.

Anche per quanto riguarda il Rischio Idraulico, il territorio comunale non risulta classificato a Rischio nella cartografia redatta dalla competente Autorità di Bacino della Campania Centrale.

Pertanto il comune di Casapesenna non risulta perimetrato nella cartografia del PAI sia per quanto riguarda il Rischio Frana sia per quello Idraulico.

5 IDROGRAFIA E IDROGEOLOGIA

La stratigrafia del sottosuolo della Piana Campana è nota con sufficiente dettaglio attraverso i dati di perforazioni eseguite in passato per vari scopi (ricerche di idrocarburi e di forze endogene; ricerche d'acqua).

E' sufficientemente conosciuto lo schema litologico e vi sono sufficienti dati relativi alle principali sorgenti e le stazioni pluviometriche e termopluviometriche (Fig. 4)

✉ Via I° Dietro Corte, 73 -81030- Teverola (CE) ☎ 081 8911438 3494205297 e mail: gennaro.dagostino@libero.it

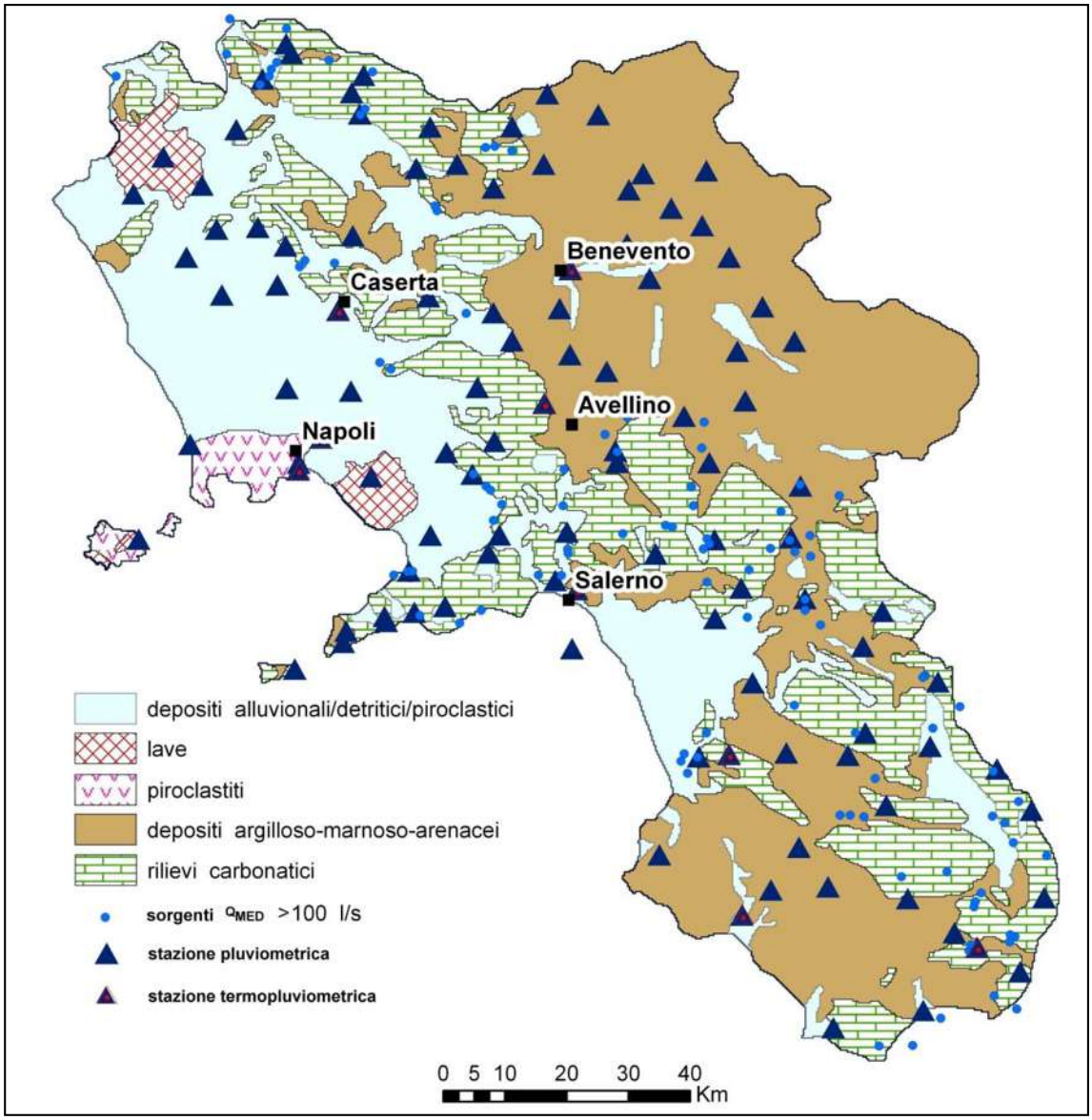


Fig. 4 - Schema litologico della Campania, con le principali sorgenti e stazione pluviometriche e termopluviometriche. (da Ducci & Tranfaglia , 2006)

In particolare è stata accertata, nelle zone prossime ai massicci carbonatici che si snodano con continuità dal "casertano" al "sarnese", la presenza, al di sotto di uno spessore di materiale piroclastico (prima) e limo-sabbioso-ghiaioso (poi), di un substrato prevalentemente calcareo che tende ad approfondirsi abbastanza rapidamente dai –100/150 m dal p.c. (nelle zone pedemontane o nelle valli interne) ai –300/400 m dal p.c. (nelle zone distanti 2-3 Km dal piede dei rilievi).

Man mano che ci si sposta verso Ovest, esso sprofonda a varie migliaia di metri, tanto vero che non è stato raggiunto dalle perforazioni eseguite in passato per ricerche di idrocarburi nel basso Volturno. (Fig. 5)

✉ Via I° Dietro Corte, 73 -81030- Teverola (CE) ☎ 081 8911438 3494205297 e mail: gennaro.dagostino@libero.it

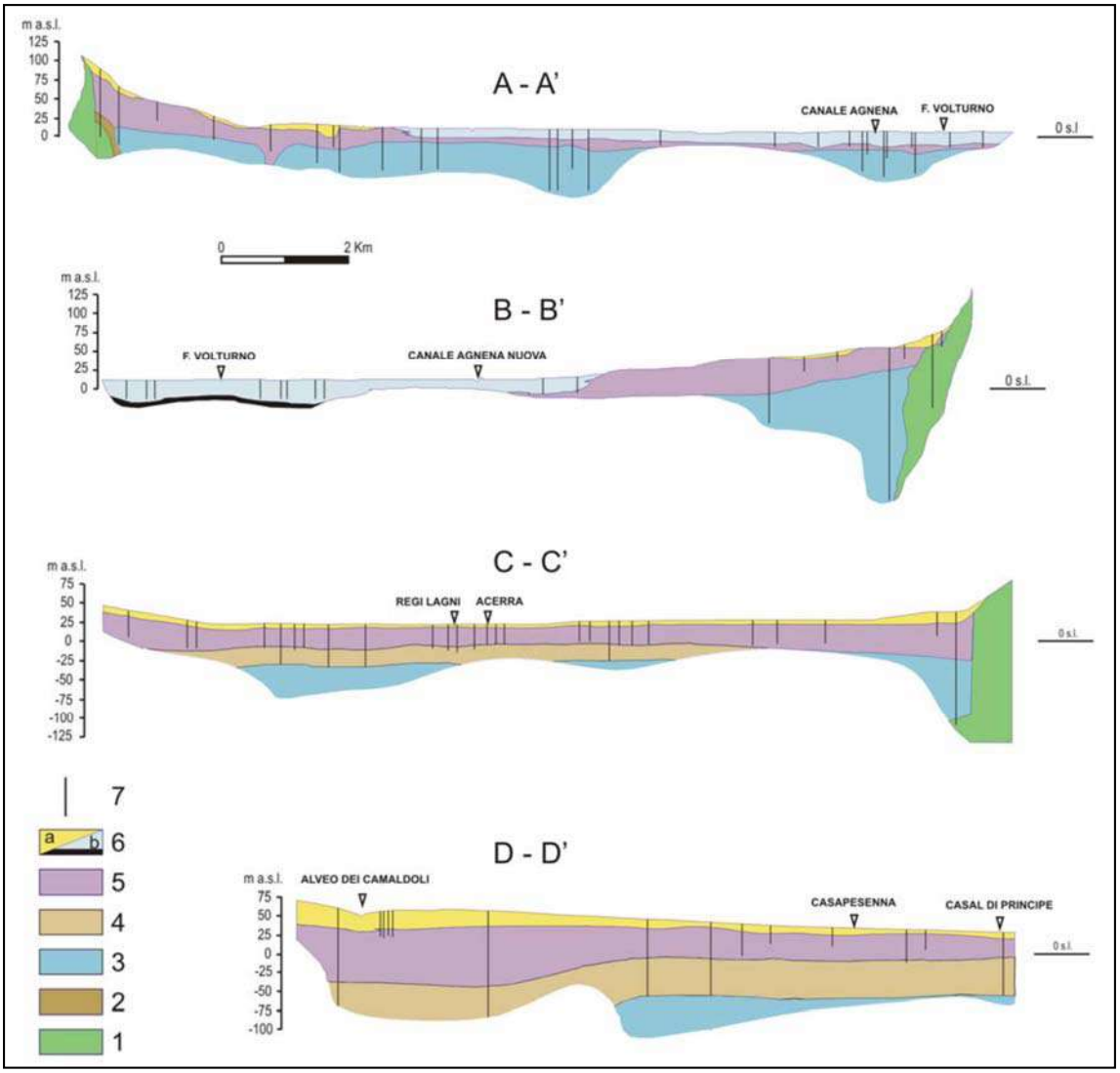
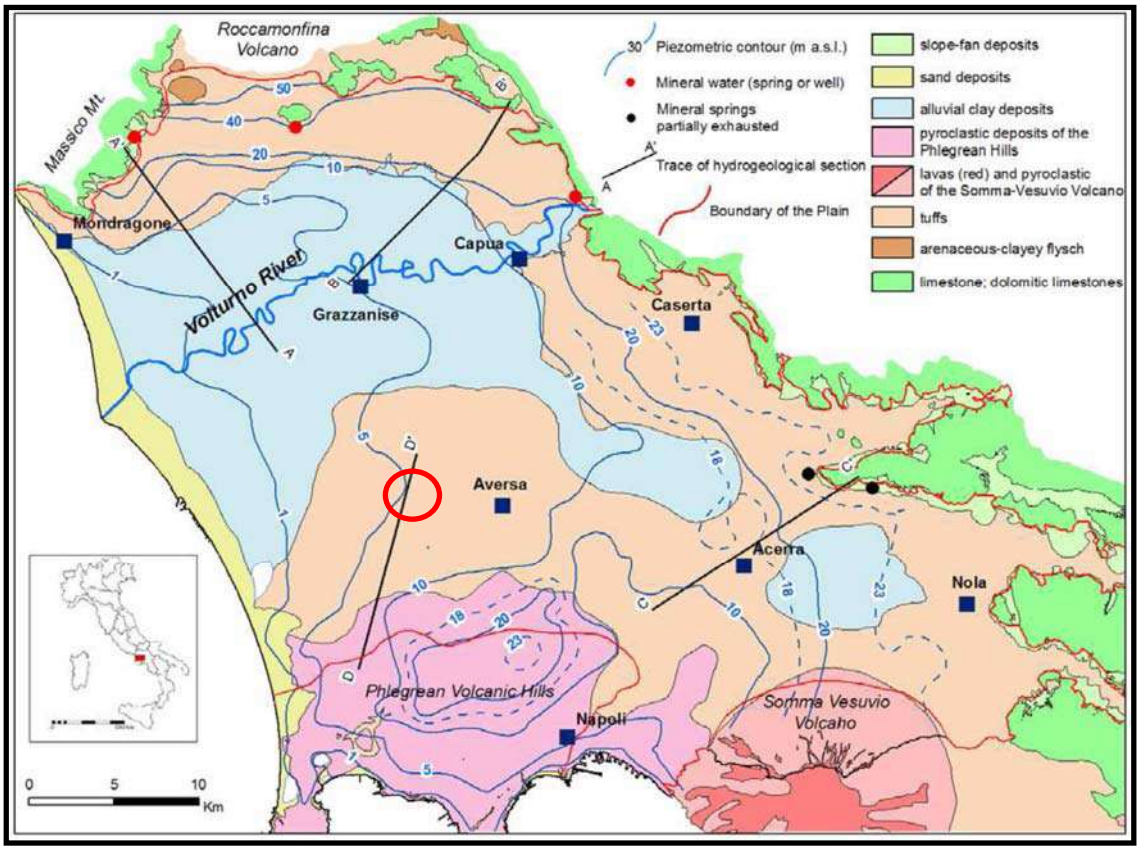


Fig. 5 – Sezioni idrogeologiche della Piana Campana (da Corniello - Ducci, 2007).
1) limestone, 2) arenaceous-clayey flysch, 3) old alluvial deposits, 4) old pyroclastics, 5) tuffs, 6) pyroclastics (a) and alluvial deposits (b), 7) boreholes. Tracce di sezione nella figura 6

Quindi, dal punto di vista idrogeologico la Piana Campana, in cui è inserita la zona esaminata, è un'unità idrogeologica costituita da una spessa coltre di depositi vulcanici, alluvionali e marini, con caratteristiche litologiche ed idrogeologiche molto diverse tra loro.

Questa configurazione lito-stratigrafica connessa alla presenza delle strutture vulcaniche dei Campi Flegrei e del Somma-Vesuvio, porta all'instaurarsi di flussi sotterranei complessi con presenza di più falde sovrapposte e molte volte intercomunicanti. (Fig.6)

✉ Via I° Dietro Corte, 73 -81030- Teverola (CE) ☎ 081 8911438 3494205297 e mail: gennaro.dagostino@libero.it



(Fig.6) Carta idrogeologica della Piana Campana; cerchiata in rosso l'area di Casapesenna (da Ducci, 2007).

Nella Piana Campana si ritrovano, affioranti piroclastiti del tipo di quelle precedentemente indicate, costituite, generalmente, da facies pozzolaniche e/o cineritiche con granulometria dell'ordine della sabbia e dei limi (con spessori variabili da 5 a 7 m o più).

La piroclastite incoerente si trasforma in profondità in tufo più o meno litificato a causa della compattazione dovuta al peso dei materiali sovrastanti, con variazioni fisiche e litologiche graduali.

Il tipo di permeabilità di tali materiali sciolti è "per porosità": il passaggio dell'acqua gravifica avviene attraverso i vuoti del terreno.

Il coefficiente di permeabilità "K" delle piroclastiti sciolte risulta molto variabile sia orizzontalmente che verticalmente essendo dipendente dai passaggi granulometrici orizzontali e verticali ed, in particolare, dalla percentuale di materiale più sottile che, riduce la permeabilità.

Il tipo di permeabilità delle tufiti è, invece, dovuta essenzialmente alla fratturazione (bassa) e alla porosità primaria residua; il coefficiente di permeabilità è relativamente minore di quello delle sovrastanti sabbie vulcaniche.

Per tale ragione si configura un modello idrogeologico a due strati di cui il primo funziona come roccia serbatoio essendo confinato a letto da altro strato a permeabilità relativamente più bassa.

In detta roccia serbatoio è possibile reperire una prima falda idrica limitatamente a brevi periodi particolarmente piovosi qualora la minore permeabilità

✉ Via I° Dietro Corte, 73 -81030- Teverola (CE) ☎ 081 8911438 3494205297 e mail: gennaro.dagostino@libero.it

delle tufiti sottostanti, non consente in tempi brevi lo smaltimento delle acque percolanti verso la falda basale profonda.

Essa è tamponata dall'impermeabile "relativo" costituito, come detto, dalle tufiti, determinando l'esistenza di un "limite di permeabilità definito".

Complessivamente, in questa parte di acquifero il valore K è compreso tra 10^{-4} e 10^{-6} m/sec.

Il valore del predetto parametro, per quanto si è detto, nel livello sottostante, tufaceo, discende almeno di un ordine di grandezza rispetto al sovrastante ed ha un grado di permeabilità relativamente minore.

Al di sotto dei tufi ignimbritici (semitufo, tufo pipernoide, piperno) nel materiale sabbioso grossolano, è reperibile una falda basale che è alimentata in maniera minore dagli apporti meteorici e maggiormente dalle rocce serbatoio costituite dai calcari medio-cretacici di piattaforma che bordano e delimitano con andamento appenninico da Nord-Ovest a Sud-Est l'intera Piana Campana.

Dall'analisi della carta (Fig.6.1) si evince che la circolazione idrica sotterranea nell'area in oggetto presenta un andamento generale all'incirca orientato EST -OVEST con deflusso preferenziale verso OVEST ossia verso il livello di base marino.

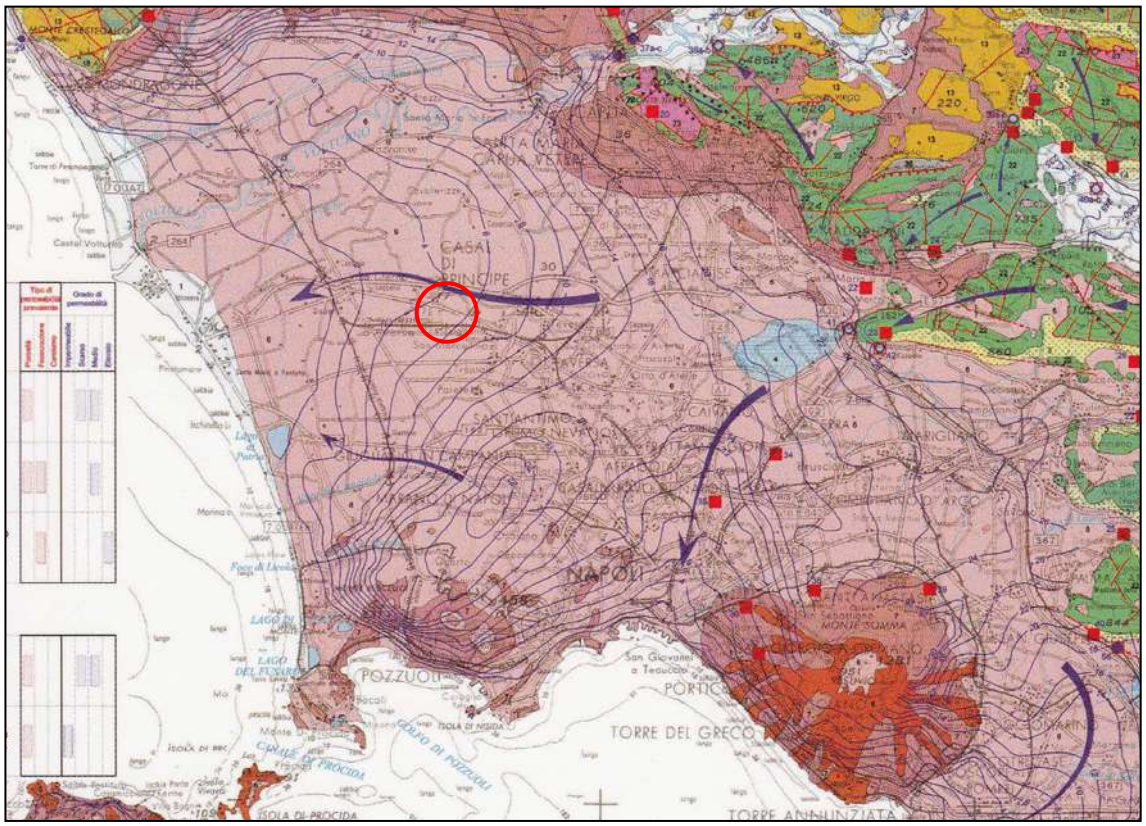


Fig.6.1 Carta idrogeologica dell'Italia meridionale; cerchiata in rosso l'area di Casapesenna (da Celico et alii, 2005).

✉ Via I° Dietro Corte, 73 -81030- Teverola (CE) ☎ 081 8911438 3494205297 e mail: gennaro.dagostino@libero.it

5.1 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO DI AREA VASTA

Nel settore della Piana Campana che comprende l'area di studio è presente il secondo corso d'acqua dell'intera piana dopo il fiume Volturno, oggi rappresentato dal canale di bonifica dei Regi Lagni (cfr. Allegato I), anticamente fiume Clanio che discendendo dai Monti di Avella sfociava nell'attuale Lago Patria.

Durante la *Trasgressione Versiliana* culminata circa 5.500 anni fa (innalzamento del livello marino medio) il corso d'acqua e stato caratterizzato da una lunga fase di impaludamento che assieme a quella del Volturno ha dominato la piana fino alla bonifica, alla quale si deve tra l'altro la realizzazione del canale artificiale.

A questa fase di impaludamento si deve la presenza nell'area adiacente il corso del canale di depositi fluvio-palustri rappresentati da un'alternanza di sedimenti limosi-argillosi, lenti di torba, sedimenti sabbiosi, piroclastiti rimaneggiate.

Il sottosuolo della piana è sede di un importante falda idrica profonda che viene utilizzata mediante pozzi per usi irrigui industriali e civili, e talora per uso potabile, e di altre di importanza minore a più basse profondità spesso usate per usi domestici ed irrigui. L'acquifero principale è rappresentato dai depositi sedimentari o piroclastici sciolti con granulometria da media a media-grossolana sottostanti l'Ignimbrite campana. Quest'ultima, in funzione dello spessore e delle caratteristiche strutturali e tessiturali (grado di litificazione, granulometria, presenza e concentrazione di scorie ecc.), svolge la funzione di corpo confinante o semiconfinante. La base dell'acquifero si trova a circa 100-150 metri al di sotto del piano campagna.

Al di sopra di questi livelli poco o punto permeabili, e fino al piano campagna, sono talora presenti spessori ridotti (dell'ordine delle decine di metri) di materiali sciolti, anch'essi sede di falde di tipo freatiche di importanza minore rispetto a quella profonda. Per queste ultime l'alimentazione e quasi esclusivamente meteorica, per quella profonda e più importante la ricarica è legata agli apporti pluviometrici laddove non sussistono condizioni di confinamento, a travasi sotterranei con origine nei rilievi carbonatici o vulcanici che delimitano la piana, ed a fenomeni di filtrazione da acquiferi più superficiali.

Dall'osservazione delle curve isopiezometriche, risulta che la falda profonda riceve alimentazione dai rilievi del gruppo vulcanico di Roccamonfina a nord, dai rilievi del gruppo carbonatico di Pignataro Maggiore e di Francolise – Sparanise a nord est, dai monti di Caserta e dalla dorsale di Cancello ad est.

In generale nell'area della Piana Regi Lagni - Volturno, le falde, contenute principalmente negli strati sabbiosi, presentano una direzione di flusso Est-Ovest *(cfr fig. 5.2)* con valori di massima escursione della superficie piezometrica nei mesi di marzo e aprile e valori di minima nei mesi di ottobre e novembre.

Gli apporti per travasi sotterranei nella Piana Campana sono stati stimati nell'ordine di 70 milioni di mc/anno. La trasmissività media dell'acquifero principale è di circa 10^{-2}-10^{-3} mq/sec. con valori minimi in prossimità della costa (10^{-4} – 2 * 10^{-5} mq/sec.).

✉ Via I° Dietro Corte, 73 -81030- Teverola (CE) ☎ 081 8911438 3494205297 e mail: gennaro.dagostino@libero.it

5.2 RILEVAMENTO IDROGEOLOGICO

La campagna di rilevamento idrogeologico è stata finalizzata alla caratterizzazione idrogeologica del sottosuolo del territorio comunale di Casapesenna oggetto di studio. E' stata effettuata nel periodo di inizio ricarica dell'acquifero e precisamente nella seconda settimana del mese di Novembre 2016.

Fig. 6.2 Freatimetro PASI

Per tale indagine è stato utilizzato un *freatimetro* della **PASI s.r.l.** (fig.6.2)**,** modello BFK T100 cm 1 01130. Sono stati effettuati 21 rilievi diretti del livello di falda in punti distribuiti omogeneamente su tutto il territorio comunale oggetto di studio, così come riportato nelle tabelle seguenti.

Il rilievo è stato effettuato misurando la profondità del livello di falda all'interno dei pozzi, sottraendo l'altezza dell'eventuale boccaforo.

Successivamente la profondità di falda è stata convertita in altezza sul livello del mare sottraendo alla quota topografica locale, individuata dalla cartografia in scala 1: 1.000 fornita dal Comune di Frignano, la profondità misurata in pozzo eventualmente corretta al suolo per la presenza di boccaforo.

Nella tabella seguente si riportano le coordinate, le letture della profondità del pelo libero della falda e le quote piezometriche rilevate nel periodo compresi tra il 10/11/2014 e il 14/11/2014 in n. 21 punti censiti dagllo scrivente sulla porzione di territorio comunale oggetto di studio. Il numero di livelli idrici censiti sono risultati sufficienti per la definizione dell'andamento piezometrico effettuato con la tecnica della triangolazione.

NUMERO POZZO	QUOTA TESTA (*) POZZO (m.s.l.m.)	PROFONDITÀ PELO LIBERO (m)	QUOTA PIEZOMETRICA (m.s.l.m.)	DATA LETTURA
1	30.60	25.00	5.50	14/11/2016
2	29.00	24.00	5.00	14/11/2016
3	30.20	24.50	5.20	14/11/2016
4	31.70	25.40	6.30	14/11/2016
5	31.00	25.30	5.70	15/11/2016
6	29.00	24.40	4.60	15/11/2016
7	30.40	24.60	5.80	15/11/2016
8	29.50	24.90	4.60	15/11/2016
9	29.60	24.80	4.80	15/11/2016
10	28.20	23.90	4.30	16/11/2016
11	27.30	23.50	3.80	16/11/2016

✉ Via I° Dietro Corte, 73 -81030- Teverola (CE) ☎ 081 8911438 3494205297 e mail: gennaro.dagostino@libero.it

5.3 INTERPRETAZIONE DEI DATI

I terreni costituenti il sottosuolo delle aree investigate possono essere raggruppati in un unico complesso idrogeologico di piana piroclastica. Trattasi di piroclastiti da sabbiose limose a sabbiose grossolane ghiaiose con permeabilità da media ad elevata per porosità.

Inoltre, l'elaborazione e l'interpretazione dei dati idrogeologici rilevati ha portato all'identificazione delle caratteristiche di circolazione idrica sotterranea delle aree analizzate.

La falda idrica nell'area del presente studio, misurata nei fori di sondaggio, si attesta ad una profondità CHE VARIA DA SUD-EST di circa 26.00 metri dal p.c., a circa 24.00 metri A NORD-OVEST.

Questi dati sono stati sintetizzati nella Carta Idrogeologica (Tavola IV) in cui l'andamento della falda idrica sotterranea viene rappresentato attraverso curve isopiezometriche, ossia l'interpolazione dei livelli di falda ad ugual quota sul livello del mare e direttrici di deflusso preferenziale delle acque sotterranee.

Dall'analisi della carta si evince che la circolazione idrica sotterranea presenta un andamento generale all'incirca orientato SUD EST - NORD OVEST con deflusso preferenziale verso OVEST. Tale deflusso risulta in accordo con l'andamento della falda acquifera a grande scala (Fig. 6.1).

Nell'area urbana si evidenzia una zona di deflusso preferenziale legata ad un basso idrogeologico presumibilmente ascrivibile ad una elevata utilizzazione antropica delle acque di falda.

✉ Via I° Dietro Corte, 73 -81030- Teverola (CE) ☎ 081 8911438 3494205297 e mail: gennaro.dagostino@libero.it

6 CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Il territorio di Casapesenna non presenta, nei suoi confini amministrativi, strutture sismogenetiche note; esso risente dei fenomeni sismici che si originano nella catena appenninica e nelle aree vulcaniche dei Campi Flegrei e del Somma- Vesuvio.

Per quanto concerne la sismicità dell'area, con particolare riferimento alla macrosismologia, la ricerca su quanto avvenuto in passato si è avvalsa dei cataloghi predisposti dalla Comunità Scientifica ed in particolare della documentazione prodotta dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (I.N.G.V.).

Più in dettaglio sono stati esaminati:
- il Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (ultima edizione CPTI15-DBMI15);
- il Database "DOM4.1" collegato al Catalogo NT4.1.1;

I dati di questa analisi sono riassunti nella Tab. successiva, dalla quale si evince che per il territorio comunale di Casapesenna la massima intensità sismica risentita è relativa al terremoto del Sannio del 05/06/1688 ed è pari al VII-VIII grado MCS.

Tab. III: osservazioni macrosismiche per il comune di Casapesenna; Is rappresenta l'intensità di sito espressa nella scala MCS (Mercalli-Cancani-Sieberg, 1930), mentre Ix l'intensità epicentrale (Mercalli-Cancani-Sieberg, 1930), Mw rappresenta la magnitudo momento dell'area epicentrale.

Seismic history of Casapesenna [40.991, 14.138] Total number of earthquakes: 4					
Effects	Earthquake occurred:				
Is	**Anno Me Gi Or**	**Area epicentrale**	**nMDP**	**Ix**	**Mw**
7-8	1688 06 05 15 30	Sannio	215	11	7,06
6	1980 11 23 18 34 52.00	Irpinia-Basilicata	1394	10	6,81
3-4	2002 11 01 15 09 01.92	Molise	638	7	5,72
3-4	2003 06 01 15 45 18.04	Molise	501	5	4,44

Le nuove 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 e 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

✉ Via I° Dietro Corte, 73 -81030- Teverola (CE) ☎ 081 8911438 3494205297 e mail: gennaro.dagostino@libero.it

Per quanto riguarda la pericolosità sismica di base, la definizione del terremoto di progetto è stato effettuato prendendo a riferimento la procedura utilizzata per la definizione della pericolosità sismica nazionale dall'INGV (http://esse1-gis.mi.ingv.it/).

Attraverso la mappa di pericolosità sismica interattiva **(Fig. 7)** è stata individuata per l'area di studio un range di pericolosità sismica basata sulla definizione della PGA in termini di **accelerazione sismica di picco a(g) compresa tra 0.100 – 0.125.**

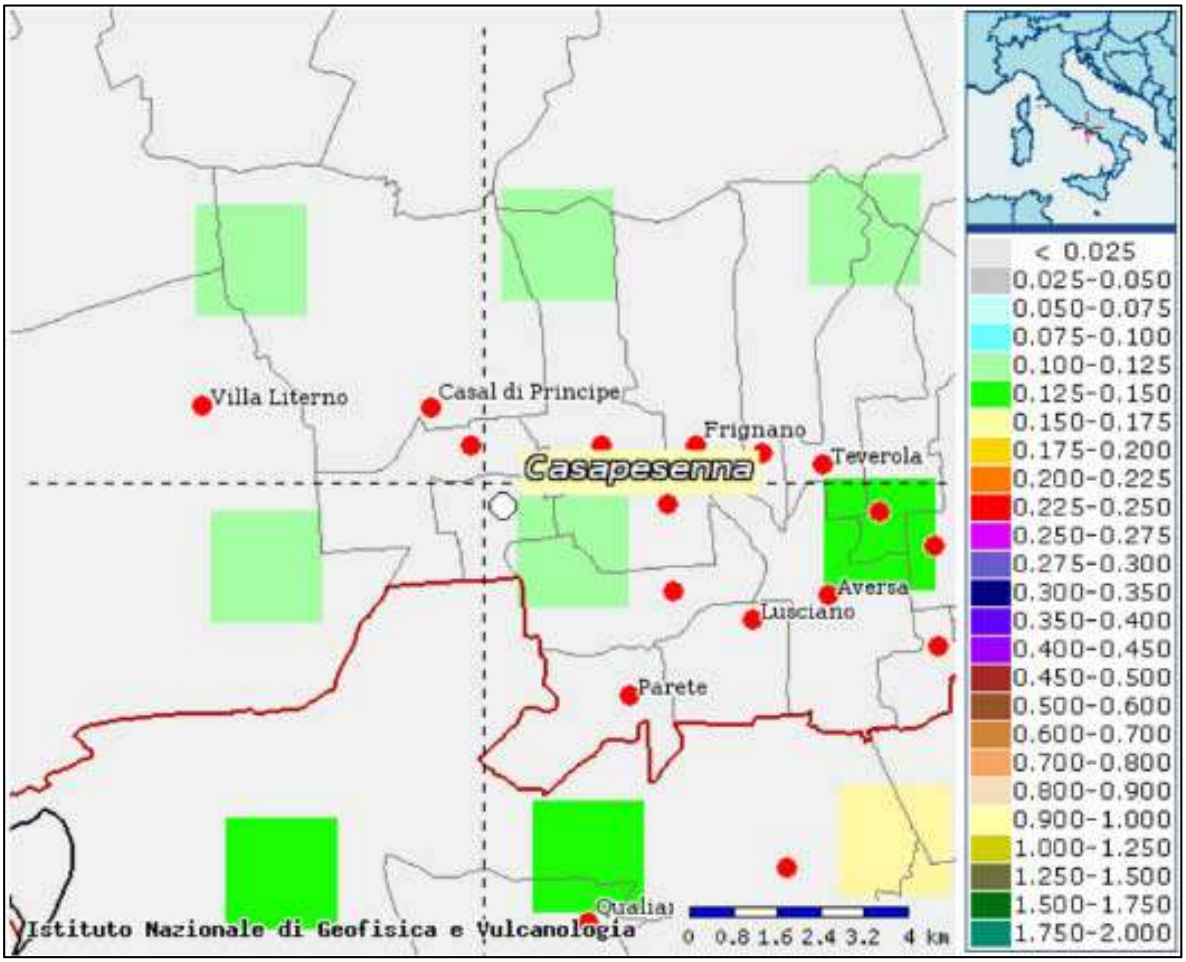


FIG.7 mappa di pericolosità sismica interattiva INGV

Mentre dai dati di disaggregazione dei parametri sismici epicentrali è stato parametrizzato il terremoto che meglio rappresenta le amplificazioni di sito:

Valori medi		
Magnitudo	**Distanza**	**Epsilon**
5.710	31.100	1.450

Disaggregazione del valore di a(g) con probabilita' di eccedenza del 10% in 50 anni
(Coordinate del punto lat: 40.9831, lon: 14.1525, ID: 32533)

✉ Via I° Dietro Corte, 73 -81030- Teverola (CE) ☎ 081 8911438 3494205297 e mail: gennaro.dagostino@libero.it

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 Casapesenna rientra in zona sismica di IIa Categoria. (in generale si fa riferimento anche all'OPCM 3274)

Il DM 14 gennaio 2008 (Norme Tecniche per le Costruzioni in Zone Sismiche) stabilisce 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:

✉ Via I° Dietro Corte, 73 -81030- Teverola (CE) ☎ 081 8911438 3494205297 e mail: gennaro.dagostino@libero.it

A	***Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi*** caratterizzati da valori di **Vs30** superiori a 800 m/s, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo di 5 metri.
B	***Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti***, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di **Vs30** compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica Nspt > 50, o coesione non drenata **cu** > 250 kPa.
C	***Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza***, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzate da valori di **Vs30** compresi tra 180m/s e 360 m/s (15 < Nspt < 50, 70 < **cu** < 250 kPa).
D	***Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti***, caratterizzati da valori di **Vs30** < 180m/s (Nspt < 15, **cu** < 70 kPa).
E	***Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali***, con valori di **Vs30** simili a quelli dei tipi C e D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su un substrato di materiale più rigido con **Vs30** > 800 m/s.

In aggiunta a queste categorie per le quali vengono definite le azioni sismiche da considerare nella progettazione, se ne definiscono altre due:

S1	Depositi costituiti da, o che includono, uno strato spesso almeno 10 m di argille/limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità (PI > 40) e contenuto d'acqua, caratterizzati da valori di **Vs30** < 100 m/s (10 < **cu** < 20 Pa).
S2	Depositi di terreni soggetti a liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti.

Il valore della Vs30 ricavato dall'elaborazione delle indagini sismiche realizzate è stato utilizzato per effettuare la micro zonazione sismica del territorio investigato (Cfr. Tavola Allegato).

6.1 CARATTERIZZAZIONE SISMICA DI SITO

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

In particolare, a tale proposito, sono stati eseguiti **N.4** profili sismici multicanali di lunghezza 32 mediante la tecnica MASW, e **N.3** prove sismiche in foro di tipo Down Hole DH.

Inoltre sono stati presi in considerazione ulteriori **N. 8** profili sismici MASW e **N. 5** prove sismiche in foro tipo Down-Hole recuperate da lavori diversi effettuati sul territorio comunale di Casapesenna.

Confrontando i dati scaturiti dalle indagini sismiche MASW e DH con i dati stratigrafici quali risultano dal relativo sondaggio a carotaggio continuo e con quelli relativi alle 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

✉ Via I° Dietro Corte, 73 -81030- Teverola (CE) ☎ 081 8911438 3494205297 e mail: gennaro.dagostino@libero.it

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.

MASW 1 PUC

strato	Descrizione	h [m]	z [m]	Densità [kg/m^3]	Falda	Poisson	Vs [m/s]	Vs fixed	Vs min [m...	Vs max [...	Vp [m/s]	Alluvionale	Vs fin.[m/s]
1		3	-3	1400	NO	0.40	214	NO	107	321	524	NO	214
2		1	-4	1400	NO	0.40	296	NO	148	444	725	NO	296
3		4	-8	1500	NO	0.35	365	NO	182	547	760	NO	365
4		1	-9	1600	NO	0.35	524	NO	262	786	1091	NO	524
5		17	-26	1800	NO	0.30	648	NO	324	972	1212	NO	648
6		oo	-oo	1800	NO	0.30	648	NO	324	972	1212	NO	648

MASW 2 PUC

strato	Descrizione	h [m]	z [m]	Densità [kg/m^...	Falda	Poisson	Vs [m/s]	Vs fixed	Vs min [m...	Vs max [...	Vp [m/s]	Alluvionale	Vs fin.[m/s]
1		3	-3	1400	NO	0.40	212	NO	106	318	519	NO	212
2		3	-6	1400	NO	0.40	280	NO	140	420	686	NO	280
3		3.50	-9.5	1500	NO	0.35	320	NO	160	480	666	NO	320
4		3.50	-13	1600	NO	0.35	447	NO	224	671	931	NO	447
5		12	-25	1800	NO	0.30	635	NO	318	953	1188	NO	635
6		oo	-oo	1800	NO	0.30	635	NO	318	953	1188	NO	635

MASW 3 PUC

strato	Descrizione	h [m]	z [m]	Densità [kg/m^...	Falda	Poisson	Vs [m/s]	Vs fixed	Vs min [m...	Vs max [...	Vp [m/s]	Alluvionale	Vs fin.[m/s]
1		2.50	-2.5	1400	NO	0.40	154	NO	77	231	377	NO	154
2		1.50	-4	1400	NO	0.40	262	NO	131	393	642	NO	262
3		5	-9	1500	NO	0.35	324	NO	162	486	674	NO	324
4		3	-12	1600	NO	0.35	444	NO	222	666	924	NO	444
5		13	-25	1800	NO	0.30	652	NO	326	978	1220	NO	652
6		oo	-oo	1800	NO	0.30	652	NO	326	978	1220	NO	652

MASW 4 PUC

strato	Descrizione	h [m]	z [m]	Densità [kg/m^3]	Falda	Poisson	Vs [m/s]	Vs fixed	Vs min [m...	Vs max [...	Vp [m/s]	Alluvionale	Vs fin.[m/s]
1		3	-3	1400	NO	0.40	214	NO	107	321	524	NO	214
2		1	-4	1400	NO	0.40	296	NO	148	444	725	NO	296
3		4	-8	1500	NO	0.35	365	NO	182	547	760	NO	365
4		1	-9	1600	NO	0.35	524	NO	262	786	1091	NO	524
5		17	-26	1800	NO	0.30	648	NO	324	972	1212	NO	648
6		oo	-oo	1800	NO	0.30	648	NO	324	972	1212	NO	648

MASW 1 LAVORI DIVERSI

strato	Descrizione	h [m]	z [m]	Densità [kg/m^3]	Falda	Poisson	Vs [m/s]	Vs fixed	Vs min [m...	Vs max [...	Vp [m/s]	Alluvionale	Vs fin.[m/s]
1		2	-2	1400	NO	0.40	137.13	NO	68.56	205.69	335.90	NO	137.130
2		3	-5	1400	NO	0.40	194.96	NO	97.48	292.44	477.55	NO	194.960
3		2	-7	1400	NO	0.40	209.42	NO	104.71	314.13	512.97	NO	209.420
4		4	-11	1400	NO	0.40	272.07	NO	136.03	408.10	666.43	NO	272.070
5		4	-15	1500	NO	0.35	378.09	NO	189.05	567.14	787.06	NO	378.090
6		11	-26	1600	NO	0.35	508.21	NO	254.11	762.32	1057.92	NO	508.210
7		9	-oo	1600	NO	0.35	508.21	NO	254.11	762.32	1057.92	NO	508.210

✉ Via I° Dietro Corte, 73 -81030- Teverola (CE) ☎ 081 8911438 3494205297 e mail: gennaro.dagostino@libero.it

MASW 2 LAVORI DIVERSI

strato	Descrizione	h [m]	z [m]	Densità [kg/m^3]	Falda	Poisson	Vs [m/s]	Vs fixed	Vs min [m...	Vs max [...	Vp [m/s]	Alluvionale	Vs fin.[m/s]
1		3	-3	1400	NO	0.40	190	NO	95	285	465	NO	190
2		2	-5	1400	NO	0.40	238	NO	119	357	583	NO	238
3		3	-8	1400	NO	0.40	261	NO	131	392	639	NO	261
4		3	-11	1500	NO	0.35	320	NO	160	480	666	NO	320
5		4	-15	1600	NO	0.35	480	NO	240	720	999	NO	480
6		11	-26	1800	NO	0.30	613	NO	306	919	1147	NO	613
7		oo	-oo	1800	NO	0.30	613	NO	306	919	1147	NO	613

MASW3 LAVORI DIVERSI

strato	Descrizione	h [m]	z [m]	Densità [kg/m^3]	Falda	Poisson	Vs [m/s]	Vs fixed	Vs min [m...	Vs max [...	Vp [m/s]	Alluvionale	Vs fin.[m/s]
1		2.50	-2.5	1400	NO	0.40	158	NO	79	237	387	NO	158
2		1	-3.5	1400	NO	0.40	241	NO	120	361	590	NO	241
3		4.50	-8	1500	NO	0.35	369	NO	185	554	768	NO	369
4		2	-10	1600	NO	0.35	447	NO	224	671	931	NO	447
5		4	-14	1600	NO	0.35	544	NO	272	816	1132	NO	544
6		12	-26	1800	NO	0.30	650	NO	325	975	1216	NO	650
7		oo	-oo	1800	NO	0.30	650	NO	325	975	1216	NO	650

MASW 4 LAVORI DIVERSI

strato	Descrizione	h [m]	z [m]	Densità [kg/m^3]	Falda	Poisson	Vs [m/s]	Vs fixed	Vs min [m...	Vs max [...	Vp [m/s]	Alluvionale	Vs fin.[m/s]
1		3	-3	1400	NO	0.40	230	NO	115	345	563	NO	230
2		1	-4	1400	NO	0.40	289	NO	145	434	708	NO	289
3		4	-8	1600	NO	0.35	468	NO	234	702	974	NO	468
4		4	-12	1800	NO	0.30	610	NO	305	915	1141	NO	610
5		14	-26	1800	NO	0.30	610	NO	305	915	1141	NO	610
6		oo	-oo	1800	NO	0.30	610	NO	305	915	1141	NO	610

MASW 5 LAVORI DIVERSI

strato	Descrizione	h [m]	z [m]	Densità [kg/m^3]	Falda	Poisson	Vs [m/s]	Vs fixed	Vs min [m...	Vs max [...	Vp [m/s]	Alluvionale	Vs fin.[m/s]
1		3	-3	1400	NO	0.40	165	NO	83	248	404	NO	165
2		1	-4	1400	NO	0.40	249	NO	125	374	610	NO	249
3		4	-8	1500	NO	0.35	346	NO	173	519	720	NO	346
4		3	-11	1600	NO	0.35	446	NO	223	669	928	NO	446
5		3	-14	1600	NO	0.35	547	NO	273	820	1139	NO	547
6		12	-26	1800	NO	0.30	658	NO	329	987	1231	NO	658
7		oo	-oo	1800	NO	0.30	658	NO	329	987	1231	NO	658

MASW 6 LAVORI DIVERSI

strato	Descrizione	h [m]	z [m]	Densità [kg/m^3]	Falda	Poisson	Vs [m/s]	Vs fixed	Vs min [m...	Vs max [...	Vp [m/s]	Alluvionale	Vs fin.[m/s]
1		2.50	-2.5	1400	NO	0.40	138	NO	69	207	338	NO	138
2		1	-3.5	1400	NO	0.40	182	NO	91	273	446	NO	182
3		4	-7.5	1400	NO	0.40	287	NO	144	431	703	NO	287
4		5.50	-13	1600	NO	0.35	478	NO	239	717	995	NO	478
5		12	-25	1800	NO	0.30	629	NO	315	944	1177	NO	629
6		oo	-oo	1800	NO	0.30	629	NO	315	944	1177	NO	629

✉ Via I° Dietro Corte, 73 -81030- Teverola (CE) ☎ 081 8911438 3494205297 e mail: gennaro.dagostino@libero.it

MASW 7 LAVORI DIVERSI

strato	Descrizione	h [m]	z [m]	Densità [kg/m^3]	Falda	Poisson	Vs [m/s]	Vs fixed	Vs min [m...	Vs max [...	Vp [m/s]	Alluvionale	Vs fin.[m/s]
1		3	-3	1400	NO	0.40	230	NO	115	345	563	NO	230
2		1	-4	1400	NO	0.40	289	NO	145	434	708	NO	289
3		4	-8	1600	NO	0.35	468	NO	234	702	974	NO	468
4		4	-12	1800	NO	0.30	610	NO	305	915	1141	NO	610
5		14	-26	1800	NO	0.30	610	NO	305	915	1141	NO	610
6		oo	-oo	1800	NO	0.30	610	NO	305	915	1141	NO	610

MASW 8 LAVORI DIVERSI

strato	Descrizione	h [m]	z [m]	Densità [kg/m^3]	Falda	Poisson	Vs [m/s]	Vs fixed	Vs min [m...	Vs max [...	Vp [m/s]	Alluvionale	Vs fin.[m/s]
1		2.50	-2.5	1400	NO	0.40	180	NO	90	270	441	NO	180
2		2	-4.5	1400	NO	0.40	265	NO	133	398	649	NO	265
3		1.50	-6	1600	NO	0.35	402	NO	201	603	837	NO	402
4		3	-9	1600	NO	0.35	536	NO	268	804	1116	NO	536
5		17	-26	1800	NO	0.40	644	NO	322	966	1577	NO	644
6		oo	-oo	1800	NO	0.40	644	NO	322	966	1577	NO	644

DOWN-HOLE DH 1 (S1DH PUC)

Sondaggio S1DH	I° STRATO	II STRATO	III STRATO	
▪ Spessore (media)	4.00	10.00	16.00	Metri
▪ Velocità onde “P”	495	777	1166	m / s
▪ Densità	1.5	1.6	2.0	T / m^3
▪ Velocità onde “S”	202	373	624	m / s
▪ Coefficiente di Poisson	0.4	0.35	0.3	

DOWN-HOLE DH 2 (S3DH PUC)

Sondaggio S3DH	I° STRATO	II STRATO	III STRATO	
▪ Spessore (media)	6.00	8.00	16.00	Metri
▪ Velocità onde “P”	597	851	1186	m / s
▪ Densità	1.5	1.5	1.7	T / m^3
▪ Velocità onde “S”	244	409	634	m / s
▪ Coefficiente di Poisson	0.4	0.35	0.3	

DOWN-HOLE DH 3 (S4DH PUC)

Sondaggio S4DH	I° STRATO	II STRATO	III STRATO	
▪ Spessore (media)	4.00	8.00	18.00	Metri
▪ Velocità onde “P”	490	811	1205	m / s
▪ Densità	1.5	1.5	1.7	T / m^3
▪ Velocità onde “S”	200	389	644	m / s
▪ Coefficiente di Poisson	0.4	0.35	0.3	

✉ Via I° Dietro Corte, 73 -81030- Teverola (CE) ☎ 081 8911438 3494205297 e mail: gennaro.dagostino@libero.it

DOWN-HOLE DH 1 AD (ADEGUAMENTO SISMICO 2002)

Sondaggio S4DH	I° STRATO	II STRATO	III STRATO	IV STRATO	
▪ Spessore (media)	4.00	6.00	10.00	14.00	Metri
▪ Velocità onde "P"	417	887	1502	1095	m / s
▪ Densità	1.4	1.5	1.6	1.6	T / m^3
▪ Velocità onde "S"	153	383	729	507	m / s
▪ Coefficiente di Poisson	0.42	0.38	0.34	0.36	

DOWN-HOLE DH 2 AD (ADEGUAMENTO SISMICO 2002)

Sondaggio S4DH	I° STRATO	II STRATO	III STRATO	IV STRATO	
▪ Spessore (media)	4.00	8.00	6.00	18.00	Metri
▪ Velocità onde "P"	455	920	1850	1525	m / s
▪ Densità	1.4	1.5	1.5	1.6	T / m^3
▪ Velocità onde "S"	210	345	840	762	m / s
▪ Coefficiente di Poisson	0.44	0.41	0.35	0.34	

DOWN-HOLE DH 3 AD (ADEGUAMENTO SISMICO 2002)

Sondaggio S4DH	I° STRATO	II STRATO	III STRATO	IV STRATO	
▪ Spessore (media)	4.00	6.00	10.00	16.00	Metri
▪ Velocità onde "P"	410	1330	1530	1670	m / s
▪ Densità	1.4	1.5	1.5	1.6	T / m^3
▪ Velocità onde "S"	152	370	695	587	m / s
▪ Coefficiente di Poisson	0.42	0.41	0.36	0.38	

DOWN-HOLE DH 4 AD (ADEGUAMENTO SISMICO 2002)

Sondaggio S4DH	I° STRATO	II STRATO	III STRATO	IV STRATO	
▪ Spessore (media)	4.00	4.00	10.00	18.00	Metri
▪ Velocità onde "P"	385	700	1120	1470	m / s
▪ Densità	1.4	1.5	1.5	1.6	T / m^3
▪ Velocità onde "S"	150	310	780	895	m / s
▪ Coefficiente di Poisson	0.40	0.42	0.38	0.39	

DOWN-HOLE DH 5 AD (ADEGUAMENTO SISMICO 2002)

Sondaggio S4DH	I° STRATO	II STRATO	III STRATO	IV STRATO	
▪ Spessore (media)	4.00	6.00	10.00	16.00	Metri
▪ Velocità onde "P"	413	924	1159	1096	m / s
▪ Densità	1.4	1.5	1.6	1.6	T / m^3
▪ Velocità onde "S"	156	378	729	511	m / s
▪ Coefficiente di Poisson	0.41	0.39	0.35	0.36	

✉ Via I° Dietro Corte, 73 -81030- Teverola (CE) ☎ 081 8911438 3494205297 e mail: gennaro.dagostino@libero.it

Da cui, analizzando il valore della Vs per i singoli strati, si ricavano il valori della Vs30 relativi alle singole stazioni sismiche realizzate:

	MASW 1	MASW 2	MASW 3	MASW 4
Vs_{30} m/sec	414	426	418	478
Categoria di suolo	B	B	B	B

	DH1(S2)	DH2(S3)	DH3(S5)
Vs_{30} m/sec	415	432	438
Categoria di suolo	B	B	B

La seguente tabella mostra i valori della Vs30 relativi alle singole stazioni sismiche realizzate per lavori diversi:

	MASW 1	MASW 2	MASW 3	MASW 4	MASW 5	MASW 6	MASW 7	MASW 8
Vs_{30} m/sec	365	385	437	490	426	394	490	437
Categoria di suolo	B	B	B	B	B	B	B	B

	DH1	DH2	DH3	DH4	DH5
Vs_{30} m/sec	526	460	405	455	527
Categoria di suolo	B	B	B	B	B

Il "range" dei valori calcolati mette in evidenza che, il sottosuolo dell'area comunale di Casapesenna risulta caratterizzato da un valore della **Vs30 variabile tra un minimo di 365 m/sec** e un massimo di **527 m/sec ricadente quindi nella categoria di suolo B. Tale valore è stato calcolato partendo dai terreni posti al piano campagna.**

I dati scaturiti dalle indagini sismiche, integrati e confrontati con quelli relativi alle prove SPT realizzate nei fori di sondaggio, sono stati utilizzati per la realizzazione della Carta di Microzonazione Sismica del territorio in studio rappresentata nella specifica tavola allegata.

✉ Via I° Dietro Corte, 73 -81030- Teverola (CE) ☎ 081 8911438 3494205297 e mail: gennaro.dagostino@libero.it

6.2 VERIFICA 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 fini 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.

L'occorrenza della liquefazione ha effetti in superficie solamente in particolari condizioni. Nel caso di terreno pianeggiante, gli effetti in superficie sono trascurabili se lo spessore dello strato più superficiale non liquefacibile è maggiore dello spessore dello strato sottostante liquefacibile.

Il Potenziale di liquefazione di un determinato terreno sabbioso si esprime attraverso un coefficiente di sicurezza dato dal rapporto tra la resistenza al taglio mobilitabile nello strato (R) e lo sforzo tagliente indotto dal sisma di progetto (T):

Fs=R/T

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

la grandezza T dipende dai parametri del sisma di progetto (accelerazione sismica e magnitudo di progetto). R è funzione delle caratteristiche meccaniche dello strato, principalmente del suo stato di addensamento, e può essere ricavato direttamente attraverso correlazioni con i risultati di prove penetrometriche dinamiche, statiche o con i valori delle velocità delle onde S ricavati da stendimenti di sismica a rifrazione.

La grandezza T viene ricavata attraverso la relazione:

$$\boldsymbol{T\ (CSR) = \ 0.65\ \left(\frac{a_{max}}{g}\right)\ r_d\ \left(\frac{\sigma_v}{\sigma'_v}\right)}$$

Che rappresenta in altre parole la tensione indotta dal terremoto

dove:

T o csr = resistenza ciclica alla liquefazione
a max = accelerazione sismica massima;
g = accelerazione di gravità = 980.7 cm/s2;
σ_v = pressione verticale totale alla profondità z dal p.c.;
σ_v'= pressione verticale efficace alla profondità z dal p.c.;
rd (coefficiente funzione della profondità dal p.c.) = (1-0.015z)

✉ Via I° Dietro Corte, 73 -81030- Teverola (CE) ☎ 081 8911438 3494205297 e mail: gennaro.dagostino@libero.it

La resistenza alla liquefazione **R (crr)**, nel caso specifico, viene valutata in funzione della magnitudo del sisma di progetto (terremoto atteso per l'area in oggetto), numero di colpi penetrometrici $N_{(60)}$, pressione verticale effettiva, densità relativa. Il numero di colpi penetrometrici $N_{(60)}$ rappresenta il numero di colpi Nspt normalizzato ad una pressione effettiva di confinamento di 100 KPa e un fattore di rendimento energetico di 0.6 nell'esecuzione della prova.

$$\boldsymbol{R\ (CRR) = \frac{\tau_{ult}}{\sigma'_{vo}}}$$

In altre parole R è la resistenza normalizzata rispetto alla tensione efficace verticale iniziale σ'_{v0}.

Per quanto riguarda il valore di Magnitudo locale di progetto, sono state seguite le procedure contenute in *Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica* edito da Dip. Prot. Civile (2009).La ragione per la quale la magnitudo entra in gioco è che, tanto più è elevata, tanto maggiore è l'energia rilasciata e, quindi, la capacità di generare cicli di deformazione del terreno di numero ed ampiezza tali da produrre sovrapressioni neutre e fenomeni di liquefazione. Per le stesse ragioni, eventi di M elevata possono produrre impulsi in grado di conferire elevate energie cinetiche a parti di terreno o di rocce e quindi fenomeni di instabilità.

Tabella 2.8-1 – Valori di M_{wmax} per le zone sismogenetiche di ZS9 (estratto da Gruppo di lavoro, 2004)

Nome ZS	Numero ZS	M_{wmax}
Colli Albani, Etna	922, 936	5.45
Ischia-Vesuvio	928	5.91
Altre zone	901, 902, 903, 904, 907, 908, 909, 911, 912, 913, 914, 916, 917, 920, 921, 926, 932, 933, 934	6.14
Medio-Marchigiana/Abruzzese, Appennino Umbro, Nizza Sanremo	918, 919, 910	6.37
Friuli-Veneto Orientale, Garda-Veronese, Garfagnana-Mugello, Calabria Jonica	905, 906, 915, 930	6.60
Molise-Gargano, Ofanto, Canale d'Otranto	924, 925, 931	6.83
Appennino Abruzzese, Sannio – Irpinia-Basilicata	923, 927	7.06
Calabria tirrenica, Iblei	929, 935	7.29

In particolare per l'area in oggetto sono state individuate due zone soismogenetiche rappresentate dalla Zona 928 (Ischia Vesuvio) e la zona 927 (Appennino Abruzzese Sannio Irpina Basilicata) che presentano distanza minima dalla zona in oggetto rispettivamente di circa 20 e 70 Km (Cfr fig successiva).

✉ Via I° Dietro Corte, 73 -81030- Teverola (CE) ☎ 081 8911438 3494205297 e mail: gennaro.dagostino@libero.it

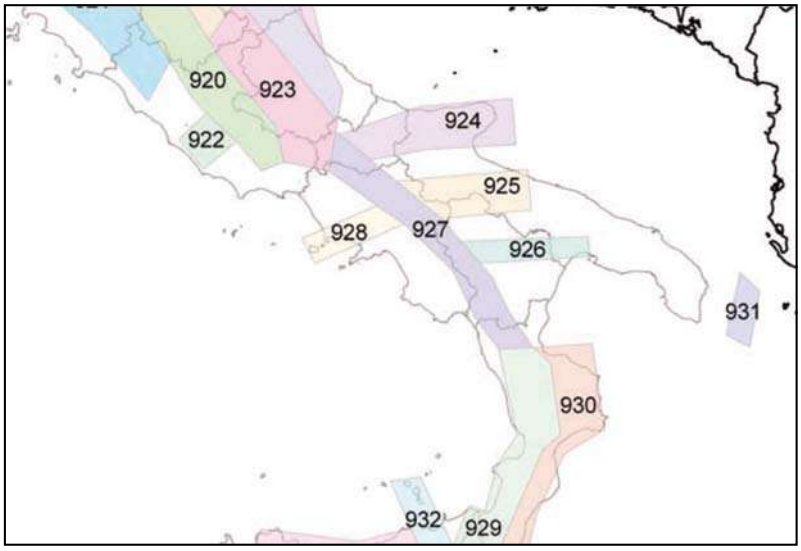


Figura 7.1 - Zone sismogenetiche per la mappa di pericolosità sismica di base di riferimento (Gruppo di lavoro, 2004).

Seguendo i criteri contenuti negli indirizzi normativi sopra specificati, i terreni presenti nella successione stratigrafica, ad esclusione delle porzioni tufizzate litoidi e semilitoidi, possono ritenersi dal punto di vista dell'assortimento granulometrico, mediamente suscettibili a fenomeni di liquefazione. Trattasi generalmente di sabbie limose o limi sabbiosi per le piroclastici sciolte poste a tetto del tufo, in prossimità del piano campagna e di sabbie ghiaiose per le piroclastici poste a letto del banco tufaceo. Ciò nonostante, pur presentando caratteristiche potenzialmente suscettibili a fenomeni di liquefazione essendo la falda sempre posta a profondità superiore dei 18-20 metri di profondità, tali terreni, il territorio comunale può ritenersi non interessato dal rischio di liquefazione essendo tali fenomeni limitati ai terreni interessati da una falda posta a profondità inferiore dei 15 metri.

Pertanto, (Cfr. OPCM 3274/2003 e D.M. 14/01/2008 NTC) essendo la soggiacenza della falda a profondità superiore ai 15 metri, i litotipi caratterizzanti il sottosuolo sono da ritenersi non suscettibili a fenomeni di liquefazione.

Ciò nonostante all'atto della realizzazione di pianificazioni attuative a scala locale, tale condizione di soggiacenza della falda dovrà essere comunque verificata prima di confermare l'esclusione di fenomeni di liquefazione.

✉ Via I° Dietro Corte, 73 -81030- Teverola (CE) ☎ 081 8911438 3494205297 e mail: gennaro.dagostino@libero.it

7 CARATTERIZZAZIONE GEOMECCANICA

La caratterizzazione dei parametri fisici dei terreni caratterizzanti il sottosuolo delle aree oggetto di studio è stata realizzata sulla scorta dei risultati delle indagini geognostiche realizzate sul territorio comunale di Casapesenna così come descritto e schematizzato nell'apposito capitolo 2 del presente studio al quale si rimanda. L'elaborazione dei dati relativi alle prove penetrometriche DPSH, alle prove SPT in foro, e alle specifiche analisi di laboratorio utilizzate per il calcolo delle caratteristiche fisico meccaniche dei terreni è riportata nell'allegato Indagini Geognostiche".

Con le informazioni geomeccaniche fornite dalle indagini realizzate è possibile conoscere il punto critico di rottura del terreno e la sua risposta alle sollecitazioni.

Le stratigrafie litotecniche scaturite dall'integrazione dei dati relativi alle indagini geognostiche realizzate in sito sono le seguenti:

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH 1 PUC

Strato	Prof. (m)	Nspt	Tipo	Gamma (t/m³)	Gamma Saturo (t/m³)	Fi (°)	Cu (Kg/cm²)	Modulo Edometrico (Kg/cm²)	Modulo Elastico (Kg/cm²)	Modulo Poisson	Densità Relativa (%)
[1] - Terreno Vegetale limoso argilloso	1,8	5,72	Incoerente	1,57	1,89	24,26	0,15	63,51	90,18	0,34	54,76
[2] - Piroclastite Limoso sabbiosa	4,0	9,48	Incoerente	1,71	1,91	26,92	--	80,28	118,06	0,34	59,76
[3] - Piroclastite Limosa deb. sabbiosa	6,4	4,04	Coesivo Incoerente	1,70	1,87	22,78	0,28	43,00	40,40	0,35	33,76
[4] - Tufo da semilitoide a litoide	7,4	72,03	Incoerente	2,43	2,50	47,87	--	359,25	887,52	0,21	100

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH 2 PUC

Strato	Prof. (m)	Nspt	Tipo	Gamma (t/m³)	Gamma Saturo (t/m³)	Fi (°)	Cu (Kg/cm²)	Modulo Edometrico (Kg/cm²)	Modulo Elastico (Kg/cm²)	Modulo Poisson	Densità Relativa %
[1] - Terreno Vegetale Limoso argilloso	2,0	3,09	Coesivo Incoerente	1,64	1,86	21,81	0,19	38,63	15,14	0,35	39,71
[2] - Piroclastite Limosa deb. sabbiosa	3,0	5,59	Incoerente	1,56	1,89	24,16	--	62,93	100,56	0,34	47,21
[3] - Piroclastite Limosa sabbiosa	4,4	13,86	Incoerente	1,85	1,94	29,42	--	99,82	137,77	0,33	68,22
[4] - Piroclastite Limosa deb. sabbiosa	7,4	6,47	Incoerente	1,60	1,90	24,85	--	66,86	104,51	0,34	41,17
[5] - Tufo semilitoide	12,2	21,62	Incoerente	2,02	2,42	33,01	--	134,43	358,21	0,31	62,93

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH 3 PUC

Strato	Prof. (m)	Nspt	Tipo	Gamma (t/m³)	Gamma Saturo (t/m³)	Fi (°)	Cu (Kg/cm²)	Modulo Edometrico (Kg/cm²)	Modulo Elastico (Kg/cm²)	Modulo Poisson	Densità Relativa (%)
[1] - Terreno Vegetale Limoso argilloso	1,0	5,59	Incoerente	1,56	1,89	24,16	0,14	62,93	89,75	0,34	56,29
[2] - Piroclastite Sabbioso limosa	2,2	15,92	Incoerente	1,90	1,95	30,45	--	109,00	147,04	0,32	85,08
[3] - Piroclastite Limoso sabbiosa	4,0	10,94	Incoerente	1,76	1,92	27,81	--	86,79	124,63	0,33	62,32
[4] - Tufo semilitoide	9,0	18,40	Incoerente	1,96	1,97	31,61	--	120,06	324,40	0,32	65,51
[5] - Piroclastite Limoso sabbiosa	10,8	5,72	Incoerente	1,57	1,89	24,26	--	63,51	101,14	0,34	31,63
[6] - Piroclastite sabbioso ghiaiosa	16,0	28,89	Incoerente	2,12	2,50	35,82	--	166,85	434,54	0,3	62,95

✉ Via I° Dietro Corte, 73 -81030- Teverola (CE) ☎ 081 8911438 3494205297 e mail: gennaro.dagostino@libero.it

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH 4 PUC

Strato	Prof. (m)	Nspt	Tipo	Gamma (t/m³)	Gamma Saturo (t/m³)	Fi (°)	Cu (Kg/cm²)	Modulo Edometrico (Kg/cm²)	Modulo Elastico (Kg/cm²)	Modulo Poisson	Densità Relativa (%)
[1] - Terreno Vegetale limoso argilloso	2,2	2,00	Coesivo Incoerente	1,56	1,85	20,48	0,13	25,00	2,60	0,35	31,81
[2] - Piroclastite Sabbioso limosa	3,8	9,73	Incoerente	1,72	1,92	27,08	--	81,40	119,18	0,33	60,28
[3] - Piroclastite Limoso sabbiosa	5,0	3,68	Coesivo Incoerente	1,68	1,87	22,43	0,23	46,00	21,92	0,35	33,82
[4] - Tufo semilitoide	12,0	21,46	Incoerente	2,02	2,42	32,94	--	133,71	356,53	0,31	65,19

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH 5 PUC

Strato	Prof. (m)	Nspt	Tipo	Gamma (t/m³)	Gamma Saturo (t/m³)	Fi (°)	Cu (Kg/cm²)	Modulo Edometrico (Kg/cm²)	Modulo Elastico (Kg/cm²)	Modulo Poisson	Densità Relativa (%)
[1] - Terreno Vegetale limoso argilloso	2,0	2,06	Coesivo Incoerente	1,57	1,85	20,56	0,13	25,75	3,29	0,35	32,56
[2] - Piroclastite Limoso sabbiosa	3,0	8,23	Incoerente	1,67	1,91	26,11	--	74,71	112,43	0,34	57,51
[3] - Piroclastite Limosa deb. sabbiosa	4,2	3,92	Coesivo Incoerente	1,69	1,87	22,67	0,25	49,00	24,68	0,35	36,72
[4] - Piroclastite Limoso sabbiosa	5,2	11,17	Incoerente	1,77	1,93	27,94	--	87,82	125,67	0,33	57,84
[5] - Tufo semilitoide	10,0	20,52	Incoerente	2,00	2,40	32,54	--	129,52	346,66	0,31	1112,65

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH 6 PUC

Strato	Prof. (m)	Nspt	Tipo	Gamma (t/m³)	Gamma Saturo (t/m³)	Fi (°)	Cu (Kg/cm²)	Modulo Edometrico (Kg/cm²)	Modulo Elastico (Kg/cm²)	Modulo Poisson	Densità relativa (%)
[1] - Terreno Vegetale limoso argilloso	2,0	2,20	Coesivo Incoerente	1,58	1,85	20,74	0,14	27,50	4,90	0,35	33,63
[2] - Piroclastite Limoso sabbiosa	3,2	12,01	Incoerente	1,80	1,93	28,42	--	91,56	129,45	0,33	68,64
[3] - Piroclastite Limosa deb. sabbiosa	5,8	7,01	Incoerente	1,62	1,90	25,25	--	69,26	106,94	0,34	46,29
[4] - Tufo da semilitoide a litoide	8,2	69,58	Incoerente	2,39	2,50	47,31	--	348,33	861,79	0,21	100

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH 7 PUC

Strato	Prof. (m)	Nspt	Tipo	Gamma (t/m³)	Gamma Saturo (t/m³)	Fi (°)	Cu (Kg/cm²)	Modulo Edometrico (Kg/cm²)	Modulo Elastico (Kg/cm²)	Modulo Poisson	Densità Relativa (%)
[1] - Terreno Vegetale limoso argilloso	2,0	2,79	Coesivo Incoerente	1,62	1,86	21,47	0,17	34,88	11,69	0,35	37,78
[2] - Piroclastite Limoso sabbiosa	4,2	7,75	Incoerente	1,65	1,90	25,78	--	72,57	110,28	0,34	53,25
[3] - Piroclastite Limosa deb. sabbiosa	5,2	3,82	Coesivo Incoerente	1,69	1,87	22,57	0,24	47,75	23,53	0,35	33,84
[4] - Tufo da semilitoide a litoide	5,8	41,16	Incoerente	2,21	2,50	39,85	--	221,57	563,38	0,27	100

✉ Via I° Dietro Corte, 73 -81030- Teverola (CE) ☎ 081 8911438 3494205297 e mail: gennaro.dagostino@libero.it

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH 1 LAVORI DIVERSI

Strato	Prof. (m)	Nspt	Tipo	Gamma (t/m³)	Fi (°)	Cu (Kg/cm²)	Modulo Edometrico (Kg/cm²)	Modulo Elastico (Kg/cm²)	Modulo Poisson	Densità Relativa (%)
[1] - Materiale di riporto	1,00	22,93	--	2,05	33,55	--	874,88	631,18	0,31	100
[2] - Terreno Vegetale Limoso Argilloso	1,80	3,31	Coesivo Incoerente	1,46	22,05	0,18	129,32	80,58	0,35	38,76
[3] - Piroclastite Limoso Sabbiosa	3,20	10,92	Incoerente	1,76	27,8	--	418,50	282,46	0,33	64,4
[4] - Piroclastite Limosa	5,40	4,41	Coesivo Incoerente	1,51	23,13	0,28	171,12	111,18	0,34	36,33
[5] - Tufo semilitoide	10,20	24,31	Incoerente	2,07	34,1	--	935,62	675,01	0,31	70,46
[6] - Piroclastite Sabbioso limosa	15,20	22,05	Incoerente	2,03	33,19	--	849,74	613,04	0,31	55,44

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH 2 LAVORI DIVERSI

Strato	Prof. (m)	Nspt	Tipo	Gamma (t/m³)	Fi (°)	Cu (Kg/cm²)	Modulo Edometrico (Kg/cm²)	Modulo Elastico (Kg/cm²)	Modulo Poisson	Densità Relativa (%)
[1] - Riporto	0,4	15,96	--	1,90	30,47	--	109,18	74,42	0,32	97
[2] - Terreno vegetale	1,6	3,30	Coesivo Incoerente	1,65	22,04	0,32	35,45	17,55	0,35	41
[3] - Piroclastite limoso sabbisa	3,2	11,98	Incoerente	1,79	28,41	--	91,43	56,51	0,33	69
[4] - Piroclastite limosda	4,0	7,22	Incoerente	1,63	25,41	--	70,20	35,09	0,34	49
[5] - Tufo da semilitoide a litoide	9,4	54,05	Incoerente	2,25	43,47	--	279,06	245,82	0,25	100
[6] – Piroclastite sabbioso ghisiosa	11,2	19,93	Incoerente	1,99	32,29	--	126,89	92,29	0,32	56

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH 3 LAVORI DIVERSI

Strato	Prof. (m)	Nspt	Tipo	Gamma (t/m³)	Fi (°)	Cu (Kg/cm²)	Modulo Edometrico (Kg/cm²)	Modulo Elastico (Kg/cm²)	Modulo Poisson	Densità Relativa (%)
[1] - Riporto	1,2	7,60	--	1,64	25,68	--	292,34	96,38	0,34	64,79
[2] - Terreno vegetale	2,2	3,34	Coesivo Incoerente	1,66	22,08	0,32	50,10	18,01	0,35	38,77
[3] - Piroclastite lmoso sabbiosa	3,6	8,47	Incoerente	1,68	26,27	--	325,40	99,25	0,34	56,25
[4] - Piroclastite limosa	5,0	5,21	Coesivo Incoerente	1,77	23,84	0,51	78,15	39,52	--	40,2
[5] - Tufo	6,2	61,82	Incoerente	2,30	45,45	--	2361,00	780,31	0,23	100

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH 4 LAVORI DIVERSI

Strato	Prof. (m)	Nspt	Tipo	Gamma (t/m³)	Fi (°)	Cu (Kg/cm²)	Modulo Edometrico (Kg/cm²)	Modulo Elastico (Kg/cm²)	Modulo Poisson	Densità Relativa (%)
[1] - Terreno vegetale	1,6	3,62	Coesivo Incoerente	1,68	22,37	0,35	54,30	21,23	0,35	43,74
[2] - Piroclastite limoso sabbiosa	4,0	10,26	Incoerente	1,74	27,41	--	393,42	105,16	0,33	61,99
[3] - Piroclastite limosa	5,0	4,26	Coesivo Incoerente	1,72	22,99	0,41	63,90	28,59	0,35	35,72
[4] - Tufo semicoerente	6,0	37,39	Incoerente	2,19	38,68	--	1432,66	523,79	0,28	99,43
[5] - Tufo litoide	6,4	91,20	Incoerente	2,50	51,99	--	3477,44	1088,80	0,17	100

✉ Via I° Dietro Corte, 73 -81030- Teverola (CE) ☎ 081 8911438 3494205297 e mail: gennaro.dagostino@libero.it

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH 5 LAVORI DIVERSI

Strato	Prof. (m)	Nspt	Tipo	Gamma (t/m³)	Fi (°)	Cu (Kg/cm²)	Modulo Edometrico (Kg/cm²)	Modulo Elastico (Kg/cm²)	Modulo Poisson	Densità Relativa (%)
[1] - Materiale di riporto	1,00	8,53	Incoerente	1,68	26,31	--	327,68	212,39	0,34	69,27
[2] - Terreno Vegetale Argilloso	3,00	1,91	Coesivo Incoerente	1,40	20,35	0,18	76,12	47,43	0,35	28,69
[3] - Piroclastite Limosa	4,00	7,35	Incoerente	1,63	25,5	--	282,84	183,76	0,34	50,73
[4] - Piroclastite Argilloso limosa	5,20	2,94	Coesivo Incoerente	1,45	21,64	0,28	115,26	71,82	0,35	30,02
[5] - Tufo semilitoide	9,40	25,7	Incoerente	2,09	34,63	--	988,44	734,27	0,3	75,74
[6] - Piroclastite Sabbioso limosa	17,20	25,3	Incoerente	2,08	34,48	--	973,24	722,98	0,3	58,81

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH 6 LAVORI DIVERSI

Strato	Prof. (m)	Nspt	Tipo	Gamma (t/m³)	Fi (°)	Cu (Kg/cm²)	Modulo Edometrico (Kg/cm²)	Modulo Elastico (Kg/cm²)	Modulo Poisson	Densità Relativa (%)
[1] - Terreno Vegetale Argilloso	1,20	1,72	Coesivo Incoerente	1,39	20,08	0,12	123,55	76,98	0,35	30,94
[2] - Materiale Piroclastico Limoso deb. sabbioso	3,80	7,35	Incoerente	1,63	25,5	--	282,84	183,76	0,34	54,36
[3] - Materiale Piroclastico Limoso Argilloso	4,80	3,53	Incoerente	1,47	22,28	--	137,68	85,78	0,35	33,44
[4] - Tufo Alterato e Friabile	5,40	33,32	Incoerente	2,16	37,36	--	1269,70	968,9	0,29	97,67
[5] - Tufo Litoide	6,20	77,91	Incoerente	2,50	49,19	--	2964,12	2667,7	0,2	100

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH 7 LAVORI DIVERSI

Strato	Prof. (m)	Nspt	Tipo	Gamma (t/m³)	Fi (°)	Cu (Kg/cm²)	Modulo Edometrico (Kg/cm²)	Modulo Elastico (Kg/cm²)	Modulo Poisson	Densità Relativa (%)
[1] - Terreno Vegetale Argilloso limoso	1,00	2,35	Coesivo Incoerente	1,42	20,94	0,16	126,89	79,06	0,35	36,46
[2] - Materiale piroclastico Argilloso limoso	2,00	2,06	Coesivo Incoerente	1,40	20,56	0,14	125,35	78,10	0,35	31,13
[3] - Piroclastite Limosa deb. sabbiosa	3,80	6,37	Incoerente	1,60	24,77	--	160,18	104,07	0,34	49,21
[4] - Piroclastite Argillosa	4,40	1,96	Incoerente	1,40	20,42	--	124,82	77,77	0,35	25,3
[5] - Piroclastite Limosa deb. sabbiosa	5,60	7,6	Incoerente	1,64	25,68	--	168,7	109,60	0,34	47,33
[6] - Tufo semilitoide	9,20	16,08	Incoerente	1,91	30,53	--	429,35	300,04	0,32	60,49

✉ Via I° Dietro Corte, 73 -81030- Teverola (CE) ☎ 081 8911438 3494205297 e mail: gennaro.dagostino@libero.it

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH 8 LAVORI DIVERSI

Strato	Prof. (m)	Nspt	Tipo	Gamma (t/m³)	Fi (°)	Cu (Kg/cm²)	Modulo Edometrico (Kg/cm²)	Modulo Elastico (Kg/cm²)	Modulo Poisson	Densità Relativa (%)
[1] - Argilla Limosa deb. sabbiosa	2,00	2,7	Coesivo Incoerente	1,43	21,36	0,19	128,73	80,21	0,35	37,19
[2] - Piroclastite Sabbioso Limosa	3,60	21,75	Incoerente	2,03	33,06	--	240,17	173,27	0,31	89,99
[3] - Piroclastite Limosa deb. Sabbiosa	4,80	4,99	Coesivo Incoerente	1,54	23,65	0,35	150,61	97,85	0,34	38,92
[4] - Tufo da semilitoide a litoide	6,00	58	Incoerente	2,27	44,5	--	907,21	769,70	0,24	100

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH 9 LAVORI DIVERSI

Strato	Prof. (m)	Nspt	Tipo	Gamma (t/m³)	Fi (°)	Cu (Kg/cm²)	Modulo Edometrico (Kg/cm²)	Modulo Elastico (Kg/cm²)	Modulo Poisson	Densità Relativa (%)
[1] - riporto	0,6	7,70	Incoerente	1,65	25,75	--	72,34	61,60	0,34	67,31
[2] - Piroclastite pedogenizzata	2,4	3,76	Coesivo Incoerente	1,48	22,51	0,19	54,77	30,08	0,35	42,18
[3] - Piroclastite sabbioso limosa	4,6	8,12	Incoerente	1,66	26,04	--	74,22	64,96	0,34	53,57
[4] - Paleosuolo	5,0	2,31	Coesivo Incoerente	1,42	20,89	0,24	48,30	18,48	0,35	26,42
[5] - Piroclastite sabbiosa	8,0	38,61	Incoerente	2,20	39,07	--	210,20	308,88	0,28	96,79
[6] - Piroclastite sabbioso limosa	9,0	28,34	Incoerente	2,12	35,62	--	164,40	226,72	0,3	74,47
[7] - Piroclastite limoso sabbiosa	15,0	20,28	Incoerente	2,00	32,44	--	128,45	162,24	0,31	54,97
[8] - Piroclastite sabbiosa	15,4	38,50	Incoerente	2,19	39,03	--	209,71	308,00	0,28	68,64

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH 10 LAVORI DIVERSI

Strato	Prof. (m)	Nspt	Tipo	Gamma (t/m³)	Fi (°)	Cu (Kg/cm²)	Modulo Edometrico (Kg/cm²)	Modulo Elastico (Kg/cm²)	Modulo Poisson	Densità Relativa (%)
[1] - terreno vegetale	1,60	1,65	Coesivo Incoerente	1,38	19,97	0,16	66,24	41,27	0,35	29,75
[2] - Piroclastite sabbioso limosa	2,80	9,31	Incoerente	1,71	26,82	--	357,32	232,14	0,34	62,61
[3] - Piroclastite limosa	4,60	6,04	Incoerente	1,58	24,52	--	233,06	151,41	0,34	45,4
[4] - Tufo da semilitoide a litoide	5,80	48,51	Coesivo Incoerente	2,23	41,97	--	1855,22	1516,26	0,26	100

✉ Via I° Dietro Corte, 73 -81030- Teverola (CE) ☎ 081 8911438 3494205297 e mail: gennaro.dagostino@libero.it

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI DA PROVE SPT IN FORO

Strato	Prof. (m)	Nspt	Peso di volume (t/m³)	Peso di volume saturo (t/m³)	Angolo di resistenza al taglio (°)	Modulo Edometrico (Kg/cm²)	Modulo Elastico (Kg/cm²)	Modulo Poisson	Densità Relativa Dr %
SPT1 S1	4,0	7,00	1,62	1,90	25,25	113,88	106,90	0,34	55
SPT2 S1	9,5	85,00	2,50	2,50	50,71	959,40	514,00	0,18	100
SPT3 S1	29,5	77,00	2,22	2,50	41,27	536,64	333,30	0,26	80
SPT1 S2	3,5	6,00	1,58	1,89	24,49	103,04	91,10	0,34	52
SPT2 S2	16,0	43,00	2,21	2,50	40,4	504,12	273,00	0,27	88
SPT3 S2	20,5	63,00	2,31	2,50	45,74	720,92	386,40	0,23	95
SPT1 S3	3,5	5,00	1,54	1,89	23,66	92,20	71,60	0,34	48
SPT2 S3	15,0	31,00	2,14	2,50	36,56	374,04	200,80	0,29	76
SPT3 S3	24,5	64,00	2,32	2,50	45,98	731,76	392,20	0,22	89
SPT1 S4	3,0	4,00	1,49	1,88	22,75	81,36	66,30	0,35	44
SPT2 S4	12,0	32,00	2,15	2,50	36,91	384,88	219,40	0,29	84
SPT3 S4	22,5	60,00	2,29	2,50	45	688,40	369,00	0,23	89

Sono stati effettuati inoltre 3 prelievi di Campioni indisturbati la cui profondità di prelievo è stata finalizzata a caratterizzare i principali tipi litologici incoerenti incontrati nella stratigrafia dei sondaggil.

CAMPIONE N.	PROFONDITA' PRELIEVO m.	γ kn/m³	e	n %	S %	γ_{sat} kn/m³	FC %	φ (°)	C Kpa	Descrizione granulometrica
S1C1	3.0 – 3.5	12.46	1.2	55	35	15.94	19.29	35.5	4.82	Sabbia limosa ghiaiosa
S2C1	15.0 – 15.5	16.48	1.06	51	76	17.70	20.44	36.1	12.59	Sabbia con ghiaia limosa
S3C1	2.50 – 3.00	14.78	1.05	51	55	17.07	17.03	31.2	18.34	Sabbia limosa

Conformemente a quanto emerso dal complesso programma di raccolta dati, indagine e campionamento effettuato sul territorio, il terreni caratterizzanti il sottosuolo dell'area in oggetto rivelano un comportamento geotecnico segnato da parametri a rottura e di deformabilità che in prevalenza sono associabili ai mezzi puramente incoerenti. Fanno eccezione i terreni tufacei in facies giallognola rossastra vacuolare e quelli tufacei pipernoidi grigiastri con scorie nere a maggiore densità.

Per approfondimenti si rimanda agli allegati di prova inerenti le due parti di indagine (in sito e di laboratorio) con le quali si è sviluppato l'intera caratterizzazione.

Per quanto riguarda le piroclastiti, a parte esigui livelli, nei quali processi di dissoluzione dei vetri ed argillificazione delle frazioni granulometriche più fini hanno determinato l'insorgenza di resistenza associabili ai mezzi pseudocoesivi, il grosso delle bancate piroclastiche rinvenute, è costituito da terreni a grana media con sfondi ghiaiosi e limosi subordinati. La parte limosa è costituita maggiormente delle ceneri vulcaniche. La frazione ghiaiosa è fornita dalla parte litoide termini tufacei ovvero prodotti di attività esplosiva come lapilli, scorie, pomici e xenoliti vari. In ogni caso, l'entità dei parametri a rottura e di deformabilità associabili a detti terreni si mantiene media o medio – alta.

A tal proposito, dalle risultanze delle indagini effettuate emerge che, in termini di larga media, premesso che i terreni assumono quasi uniformemente comportamento di

✉ Via I° Dietro Corte, 73 -81030- Teverola (CE) ☎ 081 8911438 3494205297 e mail: gennaro.dagostino@libero.it

mezzi incoerenti, si può assumere che l'angolo d'attrito interno (φ'), relativo alle coltri piroclastiche ricoprenti o soggiacenti gli orizzonti lavici, espresso, ovviamente in condizioni non drenate, assume valore, nei volumi di interesse, quasi costantemente maggiori di 26° con oscillazioni dovute alla particolare granulometria puntualmente rinvenibile che portano tale valore da un minimo di 24° fin oltre i 34°.

Tale considerazione, ovviamente, si riferisce ai terreni non pedogenizzati, rinvenibili al di sotto dei primi due metri stratigrafici per i quali è possibile attestare uno stato di addensamento medio con densità relativa nell'ordine del 40 – 70%.

Parimenti la compressibilità si mantiene, nei "ranges" tensionali di prova, bassa al punto da indicare valori per il modulo di compressibilità edometrico quasi costantemente maggiori di 100 Kg/cm^2.

Ogni determinazione sperimentale porta, in effetti, alle considerazioni di cui sopra.

Inoltre, il grado di saturazione, attestato mediamente sul 65%, è tipico per questi terreni che sono dotati di media permeabilità in grado di dissipare velocemente eccessi di tensioni neutre.

Solo sporadicamente e per orizzonti compresi in spessori di pochi decimetri è possibile rinvenire terreni a grana fine e finissima per i quali possano valere considerazioni associabili a terreni pseudocoesivi.

Tanto detto è ovviamente da rinviare ad indagini puntuali esperite nelle varie scale progettuali ogni valutazione più circostanziata, valendo in questa fase una determinazione discendente dalla scala di legge (1:5.000) completamente diversa da quella richiesta dal necessario dettaglio puntuale.

✉ Via I° Dietro Corte, 73 -81030- Teverola (CE) ☎ 081 8911438 3494205297 e mail: gennaro.dagostino@libero.it

8. ZONAZIONE DELLA PERICOLOSITA' GEOLOGICA IN PROSPETTIVA SISMICA

A partire dalla micro zonazione sismica, espressa attraverso la quantizzazione del parametro Vs30 che fornisce un particolare tipo di risposta sottosuolo in condizioni dinamiche, nella valutazione del rischio sismico, appare opportuno introdurre elementi che tengano conto di fattori diversi da quelli impiegati per la microzonazione.

Più in particolare tali fattori, implementati sui precedenti, offrono la possibilità di descrivere (anche se solo qualitativamente) il comportamento del territorio in regime sismico riferito al complesso delle condizioni che presidiano alla risposta dinamica attesa per i siti indagati.

Per addivenire a tale risposta, metodologicamente, le conclusioni cui si è pervenuti in microzonazione sismica, vengono sovrapposte ad altre conclusioni cui è possibile pervenire attraverso un'analisi, dei descrittori delle varie componenti del territorio in tutte le sue realtà contratte per fattori geologici naturali o antropici.

Si è allora presa in considerazione in questa fase anche la Carta Geomorfologica, e quella Idrogeologica cui qui immediatamente si rimanda.

Pertanto, seguendo questo criterio nel territorio comunale possono essere individuate aree che, per ragioni diverse, risultano "a rischio", soprattutto in regime dinamico per le seguenti ragioni:

- Caratteristiche geomorfologiche;
- Caratteristiche geolitologiche;
- Presenza di cavità nel sottosuolo;
- Presenza di zone suscettibili a fenomeni di liquefazione;
- Microzone suscettibili a amplificazioni locali del moto sismico (Vs_{30})

Per quanto riguarda le caratteristiche morfologiche queste, essendo praticamente pianeggianti per tutto il territorio analizzato, escludono fenomeni legati alla dinamica dei versanti in zona sismica. Geolitologicamente i terreni caratterizzanti il sottosuolo dell'area comunale in oggetto presentano una generale sostanziale continuità laterale e si presentano, mediamente, con buone caratteristiche su tutto il territorio comunale analizzato. Locali complicazioni si hanno in corrispondenza di cavità riempite con materiale di risulta male addensato e a caratteristiche geomeccaniche scadenti.

Le cavità sono rinvenibili, come detto in precedenza, nelle zone urbanizzate prevalentemente in periodi antecedenti gli anni '60.

Seguendo il tipo costruttivo di tali insediamenti, la perimetrazione urbanistica del Centro Storico e i risultati emersi nel corso delle indagini, nella carta geomorfologica è stata perimetrata un area dove risulta altamente probabile il rinvenimento di cavità sotterranee.

Pertanto, non essendo il presente studio finalizzato all'individuazione puntuale di dette cavità, la sussistenza di tale fenomenologia dovrà essere oggetto di particolare attenzione nelle varie fasi pianificatorie e progettuali di dettaglio.

✉ Via I° Dietro Corte, 73 -81030- Teverola (CE) ☎ 081 8911438 3494205297 e mail: gennaro.dagostino@libero.it

Per quanto riguarda fenomeni di liquefazione dei terreni saturi sottoposti a scuotimento sismico, dalle analisi effettuate, questi possono escludersi presentando l'area comunale investigata, una falda acquifera a profondità superiore ai 15-16 metri.

Dal Punto dell'amplificazione sismica locale non si hanno grandi variazioni laterali della risposta sismica relativamente al territorio comunale in studio omogeneamente rappresentato da categoria di suolo di Tipo B. I rilievi effettuati registrano valori compresi nel range 365 – 527 m/sec ossia una variazione di circa 162 m/sec.

Pertanto sulla scorta di quanto sopra esposto, alla luce di un omogeneità geologica, di soggiacenza della falda e di caratterizzazione sismica, sull'intero territorio comunale, l'unico elemento che può generare fenomeni locali di amplificazione in prospettiva sismica è la presenza di cavità antropiche e di ipogei riempiti con materiale a scadente caratteristiche geomeccaniche come già precedentemente puntualizzato. Le sollecitazioni sismiche in cavità infatti possono generare crolli in volta in particolare se queste si presentano in cattive condizioni di conservazione. Tale area, come precedentemente specificato risulta perimetrata nella carta geomorfologica alla quale si rimanda.

✉ Via I° Dietro Corte, 73 -81030- Teverola (CE) ☎ 081 8911438 3494205297 e mail: gennaro.dagostino@libero.it

9. CONCLUSIONI

Il territorio di Casapesenna oggetto dello studio geologico, geomorfologico idrogeologico e di pericolosità sismica relativo alla realizzazione del Piano Urbanistico Comunale di cui alla L.R. 9/83 e successive integrazioni e modifiche, si è rivelato alla presente analisi come geologicamente, e sismicamente mediamente omogeneo, comunque meritevole di attenzione ai fini delle impostazioni programmatiche come quelle associate ad uno strumento urbanistico generale.

Le situazioni riscontrate, pur non costituendo elemento ostativo alle mire di programmazione e attuazione urbanistica, impongono comportamenti che tendano al rispetto delle condizioni naturali del territorio.

Pertanto, la compatibilità espressa attraverso la presente indagine, va misurata, prima delle singole attuazioni, oltre che sulla base di parametri urbanistici che tengano conto di fatti storici ed antropici, anche sulla base di una attenta, puntuale e sistematica indagine geologica dalla quale sola, per ovvie ragioni di scala, potrà emergere la giustezza del modello geologico del sottosuolo e quindi delle singole scelte progettuali, in ragione di quanto presentato nelle cartografie che, attraverso il presente lavoro, corredano la documentazione del piano.

D'altra parte, le indicazioni qui rassegnate, sono perfettamente in linea con il dettato normativo previsto nel D.M. n. 47 del 11/03/88, D.M. 14 gennaio 2008 (NTC) e nella stessa L.R. n. 9/83 e successive modifiche, integrazioni e circolari applicative.

Dall'analisi dei dati stratigrafici emersi dalle indagini effettuate, il territorio comunale, presenta una sostanziale omogeneità geologica, rappresentata da una successione stratigrafica piroclastica con caratteristiche geomeccaniche mediamente buone.

Per quel che riguarda la geomorfologia e quindi la stabilità territoriale, nell'area territoriale comunale si riscontra una omogeneità morfologica caratterizzata dalla presenza di un'area di piana a pendenze praticamente nulle e quindi con assenza di processi morfodinamici attivi che possano minare la stabilità territoriale.

Mentre per quanto riguarda l'utilizzazione antropica del territorio particolare importanza dal punto di vista della stabilità geomorfologica riveste la presenza nella zona del centro storico di numerosi ipogei riferibili a cave a campana per l'estrazione del tufo o a grotte intagliate nel tufo utilizzate per la conservazione di derrate alimentari.

L'analisi idrogeologica ha messo in evidenza la presenza di una circolazione idrica sotterranea che avviene nell'acquifero piroclastico alluvionale caratterizzante l'intero territorio comunale. L'andamento risulta orientato da sud est verso nord ovest, rispettando per grosse linee l'andamento idrogeologico a scala regionale.

✉ Via I° Dietro Corte, 73 -81030- Teverola (CE) ☎ 081 8911438 3494205297 e mail: gennaro.dagostino@libero.it

Dal punto di vista della Liquefazione dei terreni si ricorda che (cfr. *Indirizzi e criteri della Microzonazione Sismica* edito da Dip. Protezione Civile Nazionale) le zone sismogenetiche più prossime a quella di studio sono localizzate lungo la fascia appenninica e lungo la direttrice Ischia Campi Flegrei Vesuvio (Cfr. Fig. 7.1). Dallo studio del potenziale di liquefazione emerge un sostanziale basso rischio a fenomeni di liquefazione essendo la soggiacenza della falda sempre superiore ai 15 metri di profondità (OPCM 3274/2003 e smi).

Dal Punto di vista sismico il parametro caratterizzante la risposta sismica locale individuato nella Vs30 ha fornito una zona sismica caratterizzata da **Categoria di Suolo B** che comprende tutta la parte del territorio comunale investigato e quella significativa al contorno.

Tanto per l'incarico ricevuto

Teverola, Dicembre 2016

GEOLOGO
GENNARO D'AGOSTINO