



# Comune di Volla

*(Provincia di Napoli)*

## ISOLA ECOLOGICA

### PROGETTO ESECUTIVO

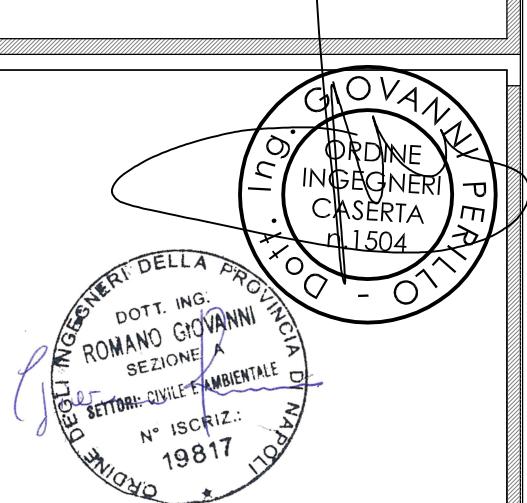


Viale Liegi 44, 00198 - Roma  
E-Mail: progettazione@its-tecnologie.com  
Web-site: www.its-tecnologie.com

#### PROGETTAZIONE

**prof. ing. Giovanni Perillo**  
n.1504 (Ordine degli Ingegneri di Caserta)

**ing. Giovanni Romano**  
n.19817 (Ordine degli Ingegneri di Napoli)



**Elaborato:**

**RELAZIONE GEOLOGICA**

**Data: Settembre 2013**

**Scala**

**Numero**

**Q**

**Rif.**

## **INDICE**

1.PREMESSA	1
2.UBICAZIONE DELL'AREA-CARATTERISTICHE GEOLOGICHE MORFOLOGICHE ED IDROGEOLOGICHE	2
3.PROVE ESEGUITE NELL'AREA INFLUENZATA DAL MANUFATTO E PROVE DISPONIBILI	7
3.a Descrizione delle prove eseguite nell'area influenzata dal manufatto	8
4. STRUTTURA STRATIGRAFICA	10
5. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI	11
6. ANDAMENTO DELLA FALDA IDRICA	15
7.CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEI TERRENI	15
8.CONGRUENZA TRA LO STUDIO ESEGUITO E L'INDAGINE CONDOTTA PER IL P.R.G	18
9.BREVI COMMENTI ALLE CARTE ALLEGATE	19
10. OPERE DI FONDAZIONE	21
11.CONCLUSIONI	22

## 1. PREMESSA

Il comune di Volla, ai fini della realizzazione di un'Isola Ecologica in via Filichito nonché della relativa variante puntuale al P.U.C., ha dato incarico allo scrivente di eseguire un'indagine geologica sull'area interessata.

Lo studio è stato eseguito tenendo a riferimento la deliberazione della G.R.C. n° 816 del 10 giugno 2004 laddove prescrive sia le indagini specifiche per l'opera in progetto che "le indagini generali volte a definire la fattibilità delle opere nei confronti dell'area significativa che possa essere influenzata o comportare effetti sull'area oggetto di intervento (artt. 11 e 12 della L.R. n. 9/83)".

Lo studio, pertanto, ha avuto l'obbiettivo di:

- verificare l'eventuale esistenza di problemi stratigrafici, tettonici, neotettonici, morfologici, idrogeologici che in qualche modo potessero essere pregiudizievoli per la realizzazione dell'opera;
- definire il modello geologico-tecnico del sottosuolo e caratterizzare i terreni dal punto di vista sismico.

Lo scrivente, pertanto, ha proceduto ad:

- una accurata ricerca bibliografica e cartografica volta ad inquadrare le caratteristiche geologiche della parte di territorio in cui è compresa l'area indagata;
- un numero sufficiente di dettagliati sopralluoghi preliminari su di un'area più ampia della zona d'intervento con lo scopo di descriverne gli aspetti morfologici più significativi;
- una verifica delle eventuali condizioni di attività di strutture tettoniche locali (neotettoniche) al fine di valutarne l'incidenza sull'utilizzo in sicurezza dell'area studiata;
- un approfondimento dello studio geognostico dell'area al fine di conoscerne le caratteristiche litostratigrafiche più significative, le caratteristiche tecniche dei principali orizzonti, le eventuali variazioni di omogeneità di facies litologica nonché la caratterizzazione sismica dei terreni;
- uno studio delle caratteristiche idrologiche ed idrogeologiche della parte di territorio comunale che comprende l'area studiata in funzione dell'eventuale utilizzazione e protezione delle risorse idriche.

I risultati ottenuti dai sopralluoghi e dalle prove di campagna hanno consentito di stilare la seguente relazione nella quale, tenuto conto delle condizioni geologiche locali, dei dati reperibili in letteratura, dei risultati acquisiti nelle indagini eseguite in prossimità dell'area e più in generale sul territorio comunale, dei risultati del rilevamento eseguito sulla parte di territorio che comprende l'area studiata nonché del grado di sismicità di esso, si danno indicazioni su:

- la struttura stratigrafica del sito;
- la caratterizzazione geotecnica e la modellazione sismica dei terreni;
- l'andamento della falda idrica.

I risultati dello studio, inquadrati in un più ampio contesto territoriale, hanno permesso la stesura della presente “Relazione” conclusiva ed esplicativa dei risultati delle indagini eseguite avente l’obiettivo di fornire indicazioni utili per l’approvazione del progetto.

In coda alla relazione sono presentate.

- 1) un estratto dalla carta topografica in scala 1:25.000 con ubicazione dell’area indagata;
- 2) un planimetria del sito studiato con ubicazione delle prove eseguite e disponibili;
- 3) una pianta catastale (F. n. 2, p.lle n. 801 e 804).

Alla relazione sono allegati:

- le “Prove eseguite e disponibili” contenente gli elaborati relativi a tutte le indagini eseguite nell’area nonché le indagini disponibili più significative eseguite in una larga fetta di territorio comunale che comprende l’area studiata consistenti in sondaggi geognostici, prove penetrometriche tipo CPT e prove sismiche;
- le “Carte e sezioni geologiche” contenente la carta ubicazione dei sondaggi e prove, la carta geolitologica, la carta geomorfologica e della stabilità, la carta idrogeologica e la carta della microzonazione sismica, tutte in scala 1:5.000;
- n. 1 sezione litostratigrafica;
- gli stralci delle carte “Ubicazione sondaggi e prove”, “Geolitologica”, “Geomorfologica e della stabilità”, “Idrogeologica” e “Microzonazione sismica” in scala 1:4.000 del P.U.C. vigente comprendenti un’ampia fetta di territorio comunale circostante l’area studiata.

Lo scrivente ha utilizzato, infine, dati e notizie assunti da ricerche bibliografiche e di archivio.

## **2. UBICAZIONE DELL’AREA - CARATTERISTICHE GEOLOGICHE MORFOLOGICHE ED IDROGEOLOGICHE.**

L’area in esame appartiene al territorio del Comune di Volla in provincia di Napoli ed è localizzata in via Filichito. In Catasto F. 2 p.lle n. 801 e 804.

L’area studiata appartiene al territorio dell’Autorità di Bacino Nord Occidentale della Campania e nel Piano Stralcio essa non è soggetta ad alcun vincolo.

Il territorio del Comune di Volla è riportato nelle tav. I.G.M. I S.E. (Pomigliano d’Arco) e I S. O. (Napoli) del Foglio 184 (Napoli) della Carta d’Italia ed è localizzato nell’omonima depressione delimitata ad Est dal Somma-Vesuvio e ad Ovest dalle colline di Capodichino.

La costituzione geolitologica e l'assetto tettonico del comune di Volla derivano dai processi tettonici che hanno dato origine alla "Piana Campana" e dall'attività dei Campi Flegrei e del Somma - Vesuvio.

Il territorio comunale è compreso in un basso morfologico, determinato da una depressione strutturale di limitate dimensioni riempita da formazioni vulcaniche e sedimentarie.

Nel territorio comunale si rinvengono nei primi 30 – 50 metri di profondità maggiormente depositi alluvionali; sono presenti, infatti, alternati e/o interdigitati prodotti, principalmente di deposizione secondaria e subordinatamente primaria, dei Campi Flegrei e del Somma - Vesuvio nonché, nella parte settentrionale e nord-occidentale, sedimenti di facies palustre e lacustre con terre nere, torbifere, ricche talvolta di molluschi dolcicoli.

Per quanto riguarda i terreni in affioramento, la costituzione geolitologica del territorio di Volla presenta variazioni sfumate da luogo a luogo in quanto, trattandosi sempre di materiali rimaneggiati, la differenziazione è sempre problematica e può con larga approssimazione essere tentata solo riferendosi alle condizioni ambientali di deposizione e alla granulometria.

Nella parte di territorio posta a sud dell'allineamento via Nenni – Cimitero - via Pozzo Bianco – Tamburiello sono presenti depositi sabbiosi rimaneggiati del Somma- Vesuvio con piccole scorie e pomici (lapilli e cineriti delle pendici vesuviane inferiori).

Nella fascia di territorio posto più a nord, tra l'allineamento precedentemente menzionato e via Romano, incrocio via Palazziello-Linea a Monte del Vesuvio e via Casa dell'Acqua, sono presenti depositi sabbioso-limosi e/o limoso sabbiosi più o meno rimaneggiati del Somma - Vesuvio e dell'attività più recente dei Campi Flegrei. Nella parte meridionale di quest'area prevalgono i prodotti sabbiosi mentre nella parte più settentrionale di essa sono più abbondanti i prodotti limosi.

Nella parte rimanente del territorio, infine, i terreni affioranti sono costituiti da terreni piroclastici limosi di deposizione secondaria e subordinatamente primaria e/o terre nere palustri talvolta con molluschi dolcicoli con a letto un livello discontinuo di cinerite addensata, avente spessore di pochi decimetri, entro i primi 2.50 metri di profondità.

Quest'ultima parte del territorio comunale ha subito l'azione del fiume Sebeto che era in tutto o in parte alimentato dalle sorgenti del Bolla. La predetta azione si estrinsecò in una intensa erosione delle formazioni presenti e nella successiva deposizione di grossi spessori di materiale rimaneggiato a cui si intercalano i paleosuoli e le torbe.

La presenza di torba nelle successioni stratigrafiche di quest'area rappresenta l'indice degli impaludamenti determinati dal Sebeto nel corso degli ultimi 15 millenni.

Da tutto quanto precedentemente detto emerge che nelle successioni stratigrafiche del territorio comunale prevalgono largamente i depositi alluvionali e sono assenti o difficilmente individuabili i cosiddetti "livelli guida". Conseguenza di tale situazione è la notevole variabilità

delle successioni stratigrafiche e l'impossibilità di ricostruire una successione di terreni unica sia per tutto il territorio comunale che per aree comunque vaste.

Ai fini dell'individuazione di successioni stratigrafiche sufficientemente compatibili, il territorio comunale può essere diviso nelle tre parti precedentemente menzionate in relazione alla costituzione dei terreni in affioramento.

Nella parte meridionale del territorio comunale, posta mediamente a quote maggiori di 27 m. s.l.m, la successione stratigrafica sino a 30 m. di profondità è caratterizzata da una alternanza di livelli lenticolari di sabbia ghiaiosa, sabbia e sabbia limosa, generalmente di colore grigio scuro, con intercalati modesti livelli di limo. Gli elementi ghiaiosi sono costituiti da pomice e scorie a spigoli arrotondati raramente grossolane nonché elementi (frammenti) calcareo-dolomitici estratti, in conseguenza dei violenti fenomeni esplosivi, dalla roccia incassante il condotto vulcanico e il bacino magmatico.

Sono presenti, inoltre, modesti e discontinui livelli ossidati (paleosuoli) non sempre raccordabili tra i vari sondaggi.

Nelle successioni stratigrafiche della parte di territorio compreso tra le quote di 27 e di 19 m. s.l.m circa diminuisce la componente sabbiosa e ghiaiosa ed aumenta la componente limosa. Questa parte del territorio comunale è caratterizzata da un susseguirsi di livelli lenticolari di limo sabbioso, sabbia limosa e sabbia di colore grigio a luoghi intercalati da modesti livelli ossidati, lenti e livelli discontinui di pomice nonché nella parte nord-orientale dell'area, nei pressi del confine con il Comune di Casalnuovo, alla profondità di circa 14 m. un potente banco di sabbia grigio giallastra e/o marrone grigiastra con pomice e scorie nere a tessitura tufacea (Tufo non litificato). Tale ultimo livello è presumibilmente ascrivibile o all'attività del Somma-Vesuvio (tufi dell'attività del Somma-Vesuvio) o all'accumulo di depositi derivanti dall'erosione del tufo grigio campano (Ignimbrite Campana). Tale ultima formazione, peraltro, nel confinante territorio del Comune di Casalnuovo (Volla Contrada, Tavernanova) si rinviene assottigliata, non litificata e a luoghi assente.

Nelle successioni stratigrafiche di questa parte del territorio comunale, infine, sono riconoscibili almeno n. 3-4 livelli humificati (paleosuoli) che in generale non si rinvengono nei sondaggi eseguiti più a sud.

Nelle successioni stratigrafiche della parte rimanente del territorio, comunale posta a quote inferiori a 19 m. s.l.m, diminuisce la componente sabbiosa e ghiaiosa, aumenta la componente limosa ed a luoghi è presente la componente argillosa.

La successione stratigrafica è caratterizzata da almeno due livelli di torba presenti a quote variabili tra le profondità di 12 e 23 m. I livelli di torba si presentano separati da uno strato di pomice e/o sabbia con pomice potente tra poco meno di un metro a poco più di due

metri. I predetti livelli di torba a luoghi sono generalmente raccordabili con i paleosuoli presenti nei sondaggi eseguiti nell'area più a monte.

La maggior parte dei terreni della successione stratigrafica presenti a profondità maggiori di 6.00 m. circa, salvo poche eccezioni, si presentano di colore grigio piombo.

In tutto il territorio, infine, non si notano condizioni tettoniche capaci di esplicare una qualche influenza e ciò perché il substrato rigido mesozoico, con la relativa copertura ceno-zoica, suddiviso in zolle ribassate a gradinata da faglie ad andamento appenninico ed antiappenninico, è troppo profondo e ricoperto da terreni sciolti per cui non può in alcun modo influenzare il comportamento dei materiali più superficiali.

Recenti ricerche sull'evoluzione neotettonica del margine tirreno della catena sudapenninica, infine, hanno messo in evidenza, nella parte della Piana Campana interessata dal vulcanismo flegreo, un fitto reticolo di faglie orientate NW – SE e NE – SW. Su alcune faglie orientate NE – SW, com'è già stato detto, risulterebbe impostata la depressione di Volla.

In tutto il territorio comunale le pendenze non risultano mai accentuate; le più alte comprese tra il 2,5 e l'1 %, sono quelle dell'area posta a sud di via Filichito-via Einaudi-via Roma mentre nella parte restante del territorio sono inferiori all'1%.

Il territorio, in generale, è quindi pianeggiante e, per la parte non urbanizzata, risulta intensamente coltivato.

La stabilità dei terreni, pur di natura sciolta, è assicurata dalle condizioni di giacitura ed i fenomeni erosivi, a causa delle modeste pendenze e della regimazione efficiente delle acque superficiali, sono praticamente assenti e le acque ruscellanti in superficie, non assorbite dai terreni permeabili, vengono incanalate in parte nelle fogne comunali ed in parte negli alvei e fossi della bonifica borbonica ( Fosso Volla, Fosso Reale, Fosso Cozzzone). Alcune parti dei predetti fossi assicurano ancora il drenaggio dei terreni.

Nell'area circostante il Fosso Reale si rinvengono le quote più basse del territorio comunale e il pelo libero della falda freatica sfiora il piano campagna.

Per quanto riguarda l'intervento antropico è necessario ricordare la presenza di una vasca di laminazione in località Tamburiello che a seguito della realizzazione di una condotta fognaria ha perso parte dell'originaria funzione

Le recenti ricerche strutturali, idrogeologiche e idrogeochimiche nell'area vesuviana hanno consentito di distinguere ( CELICO et alii, 1997) un "acquifero superficiale" corrispondente all'area strettamente vulcanica ed un "acquifero profondo" corrispondente ai rilievi carbonatici fratturati e carsificati .

L'acquifero superficiale vulcanico presenta un deflusso radiale che in generale si adatta alla morfologia del vulcano. Gli orizzonti acquiferi corrispondono ai livelli di lava fratturata, di

scorie, di pomici e lapillo. Alla periferia del vulcano è possibile ipotizzare un certo interscambio idrico sotterraneo.

L'acquifero principale dell'area posta a NE di Napoli, dove è localizzato il territorio studiato, è alimentato dalla struttura carbonatica dei monti di Avella, dall'infiltrazione diretta e dalla struttura vulcanica del Somma-Vesuvio. Esso trova sede nel forte spessore di piroclastiti sciolte, costituite da banchi di pomici, scorie, litici e sabbie grossolane che generalmente si rinvengono a letto del "tufo grigio campano" che, quando presente, si comporta da elemento di semiconfinamento; nell'area studiata l'acquifero si rinviene nei livelli di sabbia posti a letto della lava, delle torbe e/o interposto tra le lingue di limo e limo argilloso.

Nel sottosuolo comunale si possono distinguere due settori:

- uno settentrionale più prossimo al Fosso Volla, caratterizzato da una falda unica in genere di tipo freatico, in cui l'acquifero è localizzato nei litotipi aventi permeabilità relativa più elevata, in particolare i livelli di pomici, scorie e sabbie vulcaniche permeabili per porosità;
- uno sud-orientale caratterizzato da una falda in condizioni di confinamento e/o semiconfinamento, in cui l'acquifero è localizzato nei litotipi a maggiore permeabilità presenti a letto dei banchi e delle lingue di lava.

In condizioni non disturbate la falda semiconfinata più profonda comunica con la falda più superficiale mediante "flussi di drenanza" verticali diretti dal basso verso l'alto.

L'alternanza, spesso disordinata, di terreni a permeabilità medio-alta (sabbie, ghiaie, ecc.) con altri a permeabilità bassa (limi, paleosuoli, ecc.), determina una circolazione idrica sotterranea "per falde sovrapposte"; la distinzione delle falde non è sempre possibile in quanto esse sono tra loro interconnesse sia attraverso il "flusso di drenanza" che attraverso le soluzioni di continuità dei sedimenti meno permeabili.

La distinzione tra falde poste a diversa profondità è praticamente impossibile a causa della non omogeneità che contraddistingue lo spessore, la granulometria, la giacitura e l'estensione dei singoli strati che è conseguenza delle modalità di deposizione dei terreni (carattere di unicità della falda). Questo ultimo fatto è messo in evidenza dalla sufficiente concordanza dei livelli piezometrici dei pozzi che pescano a diverse profondità.

In tutto il territorio comunale il "tufo grigio campano" risulta assente in quanto asportato da fenomeni erosivi e, in conseguenza, nelle parti più depresse del territorio stesso l'acquifero principale tende a raggiungere il piano campagna ed a mescolarsi con l'acquifero vulcanico. Nelle stesse aree, peraltro, la presenza diffusa di terreni fini di origine fluviopalustre tende a creare frequenti anche se discontinui fenomeni di semiconfinamento.

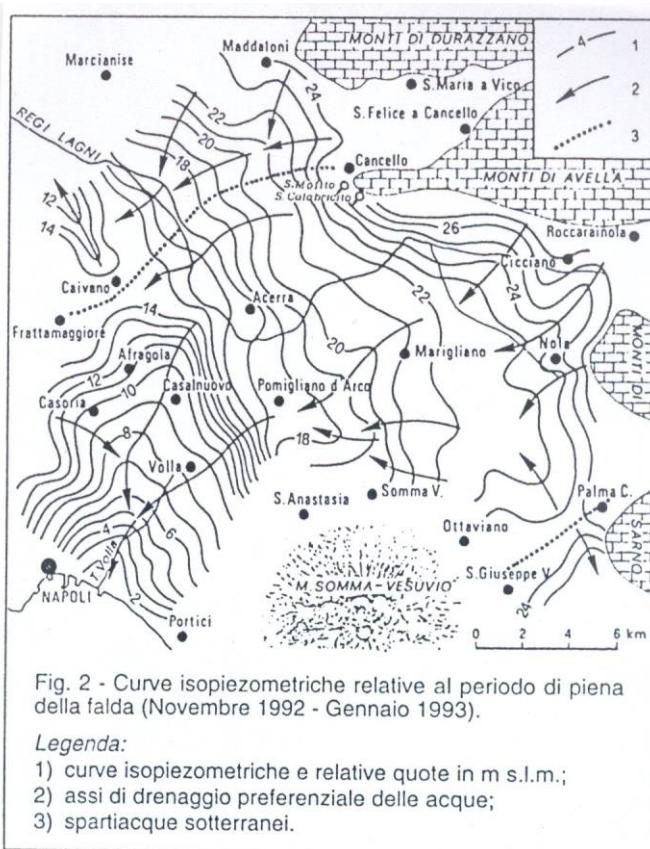
Anche qui la falda si presenta in più livelli (falde sovrapposte) in corrispondenza dei terreni più grossolani variamente interconnessi.

Nelle aree circostanti il Fosso Reale, in particolare, la falda a luoghi sfiora il piano di campagna creando ristagni d'acqua semipermanenti.

In quest'ultima area, una delle più depresse del territorio comunale, la bonifica, iniziata dai Borboni, è evidenziata dalla fitta rete di canali che trovano recapito nel "Fosso Volla" e nel cosiddetto "Cozzone-Reale" posto poco più a sud di esso.

Il massiccio intervento antropico ha in parte alterato l'originaria sistemazione idraulica determinando a luoghi alterazioni del deflusso delle acque superficiali. In particolare, più accentuate condizioni di rischio all'allagamento si sono state determinate in prossimità del confine nord-occidentale del territorio comunale in cui è in parte inibita la funzione drenante del "Cozzone-Reale" e della fitta rete di canali di drenaggio perpendicolari ad esso.

Le curve isopiezometriche della carta idrogeologica, che sarà commentata in seguito, mettono in evidenza che l'intero territorio comunale è compreso tra le isopiezometriche 14 e 11 m. s.l.m. e che, conseguentemente, il pelo libero della falda idrica è profondo fino a 28 metri nella parte sud-orientale del territorio comunale mentre si avvicina al piano di campagna, con profondità del pelo libero comprese tra 1 e 3 metri, nelle aree prossime al fosso Reale.



**Fig. n.1- Estratta da P. CELICO ET ALII (1997) – Carta idrogeologica dell'area vesuviana.**

L'area studiata, come si può evincere dalla lettura della carta idrogeologica allegata, è disposta in prossimità della isopiezometrica 14 m. slm.

### **3. PROVE ESEGUITE NELL'AREA INFLUENZATA DAL MANUFATTO E PROVE DISPONIBILI.**

La natura e le caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni che costituiscono il sottosuolo tecnicamente significativo dell'area interessata sono state ricavate da indagini eseguite sia nell'area influenzata dal manufatto che in aree circostanti.

In particolare è stata eseguita una prova sismica MASW sulla parte di via Filichito prospiciente l'area interessata e sono stati utilizzati il sondaggio Sv2 e la prova penetrometrica statica Cv1 fatti eseguire dallo scrivente nel dicembre 2003 per la realizzazione della strada di accesso alla circumvallazione esterna, il primo sul confine occidentale dell'area interessata e la seconda a circa 150 m. da essa( vedi carta ubicazione delle prove allegata).

Nelle aree circostanti l'area strettamente interessata, poi, furono eseguite in varie epoche le seguenti indagini ritenute dallo scrivente utili dati di riferimento:

a) Le prove eseguite nel 2005 per l'adeguamento sismico del P.R.G. consistenti in:

- n. 1 sondaggio a carotaggio continuo (S3);
- n. 1 prova penetrometrica statica (C7);
- n. 1 prova sismica down-hole;
- n. 1 stendimento di sismica a rifrazione (SS2).

b) le prove eseguite nel gennaio 2003 presso la scuola materna di via Filichito consistenti in:

- n. 1 sondaggio a c.c. ( Sc);
- prove geotecniche di laboratorio su un campione di terreno.

c) le prove eseguite nel dicembre 2003 per la strada di accesso alla circumvallazione esterna consistenti in:

- n. 1 sondaggio a c.c. (Sv1);
- n. 1 prova penetrometrica statica (Cv2).

Tutte le indagini predette furono condotte in ossequio alle prescrizioni delle sezioni B e H del D. M. LL. PP. 11-03-88.

Tutte le prove eseguite e quelle disponibili sono state localizzate sulla "pianta indagini eseguite e disponibili" in scala 1:5.000 presentata insieme alla presente relazione; le stesse hanno consentito l'elaborazione della "carta geologica e della "sezione litostratigrafica".

#### **3.a – DESCRIZIONE DELLE PROVE ESEGUITE NELL'AREA INFLUENZATA DAL MANUFATTO**

##### *1) Indagine sismica.*

In data 25-06-2011 è stata eseguita n. 1 prova sismica M.A.S.W. (*Multichannel analysis of surface waves*). La localizzazione della stessa è stata riportata nella pianta delle prove allegata.

La prova è stata eseguita dal dott. Antonio D'Errico e la localizzazione della stessa è stata riportata nella pianta delle prove allegata.

E' stato utilizzato un sismografo a 24 canali della **PASI** di Torino, modello **16SG24**. Il sismografo è dotato di processore Pentium IV, display VGA a colori in LCD-TFT 10.4" TouchScreen, trattamento del segnale a 16 bit, trattamento di dati Floating Point 32 bit, supporto di memorizzazione mediante Hard-Disk da 40 Gb, con funzione di incremento multiplo del segnale ed opzione per l'inversione di polarità, attivazione di filtri "passa alto", "passa basso" e "notch" in acquisizione o post-acquisizione. Il trigger è dato da un geofono starter esterno, con possibilità di pre-trigger (0-10 ms).

E' stata utilizzata, come sorgente energizzante, una massa battente (martello) da 5 Kg battuta su una piastra metallica.

I profili MASW sono stati eseguiti utilizzando n° 24 geofoni allineati sul terreno con un'interdistanza di 1,00 metro; i punti di scoppio sono stati posizionati ad una delle estremità del profilo a distanze di 2,00 e 5,00 m dal geofono n° 1. La scelta dei due scoppi è stata effettuata per avere la certezza di generare la dispersione delle onde superficiali a prescindere dai differenti litotipi presenti nel sottosuolo dell'area investigata.

Le prove sono state interpretate mediante il software *winMASW 4.0* che consente di analizzare dati sismici (*common-shot gathers* acquisiti in campagna) in modo tale da poter ricavare il profilo verticale della velocità delle onde di taglio (*Vs*).

Tale risultato è ottenuto tramite inversione delle curve di dispersione delle onde di Rayleigh, determinate tramite la tecnica MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves).

I profili indicanti gli spessori dei litotipi e le velocità riscontrate nel sito esaminato sono riportati nella relazione allegata e riassunti nella tabella seguente.

<b>Vs (m/sec)</b>	167	202	256	484
<b>Spessore (m)</b>	2,80	2,30	4,1	semispazio
<b>Profondità (m)</b>	2,80	5,10	9,2	> 9,20

## 2) Sondaggio a c.c. (Sv1)

Il sondaggio a carotaggio continuo per complessivi 20.00 ml fu eseguito, il giorno 03-12-2003, con una sonda MK 200 della CMV fornita dalla TRIVELSONDAGGI s.a.s di Crispiano (Na) e raggiunse la profondità massima di 20 metri.

Nel corso del sondaggio furono state eseguite n. 4 prove penetrometriche dinamiche tipo SPT.

La prova SPT consiste nel rilevare il numero dei colpi, di un maglio di 63,5 Kg che cade liberamente da un'altezza di 76,2 cm, occorrenti per infiggere nel terreno l'apposito attrezzo normalizzato ( Campionatore Raymond ) per tre tratti di 15 cm e valutando la somma dei colpi relativi agli ultimi 30 cm di infissione.

La campionatura continua del terreno permise la ricostruzione delle stratigrafie dei punti di indagine. La colonna stratigrafica contenente i risultati delle prove SPT è allegata alla presente relazione.

## 2) Prova penetrometrica statica(Cv1)

Il giorno 2 dicembre 2003 fu eseguita n. 1 prova penetrometrica statica per complessivi 20.00 ml con un penetrometro statico PAGANI TG 63-200 KN di tipo olandese della portata massima di 200 KN. La prova raggiunse una profondità massima di 20.60 m.

Il penetrometro, dotato di punta meccanica tipo Begemann di sezione di 10 cmq, ha misurato ogni 20 cm la resistenza alla punta (Rp), la resistenza laterale su manicotto ( RII o RI) e la resistenza totale (Rt).

I valori sono stati rilevati mediante cella di carico di sommità e visualizzati da una centralina elettronica.

Il penetrometro è montato su cingoli di gomma e si ancora al terreno mediante 2 trivelle del diametro di 300 mm che vengono infisse dal penetrometro stesso e recuperate automaticamente a prova terminata.

I risultati delle prove sono stati riportati su diagrammi in cui sulle ordinate figurano le profondità in metri dal piano di campagna e sulle ascisse i valori della resistenza alla punta Rp e della resistenza laterale RI espresse in kg/cmq.

I risultati delle prove, correlati alle prove SPT, contribuiscono a fornire un quadro sufficiente delle caratteristiche geotecniche dei terreni studiati.

Sono state, inoltre, prese in considerazione:

- il sondaggio S3, la prova penetrometrica statica C7 , la prova down-hole eseguita nel sondaggio S3 e lo stendimento sismico SS2 eseguiti nel 2005 per l'adeguamento sismico del P.R.G.;
- il sondaggio Sv1 e la prova penetrometrica statica CV2 eseguite nel dicembre 2003 per il progetto della strada di accesso alla circumvallazione esterna;
- Il sondaggio Sc e le prove geotecniche di laboratorio sui campioni prelevati eseguiti nel gennaio 2003 presso la scuola materna di via Filichito.

I risultati delle prove forniscono un quadro sufficiente delle caratteristiche geotecniche dei terreni studiati.

#### 4. STRUTTURA STRATIGRAFICA

Al disotto della coltre del terreno di riporto, che nella zona studiata ha mediamente uno spessore di 1.00 m., inizia la serie delle piroclastiti sciolte costituita da limo, limo sabbioso, sabbia limosa. Si rinvengono, inoltre, con spessori inferiori, livelli di ghiaie sabbiose e/o sabbioso-limose ad elementi prevalentemente pomici nonché "paleosuoli" e torbe con spessori variabili. Il sottosuolo della zona studiata è caratterizzato, sino alla profondità di 20 metri, prevalentemente dalla presenza di materiali sciolti vulcanici di deposizione secondaria, i cosiddetti terreni alluvionali, costituiti da limi, limi sabbiosi e/o sabbie limose con pomici e lapilli scoriacei arrotondati, subordinatamente da materiali vulcanici in sede costituiti da sabbie limose, sabbie con pomici e ghiaie pomicee nonché da livelli torbosi che testimoniano di un ambiente di deposizione fluvio-lacustre.

A letto di questi terreni si rinvengono depositi di origine vulcanica più chiaramente sabbiosi e/ sabbio-ghiaiosi intercalati da strati anche consistenti di limi e/o limi sabbiosi.

Tutti i predetti terreni si presentano in successione eterogenea e disordinata e in strati e/o livelli di forma lenticolare la cui giacitura è suborizzontale.

La successione stratigrafica tipo ricostruita sulla scorta dei dati ricavati dal sondaggio Sv2 eseguito sul bordo nord occidentale dell'area studiata può essere rappresentata mediamente dalla sequenza di terreni che si riporta di seguito.

da m.	a m.	descrizione
0.00	1.00	Terreno di riporto
1.00	2.00	Limo sabbioso grigio e/o grigio marrone con rade e minute pomici;
2.00	4.20	Sabbia limosa e/o debolmente limosa grigia a tratti addensata con rade pomici;
4.20	5.00	Limo sabbioso grigio giallastro a tratti addensato con rade pomici;
5.00	6.50	Sabbia limosa grigia con pomici a luoghi abbondanti;
6.50	7.30	Limo sabbioso grigio giallastro con rade pomici;
7.30	10.00	Limo e/o limo sabbioso grigio con pomici a luoghi abbondanti;
10.00	12.00	Limo a tratti debolmente sabbioso grigio con tracce consistenti di ossidazione;
12.00	15.90	Sabbia grigia con rade pomici;
15.90	18.20	Sabbia grigia e/o marrone con pomici minute chiare;
18.20	20.00	Sabbia limosa e/o debolmente limosa grigia e/o grigio giallastra con rade e minute pomici.

Come si può osservare la successione stratigrafica è contrassegnata da livelli ossidati (paleosuoli) che sono testimonianza di interruzione dell'attività vulcanica; i predetti livelli si presentano con spessori da qualche decimetro a qualche metro.

## 5. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI

### 5.1 Aspetti generali

Come è stato ampiamente illustrato nei paragrafi precedenti, l'area in esame fa parte della depressione morfologica della Piana Campana ed è localizzata sulle pendici nord-occidentali del Monte Somma. I terreni che si rinvengono, nell'ambito delle profondità tecnicamente significative, sono da attribuire all'attività eruttiva del Somma-Vesuvio e dei Campi Flegrei nonché all'attività erosiva delle acque ruscellanti; essi sono intervallati da livelli di materiali chiaramente ossidati (paleosuoli).

Il sondaggio a carotaggio continuo SV2 eseguito sul confine occidentale del sito e quelli eseguiti nelle aree limitrofe hanno messo in evidenza materiali che si inseriscono perfettamente nello schema sopra riportato; sono infatti presenti limi, sabbie, sabbie più o meno limose spesso con pomice e livelli ossidati e/o di vera e propria torba.

L'andamento della resistenza alla punta qc ( v. fig. n. 2) della prova penetrometrica statica (CPT1), eseguita in prossimità dell'area studiata, mette in evidenza che la struttura del sottosuolo è molto articolata, si rinvengono infatti frequenti livelli di materiale a granulometria più grossa ( rappresentati dai picchi della resistenza alla punta) alternati a materiali a minor resistenza.

Si rinviene alla profondità media di 1.40 m. uno strato, potente circa 2.00 metri, di cinerite addensata con a letto un livello decimetrico di pomice ( Formazione di Avellino). La prova stessa ha evidenziato picchi più o meno pronunciati alle profondità di 5.40, 10.60 e 16.40 m.

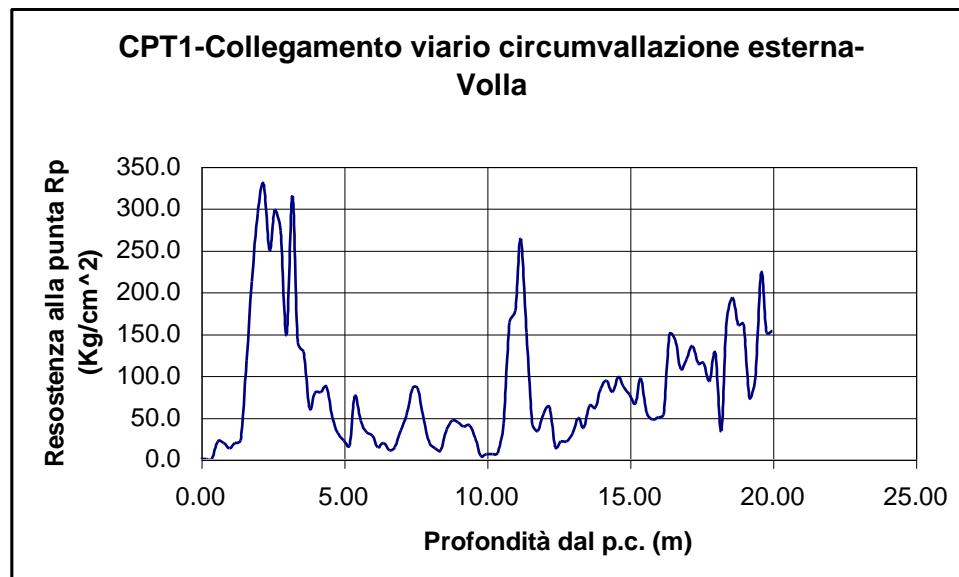
La distribuzione areale dei livelli di maggiore e/o minore resistenza è, in genere, di tipo lenticolare per cui non sempre è possibile una loro correlazione; in particolare, ad esempio, la prova C7, eseguita nel 2005 per il P.R.G. alla distanza di circa 650 m. dal sito indagato, evidenzia picchi più o meno pronunciati alle profondità di 2.20 e 8.20 m.

Oltre alle prove penetrometriche statiche, nel corso del sondaggio a c.c. Sv2, sono state eseguite, come detto nei paragrafi precedenti, n. 4 prove penetrometriche dinamiche tipo SPT.

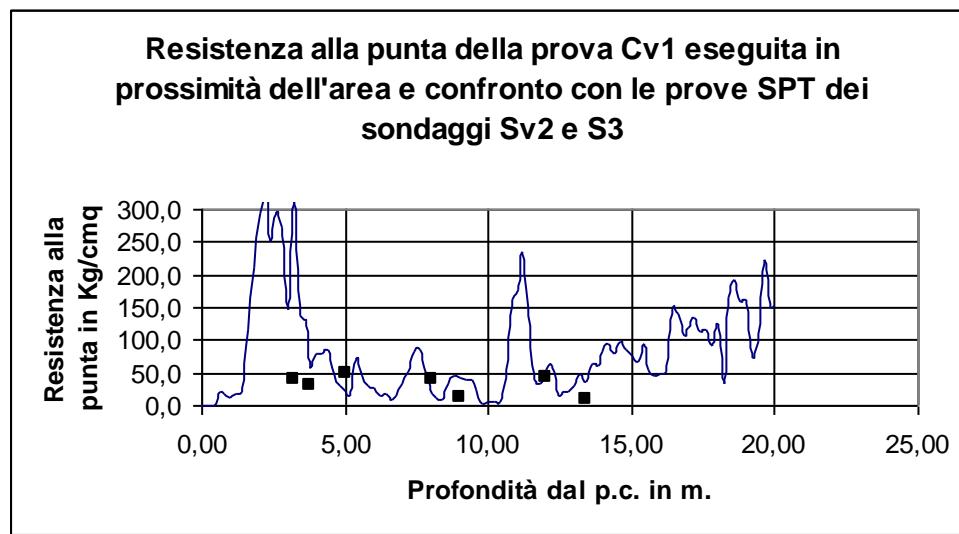
Come è noto tali prove possono essere correlate con le prove CPT attraverso la relazione:

$$q_c = \alpha \times N_{SPT}$$

dove  $\alpha$  è un coefficiente dipendente dalla granulometria del terreno (nel caso di terreni piroclastici si pone in genere  $\alpha= 4$ ).



*Fig. n.2 - Prova penetrometrica statica CV1. Andamento del numero di colpi.*



*Fig. 3 – Confronto tra la resistenza alla punta qc nella prova CV1 e le prove SPT eseguite nei sondaggi Sv2 e S3*

Nella fig. n. 3 è stata riportata la resistenza alla punta della prova CV1 e i dati relativi alle prove SPT eseguiti nei sondaggi Sv2 e S3.

Confrontando i valori delle prove SPT e i valori della resistenza alla punta media nella due prove si può notare che l'accordo tra le due sperimentazioni è decisamente accettabile.

## **6.2. Caratterizzazione geotecnica dei terreni**

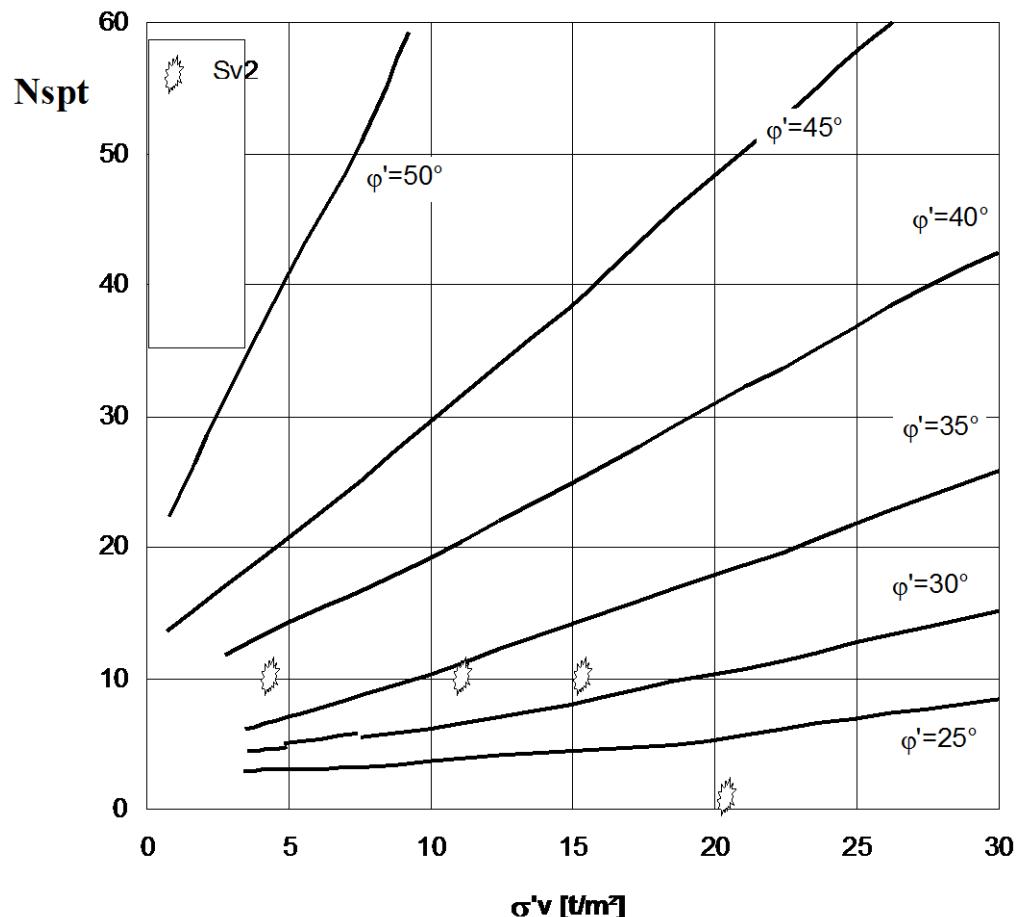
Per la valutazione delle proprietà geotecniche di un sottosuolo si possono utilizzare sia i risultati delle prove in situ (SPT e CPT) elaborandoli con note correlazioni empiriche che attraverso i risultati forniti dalla sperimentazione di laboratorio.

Alcuni risultati sono stati già presentati nel paragrafo precedente.

### **6.2.1. Resistenza a rottura**

I risultati delle prove SPT possono fornire una valutazione dell'angolo di attrito  $\varphi'$  attraverso correlazioni empiriche.

Una delle più usate è quella proposta da DE MELLO (1977) in cui l'angolo di attrito stesso è correlato ai risultati delle prove SPT attraverso lo stato tensionale effettivo agente alla profondità alla quale è stata eseguita la prova.



**Fig. n. 4 – Abaco di DE MELLO (1977).**

Nella figura n. 4 sono stati riportati i risultati delle prove SPT eseguite nel corso del sondaggio Sv2 nel citato abaco; la maggior parte dei punti sperimentali sono compresi tra le curve  $\varphi' = 30^\circ$  e  $\varphi' = 40^\circ$ ; fa eccezione il punto relativo alle prove SPT4 eseguita alla profondità di 13.40 m. che si posizionano al di sotto della curva  $\varphi' = 25^\circ$ .

Di seguito, infine, viene presentata una tabella che mettendo in relazione cautelativamente la resistenza alla punta media, per ogni metro di profondità, la tensione effettiva e l'angolo di attrito  $\varphi'$ , consente di individuare tre strati caratterizzati da parametri geotecnici medi.

**Tabella I– Relazione tra Rp medio, φ' e Dr per i singoli strati in cui è stato diviso il terreno presente nei primi 20 metri di profondità in base ai dati della prova Cv1 metri.**

Strato	Profondità (m)	Spessore (m)	Media Rp (Kg/cm <sup>2</sup> )	Attrito interno (gradi)	Densità relativa (%)
1	0.00 – 1.40	1.40	13	23	35
2	1.40 - 3.80	2.40	214	40	90
3	3.80 – 6.00	2.20	50	27	40
4	6.00 – 6.80	0,80	15	24	>10
5	6.80 – 9.60	2.80	39	27	30
6	9.60 – 10.40	0.80	7	20	>5
7	10.40 – 12.20	1.80	108	30	50
8	12.20 – 13.00	0.80	23	22	>5
9	13.00 – 16.20	3.20	70	27	40
10	16.20 – 20.60	4,40	137	30	55

I predetti dati appaiono in buon accordo con le interpretazioni delle prove in situ SPT.

Tutti i terreni, infine, sono caratterizzati da una coesione effettiva c' nulla.

## 6. ANDAMENTO DELLA FALDA IDRICA

Nel giugno 2007, in occasione dell'indagine geologica per il P.U.C. lo scrivente procedette alla misura della profondità del pelo libero della falda idrica nei pozzi denominati P3, P9, P10, P12, P16, P19, P20, P21, P30 e P31 (vedi carta Idrogeologica allegata).

I dati di lettura sono riportati nella tabella II che segue e la posizione dei punti d'acquai è riportata nella Carta idrogeologica allegata alla presente relazione.

**Tabella II – Letture freatimetriche**

Numero Pozzo(P)	Quota testa (*) Pozzo (m.s.l.m.)	Profondità Pelo libero (m)	Quota piezometrica (m.s.l.m.)	Data lettura
P3	20.50	6.50	14.00	Giugno 2007
P9	23.90	9.70	14.10	"
P10	34.20	19.80	14.40	"
P12	21.00	7.30	13.70	"
P16	17.50	4,00	13.50	"
P19	19.90	6.40	13.50	"
P20	20.10	6.40	13.70	"
P21	18.60	5.20	13.40	"
P30	28.50	14.20	14.30	"
P31	22.50	8.50	14.00	"

(\*) le quote del piano campagna sono state ricavate dal rilievo aerofotogrammetrico fornito dal Comune di Volla.

Le predette misure hanno consentito la costruzione della “Carta idrogeologica” allegata nella quale si evidenzia che l’area studiata è posizionata in prossimità della isopiezometrica 14 e che l’asse di drenaggio preferenziale ha direzione S/SE-N/NW.

## 6. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEI TERRENI

Il territorio di Volla, oltre ad essere interessato dalla sismicità legata all’attività dei Campi Flegrei e del Somma-Vesuvio, è influenzato dall’attività sismogenetica dell’Appennino Meridionale.

L’O.P.C.M. 20-03-2003 n. 3274 ha individuato n. 4 “macrozone”, nelle quali sono stati inseriti tutti i Comuni d’Italia, caratterizzate ciascuna da un valore dell’accelerazione orizzontale massima su suolo di categoria “A”. Il territorio del comune di Volla è stato inserito nella “zona 2” caratterizzata da una accelerazione orizzontale massima su suolo di categoria “A”  $a_g = 0.25g$ .

Il 4 febbraio 2008 sono state pubblicate sulla Gazzetta Ufficiale le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni elaborate dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici. L’allegato A di tali Norme prevede che l’azione sismica di riferimento per la progettazione (paragrafo 3.2.3) venga definita sulla base dei valori di pericolosità sismica proposti dal Progetto S1 dell’Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia.

Queste stime di pericolosità sismica sono state successivamente elaborate dal Consiglio Superiore per ottenere i parametri che determinano la forma dello spettro di risposta elastica; tali parametri sono proposti nell’allegato A del Decreto Ministeriale.

In riferimento alla mappa del territorio nazionale per la pericolosità sismica derivante dal progetto S1 dell'INGV, disponibile on-line sul sito dell'INGV, si indica che il territorio comunale di Volla rientra nelle celle contraddistinte da valori di ag di riferimento compresi tra **0.150g e 0.175g** (punti della griglia riferiti a: parametro dello scuotimento ag; probabilità in 50 anni 10%; percentile 50).

Per la caratterizzazione sismica dei terreni in data 25-06-2011 è stata eseguita una prova M.A.S.W.

Con la predetta prova è stato possibile indagare i tipi litologici del sottosuolo differenziandoli in base al parametro "velocità delle onde sismiche".

L'indagine geofisica conferma che litologicamente ci si trova al cospetto di materiali sciolti caratterizzati da velocità sismiche mediamente basse.

L'esame dei dati ha consentito di individuare quattro sismostrati caratterizzati dalle velocità riportate nella tabella III.

**Tabella III – Velocità Vs in m/s dei sismostrati individuati**

<b>Vs (m/sec)</b>	167	202	256	484
<b>Spessore (m)</b>	2,80	2,30	4,1	semispazio
<b>Profondità (m)</b>	2,80	5,10	9,2	> 9,20

Gli spessori rilevati e le relative velocità delle onde S portano alla determinazione di una **V<sub>s30</sub>** pari a **345 m/sec**, calcolato a partire dal piano di campagna; pertanto, il sito in esame è caratterizzato da una CATEGORIA DI SUOLO **C**.

La prova M.A.S.W., come si può leggere negli elaborati allegati, conferma di fatto i dati ricavati dalle prove "disponibili" eseguite nei dintorni dell'area studiata ed in particolare della prova down-hole eseguita nel sondaggio **S3** e dello stendi mento sismico SS2 effettuati per l'adeguamento sismico del P.R.G. nel 2005

Nella prova **S3** e nello stendi mento sismico SS2 si manifestano, come nella prova MASW, valori di velocità genericamente crescenti con la profondità dai quali si ricava una Vs30 compresa tra 310 e 347 m/s.

Nella tabella IV vengono riportati i relativi valori.

**Tabella IV – Velocità media di propagazione entro 30 m. di profondità delle onde di taglio Vs30 e categorie di suolo di fondazione ricavate dalle prove sismiche**

Prova sismica	Velocità (Vs) media di propagazione entro 30 metri di	Categorie di suolo di fondazione
---------------	---	----------------------------------

	profondità Vs30 in m/s	
MASW	345	C
S3(down-hole)	310	C
SS2	347	C

Il sito studiato, pertanto, è compreso in una parte di territorio comunale caratterizzato dalla categoria di suolo di fondazione di tipo “C”.

#### 6.1-Liquefazione

Le velocità misurate con la prova MASW eseguita nel sito hanno consentito di valutare il rischio liquefazione col metodo semplificato di Andrus e Stokoe (1997). La valutazione è stata effettuata utilizzando il programma LAN 10.0 della AZTEC Informatica.

La stima del rischio liquefazione fornisce un indice di liquefazione pari a 0,00 ed un rischio liquefazione molto basso.

Alla luce delle predette considerazioni si può ragionevolmente escludere che nel sito possa verificarsi il fenomeno della “liquefazione”.

#### 6.2- Coefficienti sismici

Ricordando che il progettista ha comunicato allo scrivente che il piano d'imposta delle fondazioni tipo travi rovesce sarà posizionato alla profondità di 1.00 m. e che il valore della velocità equivalente Vs,30 di propagazione delle onde di taglio entro i 30 metri di profondità riferita al predetto piano di imposta è di 360 m/s, si può affermare che la categoria di suolo di fondazione per il sito in esame è di tipo **B**.

L'inclinazione media inferiore a 15° dell'area in cui sarà realizzato il manufatto consente di attribuire la categoria topografica **T1**.

Per il calcolo dei parametri sismici del sito interessato dall'opera è necessario tener presente la tabella V che segue.

**Tabella V**

<b>Tipo di costruzione</b>		<b>2</b>
<b>Vita nominale</b>	<b>VN</b>	<b>≥ 50 anni</b>
<b>Classe d'uso</b>		<b>II</b>
<b>Coefficiente d'uso</b>	<b>Cu</b>	<b>1</b>
<b>Vita di riferimento</b>	<b>VR = VN . Cu</b>	<b>50 anni</b>
<b>Latitudine (WGS84)</b>		<b>40,889249</b>
<b>Longitudine (WGS84)</b>		<b>14,355547</b>
<b>Categoria sottosuolo</b>		<b>B</b>
<b>Categoria topografica</b>		<b>T1</b>

Gli stati limite ed i coefficienti sismici sono riportati rispettivamente nelle tabella VI e VII

**Tabella VI – Stati limite**

<b>Stato limite</b>	<b>Probabilità di superamento %</b>	<b>TR in anni</b>	<b>ag (g)</b>	<b>F0</b>	<b>Tc' (s)</b>
Operatività (SLO)	81	30	0,048	2,329	0,286
Danno (SLD)	63	50	0,063	2,335	0,313
Salvaguardia Vita	10	475	0,174	2,385	0,346
Prevenzione collasco	5	975	0,220	2,462	0,350
Periodo di riferimento per l'azione sismica		50			

**Tabella VII- Coefficienti sismici**

<b>Stato limite</b>	<b>Ss</b>	<b>Cc</b>	<b>St</b>	<b>Kh</b>	<b>Kv</b>	<b>Amax</b>	<b>Beta</b>
Operatività (SLO)	1,20	1,41	1,00	0,012	0,006	0,567	0,200
Danno (SLD)	1,20	1,39	1,00	0,015	0,008	0,743	0,200
Salvaguardia Vita(SLV)	1,20	1,36	1,00	0,050	0,025	2,051	0,240
Prevenzione collasco(SLC)	1,18	1,36	1,00	0,073	0,036	2,549	0,280

## **8. CONGRUENZA TRA LO STUDIO ESEGUITO E L'INDAGINE CONDOTTA PER L'ADEGUAMENTO SISMICO DEL P.R.G.**

Lo studio geologico dell'area interessata è stato condotto eseguendo le prove riportate nel paragrafo " Prove eseguite nell'area e prove disponibili" della presente relazione.

Le indagini sono state eseguite nel rispetto della L.R.C. n. 9/83 e della L.R.C. n. 16/2004 nonché in conformità delle norme tecniche di cui al D. M. 11-03-88 riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce.

I risultati delle dette indagini hanno messo sostanzialmente in evidenza la congruenza dei dati ricavati dallo studio eseguito con quelli emersi dallo studio geologico condotto per il P.U.C.

Le indagini hanno fatto rilevare, infatti, al disotto della coltre del terreno vegetale e/o di riporto avente uno spessore di circa 1.00 m., una serie di piroclastiti sciolte costituita delle piroclastiti sciolte costituita da limo, limo sabbioso, sabbia limosa con intercalati spessori modesti di ghiaie sabbiose e/o sabbioso-limose ad elementi prevalentemente pomicci nonché "pa-

leosuoli". A profondità maggiori si rinvengono materiali vulcanici in sede costituiti da sabbie ghiaiose e/o limose.

Tutti i predetti terreni si presentano in successione eterogenea e disordinata e in strati e/o livelli di forma lenticolare la cui giacitura è suborizzontale.

La misura del pelo libero della falda idrica misurata in un certo numero di pozzi presenti nei dintorni nell'area ha messo in evidenza che quest'ultima è posizionata in prossimità della isopiezometrica 14 m. s.l.m.

Per quanto riguarda la caratterizzazione sismica dei terreni, essa è stata eseguita riferendosi ai dati della prova sismica eseguita nell'area.

Nella carta della Microzonazione Sismica la zona in cui è compresa l'area studiata viene così descritta: "Suoli di fondazione appartenenti alla categoria "C" (D.M. 14-01-2008, O.P.C.M. 20-03-2003 n. 3274), caratterizzati da valori di velocità media entro i primi 30 metri di profondità ( $V_{s30}$ ) compresi tra 280 e 330 m/s. Liquefazione impossibile e/o rischio liquefazione molto basso"

Pertanto, alla luce dei dati ricavati dalla prova M.A.S.W., si può affermare che i dati emersi dalle indagini eseguite per l'area studiata sono congruenti con quanto ricavato nelle indagini geologiche eseguite per il P.U.C.

In allegato alla presente relazione si riportano gli estratti dalle n. 4 carte tematiche dell'indagine geologica eseguita per il P.U.C.

## 9. BREVI COMMENTI ALLE CARTE TEMATICHE ALLEGATE

### a) *Carta geolitologica*

La carta sintetizza, per quanto possibile, le principali informazioni contenute nei capitoli "Geologia e tettonica del territorio" e "Struttura stratigrafica" ai quali si rimanda per più dettagliate informazioni.

La suddivisione riportata fa riferimento solo in parte alla diversa tessitura dei terreni affioranti e/o alla loro origine.

Nell'area circostante il sito studiato sono presenti tre tipi di terreno:

- 1) Terreni sabbioso-ghiaiosi con a letto depositi piroclastici e piroclastico-alluvionali sabbioso-ghiaiosi, subordinatamente limosi, sciolti, a luoghi adensati, con intercalati almeno due livelli decimetrici ossidati(paleosuoli) e con a letto un banco di lava scoriaceo in sommità;
- 2) Terreni sabbiosi e/o sabbioso-limosi con a letto depositi piroclastico-alluvionali sabbiosi, subordinatamente limosi e ghiaiosi, con intercalati almeno due livelli di pochi decimetri ossidati scuri (paleosuoli);

- 3) Terreni limosi scuri con radi molluschi dolcicoli con a letto depositi piroclastico-alluvionali limosi, subordinatamente sabbioso-ghiaiosi e a luoghi debolmente argillosi, con intercalati livelli ossidati scuri (paleosuoli) e/o di vera e propria torba a varie profondità.

Sulla carta, infine, è stata riportata la posizione dei sondaggi eseguiti e “disponibili” ed è stata evidenziata la traccia di n. 1 sezione litostratigrafica riportata su una tavola a parte. Tale ultima tavola deve essere considerata solo un approfondimento della “Carta geolitologica”.

**b) *Carta geomorfologica e della stabilità***

Le informazioni riportate sulla carta sintetizzano gli aspetti morfologici più significativi dell'area che circonda il sito studiato.

Sulla carta il territorio comunale è stato diviso in due parti a diversa pendenza, una colorata in giallo con pendenze comprese tra 1 e 2.1% e una a nord del predetto allineamento, non colorata, con pendenze generalmente inferiori all'1%.

Sulla carta, inoltre, all'interno della parte di territorio classificato con pendenze inferiori all'1%, è stata individuata un'area, evidenziata con tratteggio blu, posta più a sud, in cui il rischio di “liquefazione” è “alto”.

In quest'ultima area, pur non essendo i terreni classificati come “S2” (O.P.C.M. 3274), si consiglia, prima di ogni intervento edilizio, di condurre indagini specifiche finalizzate all'individuazione di eventuali depositi soggetti a “liquefazione”.

Sulla carta è stata segnalata, infine,:

- la presenza di una vasca di laminazione in località Tamburiello che a seguito della realizzazione dei collettori fognari principali sembra aver perso lo propria funzione;
- la presenza di canali o fossi attivi.

**c) *Carta idrogeologica***

La curva isopiezometrica riportata sulla carta idrogeologica è stata costruita mediante la lettura della profondità del pelo libero della falda nei pozzi posizionati nelle aree circostanti il sito studiato

L'andamento della isopiezometrica, costruita sulla base delle predette letture, mette in evidenza n. 1 linea di drenaggio preferenziale avente mediamente direzione N-NE – S-SW.

I depositi rinvenuti, tutti permeabili per porosità, sono stati distinti in base al diverso grado di permeabilità che dipende della granulometria e litologia dei vari livelli.

I territorio di Volla risulta diviso in tre parti:

- 1) parte settentrionale e nord-occidentale del territorio comunale posta a quote inferiori a circa 19 m., non colorata, in cui sono presenti terreni piroclastico-alluvionali a grana fine (limosi), subordinatamente sabbioso-ghiaiosi, a luoghi debolmente argillosi, sciolti,

- rimaneggiati con intercalati livelli ossidati o di vera e propria torba (paleosuoli) a varie profondità. Grado di permeabilità medio-basso;
- 2) parte centrale e nord-orientale del territorio comunale compreso all'incirca tra le quote di 27 e di 19 m., colorata a zig-zag verde, in cui sono presenti terreni piroclastico-alluvionali sabbiosi, subordinatamente limosi e ghiaiosi, sciolti, mediamente addensati, con intercalati almeno due livelli di pochi decimetri ossidati (paleosuoli). Grado di permeabilità medio-alto;
  - 3) parte meridionale del territorio comunale, posta mediamente a quote maggiori di 27 m. slm circa, colorata con tratteggio obliquo rossastro, in cui sono presenti terreni piroclastici e piroclastico-alluvionali sabbioso-ghiaiosi, subordinatamente limosi, sciolti, a luoghi addensati, con intercalati almeno due livelli decimetrici ossidati (paleosuoli) con a letto un banco di lava scoriaceo in sommità. Grado di permeabilità alto.

Sulla carta, inoltre, sono stati riportati i canali attivi e la vasca di laminazione di località Tamburiello.

#### *d) Carta della microzonazione sismica*

La carta della microzonazione sismica del territorio è stata costruita elaborando i dati ricavati dalle prove sismiche eseguite sia per la presente indagine che per quelle effettuate in precedenza sul territorio comunale.

La carta, inoltre, riporta, ai fini della valutazione preliminare dell'azione sismica di progetto, la definizione delle categorie di profilo stratigrafico dei suoli di fondazione presenti sul territorio comunale (D. M. 14-01-2008 e O.P.C.M. n. 3274 del 20-03-2003).

I suoli di fondazione della maggior parte del territorio che circonda il sito studiato sono risultati classificati di "Categoria C". Nella carta i predetti suoli risultano non sono evidenziati da alcun retino.

La parte nord-orientale del territorio interessato, evidenziata con un retino a zig-zag verde, caratterizzata da un valore dell'indice di liquefazione  $5.00 < IL < 11.1$  e quindi da rischio liquefazione solo "alto". In quest'ultima area prima di ogni intervento edilizio si consiglia di condurre apposite indagini finalizzate all'individuazione dei depositi liquefacibili.

Ai fini dell'applicazione delle norme contenute (D.M. 14-01-2008 e O.P.C.M. n. 3274 del 20-03-2003) è necessario ricordare che il territorio del comune di Volla rientra nella "zona 2" contrassegnata dal valore dell'accelerazione orizzontale massima su suolo di categoria "A"  $ag = 0,25$  g.

#### *e) Carta ubicazione delle prove*

Sulla carta sono state riportate la tipologia e la posizione sia delle prove eseguite per la presente indagine che delle prove "disponibili" eseguite sul territorio comunale. Per queste ultime viene indicato il tipo di prova, la data e l'indagine per cui sono state eseguite.

## 10. OPERE DI FONDAZIONE

La definizione della geometria delle opere di fondazione dipende, come è noto, oltre che dalle caratteristiche meccaniche dei terreni anche dall'entità delle sollecitazioni trasmesse dalla sovrastruttura.

In questa sede si evidenziano i problemi geotecnici più significativi, questi sono:

- presenza di terreni di modeste caratteristiche meccaniche sino alla profondità di 1.40 m.;
- miglioramento delle proprietà meccaniche dei terreni fino alla profondità di 4.60 metri;
- presenza di terreni di mediocri caratteristiche meccaniche alle profondità di 6.20, 8.00, 9.80 e 12.40 metri;
- miglioramento deciso delle caratteristiche meccaniche a partire dalla profondità di 16.00 metri.

Il progettista ha comunicato allo scrivente che le fondazioni dei manufatti sono previste alla profondità di 1.00 m.

## 11. CONCLUSIONI

Gli studi e le analisi effettuate portano a concludere che l'area può senza dubbio essere utilizzata per l'uso previsto. Il sottosuolo risulta costituito da materiali sciolti di natura piroclastica di deposizione secondaria e primaria nei quali si rinvengono lenti o livelli ossidati.

In tutte l'area sarà necessario provvedere al convogliamento razionale delle acque meteoriche nella rete fognaria bianca onde evitare fenomeni d'inquinamento delle acque sotterranee nonché evitare i rischi di erosione in quanto i terreni superficiali e del sottosuolo di tutto il territorio di Volla sono facilmente erodibili.

L'indagine sismica ha evidenziato effetti di amplificazione locale tali da non rappresentare un elemento discriminante per l'uso di tale area.

In ogni caso i dati ricavati dalle prove eseguite hanno consentito di valutare di tipo "C" la categoria di suolo di fondazione rispetto al piano di campagna.

Ricordando che il progettista ha comunicato allo scrivente che il piano d'imposta delle fondazioni tipo travi rovesce sarà posizionato alla profondità di 1.00 m. e che il valore della velocità equivalente  $V_s,30$  di propagazione delle onde di taglio entro i 30 metri di profondità riferita al predetto piano di imposta è di 360 m/s, si può affermare che la categoria di suolo di fondazione per il sito in esame è di tipo **B**.

La stima del rischio liquefazione, eseguita col metodo semplificato di Andrus e Stokoe (1997) ed utilizzando il programma LAN 10.0 della AZTEC Informatica, ha consentito di escludere che nel sito possa verificarsi il fenomeno della "liquefazione".

Le indagini e gli elaborati del presente lavoro sono stati eseguiti rispettando le prescrizioni dei punti H1, H2 e H3 del D. M. LL. PP. 11-03-1988 e della relativa circolare applicativa.

In definitiva alla luce della composizione del sottosuolo, della sismicità del Comune di Volla ( Zona 2) e delle indagini eseguite si esprime parere favorevole circa l'utilizzo dell'area.

Pomigliano d'Arco, giugno 2011

Il Geologo Incaricato  
dr. geol. Giovanni De Falco