

Corso Toscana, 3 - 58031 ARCIDOSSO
Tel. 0564/967404 fax 0564/1979091 - Cell. 335/6742263
E-mail: geoamiata@libero.it

**VARIANTE AL R.U. RELATIVA ALL'AMBITO
OMOGENEO B0 DELL'UTOE DI CAMPIGLIA
D'ORCIA: RICOSTRUZIONE IMMOBILE
DEMOLITO DA UNA ESPLOSIONE DI GPL.
INDAGINE GEOLOGICA, GEOTECNICA E
SISMICA**

Committente: **RIZZO Silvia**

Località: **Campiglia d'Orcia**
Comune: **CASTIGLIONE D'ORCIA (SI)**

Incarico n.: **33/13**
Data: **Agosto 2013**

1. PREMESSA

Nel presente lavoro si riferisce sulle risultanze di una indagine geologica, geotecnica e sismica, effettuata su richiesta e per conto della Sig.ra **RIZZO Silvia** su di un'area ubicata in agro del Comune di **CASTIGLIONE D'ORCIA**, nei pressi della frazione di **Campiglia d'Orcia**, dove si intende **ricostruire un immobile demolito a causa di una esplosione di gas GPL**. Per maggiori dettagli dell'opera si rimanda comunque alla prassi progettuale.

Le indagini sui terreni e le relative elaborazioni di carattere geologico e geotecnico vengono condotte sulla base della normativa vigente in materia, facendo riferimento alle norme e prescrizioni di cui **D.M. 14/01/2008** (Norme Tecniche per le Costruzioni) e **Circolare Ministeriale 617/2009**, tenuto conto delle istruzioni tecniche per le indagini geologiche e geotecniche nelle zone soggette a rischio sismico, definite con **D.G.R.T. 431/2006 e succ. mod., di cui al D.P.G.R. 36/R/2009**, del "Programma Valutazione Effetti Locali" della Regione Toscana in applicazione della L.R. 56/1997, e delle condizioni di pericolosità e fattibilità definite dal **D.P.G.R. 26/R/2007**, di cui allo Strumento Urbanistico in vigore, in ottemperanza alle norme del P.T.C. della Provincia, e della L.R. 1/2005.

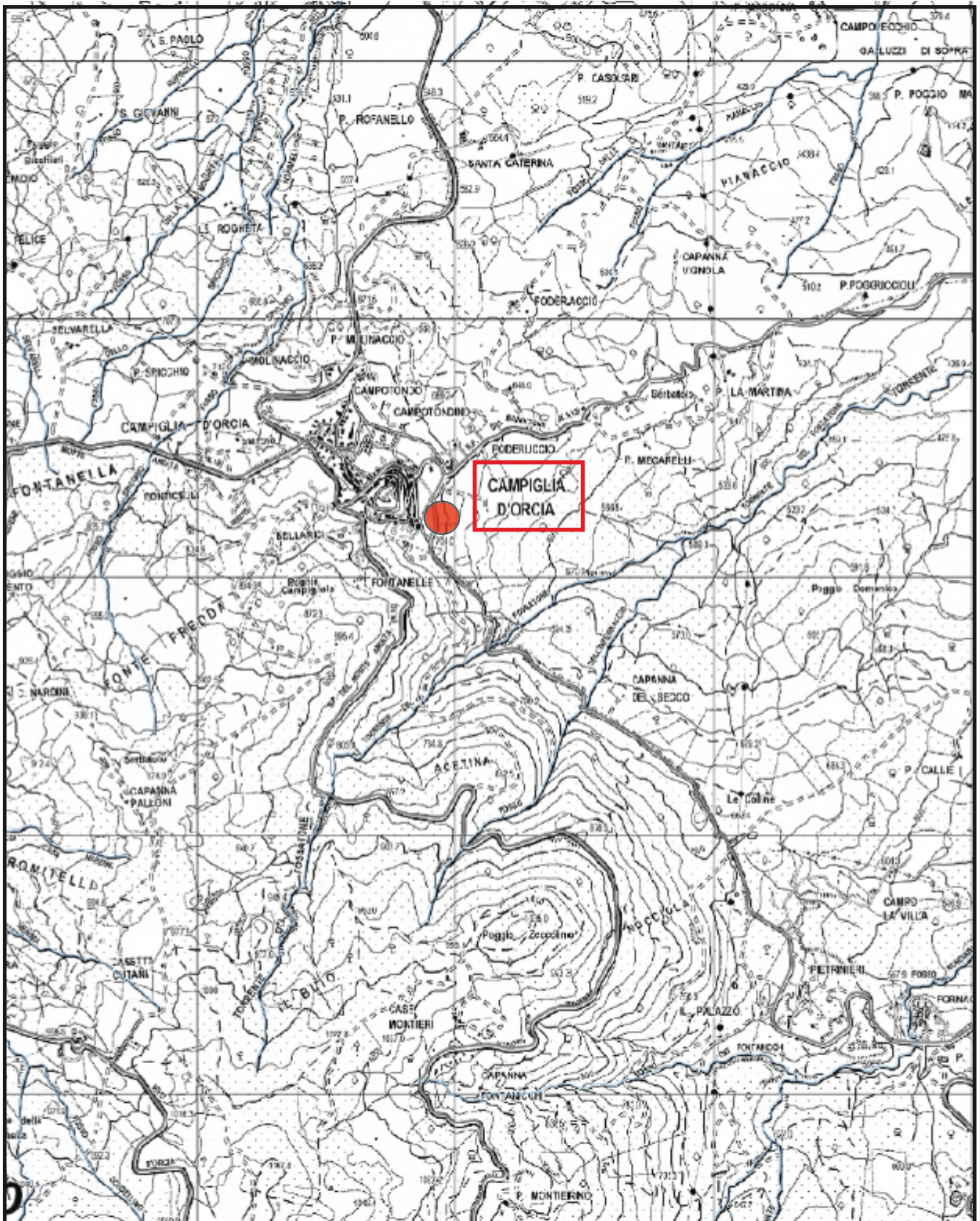
Inoltre la presente indagine è redatta ai sensi del regolamento di attuazione della **L.R. 39/2000** e succ. modificazioni di cui al **D.P.G.R. n.48/R/2003** per il rilascio del nullaosta del "**Vincolo idrogeologico**".

Il Comune di Castiglione d'Orcia è dotato di **un Piano Strutturale approvato secondo la normativa vigente**; ne consegue che la Pericolosità geologica, la Pericolosità idraulica e la Pericolosità sismica dell'area indagata sono già state classificate nelle indagini geologiche di supporto al vigente P.R.G.: in particolare l'area in oggetto è stata così classificata:

- in **Classe G.4 (Pericolosità MOLTO ELEVATA)** di Pericolosità geologica;
- in **Classe I.1 (Pericolosità IRRILEVANTE)** di Pericolosità idraulica;

LOCALIZZAZIONE DELL'AREA OGGETTO DELLO STUDIO

Scala 1:25.000



- in **Classe S.4 (Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi)** per la Pericolosità sismica.

L'area rientra infatti all'interno di una zona considerata in frana attiva ed è pertanto sottoposta alle norme di salvaguardia del P.A.I. Ombrone.

Il Regolamento Urbanistico Comunale, applicando la matrice riportata nella relazione geologica, **classifica l'intervento in progetto a fattibilità 1** in considerazione del fatto che si prevede la fedele ricostruzione con la condizione di non aumento dei carichi, ma anzi con opere di miglioramento della stabilità (in ambito R4 e con specifico progetto costituente variante puntuale), si ottiene la sostenibilità dell'intervento nell'ambito specifico per quanto concerne la presenza dell'area PFME.

Per quanto riguarda la classe di indagine dell'opera in progetto, essendo il volume lordo compreso tra 150 e 1.500 metri cubi, sulla scorta delle indicazioni della **D.P.G.R. 36/R/2009**, l'opera rientrerebbe nella classe d'indagine n. 2, ma dato che **le opere da realizzare in zone classificate dal P.S. o dal R.U. di pericolosità geomorfologica molto elevata (G4) ricadono nella classe d'indagine superiore a quella individuata in base al volume, le indagini devono essere quelle riferite alla classe n. 3.** Sono state pertanto eseguite **indagini geofisiche ed un sondaggio geognostico in situ** volte alla definizione della categoria di suolo, delle geometrie sepolte ed alla valutazione dei parametri geotecnici.

L'area studiata è ubicata a circa 150 metri di distanza dal centro abitato di Campiglia d'Orcia, in direzione Est, lungo la strada che conduce verso Bagni San Filippo, ad una quota di circa 700 metri s.l.m.; rientra nel **Foglio 129 (SANTA FIORA)** della Carta d'Italia (scala 1:100.000) dell'I.G.M. e, più precisamente, nella **Tav. IV N.E. (CAMPIGLIA D'ORCIA)**.

I sopralluoghi e le indagini per l'accertamento delle condizioni a base della presente relazione sono stati compiuti nell'**Agosto 2013**. Lo studio, onde consentire la definizione di un quadro geologico e geomorfologico attendibile, è stato esteso alle zone limitrofe.

Si riportano all'interno della relazione:

- 1) **Ubicazione dell'area in esame in scala 1:25.000;**
- 2) **Carta geologica in scala 1:5.000;**
- 3) **Carta geomorfologica (stralcio da P.S.) in scala 1:5.000;**
- 4) **Carta della pericolosità geomorfologica (stralcio da P.S.) in scala 1:5.000;**
- 5) **Carta della pericolosità idraulica (stralcio da P.S.) in scala 1:5.000;**
- 6) **Carta della pericolosità sismica (stralcio da P.S.) in scala 1:5.000;**
- 7) **Planimetria con ubicazione delle indagini eseguite in scala 1:1.000.**

Si riportano in appendice:

- **Parametri sismici;**
- **Indagine sismica;**
- **Stratigrafia del sondaggio;**
- **Documentazione fotografica;**
- **Calcoli del carico limite, della resistenza di progetto e dei cedimenti;**
- **Verifica di stabilità del versante.**

2. MODELLAZIONE GEOLOGICA

2.1 QUADRO GEOLOGICO-STRATIGRAFICO

L'area di studio si localizza al margine nord-orientale dell'affioramento mesozoico-terziario (appartenente al *Dominio Toscano*) di Poggio Zoccolino - Poggio Campigliola che emerge dalla copertura alloctona costituita da unità del *Dominio ligure*.

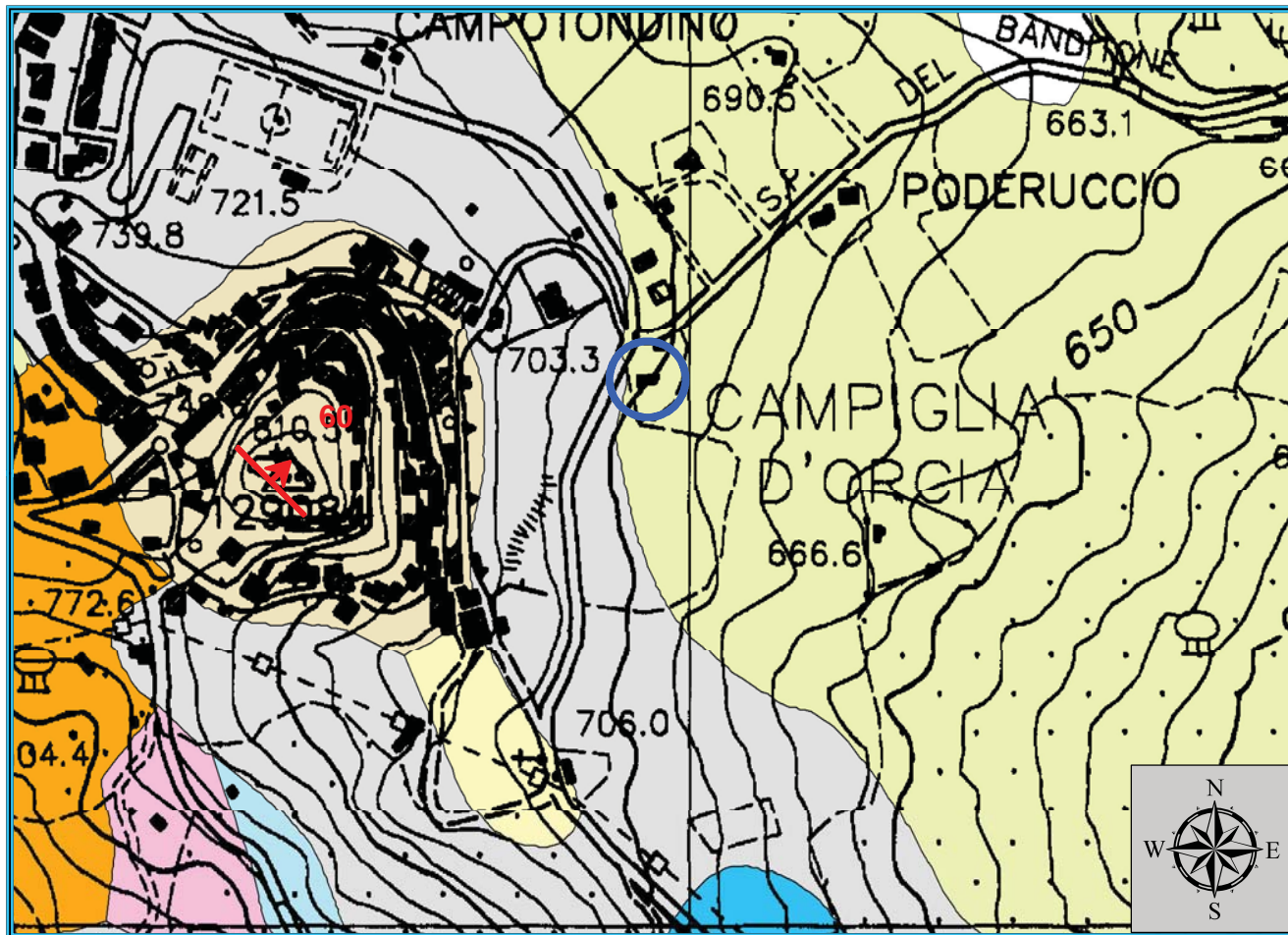
Il nucleo di Poggio Zoccolino e di Poggio Campigliola è formato da livelli tutti facenti parte della **serie autoctona toscana**, nella loro facies normale, e si tratta dei piani compresi fra il Calcarea Massiccio del Lias inferiore e il complesso eterogeneo Nummulitico dell'Eocene, a quali si sovrappone, tettonicamente, la formazione alloctona delle **Argille con Calcari Palombini** ("*Argille scagliose*" o "*Galestro*") facente parte della **Unità ofiolitifera**.

La **storia geologica** della zona circostante Campiglia d'Orcia è molto complessa, comprendendo eventi sedimentari e tettonici che si sono susseguiti tra il Mesozoico (Giurassico, 200 milioni di anni fa) ed il Quaternario recente (150 mila anni fa), gli stessi che hanno dato vita al corrugamento ed al sollevamento della Catena appenninica. Senza addentrarci troppo nella ricostruzione di questa storia, dobbiamo comunque tenere presente che i Complessi geologici presenti nell'area di studio provengono da bacini di sedimentazione distinti e con caratteristiche paleoambientali diverse (*Domini paleogeografici*) ed oggi si trovano tettonicamente sovrapposti l'uno sull'altro. Sulla base dei rapporti di giacitura dei vari complessi e delle caratteristiche sedimentologiche delle rispettive successioni, si ritiene oggi che essi provengano da tre diversi Domini che all'inizio del Cretacico (150 milioni di anni fa) dovevano succedersi da Ovest verso Est, all'interno dell'oceano ligure - piemontese (un braccio dell'**Oceano Tetide**), nel seguente modo: **Dominio ligure**, **Dominio austroalpino** (o *Dominio ligure esterno e sub-ligure*), **Dominio toscano**.

I vari domini paleogeografici sopraelencati dopo la chiusura dell'oceano (Eocene, 45 milioni di anni fa) e la successiva **collisione continentale Europa - Africa**, hanno subito un raccor-

CARTA GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA

Scala 1:5.000



Legenda

-  Coltri detritiche superficiali
- UNITA' OFIOLITIFERA**
 -  Formazione delle argille e calcari (Cretaceo inf.)
- DOMINIO TOSCANO**
 -  Macigno (Oligocene)
 -  Calcareni di Montegrossi (Eocene)
 -  Scaglia Toscana (Cretaceo sup.)
 -  Maiolica (Cretaceo inf.)
 -  Diaspri (Malm)
 -  Marne a "Posidonia" (Dogger)
 -  Calcari selciferi (Lias)
-  Misure di strato
-  Area di intervento

0 50 100 200 300
Metri

ciamento con conseguente accavallamento dei terreni più occidentali su quelli più orientali: queste unità tettoniche oggi, sovrapposte l'una sull'altra, formano l'ossatura della Catena appenninica. A queste unità si sovrappongono, nell'area amiatina, sia sedimenti di origine lacustre e marina di età mio-pliocenica (tra i 10 ed i 2 milioni di anni fa), sia **rocce vulcaniche** legate all'attività pleistocenica (300.000 - 150.000 anni fa) del Monte Amiata.

Nel settore studiato il *Dominio toscano* è rappresentato essenzialmente dalla Formazione degli **Scisti policromi** ("*Scaglia*") alla quale si sovrappone direttamente la copertura alloctona. La *Scaglia*, che poggia con contatto stratigrafico sulla Formazione dei **Diaspri**¹, è formata da una serie di scisti rossi o grigi, ora argillosi, ora marnosi, con scarse intercalazioni calcaree: rappresentano un livello molto plastico che per effetto dei movimenti tettonici mostra di aver subito una riduzione di spessore nei punti di maggiore pressione. La potenza della formazione non può essere misurata con sicurezza, ma probabilmente è inferiore ai 100 metri, minore, quindi, rispetto ad altre zone della Toscana. Questo caratteristico livello affiora largamente nell'area, occupando gran parte del versante a monte della strada che conduce a Bagni San Filippo.

Al di sopra della Formazione degli Scisti policromi si trovano le **Calcareniti**, che formano lo sperone roccioso attorno al quale è stato edificato il paese di Campiglia; indicate da vecchi e nuovi Autori come "**nummulitico**", risultano caratterizzate da un'alternanza di **calcareniti gradate** di colore grigio-chiaro. Si tratta di una serie quasi esclusivamente calcarea, in banchi anche di notevolissimo spessore. La massa calcarea in forma di grande piastrone, più o meno piegato e fagliato, immergente verso Nord con inclinazioni attorno ai 60° di sopra all'eterogenea e scomposta formazione precedente, ha uno spessore di almeno 70 metri. **La**

¹ I Diaspri affiorano a Sud dell'area di intervento, lungo il Fossatone ed il Fosso dell'Infernaccio.

permeabilità è molto elevata a causa della **diffusa fratturazione** che è spesso associata a fenomeni carsici superficiali e sotterranei quali **doline** e **inghiottitoi**.

Ai margini dell'affioramento calcarenitico di Campiglia è presente una **fascia detritica** costituita da blocchi calcarei derivanti da successive frane di crollo prodottesi sui margini dello sperone di roccia; i blocchi, di dimensioni molto variabili, riposano al di sopra del substrato costituito dai terreni essenzialmente argillosi del "Galestro".

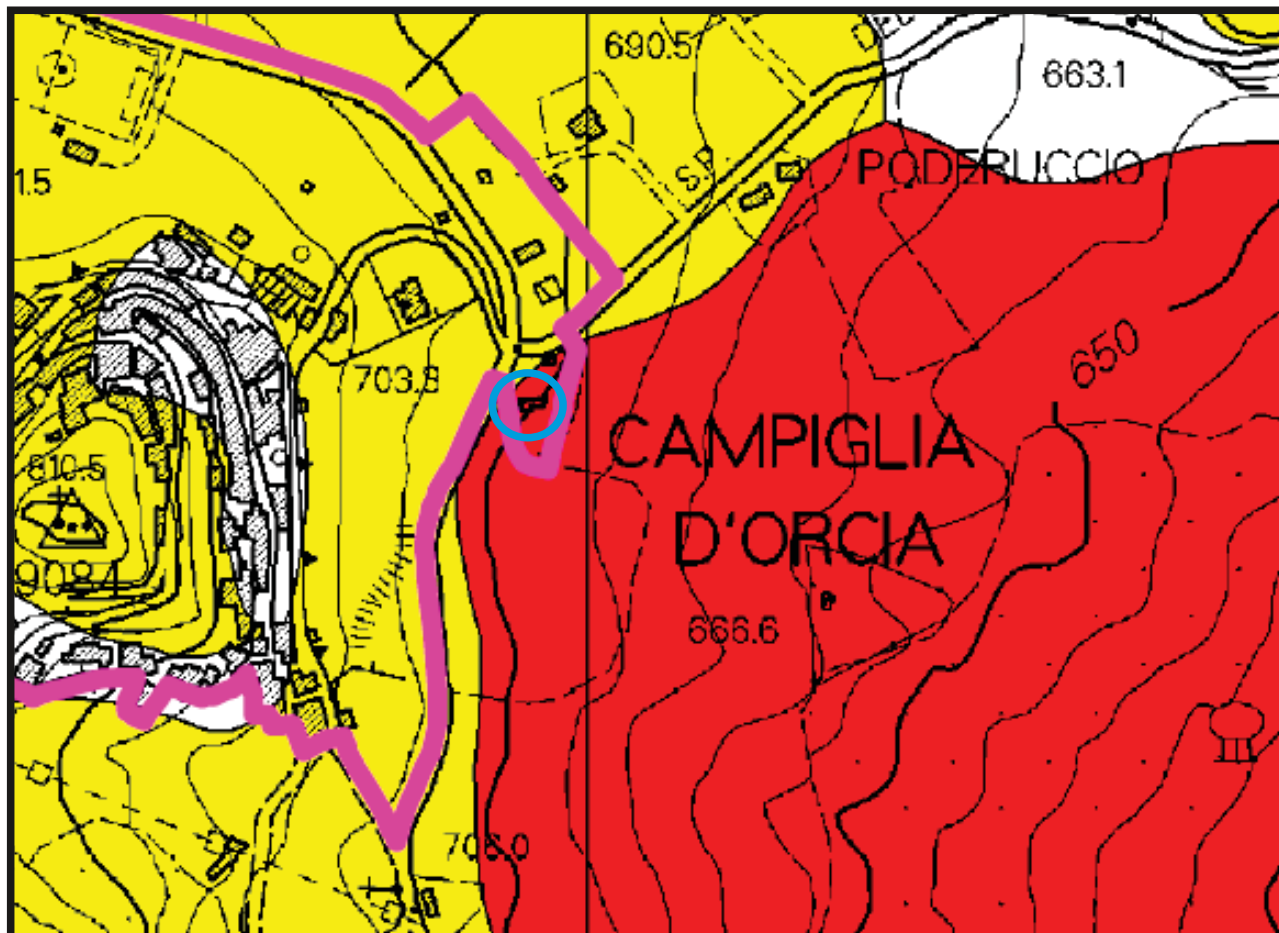
A valle del centro abitato e della strada che conduce a Bagni San Filippo i terreni del *Dominio Toscano* sono coperti dai depositi alloctoni delle **Argille Scagliose (o "Galestro")**: queste fasciano tutto l'affioramento mesozoico-terziario di Poggio Zoccolino, estendendosi a monte sino alla copertura trachitica del Monte Amiata, e a valle sin oltre la zona di Bagni San Filippo, sotto la tavola di Travertino tra Pietrineri ed i Bagni. **Il complesso alloctono forma l'ossatura del versante sul quale si trova l'edificio oggetto della ristrutturazione** e appare formato da una facies argillitica e marnoscistosa grigia con rare e scomposte intercalazioni di calcari.

Litologicamente la parte predominante di tale formazione spetta senza dubbio alle argilliti che si presentano con il tipico colore grigio-azzurro. Intercalati alle argilliti sono presenti strati di calcari e calcareniti di colore grigio di spessori variabili da qualche centimetro ad alcuni decimetri. Detta formazione non presenta comunque una stratificazione continua ed ordinata, ma piuttosto risulta caratterizzata da un **assetto strutturale caotico** che testimonia il forte scompaginamento subito durante la fase di compressione che ne determinò la messa in posto. La componente lapidea risulta costituita, soprattutto superficialmente dove più intensa è stata l'azione delle acque circolanti, da elementi litoidi di natura calcarea e calcareo-marnosa inglobati in matrice argillosa come trovanti di dimensioni e forme variabilissime.

CARTA DELLA PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA

Stralcio da P.S.




Scala 1:5.000




LEGENDA

Pericolosità geomorfologica

CLASSI DI PERICOLOSITA'

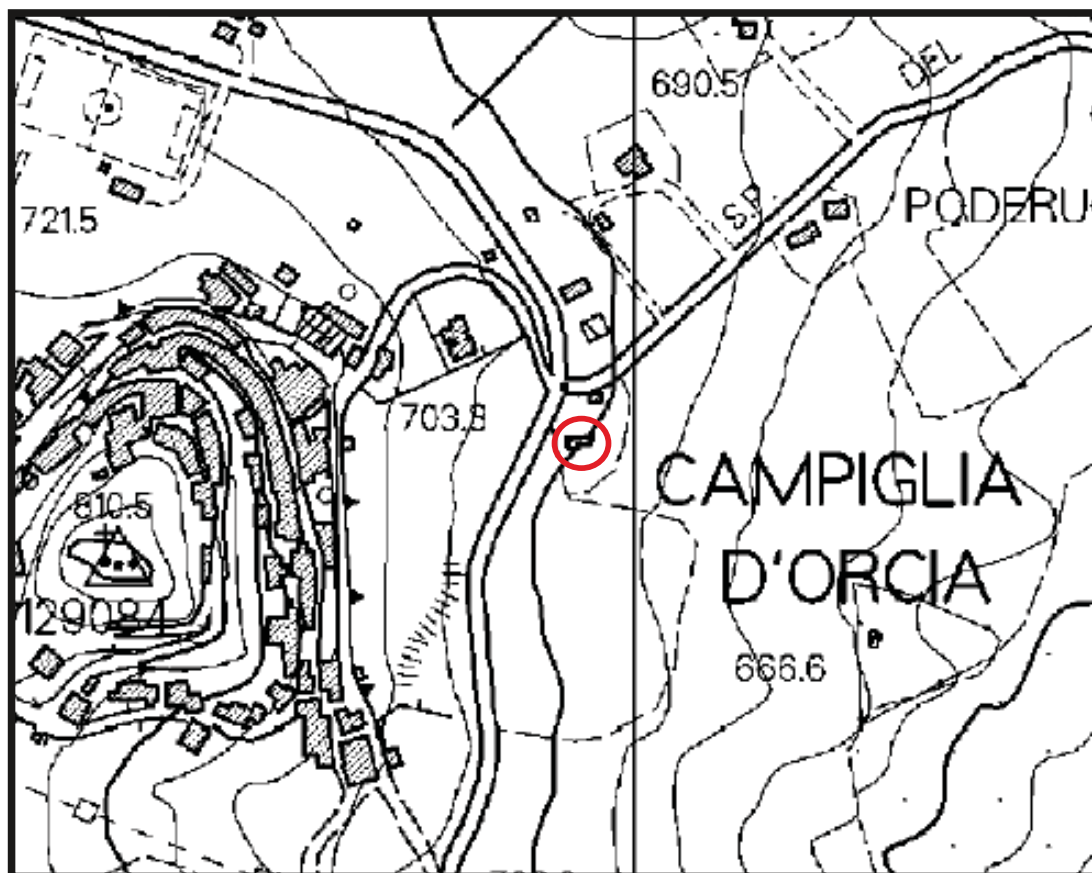
-  G.4 - Pericolosità geomorfologica molto elevata
-  G.3 - Pericolosità geomorfologica elevata
-  G.2 - Pericolosità geomorfologica media

 Area di intervento

CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA

Stralcio da P.S.


Scala 1:5.000





LEGENDA

Pericolosità idraulica

CLASSI DI PERICOLOSITA'

 I.4 - Pericolosità idraulica molto elevata

 I.3 - Pericolosità idraulica elevata

 I.1 - Pericolosità idraulica bassa

AREE DI PERTINENZA FLUVIALE (Art. 9 del P.A.I.)



RETICOLO IDROGRAFICO DEL P.A.I.



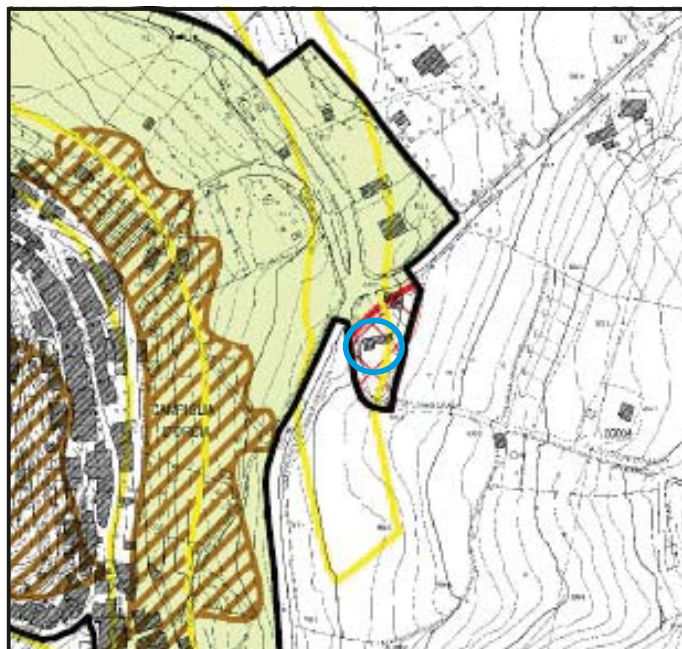
Area di intervento






CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA

Stralcio da P.S.

Scala 1:5.000

Legenda



-  Limiti UTOE
-  1 - Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi - CLASSE S4
-  10 - Zona con presenza di coltri detritiche di alterazione del substrato roccioso e/o coperture colluviali - CLASSE S3
-  12 - Zona di contatto tra litotipi con caratteristiche significativamente diverse CLASSE S3
-  Area di intervento

Il contatto tra gli Scisti Policromi e le Argille Scagliose non è mai visibile direttamente perché risulta mascherato da una **coltre detritica scarsamente cementata** costituita da **brecce calcaree di pezzatura fine** immerse in un legante limo-sabbioso.

L'**assetto stratigrafico** dell'area prevede, quindi, dal basso verso l'alto:

- > ***Diaspri***
- > ***Scisti Policromi***
- > ***Calcareniti***
- > ***"Galestro"***
- > ***Coltri detritiche***

2.1.1 Sondaggio realizzato

È stato realizzato un **sondaggio a carotaggio continuo** spinto sino a **15 metri** di profondità; la sua localizzazione è visibile nella allegata **Planimetria**. La **stratigrafia** del sondaggio è allegata alla presente indagine. Nel corso del sondaggio sono state realizzate **tre prove S.P.T. a punta chiusa**, alla profondità rispettivamente di 1,30, 3,00 e 8,00 m dal piano di campagna. Le prove hanno dato le indicazioni riportate nella seguente tabella.

Prova n°	N ₁	N ₂	N ₃	N ₂₊₃
1	8	11	16	27
2	5	8	10	18
3	14	20	50 (14 cm)	70

2.2. ASPETTI IDROGEOLOGICI E GEOMORFOLOGICI

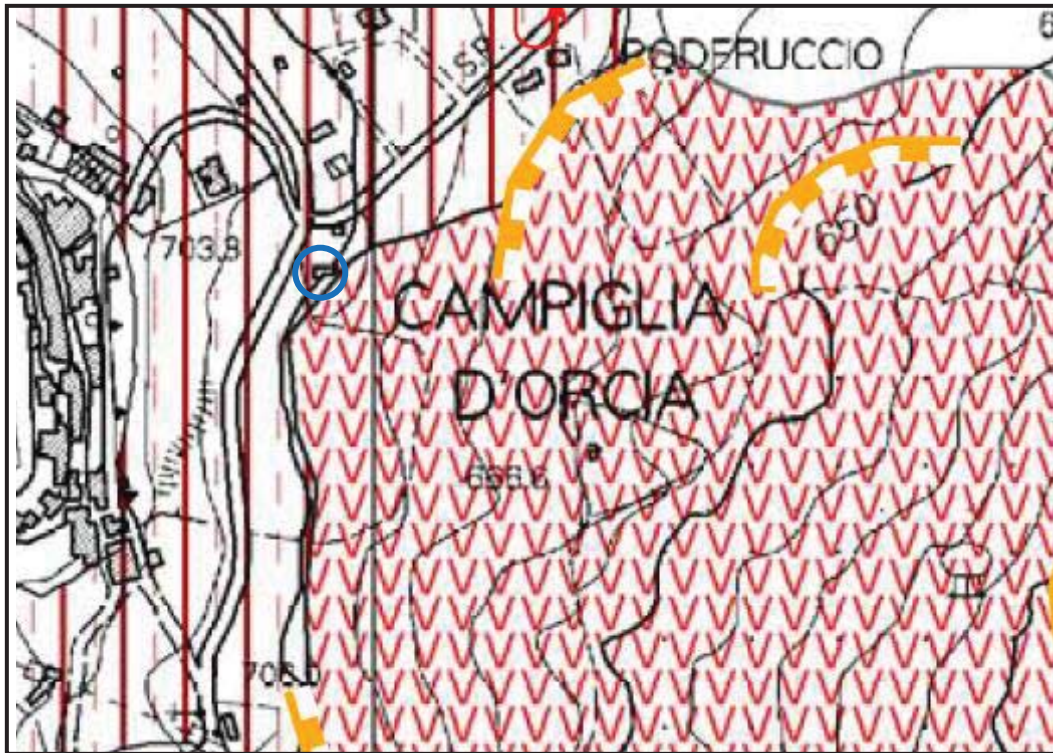
Situato ad Est del Monte Amiata, il P. Zoccolino non possiede una individualità morfologica ben distinta, presentandosi, piuttosto, come una modesta escrescenza laterale della grande

montagna vulcanica; solo il cocuzzolo del Poggio si distacca un po', perché il resto dell'affioramento è rivelato solo dalla boscosità e dalla maggiore ripidezza di un tratto di versante, che fa parte di un pendio ovunque dolcemente inclinato e spoglio di vegetazione, formato com'è dal complesso eterogeneo, ma prevalentemente argilloso, della formazione alloctona. L'area destinata all'intervento in oggetto si localizza ad una quota di 700 m s.m. su di un versante a discreta acclività (**mediamente attorno al 30%**) rivolto verso Est in sinistra idrografica del Fossatone.

Morfologicamente il paesaggio è estremamente vario, con valli ed impluvi che separano piccoli rilievi collinari. Questi ultimi in generale presentano dei pendii poco accentuati, tipici del paesaggio collinare che quasi sempre corrisponde nelle nostre zone ad un substrato prevalentemente argilloso e marnoso, tenero e facilmente modellabile. Le pendenze più accentuate sono da collegarsi a fenomeni di erosione selettiva: dove il substrato è più litoide e prevale la componente calcarea (ad es. Poggio Campigliola), gli agenti erosivi incontrano maggiore resistenza e il terreno assume forme lievemente più aspre.

Come detto in premessa l'area rientra all'interno di un'area classificata in frana attiva dal P.S. comunale; in effetti forme di dissesto superficiale sono visibili all'interno della vallata dell'area di intervento, occupata da una coltre di origine colluviale che mostra evidenti segni di instabilità; il fabbricato oggetto dell'intervento è però esterno a tale area, **risultando in Pericolosità geomorfologica molto elevata solo per motivi di sicurezza, legati alla possibile evoluzione futura del dissesto verso monte.** Di seguito si riporta uno stralcio della Carta geomorfologica allegata al P.S. comunale, dal quale è possibile evincere quanto sopra.

**Carta geomorfologica – Stralcio da P.S.
Scala 1:5.000**



Legenda



Da un punto di vista **idrogeologico** la zona di intervento è caratterizzata dalla **assenza di importanti serbatoi idrici**: l'unica formazione litoide che presenta una buona permeabilità e potrebbe avere tutte le caratteristiche (fratturazione, carsismo) per costituire un potenziale acquifero è quella delle calcareniti eoceniche, ma la limitatezza dell'affioramento impedisce l'accumulo di importanti quantità d'acqua. L'unica sorgente presente nella zona è quella denominata **Fontefredda** (fuori carta, quota 815 m s.l.m.) che si trova al contatto tra l'affioramento calcareo di Poggio Campigliola ed il sottostante substrato argilloso litoide.

La formazione argilloso-litoide che costituisce l'ossatura del versante sul quale si interverrà può essere considerata a grandi linee a **permeabilità bassa**, con grado di permeabilità condizionato dalla maggiore o minore presenza della componente litoide. Infatti le fratture e le diaclasi che caratterizzano il litotipo marnoso determinano delle vie di facile penetrazione delle acque, mentre le intercalazioni argillose creano ostacoli alle infiltrazioni idriche che talvolta si arrestano a livelli superficiali, causando **fuoriuscite idriche** direttamente dal corpo dell'affioramento. In sostanza la permeabilità tende a decrescere rapidamente con la profondità in dipendenza della accresciuta componente argillosa e del crescere del carico litostatico; **risulta perciò molto importante prevedere la realizzazione di adeguati drenaggi a tergo di tutte le strutture che verranno addossate direttamente al terreno.**

2.3. VERIFICA P.A.I.

Come anticipato, l'area in esame ricade all'interno di un'area classificata a **Pericolosità da Frana molto elevata (G4)** nel **Piano per l'Assetto Idrogeologico del Bacino del Fiume Ombrone**, adottato con **Del. G.R. n.1239/2004**.

2.4. ASPETTI SISMO-TETTONICI

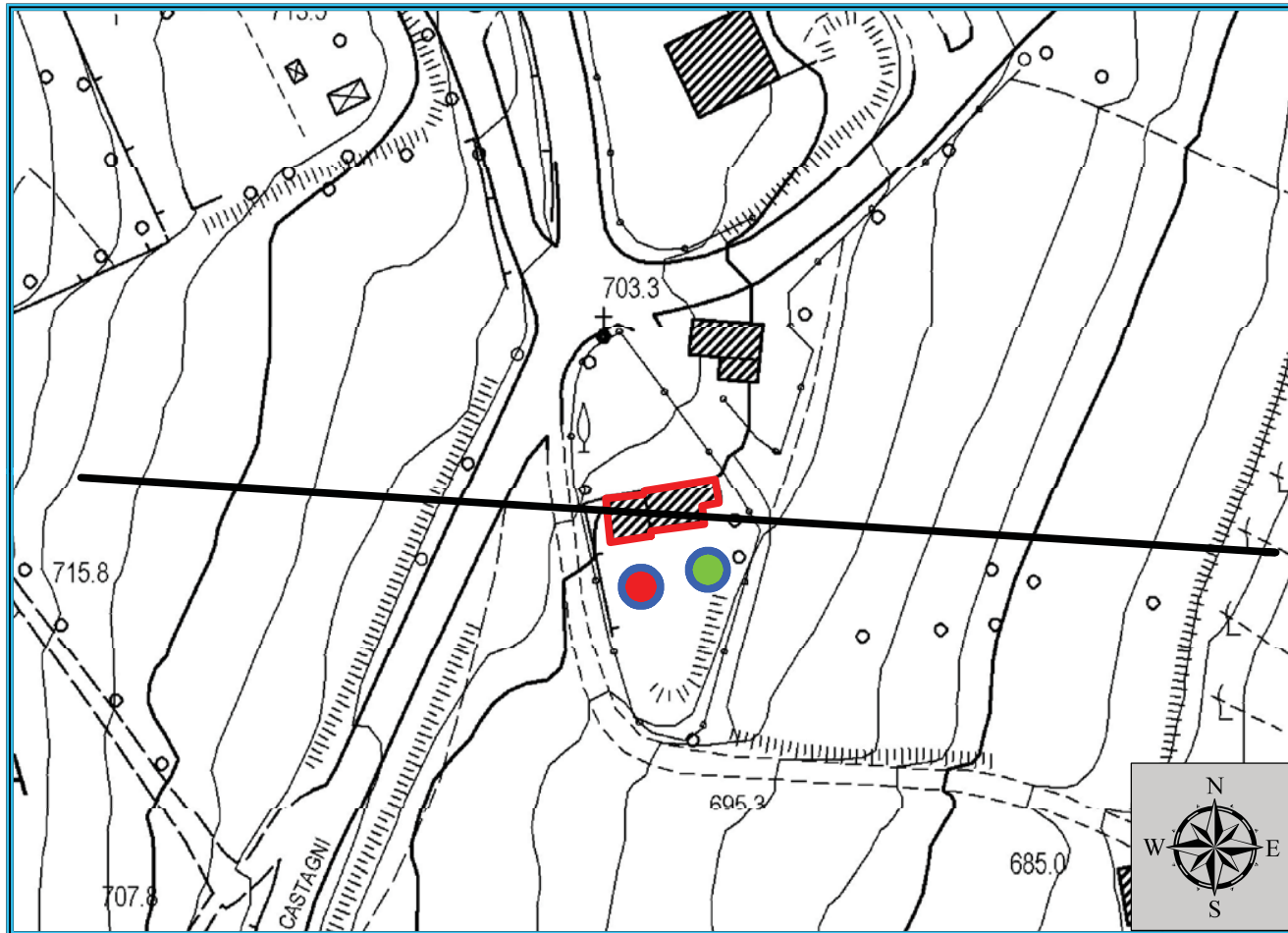
Con l'entrata in vigore della nuova normativa sismica (**D.M. 14/01/2008**), le azioni sismiche di progetto si definiscono a partire da una "**pericolosità sismica di base**" del sito di costruzione che costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche. Una volta definita la pericolosità sismica di base, ai fini della vigente normativa devono essere definiti i seguenti parametri:

- ◆ **a_g** accelerazione orizzontale massima del sito
- ◆ **F₀** valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accel. orizz.
- ◆ **T_c** periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accel. orizz.

Tali valori devono essere espressi in funzione del periodo di riferimento VR per l'azione sismica della costruzione in oggetto; nel caso specifico, classe dell'edificio II, VR ≥ 50 anni.

PLANIMETRIA CON UBICAZIONE DELLE INDAGINI

Scala 1:1.000



Legenda

 Sondaggio

 Indagine geofisica

 Fabbricato in oggetto

 Traccia di sezione

La definizione del tipo di sottosuolo può avvenire per correlazione con le caratteristiche geomeccaniche dei terreni (Resistenza dinamica con misure di N_{spt} nei terreni incoerenti, Coesione non drenata C_u nei terreni coesivi), acquisite nel corso di sondaggi meccanici che arrivino ad intercettare il substrato supportati da prove di laboratorio e/o in situ, può avvenire per mezzo di **tecniche geofisiche** oppure attraverso la combinazione di entrambe le metodologie. In tal modo si ottengono risultati più sicuri ed affidabili.

Le tecniche di acquisizione geofisica possono essere principalmente di due tipi in base alla sorgente che viene utilizzata: **sismica attiva** dove la sorgente è costituita da un'energia artificiale costituita dalla caduta di un grave o dalla battuta di una mazza su una piastra metallica e **sismica passiva** dove la fonte di energizzazione è costituita da cause



naturali (onde oceaniche, perturbazioni atmosferiche): **in particolare nell'area che ospita la struttura oggetto della presente indagine è stata eseguita una registrazione di microtremori (MT) a stazione singola con tromometro digitale della SARA Instruments a 24 bit costituito di 3 geofoni aventi frequenza propria di 4,5 Hz alloggiati lungo i 3 assi dello spazio (cfr. foto nella pagina precedente).** La misura è volta a verificare la presenza di eventuali **picchi di risonanza** nei terreni in esame ed alla **stima, in associazione con le prove in situ eseguite nel corso del sondaggio, della V_{s30} .**

La frequenza di campionamento è stata di 200 Hz, con un tempo di acquisizione di 15 minuti; la registrazione è stata analizzata scomponendola in finestre temporali della durata di 20 secondi come su indicazioni del Progetto S.E.S.A.M.E (SITE EFFECTS ASSESSMENT USING

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

AMBIENT EXCITATIONS). L'indagine geofisica è riportata in appendice. In accordo con quanto potuto rilevare dal sondaggio realizzato in situ, l'andamento della velocità delle onde S mostra la presenza di uno strato di terreno vegetale inferiore al metro di spessore e una sostanziale omogeneità del terreno sino alla profondità di circa 25 metri, al di sotto della quale la velocità delle onde S aumenta sensibilmente passando da 195 a 346 m/sec. **Non si ravvisano comunque le condizioni per una amplificazione delle onde sismiche nei terreni sottostanti il fabbricato**, dato che l'aumento della V_s è comunque graduale e contenuto.

Il valore del parametro V_{s30} , calcolato secondo la formula prevista dalla normativa vigente riguardo al rischio sismico, nell'area investigata è risultato di **207,7 m/s** (valore stimato con tecnica HVSR tarata sul sondaggio che ha raggiunto il substrato e sulle prove SPT eseguite nel corso del sondaggio stesso). Sulla base di tali valori il terreno di fondazione investigato rientra nella **classe C** della OPCM n.3274 del 20/03/2003 relativa al rischio sismico e successive modifiche ed integrazioni.

Infine deve essere presa in considerazione la **situazione topografica locale**; per condizioni superficiali semplici può essere adottata la tabella 3.2.IV che di seguito viene riportata; la **superficie topografica** rientra in **categoria T1**.

Si riportano in appendice i parametri sismici relativi al sito in esame.

3. MODELLAZIONE GEOTECNICA

3.1. CARATTERIZZAZIONE DEL TERRENO FONDALE

La caratterizzazione geotecnica del terreno di fondazione deriva dall'analisi delle **prove SPT** di cui si è detto al § 2.1.1.: infatti, come è noto, dalle informazioni derivanti dalle SPT si possono ricavare i principali parametri geotecnici degli strati, applicando delle correlazioni conosciute dalla bibliografia geotecnica. In particolare, sono stati presi in esame i valori della prova 2 ($N_{spt} = 18$), i più cautelativi.

3.2. STIMA DEI PARAMETRI GEOTECNICI

Ipotizzando cautelativamente un terreno fondale esclusivamente coesivo, a partire dalla prova SPT di cui si è detto, il terreno fondale risulta quindi caratterizzato come riportato in appendice e qui di seguito sintetizzato:

Peso di volume	peso di volume $\gamma = 2,090 \text{ tonn/m}^3$ (correlazione da Meyerhof ed altri)
Angolo di attrito	0°
Coesione	1,22 kg/cm² (correlazione Terzaghi-Peck)
Modulo di Young	180 kg/cm² (correlazione Apollonia)
Modulo edometrico	85,28 kg/cm² (correlazione Stroud & Butler, 1975)

3.3. CARICO LIMITE DI FONDAZIONI SU TERRENI

Il progetto prevede interventi sul fabbricato esistente senza aumenti di superficie coperta e di volume e senza ritoccare l'attuale sistema fondale, costituito da un sistema di travi in c.a. della larghezza di 0,70 metri. Utilizzando la formula di Terzaghi,

$$q_a : c \cdot N_c + \gamma \cdot D \cdot N_q + 1/2 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma$$

si è giunti alla definizione del carico di rottura utilizzando i seguenti parametri:

- falda assente;
- parametri sismici come da NTC 2008;
- parametri del terreno derivanti dalle indagini di cui al paragrafo precedente considerati come valori caratteristici .

Si ottiene in tali condizioni, utilizzando l'approccio n°1 delle NTC del 2008, un carico limite in condizioni non drenate (Q_{ult}) pari a 5,62 kg/cm² ed una resistenza di progetto R_d pari a 3,12 kg/cm²; ipotizzando una tensione massima (E_d) trasmessa dalla struttura al terreno di 1,5 kg/cm², si ottiene un coefficiente di sicurezza ($F_s = Q_{ult} / R_d$) pari a 3,75 (vedi allegato di calcolo).

3.4. VERIFICA DI STABILITA' DEL VERSANTE

La stabilità del versante è stata verificata nelle condizioni attuali, identiche a quelle di progetto per quanto riguarda morfologia del pendio e sovraccarichi, considerando le sollecitazioni sismiche: la verifica è stata effettuata con il metodo di Bishop ed in condizioni drenate lungo una **sezione longitudinale** del pendio, considerata la più critica dal punto di vista della stabilità, come visibile nella Planimetria allegata. In tale situazione il cerchio critico assume un valore di 1,45, a dimostrazione di una stabilità della porzione di versante considerata sufficientemente elevata. In appendice si allegano sezione e tabulati della verifica effettuata.

4. CONCLUSIONI

Nella presente indagine si è analizzata la situazione geologica, geomorfologica, geotecnica e sismica di un'area all'interno della quale si intende **ricostruire un immobile demolito a causa di una esplosione di gas GP**; da un'analisi delle caratteristiche morfologiche, geologiche e idrogeologiche dell'area in esame è emerso quanto segue:

- l'intervento in progetto verrà realizzato su di un versante la cui ossatura risulta formata da argilliti e calcari stratificati;
- l'area in esame **ricade** all'interno di quelle a rischio geomorfologico molto elevato per la presenza **di un'area classificata in frana attiva dal P.S. comunale**; il fabbricato oggetto dell'intervento è però esterno all'area effettivamente interessata dal dissesto, risultando in Pericolosità geomorfologica molto elevata solo per motivi di sicurezza, legati alla possibile evoluzione futura del dissesto verso monte;
- l'intervento in oggetto **non comporta aumenti di superficie o di volume, e la ricostruzione consentirà un miglioramento strutturale in proiezione sismica e non aggraverà le condizioni di instabilità e non comprometterà la possibilità di realizzare in futuro il consolidamento del movimento franoso**;
- sono state eseguite indagini geofisiche in situ che, unitamente agli esiti delle prove SPT eseguite nel corso di un sonadaggio a carotaggio continuo che ha raggiunto il substrato, hanno consentito di definire la categoria di suolo e delle geometrie sepolte;
- il terreno fondale è stato caratterizzato tramite la realizzazione di **tre prove SPT** in foro, estrapolando i dati della prova più cautelativa e applicando le correlazioni conosciute dalla bibliografia geotecnica;
- per quanto riguarda gli aspetti sismici, in ossequio al D.M. 14.01.08, sono state individuate la pericolosità sismica di base e le **categorie di sottosuolo (C) e topografiche (T1)** del sito,

dalle quali sono stati determinati i relativi parametri e coefficienti sismici, riportati in allegato;

- l'indagine sismica è stata tarata sulla stratigrafia del sondaggio;
- l'andamento della velocità delle onde S mostra la presenza di uno strato di terreno vegetale inferiore al metro di spessore e una sostanziale omogeneità del terreno sino alla profondità di circa 25 metri, al di sotto della quale la velocità delle onde S aumenta sensibilmente. **Non si ravvisano comunque le condizioni per una amplificazione delle onde sismiche nei terreni sottostanti il fabbricato.**
- la pressione limite è stata calcolata con l'**Approccio 1** raccomandato dal D.M. 14.01.08 per le seguenti combinazioni:
 1. **A1+M1+R1 (senza correzione sismica)**
 2. **A2+M2+R2 (senza correzione sismica)**
 3. **SISMA**
- è stato individuato un Q_{ult} pari a $5,62 \text{ kg/cm}^2$ ed una R_d pari a $3,12 \text{ kg/cm}^2$;
- è stata verificata la stabilità della porzione di versante interessato dai lavori sul fabbricato; dato che le condizioni di progetto risultano **identiche a quelle attuali per quanto riguarda morfologia del pendio e sovraccarichi, è stata realizzata la verifica in una unica condizione; l'esito ha dato un valore del coefficiente del cerchio critico (1,45) superiore sensibilmente al valore di sicurezza.**

Alla luce di quanto sopra si dichiara, **l'intervento FATTIBILE da un punto di vista geomorfologico, idrogeologico, sismico e geotecnico.**

Provvedimenti più circostanziati saranno eventualmente concordati con la Direzione dei Lavori con il procedere dell'intervento.

Il Geologo

ARCIDOSSO, Agosto 2013

APPENDICE

- ***Parametri sismici***
- ***Indagine sismica***
- ***Stratigrafia del sondaggio***
- ***Documentazione fotografica***
- ***Calcoli del carico limite, della resistenza di progetto e dei cedimenti***
- ***Verifica di stabilità del versante***

Parametri sismici

determinati con **GeoStru PS** <http://www.geostru.com/geoapp>

Le coordinate geografiche espresse in questo file sono in ED50

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii

Sito in esame.

latitudine: 42,947626 [°]

longitudine: 11,672377 [°]

Classe d'uso: II. Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Vita nominale: 50 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Siti di riferimento.

	ID	Latitudine [°]	Longitudine [°]	Distanza [m]
Sito 1	23616	42,970170	11,645030	3352,1
Sito 2	23617	42,971240	11,713340	4243,4
Sito 3	23839	42,921240	11,714820	4532,9
Sito 4	23838	42,920180	11,646550	3706,0

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 50 anni

Coefficiente cu: 1

	Prob. superament o [%]	Tr [anni]	ag [g]	Fo [-]	Tc* [s]
Operatività (SLO)	81	30	0,049	2,510	0,249

Danno (SLD)	63	50	0,061	2,546	0,258
Salvaguardia della vita (SLV)	10	475	0,141	2,507	0,281
Prevenzione dal collasso (SLC)	5	975	0,176	2,533	0,287

Coefficienti Sismici

	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	Kh [-]	Kv [-]	Amax [m/s ²]	Beta [-]
SLO	1,500	1,660	1,000	0,015	0,007	0,727	0,200
SLD	1,500	1,640	1,000	0,018	0,009	0,891	0,200
SLV	1,490	1,600	1,000	0,050	0,025	2,060	0,240
SLC	1,430	1,590	1,000	0,060	0,030	2,464	0,240

Geostru software - www.geostru.com

INDAGINE GEOFISICA

1. PREMESSA

L'indagine geologica si è avvalsa della realizzazione di una indagine geofisica in situ; sull'area è stata realizzata **una registrazione di microtremori (MT)** a stazione singola con tromometro digitale a 24 bit costituito di 3 geofoni aventi frequenza propria di 4,5 Hz alloggiati lungo i 3 assi dello spazio.

L'interpretazione dei dati di campagna è stata eseguita successivamente tramite software **GeoHVS**R dedicato proprio all'interpretazione e l'archiviazione di indagini geofisiche eseguite con la **tecnica HVS**R (***Horizontal to Vertical Spectral Ratio***) applicata alle onde di superficie (Rayleigh e Love) generate da sorgenti ambientali superficiali (microtremori). Il programma permette l'elaborazione delle registrazioni eseguite con velocimetro triassiale (due componenti orizzontali perpendicolari fra loro, E-W e N-S, e una verticale) , consentendo di ricavare **l'andamento del rapporto spettrale H/V in funzione della frequenza** e la stima dell'andamento delle **velocità delle onde S in profondità (V_{s30})** attraverso un'inversione vincolata.

2. INDAGINE HVSR

L'analisi dei microtremori (MT) è ampiamente diffusa da circa 10 anni ed è anche conosciuta come tecnica di Nakamura; il principio fisico su cui è basata è l'analisi dei rapporti spettrali delle componenti orizzontali contro le componenti verticali del moto (HVSR - horizontal to vertical spectral ratio). La tecnica è nata per valutare l'amplificazione sismica di sito in quanto è in grado di determinare le frequenze fondamentali di risonanza del sottosuolo che corrispondono ai picchi dei rapporti spettrali suddetti. I picchi di risonanza vengono associati a cambiamenti stratigrafici dovuti al passaggio fra terreni aventi una differenza di impedenza acustica pari almeno al 25%, tanto più superficiali quanto più caratterizzati da una frequenza alta. I picchi

possono essere generati anche da cause antropiche e vanno studiati anche dal punto di vista spettrale; è infatti appurato che discontinuità stratigrafiche generano un minimo della componente spettrale verticale alla frequenza di picco corrispondente.

La frequenza di campionamento è stata di 200 Hz, con un tempo di acquisizione di 15 minuti; la registrazione è stata analizzata scomponendola in finestre temporali della durata di 20 secondi come su indicazioni del Progetto S.E.S.A.M.E (SITE EFFECTS ASSESSMENT USING AMBIENT EXCITATIONS).

3. PROFILO VELOCITÀ DELLE ONDE S E CLASSIFICAZIONE DEL SOTTOSUOLO SECONDO IL D.M. 14.01.2008

Il D.M. 14.01.2008 propone come riferimento di calcolo dell'amplificazione sismica locale, in particolare della componente stratigrafica, il metodo di Borchardt (1994) basato sulla stima del parametro V_{s30} . Per V_{s30} s'intende la media pesata delle velocità delle onde S negli strati fino a 30 metri di profondità dal piano di posa della fondazione, calcolata secondo la relazione:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_{si}}}$$

Sulla base del valore calcolato di V_{s30} vengono identificate 5 classi, A, B, C, D ed E alle quali corrispondono un differente spettro di risposta elastico. Lo schema indicativo di riferimento per la determinazione della classe del sito è il seguente:

Categoria	Descrizione sottosuolo
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di V_{s30} superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m
B	Rocce tenere e depositi di terreno a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 , caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 360 e 800 m/s (ovvero $NSPT_{30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).

Categoria	Descrizione sottosuolo
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 180 e 360 m/s (ovvero $15 < NSPT_{30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fina scarsamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} inferiori a 180 m/s (ovvero $NSPT_{30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m , posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s)
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di V_{s30} inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

Una valutazione del parametro V_{s30} può essere condotta attraverso l'inversione vincolata dello spettro H/V ricavata con il velocimetro triassiale. In pratica viene utilizzata la relazione che lega la frequenza di risonanza del terreno (f) alla velocità delle onde S nel terreno stesso (V_s):

$$f(Hz) = \frac{V_s}{4h}$$

dove h è la profondità della base dello strato. Nota la profondità di un singolo livello stratigrafico, solitamente il primo, è possibile procedere all'inversione dello spettro H/V, modellando la curva sintetica in modo da ottenere la sovrapposizione con quella misurata.

La procedura d'inversione comporta la definizione di un modello stratigrafico iniziale derivato dal sondaggio eseguito e dal successivo calcolo dello spettro H/V che ne discende. La curva H/V teorica viene confrontata con quella sperimentale e, attraverso un procedimento per tentativi, si modifica il modello iniziale fino a ottenere una soddisfacente sovrapposizione delle due curve. Comunemente lo spettro teorico viene calcolato con la procedura suggerita da Arai e Tokimatsu (2004):

$$(H/V)(f) = \sqrt{\frac{P_{HR} + P_{HL}}{P_{VR}}}$$

dove:

P_{HR} = ampiezza spettrale della componente orizzontale delle onde di Rayleigh;

P_{HL} = ampiezza spettrale della componente orizzontale delle onde di Love;

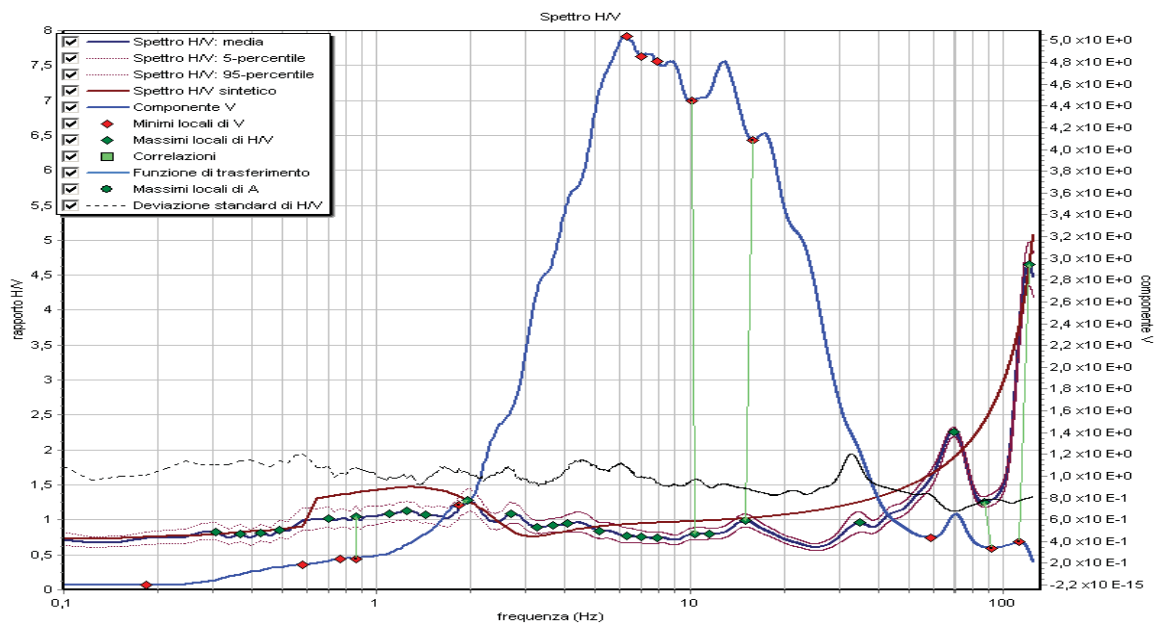
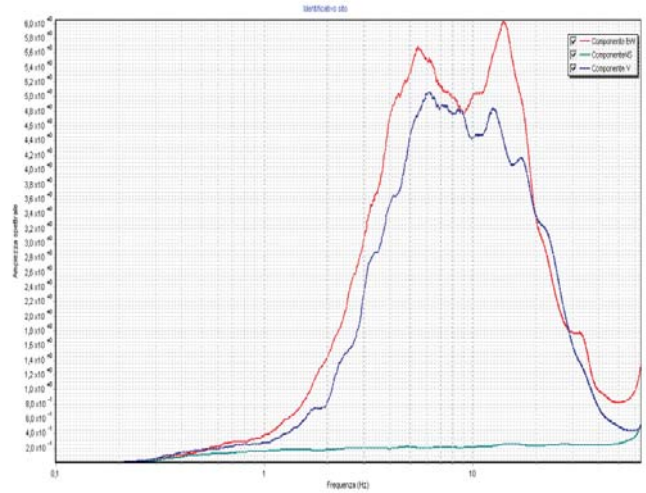
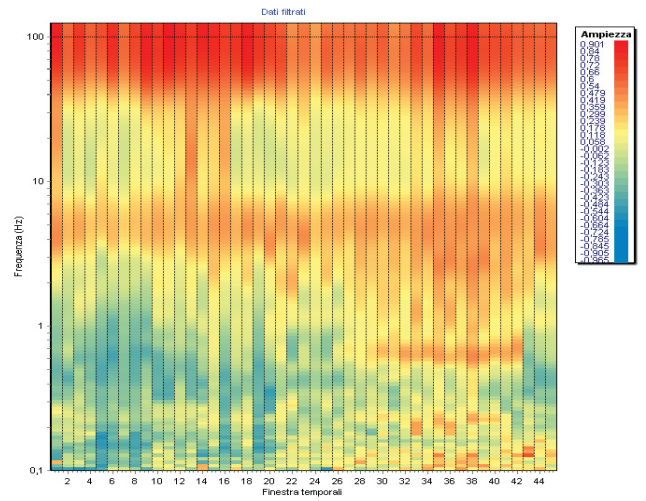
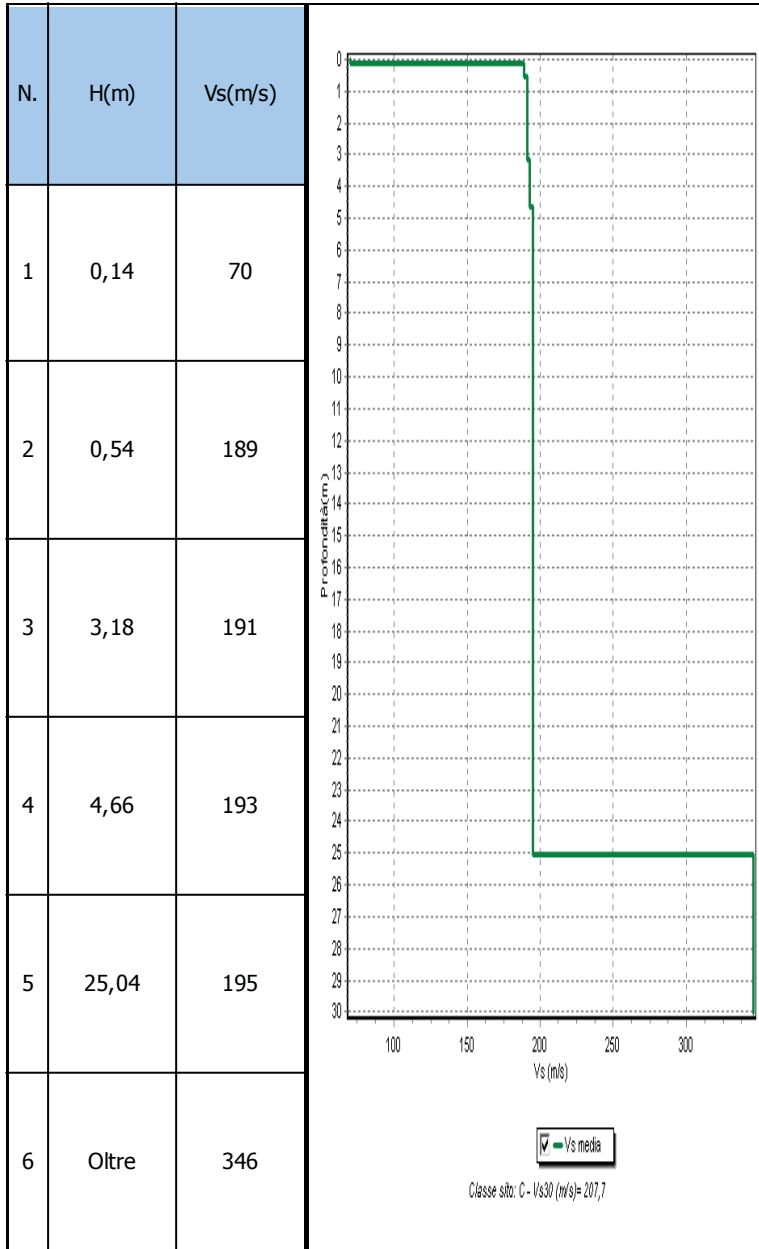
P_{VR} = ampiezza spettrale della componente verticale delle onde di Rayleigh.

Si ricorda che l' ampiezza spettrale della componente verticale delle onde di Love è nulla.

Le tre grandezze P_{HR} , P_{HL} e P_{VR} vengono valutate con il metodo della matrice del propagatore, messo a punto, dal punto di vista teorico, da Thomson (1950) e Haskell (1953) e riformulato da Dunkin (1965) e Watson (1970). Per tener conto di un comportamento debolmente dissipativo del terreno, i valori di velocità delle onde P e S inseriti nel modello vengono corretti inserendo un fattore di smorzamento. Nel programma viene preimpostato un fattore di smorzamento uguale a 0,05 per le onde S e uguale a 0,017 per le onde P.

Normalmente i picchi alle alte frequenze (>10 Hz) segnalano la presenza di passaggi stratigrafici molto superficiali, quelli alle basse frequenze (<1 Hz) variazioni stratigrafiche molto profonde. Poiché le inversioni di velocità, cioè il passaggio andando in profondità da livelli veloci a livelli meno veloci, non da origine a picchi nello spettro H/V, queste non possono essere rilevate direttamente. Un indizio della presenza di inversioni di velocità può essere fornito però, indirettamente, dall'andamento dello spettro H/V: ampi intervalli di frequenza in cui costantemente il rapporto H/V si mantiene minore di uno sono spesso associabili a variazioni negative delle velocità con la profondità. É possibile inserire nel modello teorico le inversioni di velocità purchè la variazione di V_s non sia troppo brusca.

Riassunto interpretazione HVSR V1



Coord. (WGS 84) Lat. = 42,946 N Long = 11,671 E Quota: 700 m s.l.m.	Committente: RIZZO Silvia Cantiere: Campiglia d'Orcia Data: Agosto 2013	SONDAGGIO NUMERO 1
--	---	---------------------------------

Quota	Sez. Strat.	Descrizione terreni	Prove SPT			Falda	INCLINOMETRO	
							Quota	Sezione
0.00		Terreno vegetale						
0.60		SPT	8					
1.30			11					
			16					
3.00		SPT	5					
			8					
			10					
		Argilliti grigie compatte e asciutte						
8.00		SPT	14					
			20					
			50 (14 cm)					
10.00		Argilliti rosse e rosate						
12.20		Calcari marnosi grigi con vene calcitiche						
12.40			Argilliti grigie compatte e asciutte					
13.70		Argilla sabbiosa grigio-verdastra						
14.10		Argilliti grigie compatte e asciutte						
15.00								

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Foto 1: postazione di sondaggio



Foto 2: Sondaggio 0 – 5 metri



Foto 3: Sondaggio 5 – 10 metri



Foto 4: Sondaggio 10 – 15 metri

CALCOLO DEL CARICO LIMITE E DELLA RESISTENZA DI PROGETTO

DATI GENERALI

Azione sismica	NTC 2008
Zona	Campiglia d'Orcia
Lat./ Long. [WGS84]	42.83/11.59
Larghezza fondazione	0.7 m
Lunghezza fondazione	10.0 m
Profondità piano di posa	0.8 m
Altezza di incastro	0.8 m

SISMA

Accelerazione massima (ag/g)	0.253
Effetto sismico secondo	Paolucci e Pecker (1997)
Coefficiente sismico orizzontale	0.0606

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe II
Vita nominale:	50.0 [anni]
Vita di riferimento:	50.0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.48	2.51	0.25
S.L.D.	50.0	0.6	2.55	0.26
S.L.V.	475.0	1.38	2.51	0.28
S.L.C.	975.0	1.73	2.53	0.29

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.72	0.2	0.0147	0.0073
S.L.D.	0.9	0.2	0.0184	0.0092
S.L.V.	2.0535	0.24	0.0503	0.0251
S.L.C.	2.4777	0.24	0.0606	0.0303

STRATIGRAFIA TERRENO

Corr: Parametri con fattore di correzione (TERZAGHI)

DH: Spessore dello strato; Gam: Peso unità di volume; Gams: Peso unità di volume saturo; Fi: Angolo di attrito; Ficorr: Angolo di attrito corretto secondo Terzaghi; c: Coesione; c Corr: Coesione corretta secondo Terzaghi; Ey: Modulo Elastico; Ed: Modulo Edometrico; Ni: Poisson; Cv: Coeff. consolidaz. primaria; Cs: Coeff. consolidazione secondaria; cu: Coesione non drenata

DH [m]	Gam [Kg/m ³]	Gams [Kg/m ³]	Fi [°]	Fi Corr. [°]	c [Kg/cm ²]	c Corr. [Kg/cm ²]	cu [Kg/cm ²]	Ey [Kg/cm ²]	Ed [Kg/cm ²]	Ni	Cv [cmq/s]	Cs

6.0	2090.0	2200.0	0.0	0	1.22	1.22	1.22	180.0	85.28	0.0	0.0	0.0
-----	--------	--------	-----	---	------	------	------	-------	-------	-----	-----	-----

Carichi di progetto agenti sulla fondazione

Nr.	Nome combinazioni	Pressione normale di progetto [Kg/cm ²]	N [Kg]	Mx [Kg·m]	My [Kg·m]	Hx [Kg]	Hy [Kg]	Tipo
1	A1+M1+R1	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Progetto
2	A2+M2+R2	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Progetto
3	Sisma	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Progetto

Sisma + Coeff. parziali parametri geotecnici terreno + Resistenze

Nr	Correzione Sismica	Tangente angolo di resistenza al taglio	Coesione efficace	Coesione non drenata	Peso Unità volume in fondazione	Peso unità volume copertura	Coef. Rid. Capacità portante verticale	Coef.Rid.Capacità portante orizzontale
1	No	1	1	1	1	1	1	1
2	No	1.25	1.25	1.4	1	1	1.8	1.1
3	Si	1.25	1.25	1.4	1	1	1.8	1.1

CARICO LIMITE FONDAZIONE COMBINAZIONE...Sisma

Autore: TERZAGHI (1955)

Carico limite [Qult]	5.62 Kg/cm ²
Resistenza di progetto[Rd]	3.12 Kg/cm ²
Tensione [Ed]	1.5 Kg/cm ²
Fattore sicurezza [Fs=Qult/Ed]	3.75
Condizione di verifica [Ed<=Rd]	Verificata

COEFFICIENTE DI SOTTOFONDAZIONE BOWLES (1982)

Costante di Winkler 2.25 Kg/cm³

A1+M1+R1

Autore: TERZAGHI (1955) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	1.0
Fattore [Nc]	5.7
Fattore [Ng]	0.0
Fattore forma [Sc]	1.0
Fattore forma [Sg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

Carico limite	7.12 Kg/cm ²
Resistenza di progetto	7.12 Kg/cm ²

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

A2+M2+R2

Autore: TERZAGHI (1955) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	1.0
Fattore [Nc]	5.7
Fattore [Ng]	0.0
Fattore forma [Sc]	1.0
Fattore forma [Sg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

Carico limite	5.73 Kg/cm ²
Resistenza di progetto	3.18 Kg/cm ²
Condizione di verifica [Ed<=Rd]	Verificata

Sisma

Autore: TERZAGHI (1955) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	1.0
Fattore [Nc]	5.7
Fattore [Ng]	0.0
Fattore forma [Sc]	1.0
Fattore forma [Sg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	0.98
Carico limite	5.62 Kg/cm ²
Resistenza di progetto	3.12 Kg/cm ²
Condizione di verifica [Ed<=Rd]	Verificata

VERIFICA DI STABILITA' DEL VERSANTE

Analisi di stabilità dei pendii con: BISHOP (1955)

Zona	Campiglia d'Orcia
Lat./Long.	42.947626/11.672377
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	1.0
Numero dei conci	10.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.1
Coefficiente parziale resistenza	1.1
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	1.05 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	716.4 m
Ascissa vertice destro superiore xs	174.95 m
Ordinata vertice destro superiore ys	753.37 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	10.0
Numero di celle lungo y	10.0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe II
Vita nominale:	50.0 [anni]
Vita di riferimento:	50.0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.48	2.51	0.25
S.L.D.	50.0	0.6	2.55	0.26
S.L.V.	475.0	1.38	2.51	0.28
S.L.C.	975.0	1.73	2.53	0.29

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.72	0.2	0.0147	0.0073
S.L.D.	0.9	0.2	0.0184	0.0092
S.L.V.	2.0535	0.24	0.0503	0.0251
S.L.C.	2.4777	0.24	0.0606	0.0303

Coefficiente azione sismica orizzontale	0.0503
Coefficiente azione sismica verticale	0.025 1

Vertici profilo

N	X m	y m

1	0.0	684.0
2	6.0	686.0
3	16.0	688.0
4	32.0	690.0
5	38.0	692.0
6	48.0	694.0
7	57.0	696.0
8	71.0	698.0
9	91.0	700.0
10	102.0	702.0
11	122.0	703.0
12	123.0	704.0
13	129.0	706.0
14	140.0	708.0
15	151.0	710.0
16	166.0	712.0
17	176.0	714.0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1.25
Coesione efficace	1.25
Coesione non drenata	1.4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kg/cm ²)	cu (kg/cm ²)	Fi (°)	G (Kg/m ³)	Gs (Kg/m ³)	K (Kg/cm ³)	Litologia
1	1.22		0	2090	2200	0.00	ARGILLITI

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kg/cm ²)
1	107.17	702.71	117.17	703.21	1.5

Risultati analisi pendio [NTC 2008: [A2+M2+R2]]

Fs minimo individuato	1.45
Ascissa centro superficie	105.39 m
Ordinata centro superficie	753.37 m
Raggio superficie	74.68 m

B: Larghezza del conchio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del conchio; Li: Lunghezza della base del conchio; Wi: Peso del conchio; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.

(ID=187) xc = 105.39 yc = 753.369 Rc = 74.68 Fs=1.448

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm ²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	13.51	-33.7	16.23	169116.5	8506.56	4244.82	0.98	0.0	0.0	269384.0	99451.6
2	8.56	-23.8	9.35	239596.4	12051.7	6013.87	0.98	0.0	0.0	287240.0	57325.5
3	11.44	-15.7	11.89	430053.9	21631.7	110794.35	0.98	0.0	0.0	467110.8	72853.2
4	11.0	-6.9	11.08	500728.5	25186.64	12568.29	0.98	0.0	0.0	512497.3	67905.9
5	10.65	1.5	10.65	606366.8	30500.25	15219.81	0.98	0.0	0.0	604875.6	65290.0
6	9.35	9.2	9.47	519631.7	26137.47	13042.76	0.98	0.0	0.0	517005.0	58063.8

7	1.0	13.3	1.03	47703.89	2399.51	1197.37	0.98	0.0	0.0	47526.4	6296.9
8	6.0	16.0	6.24	293574.8	14766.81	7368.73	0.98	0.0	0.0	294461.2	38263.3
9	11.0	23.0	11.95	515073.4	25908.19	12928.34	0.98	0.0	0.0	528514.5	73254.0
10	27.8	42.2	37.5	801684.3	40324.71	20122.28	0.98	0.0	0.0	873276.1	229862.3

VERIFICA DI STABILITA' DEL VERSANTE

Metodo di Bishop

