

# ***S.T.G. studio tecnico geologico***

di Dr. Pellegrino Innocenti

Via Brunelleschi, 5 - 50065 Pontassieve

Tel. 055 8323113

cod. fisc. NNC PLG 52M24 H222W

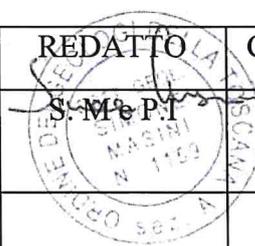
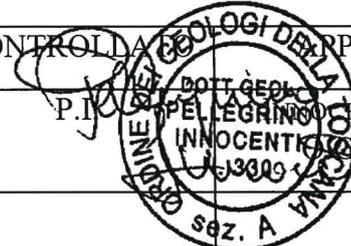
part. IVA 03163370483

**COMUNE DI: PELAGO - Via Poggio Tesoro - Consuma**

**COMMITTENTE:** Sigg. Casapieri Luca e Fagorzi Valentina

**STUDIO GEOLOGICO TECNICO DI SUPPORTO ALLA  
VARIANTE AL REGOLAMENTO URBANISTICO  
PER AUMENTO DI 20 M<sup>2</sup> DI SUL SUL LOTTO  
FABBRICATIVO ESISTENTE**

COLLABORATORI: DOTT. S. MASINI O.G.T. N° 1159	ELABORATO  N°1	RELAZIONE GEOLOGICA
---	----------------------	---------------------

REVISIONE	DATA	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO
	Marzo 2018	S. M e P.I. 	P.I. 	DOTT. P. INNOCENTI O.G.T. N° 330

## INDICE

<b>1. Premessa.....</b>	<b>2</b>
<b>2. Le caratteristiche del sito oggetto di variante nell'attuale supporto geologico al P.S. ed al R.U. in vigore. ....</b>	<b>3</b>
2.1 Carta Geologica Tav. G01.....	3
2.2 Carta Geomorfologica Tav. G02. ....	3
2.3 Carta delle acclività dei versanti Tav. G04. ....	4
2.4 Carta della Pericolosità idraulica Tav. G10. ....	4
2.5 Carta delle microzone europee in prospettiva sismica Tav. G14. ....	4
2.6 Carta Pericolosità Sismica Tav. G15.....	6
2.7 Carta Pericolosità Geologica Tav. G16. ....	6
3 L'area in studio nell'attuale Regolamento Urbanistico. ....	9

## 1. Premessa

La presente nota geologico - tecnica supporta la richiesta di Variante al Regolamento Urbanistico che i Sigg. Casapieri L. e Fagorzi V., in qualità di proprietari del terreno posto in Via Poggio Tesoro, nella frazione di Consuma, e rappresentato catastalmente nel foglio di mappa n°21 dalla particella n° 79 del N.C.T. di Pelago, hanno presentato al Comune con Prot. N° 5225 del 04/05/2017.

Il terreno di loro proprietà, nel vigente Regolamento urbanistico, ricade in Zona B2 – residenziale, Aree di Integrazione; su questo lotto, mediante un intervento diretto, la previsione urbanistica consente la realizzazione di un edificio di 100 m<sup>2</sup> di SUL.

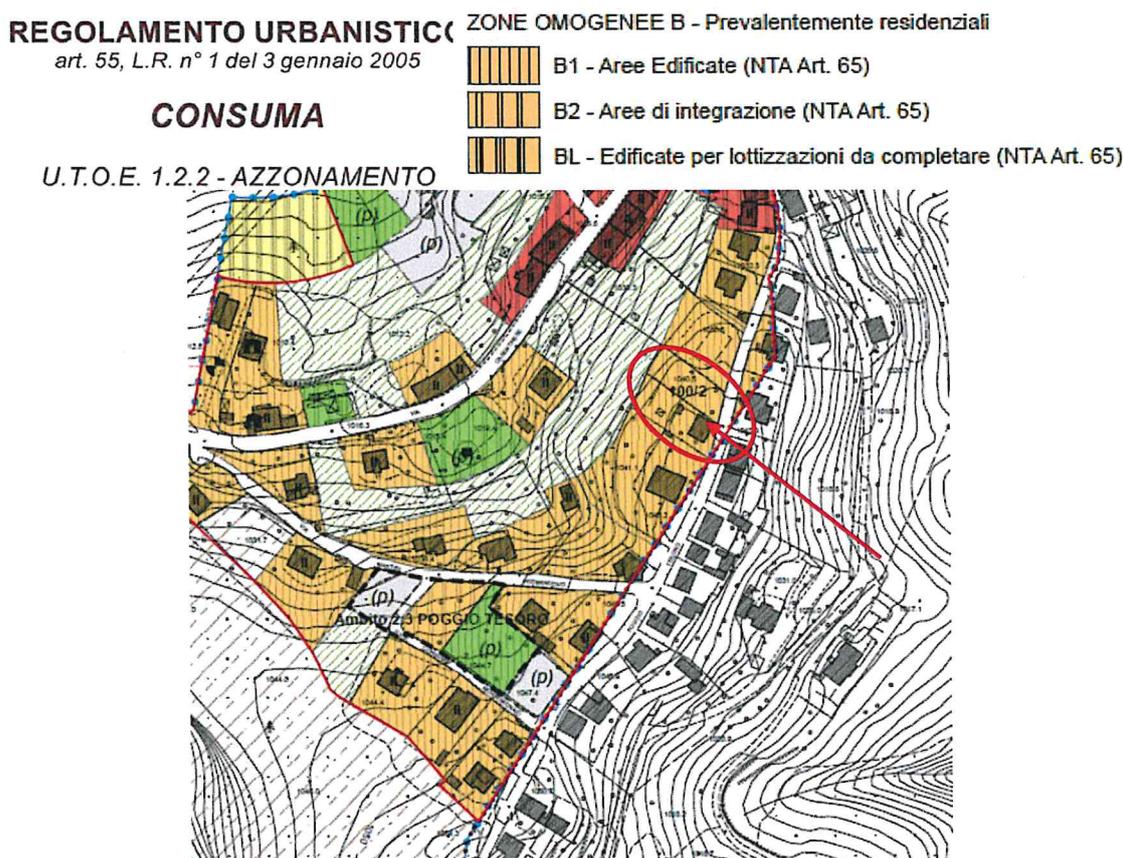


Figura 1: Estratto della Tav. dell'attuale R.U. con la zona oggetto di Variante

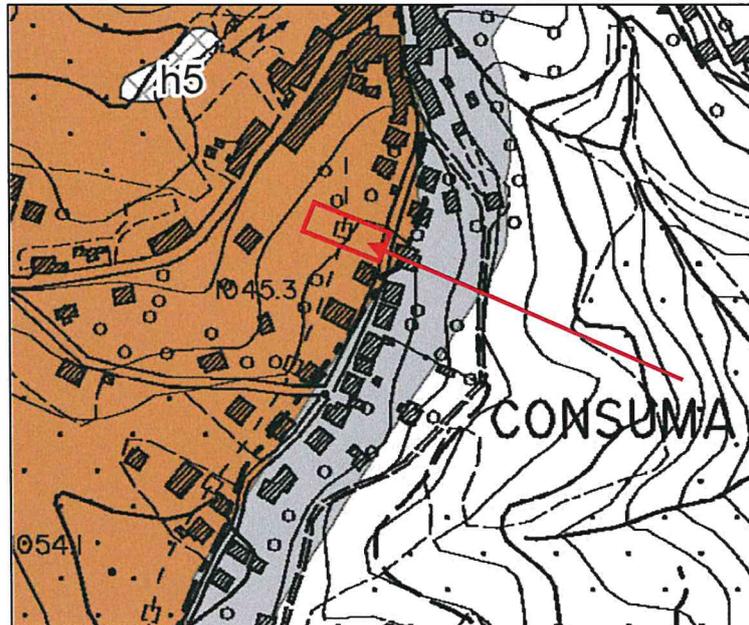
Oggi su detto lotto edificatorio è in corso di costruzione una villetta unifamiliare così come previsto dal concesso "PERMESSO A COSTRUIRE" n° 232 del 01/07/2014.

La richiesta odierna riguarda l'aumento della superficie utile lorda del lotto edificatorio di circa 20,00 m<sup>2</sup>, aumento che però è legato alla trasformazione di una costruenda Loggia, già contenuta nel "permesso a costruire", in una veranda tramite la sua chiusura con infissi, andando quindi ad interessare spazi già compresi nell'edificazione regolarmente concessionata.

## 2. Le caratteristiche del sito oggetto di variante nell'attuale supporto geologico al P.S. ed al R.U. in vigore.

La proprietà Casapieri - Fagorzi , nella frazione di Consuma, nelle cartografie geologiche di supporto all'attuale P. S. del Comune di Pelago ricade nei seguenti estratti.

### 2.1 Carta Geologica Tav. G01.



#### DOMINIO TOSCANO

Unità di M. Cervarola-Falterona



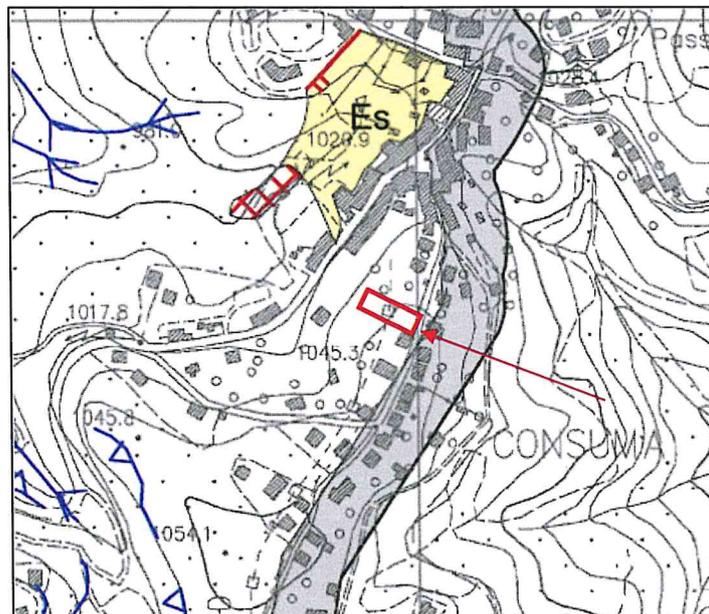
FAL4 - Arenarie del Monte Falterona – Membro di Lonnano

Siltiti, argilliti e marne prevalenti, A/P < 1/4, con presenza di sottili livelli di arenarie fini il cui spessore non supera mai i 20 cm. Le marne sono generalmente di colore grigio chiaro, molto fratturate, mentre le altre peliti sono generalmente più scure. I livelli arenacei sono invece di colore grigio-marrone.



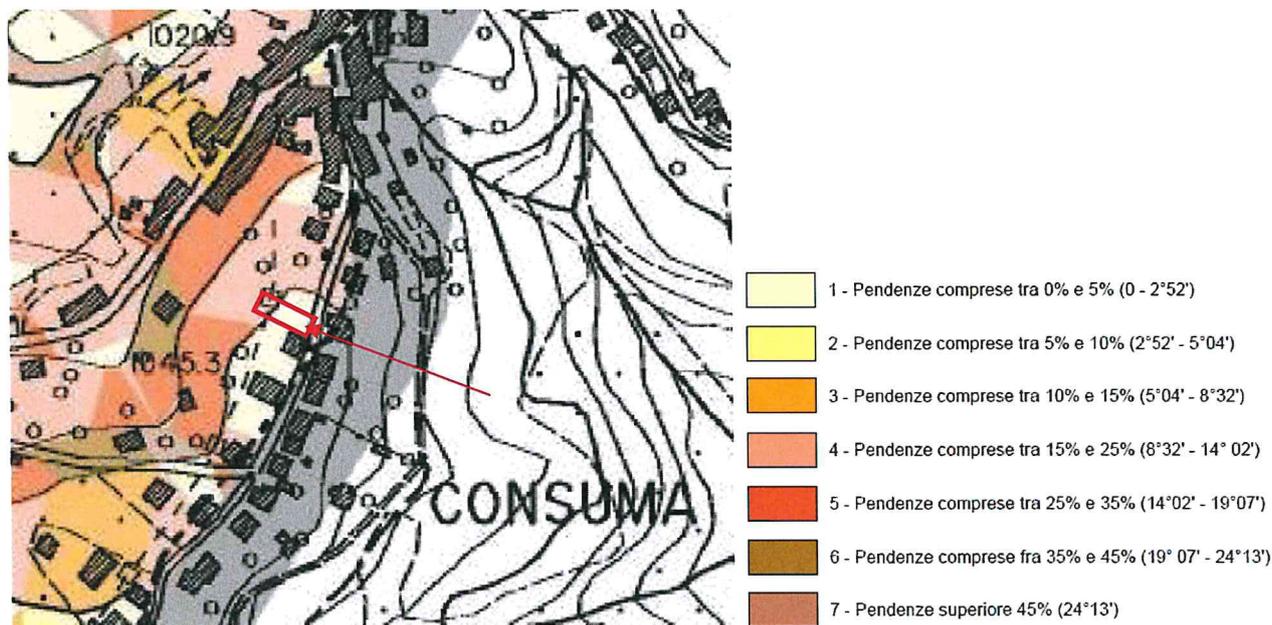
Lotto di proprietà Casapieri – Fagorzi che ricade nell'unità geologica FAL4

### 2.2 Carta Geomorfologica Tav. G02.



Sul lotto Casapieri – Fagorzi non sono presenti particolarità geomorfologiche né fenomeni attivi o quiescenti.

### 2.3 Carta delle acclività dei versanti Tav. G04.



 Lotto di proprietà Casapieri – Fagorzi che ricade in Classe 1 e Classe 4.

Nella valutazione più approfondita, con un dettaglio cartografico migliore, il lotto è però ritenuto ricadere in Classe 3, intermedia tra la classe 1 e la Classe 4 del sopra riportato estratto fatto su cartografia a 10.000.

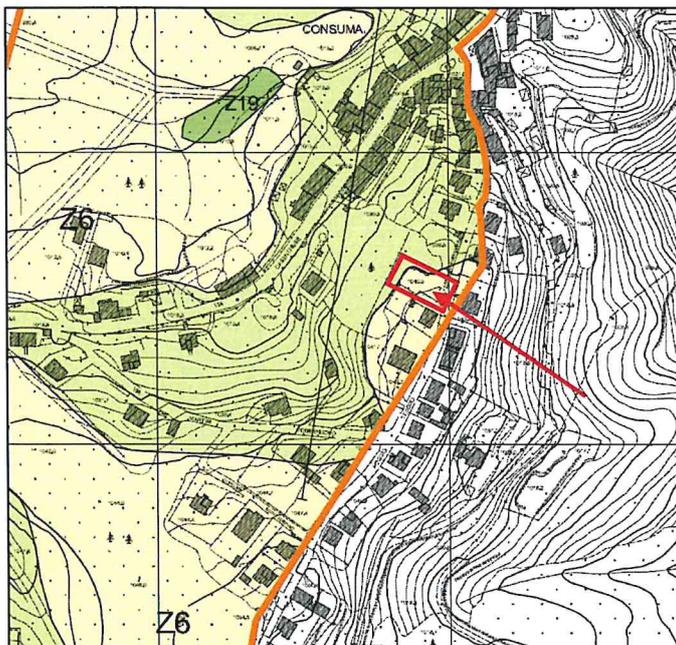
### 2.4 Carta della Pericolosità idraulica Tav. G10.

In questa cartografia la località in studio e l'intera frazione di Consuma non presenta alcuna considerazione dal punto di vista Idraulico.

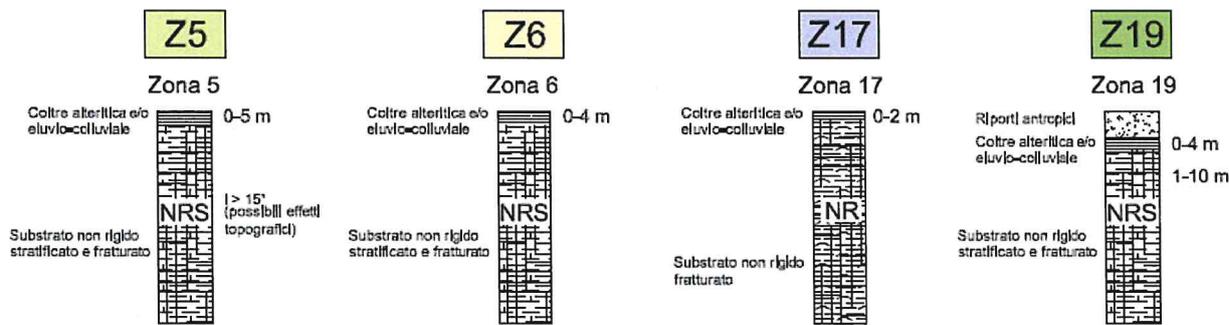
### 2.5 Carta delle microzone europee in prospettiva sismica Tav. G14.

Lo studio sismico eseguito a supporto del vigente Piano strutturale, le indagini sismiche (masw e HVSR) eseguite direttamente nell'area in studio e le conoscenze geologico-stratigrafiche del sito, hanno permesso di inserire l'appezzamento dei Sigg. Casapieri – Fagorzi tra le località che, dal punto di vista sismico, sono da ritenere **“Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali”**: cioè tra quelle zone che dove, pur essendo praticamente affiorante il substrato geologico/sismico, per il fatto che questo presenta una situazione di ammasso stratificato e fratturato ricoperto da una coltre

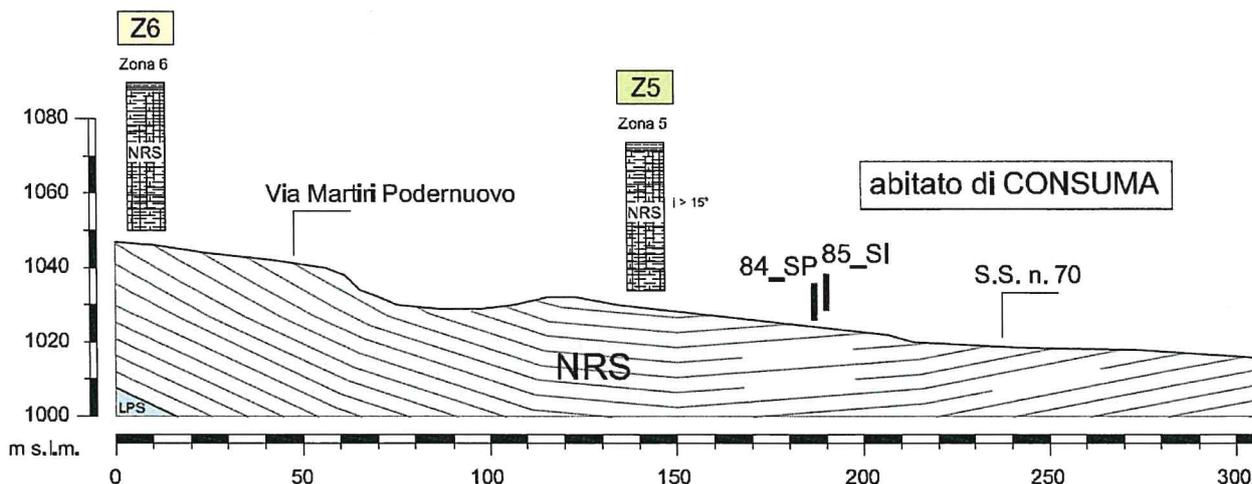
alteritica di spessore compreso tra 0,00 e 4,00 m, non si possono escludere, per le “*caratteristiche strutturali e/o topografiche e/o sismiche*”, fenomeni di amplificazione locali – **ZONA Z6.**



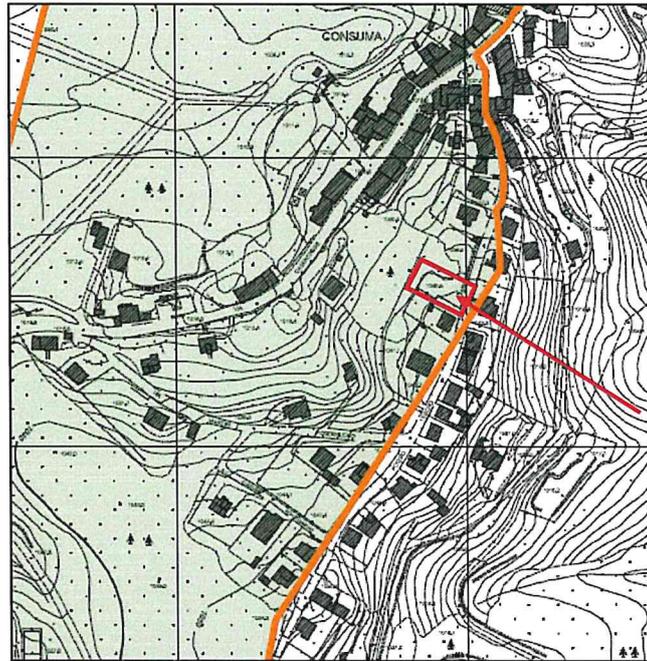
**Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali**



**SEZIONE 1 - 1'**



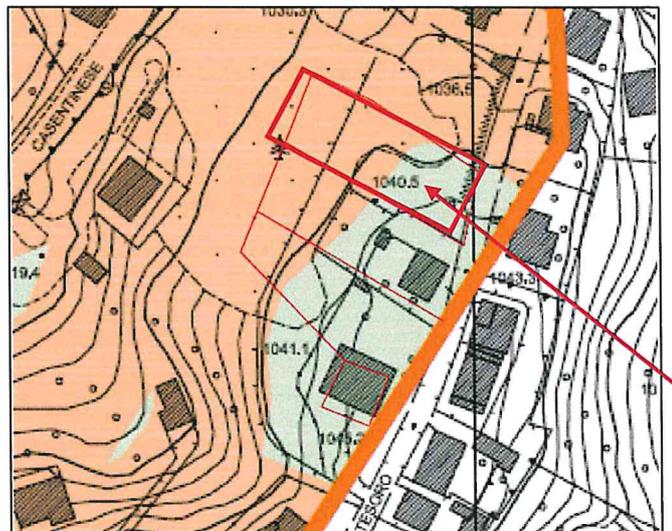
## 2.6 Carta Pericolosità Sismica Tav. G15.



**Pericolosità sismica locale media (S.2):** zone suscettibili di instabilità di versante inattiva e che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; zone stabili suscettibili di amplificazioni locali (che non rientrano tra quelle previste per la classe di pericolosità sismica S.3)

Il Lotto Casapieri – Fagorzi ricade dunque in Classe di pericolosità sismica S2, secondo capoverso.

## 2.7 Carta Pericolosità Geologica Tav. G16.



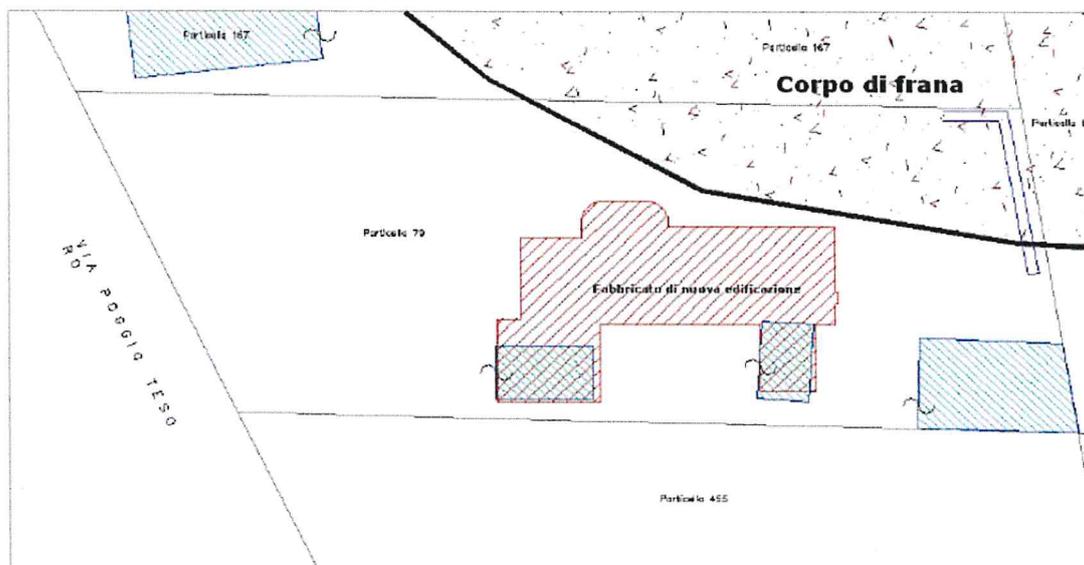
**Pericolosità geologica elevata (G.3):** aree in cui sono presenti fenomeni geomorfologici quiescenti e relative aree di influenza; aree con potenziale instabilità connessa alla giacitura, all'attività, alla litologia, alla presenza di acque superficiali e sotterranee, nonché a processi di degrado di carattere antropico; aree interessate da intensi fenomeni erosivi e da subsidenza; aree caratterizzate da terreni con caratteristiche geotecniche potenzialmente scadenti; corpi detritici su versanti con pendenza superiore al 25%.

**Pericolosità geologica media (G.2):** aree in cui sono presenti fenomeni franosi inattivi e stabilizzati (naturalmente o artificialmente); aree con elementi geomorfologici, litologici e glaciali dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto.

La proprietà Casapieri – Fagorzi, nella cartografia di Pericolosità Geologica sopra riportata e presente nel Piano strutturale del Comune di Pelago, ricadrebbe a cavallo tra la Classe di pericolosità geologica media (G2) e la Classe di Pericolosità elevata (G3).

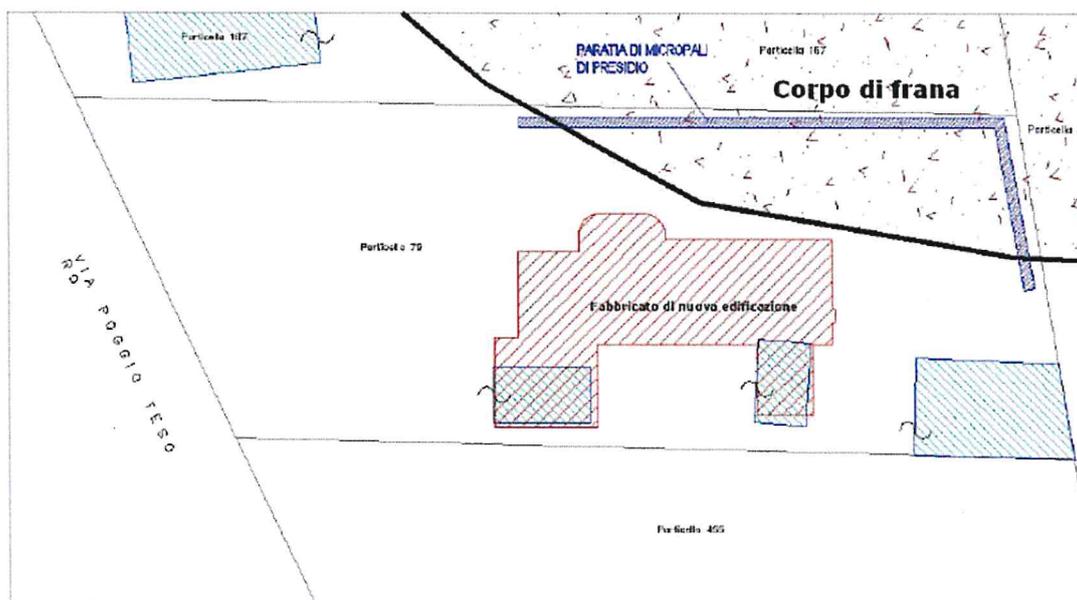
A tale proposito si fa rilevare che questa problematica è già stata affrontata nelle relazioni geologiche redatte dal Dott. Geol. Alessandro Piazzini nelle varie relazioni geologiche di supporto al richiesta di “PERMESSO A COSTRUIRE” n° 232 del 01/07/2014, trasmesse in allegato alla presente nota. In particolare nella relazione integrativa del Febbraio 2013 si affronta tal tema facendo vedere con l’edificio di progetto risulti posizionato al di fuori dell’area a Pericolosità geologica G3. Nonostante ciò, poiché una parte della resede ricadrebbe in quella classe, è stato deciso e poi anche realizzato in intervento di bonifica a presidio. Nella seguente pagina, estratta dalla detta relazione Piazzini del 02/2013, sono riportati gli elementi atti a visionare questo intervento di consolidamento e bonifica.

Pertanto è possibile definire che il fabbricato di nuova realizzazione (inserito catastalmente alla particella n. 79 del Foglio n. 21 del Comune di Pelago) non ricade all'interno delle aree interessate dal corpo di frana, tuttavia il corpo ne lambisce il settore di valle.



*Interazione tra edificio in progetto e dissesto gravitativo*

Al fine di evitare che l'eventuale attività retrogressiva del corpo di frana possa interferire con il fabbricato in oggetto è stata prevista la realizzazione di una paratia di micropali con finalità di presidio dell'edificio (Cfr. Relazione strutturale di calcolo).



*Planimetria di materializzazione della paratia di presidio*

**Estratto dalla relazione del Dott. Geol. A. Piazzini – Integrazioni – del 02 2013 pag. n°7**

A seguito di ciò si può affermare che l'intervento già concesso ed il nuovo intervento, che ricade all'interno dello stesso perimetro dell'edificio in costruzione, ricadono in Classe di Pericolosità Geologica G2, cioè in area a pericolosità geologica media.

### **3 L'area in studio nell'attuale Regolamento Urbanistico.**

A seguito di quanto sopra riportato, dal punto di vista geologico a questa previsione è, nell'attuale Regolamento Urbanistico, analizzata nella "Scheda di Fattibilità n° 13", "INTERVENTO – Via Poggio Tesoro – Località Consuma", viene assegnata una fattibilità geologica e sismica di classe 2, cioè:

**Fattibilità con normali vincoli (F2):** si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali è necessario indicare la tipologia di indagini e/o specifiche prescrizioni ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.

Nella stessa scheda tale fattibilità è assoggettata alle prescrizioni di seguito riportate:

**PRESCRIZIONI:** La progettazione dell'intervento dovrà essere supportata da esaustive indagini geognostiche e sismiche, definite ai sensi del Regolamento Regionale n. 36/R, al fine di poter definire la caratterizzazione geotecnica dei terreni al fine di svolgere le opportune verifiche di stabilità del versante allo stato attuale e di quello di progetto da cui derivare o meno valutazioni in merito alla previsione di opere di presidio. Tale supporto geologico alla progettazione dell'intervento dovrà essere completato dalle indicazioni in merito alle opportune scelte fondazionali e puntuali valutazioni sui cedimenti in ottemperanza ai disposti del D.M. 14.1.2008\_N.T.C..

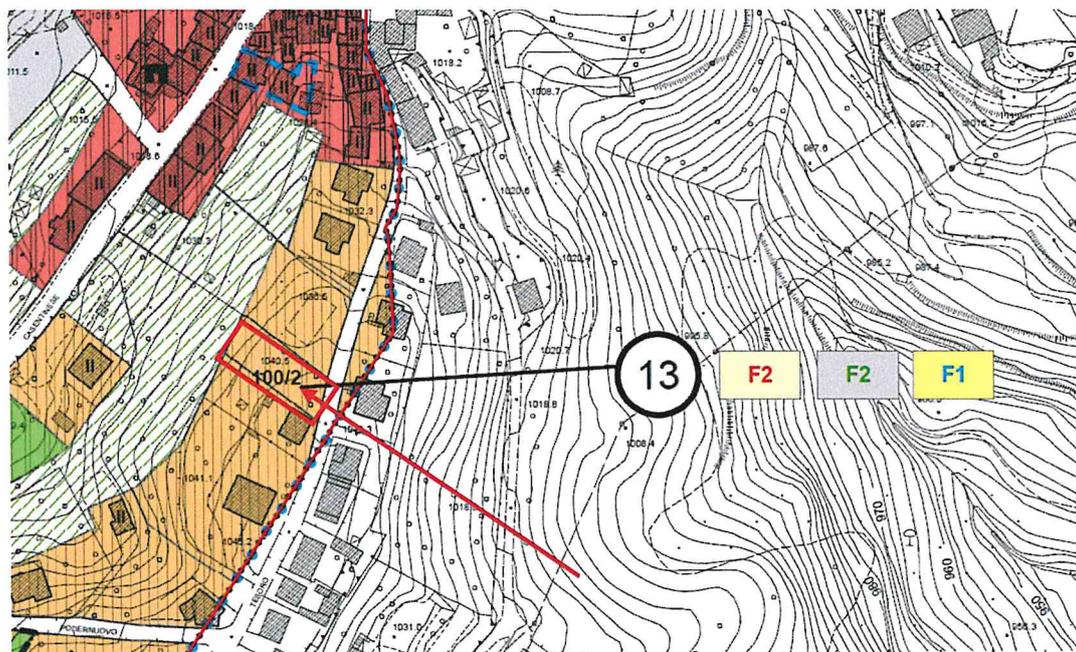
Circa la Classe di Fattibilità idraulica essa ricade in classe 1, cioè: dal punto di vista idraulico, su di essa non vi sono prescrizioni ai fini del rilascio del titolo abilitativo all'attività edilizia.

Con tutto ciò si conferma alla previsione di variante richiesta, cioè al semplice aumento di SUL all'interno dell'edificio concessionato per un massimo di 20 m<sup>2</sup> la stessa classe di fattibilità già individuata dal vigente Regolamento Urbanistico visibile nell'estratto sotto riportato e cioè:

Fattibilità idraulica F1

Fattibilità sismica F2

Fattibilità geologica F2.



**Fattibilità**

② Numero scheda

	Aspetti geologici	Aspetti sismici	Aspetti idraulici
<i>Fattibilità senza particolari limitazioni</i>	F1	F1	F1
<i>Fattibilità con normali vincoli</i>	F2	F2	F2
<i>Fattibilità condizionata</i>	F3	F3	F3
<i>Fattibilità limitata</i>	F4	F4	F4

Allegati.

Scheda n°13 del Regolamento Urbanistico in vigore

Scheda n°13 del Regolamento Urbanistico variata

Scheda n° 13 del Regolamento Urbanistico sovrapposto

Relazioni geologico-tecniche del Dott. Geol. A. Piazzini

Scheda Vigente

<b>INTERVENTO – Via Poggio Tesoro</b>	<b>LOCALITA': Consuma</b>
<b>SCHEDA DI FATTIBILITA' n°: 13</b> Tavola di fattibilità 2 in scala 1:2.000	<b>UTILIZZAZIONI COMPATIBILI:</b> Zona B2 - residenziale
<b>CATEGORIA DI INTERVENTO / STRUMENTO DI ATTUAZIONE:</b> Attuazione mediante intervento diretto con possibilità edificatoria di 100 mq di S.U.L. .	
<b>GEOLOGIA E LITOLOGIA:</b> Nell'area si rinviene la presenza della formazione delle Arenarie di Monte Cervarola in facies marnoso, siltitico, argillitica (FAL4) con assetto giaciturale a traverpoggio/reggipoggio ed inclinazione media degli strati di 20° verso nord est.	
<b>GEOMORFOLOGIA:</b> l'area non presenta particolarità di carattere geomorfologico.	
<b>PENDENZE:</b> la zona presenta acclività comprese fra 10% e 15% (classe 3).	
<b>CONSIDERAZIONI di CARATTERE IDROGEOLOGICO:</b>	
<b>CONTESTO IDRAULICO:</b>	
<b>PERICOLOSITA' GEOLOGICA:</b> classe G.2 in funzione del rapporto litologia/pendenze.	
<b>PERICOLOSITA' SISMICA:</b> Al comparto è stata attribuita classe di pericolosità sismica S.2 (zona con presenza di coperture fino a 4 metri su substrato stratificato non rigido e fratturato).	
<b>PERICOLOSITA' IDRAULICA:</b> Il comparto ricade in classe I.1.	
<b>SALVAGUARDIE DISPOSTE DALL'AUTORITA' DI BACINO DEL FIUME ARNO:</b>	
<b>FATTIBILITA':</b> Si assegnano classi di fattibilità idraulica F1, sismica e geologica F2 (vedi prescrizioni).	
<b>PRESCRIZIONI:</b> La progettazione dell'intervento dovrà essere supportata da esaustive indagini geognostiche e sismiche, definite ai sensi del Regolamento Regionale n. 36/R, al fine di poter definire la caratterizzazione geotecnica dei terreni al fine di svolgere le opportune verifiche di stabilità del versante allo stato attuale e di quello di progetto da cui derivare o meno valutazioni in merito alla previsione di opere di presidio. Tale supporto geologico alla progettazione dell'intervento dovrà essere completato dalle indicazioni in merito alle opportune scelte fondazionali e puntuali valutazioni sui cedimenti in ottemperanza ai disposti del D.M. 14.1.2008_N.T.C..	

Scheda Variata

<b>INTERVENTO – Via Poggio Tesoro</b>	<b>LOCALITA': Consuma</b>
<b>SCHEDA DI FATTIBILITA' n°: 13</b> Tavola di fattibilità 2 in scala 1:2.000	<b>UTILIZZAZIONI COMPATIBILI:</b> Zona B2 - residenziale
<b>CATEGORIA DI INTERVENTO / STRUMENTO DI ATTUAZIONE:</b> Attuazione mediante intervento diretto con possibilità edificatoria di 120 mq di S.U.L. .	
<b>GEOLOGIA E LITOLOGIA:</b> Nell'area si rinviene la presenza della formazione delle Arenarie di Monte Cervarola in facies marnoso, siltitico, argillitica (FAL4) con assetto giaciturale a traversopoggio/reggipoggio ed inclinazione media degli strati di 20° verso nord est.	
<b>GEOMORFOLOGIA:</b> l'area non presenta particolarità di carattere geomorfologico.	
<b>PENDENZE:</b> la zona presenta acclività comprese fra 10% e 15% (classe 3).	
<b>CONSIDERAZIONI di CARATTERE IDROGEOLOGICO:</b>	
<b>CONTESTO IDRAULICO:</b>	
<b>PERICOLOSITA' GEOLOGICA:</b> classe G.2 in funzione del rapporto litologia/pendenze.	
<b>PERICOLOSITA' SISMICA:</b> Al comparto è stata attribuita classe di pericolosità sismica S.2 (zona con presenza di coperture fino a 4 metri su substrato stratificato non rigido e fratturato).	
<b>PERICOLOSITA' IDRAULICA:</b> Il comparto ricade in classe I.1.	
<b>SALVAGUARDIE DISPOSTE DALL'AUTORITA' DI BACINO DEL FIUME ARNO:</b>	
<b>FATTIBILITA':</b> Si assegnano classi di fattibilità idraulica F1, sismica e geologica F2 (vedi prescrizioni).	
<b>PRESCRIZIONI:</b> La progettazione dell'intervento dovrà essere supportata da esaustive indagini geognostiche e sismiche, definite ai sensi del Regolamento Regionale n. 36/R, al fine di poter definire la caratterizzazione geotecnica dei terreni al fine di svolgere le opportune verifiche di stabilità del versante allo stato attuale e di quello di progetto da cui derivare o meno valutazioni in merito alla previsione di opere di presidio. Tale supporto geologico alla progettazione dell'intervento dovrà essere completato dalle indicazioni in merito alle opportune scelte fondazionali e puntuali valutazioni sui cedimenti in ottemperanza ai disposti del D.M. 14.1.2008_N.T.C..	

Scheda Sovrapposto

<b>INTERVENTO – Via Poggio Tesoro</b>	<b>LOCALITA': Consuma</b>
<b>SCHEDA DI FATTIBILITA' n°: 13</b> Tavola di fattibilità 2 in scala 1:2.000	<b>UTILIZZAZIONI COMPATIBILI:</b> Zona B2 - residenziale
<b>CATEGORIA DI INTERVENTO / STRUMENTO DI ATTUAZIONE:</b> Attuazione mediante intervento diretto con possibilità edificatoria di <del>100</del> 120 mq di S.U.L. .	
<b>GEOLOGIA E LITOLOGIA:</b> Nell'area si rinviene la presenza della formazione delle Arenarie di Monte Cervarola in facies marnoso, siltitico, argillitica (FAL4) con assetto giaciturale a traverspoggio/reggipoggio ed inclinazione media degli strati di 20° verso nord est.	
<b>GEOMORFOLOGIA:</b> l'area non presenta particolarità di carattere geomorfologico.	
<b>PENDENZE:</b> la zona presenta acclività comprese fra 10% e 15% (classe 3).	
<b>CONSIDERAZIONI di CARATTERE IDROGEOLOGICO:</b>	
<b>CONTESTO IDRAULICO:</b>	
<b>PERICOLOSITA' GEOLOGICA:</b> classe G.2 in funzione del rapporto litologia/pendenze.	
<b>PERICOLOSITA' SISMICA:</b> Al comparto è stata attribuita classe di pericolosità sismica S.2 (zona con presenza di coperture fino a 4 metri su substrato stratificato non rigido e fratturato).	
<b>PERICOLOSITA' IDRAULICA:</b> Il comparto ricade in classe I.1.	
<b>SALVAGUARDIE DISPOSTE DALL'AUTORITA' DI BACINO DEL FIUME ARNO:</b>	
<b>FATTIBILITA':</b> Si assegnano classi di fattibilità idraulica F1, sismica e geologica F2 (vedi prescrizioni).	
<b>PRESCRIZIONI:</b> La progettazione dell'intervento dovrà essere supportata da esaustive indagini geognostiche e sismiche, definite ai sensi del Regolamento Regionale n. 36/R, al fine di poter definire la caratterizzazione geotecnica dei terreni al fine di svolgere le opportune verifiche di stabilità del versante allo stato attuale e di quello di progetto da cui derivare o meno valutazioni in merito alla previsione di opere di presidio. Tale supporto geologico alla progettazione dell'intervento dovrà essere completato dalle indicazioni in merito alle opportune scelte fondazionali e puntuali valutazioni sui cedimenti in ottemperanza ai disposti del D.M. 14.1.2008_N.T.C..	

# COMUNE DI PELAGO

**Proprietà: Sig. Alberto Fagorzi**

*Progetto per la realizzazione di un fabbricato per  
civile abitazione in località Consuma*

In questo documento sono contenute le seguenti relazioni:

**RELAZIONE GEOLOGICA**

**E**

**RELAZIONE SULLA MODELLAZIONE SISMICA**

---

**RELAZIONE GEOTECNICA**

**Consulenza:  
Dott. geol. Alessandro Piazzini**

**Luglio 2012**

# COMUNE DI PELAGO

**Proprietà: Sig. Alberto Fagorzi**

***Progetto per la realizzazione di un fabbricato per  
civile abitazione in località Consuma***

**In questo documento sono contenute le seguenti relazioni:**

**RELAZIONE GEOLOGICA**

**E**

**RELAZIONE SULLA MODELLAZIONE SISMICA**

**Consulenza:**

**Dott. geol. Alessandro Piazzini**

**Luglio 2012**

## **NORMATIVE DI RIFERIMENTO**

- Legge nr. 1086 del 05/11/1971.

Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.

- Legge nr. 64 del 02/02/1974.

Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.

- D.M. LL.PP. del 11/03/1988.

Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.

- D.M. LL.PP. del 14/02/1992.

Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.

- D.M. 9 Gennaio 1996

Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche

- D.M. 16 Gennaio 1996

Norme Tecniche relative ai 'Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi'

- D.M. 16 Gennaio 1996

Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche

- Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C.

Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996

- Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG.

Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996.

- Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20.3.2003

- Eurocodice 7

Progettazione geotecnica – Parte 1 :Regole generali

- Eurocodice 8

Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture – Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnica.

- D.M. 14.01.2008

Norme Tecniche per le Costruzioni

- Circolare n. 617/2009 CSLP

Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14.01.2008

- D.P.G.R.T. n. 36/R/2009

Regolamento di attuazione dell'articolo 117, commi 1 e 2 della legge regionale 3 gennaio 2005 n.1.

- D.P.G.R. 8.08.2003 N. 48/R.

Regolamento forestale della Toscana.

Il progetto consiste nella costruzione di un edificio per civile abitazione in località Consuma. Si sono, pertanto, raccolti i dati del Piano Strutturale e si sono realizzate una prova penetrometrica dinamica ed una MASW. L'area è soggetta al Vincolo Idrogeologico.

## 1. GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

La geologia dell'area è caratterizzata dall'**Unità del Cervarola – Falterona**.

Nell'Unità del Cervarola - Falterona si distinguono due successioni torbiditiche rappresentate inferiormente dalle **Arenarie del Falterona - Pratomagno** (affioramenti tipici nell'area del Pratomagno indicati come "Macigno" nei Fogli al 100.000 della Carta Geologica d'Italia, (1969) e da Bortolotti et alii, (1970), e come Cervarola - Complesso A in Guenther & Reutter (1985)) passanti con gradualità alle **Arenarie del Cervarola** (affioramenti tipici tra il Pratomagno ed il Falterona), note anche come "Macigno B", Macigno del Mugello, Formazione di Londa (Signorini, 1936 e Carta Geologica d'Italia, 1969).

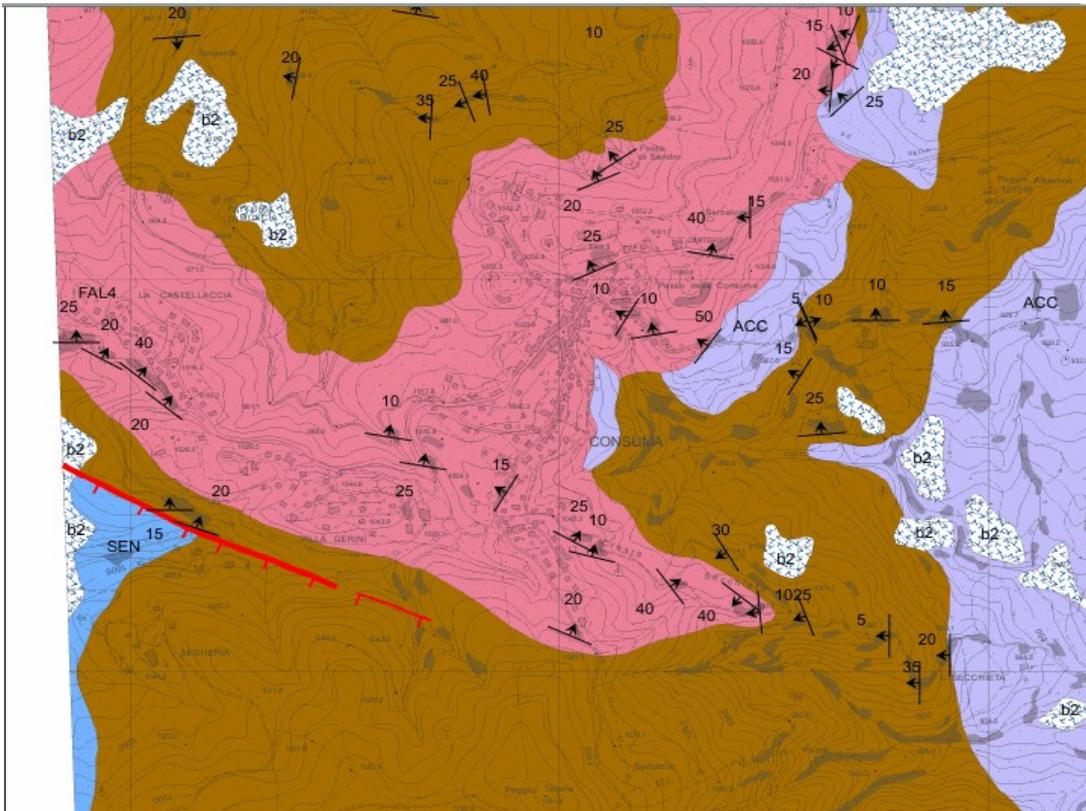
**Arenarie del Pratomagno - (aP)**. Si tratta di un flysch arenaceo composto da arenarie gradate con strutture sedimentarie caratteristiche dei depositi di torbida, da siltiti ed argilliti. Dal punto di vista petrografico si tratta di un'arenaria quarzoso-feldspatico-micacea (greywackes) con frammenti di rocce metamorfiche (micascisti) e poco cemento carbonatico (Cipriani & Malesani, 1963). Raramente si trovano strati marnosi e calcarenitici. Da quanto osservato durante i sopralluoghi tale formazione presenta tre facies principali:

- una facies composta da strati sottili di **arenarie molto fini e siltiti** che mostrano gradazione e laminazione parallela e/o convoluta, alternati con argilliti;
- una facies composta da strati di **arenaria medio - fine**, gradata, di spessore variabile (generalmente metrico), intervallati da straterelli argillitici;
- una facies costituita da strati spessi anche eccezionalmente (da 2 a 10 m.) di **arenarie gradate medio - grossolane** con tendenza a diventare addirittura conglomeratiche alla base dello strato. Questi strati sono intervallati da argilliti di piccolo spessore e del tutto subordinati al tipo litologico precedente.

L'età è Oligocene Medio Superiore - Aquitaniano.

Questa è la formazione che interessa l'area di competenza.

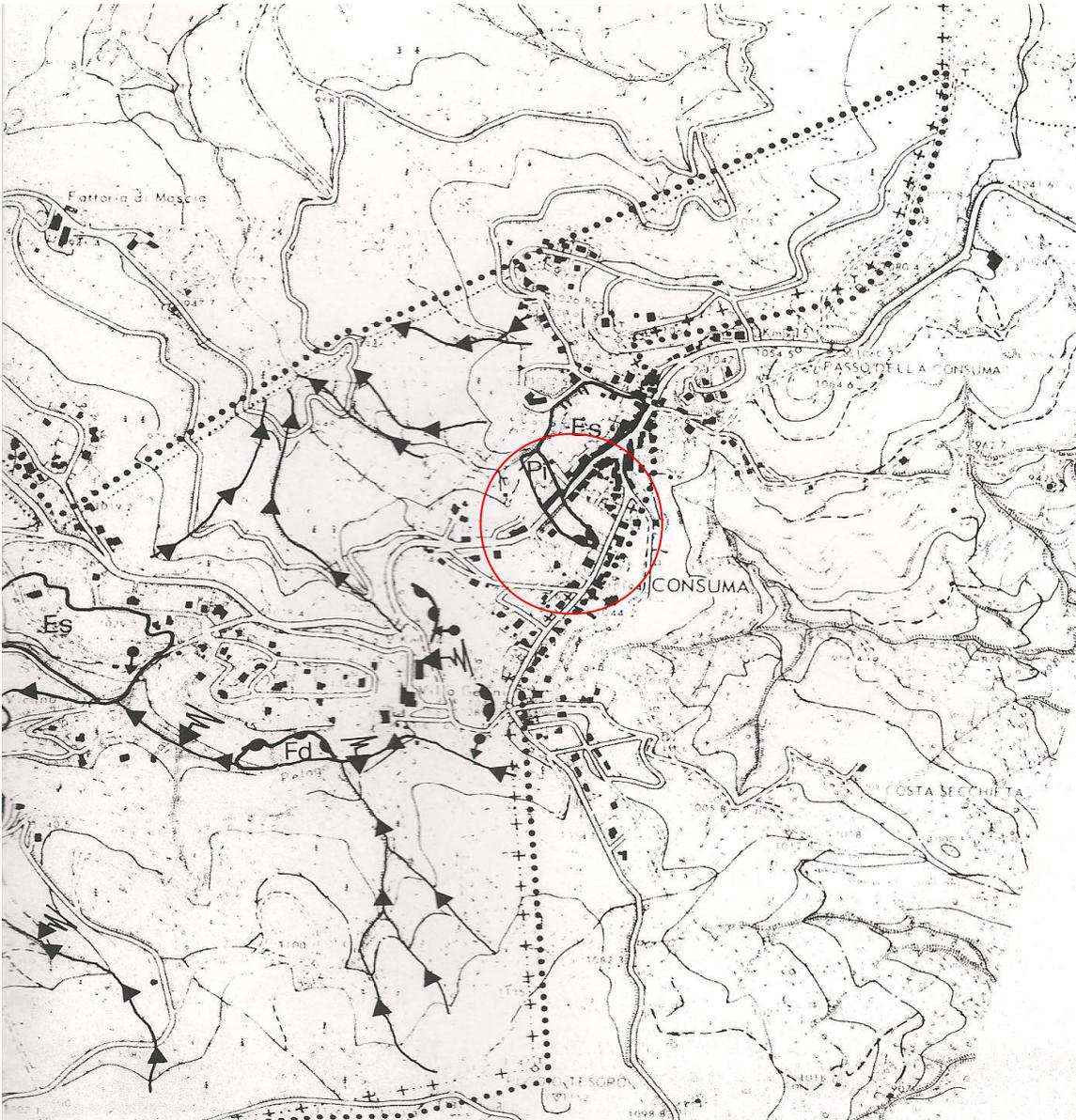
# Carta Geologica



## Legenda

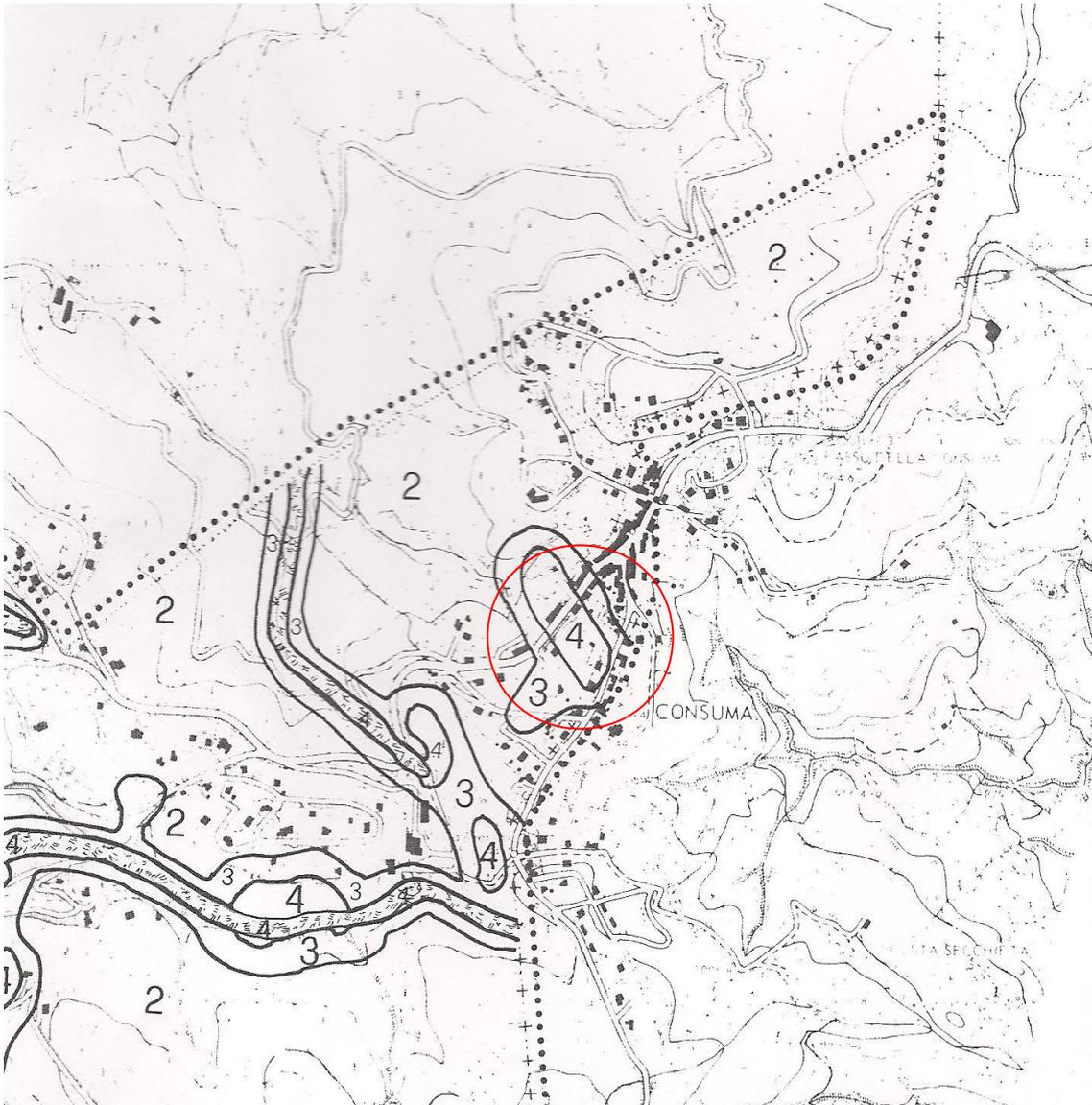
Unità Tettoniche Sub-Liguri	
<b>SEN</b>	Arenarie di Monte Senario -arenarie quarzoso feldspatiche, in strati o banchi, da fini a grossolane, con scarso contenuto di detrito vulcanico . Rare intercalazioni di sottili strati di peliti grigio scure. (Eocene medio-Oligocene)
<b>SNE</b>	Breccie di Monte Senario- argilliti nerastre con strati di calcari, calcareniti e arenarie calcaree gradate. La formazione si presenta spesso in facies di melange. (Cretaceo sup.-Eocene medio?)
<b>ACC</b>	Formazione della Consuma- Argilliti argilliti marnose grigio scuro o ocra con intercalazioni di calcari micritici cor avana, calcareniti grigio scure fini e finissime da sottili a molto spesse. (Eocene medio)
Unità Cervarola-Falterona	
<b>FAL2</b>	Membro di Camaldoli -arenarie torbiditiche quarzoso feldspatiche con grana da media a grossolana, di colore grigio-verdastre. Locali intercalazioni di peliti siltose grigie. (Oligocene medio-sup.- Miocene inf.)
<b>FAL3</b>	Membro di Montalto - Arenarie a granulometria per lo più media e medio-grossolana in strati da decimetri fino a qualche metro e con intercalazioni centimetriche-decimetriche di peliti siltose alternate a pacchi metrici di strati sottili di arenarie fini e silti. Almeno il 50% degli strati torbiditici silicoclastici presenta Ta-c compreso tra il 30% e 70% dello spessore totale. Sono presenti intercalazioni lenticolari di Caotico (c).
<b>FAL3a</b>	FAL3a - Litofacies caratterizzata da marne e marne siltose, ocracee o grigio chiare, talora con un intenso clivaggio che avviluppa litoidi da centimetraci a decimetrici, prevalentemente calcarei o arenacei, che possono essere anche molto abbondanti.
<b>FAL4a</b>	Marne di Galiga (FAL4a) - Marne, areniti finissime e marne silicizzate con selce di colore grigio. Tali litologie sono intercalate all'interno delle Arenarie del M. Falterona. (Miocene inf.)
<b>FAL4</b>	Membro Lonnano (FAL 4) - Torbiditi arenaceo pelitiche con tendenza ad aumentare verso il basso, in strati da sottili a spessi. La granulometria varia da fine a grossolana al variare dello spessore degli strati. Il massimo spessore affiorante è di circa 300 metri. (Miocene inf.)
<b>FAL5</b>	Membro di Fosso delle Valli (FAL 5) - Marne grigio verdastre a stratificazione sottile e non sempre evidente con rare e sottili intercalazioni di areniti verdastre. (Miocene inf.)

L'area nel Piano Strutturale è classificata in **Pericolosità Geomorfológica 4**. Infatti, si è rilevata la presenza di un corpo di frana quiescente al piede dell'area di interesse.



Carta Geomorfológica (da Strumento Urbanistico)

PI corpo di frana quiescente



Pericolosità Geomorfológica (da Strumento Urbanistico)

## 2. MODELLAZIONE GEOLOGICA E VALORI NOMINALI

La successione che si rinviene nell'area è stata desunta, come detto in precedenza, dai dati del Piano Strutturale e da una prova penetrometrica dinamica. Un aiuto qualitativo sotto il profilo interpretativo è stato fornito dalla prova MASW, anche se mirata alla definizione della Vs30.

Dopo 3,0m di coltre si rinviene il substrato fratturato.

Talora si rinviene acqua a contatto tra la coltre ed il substrato.

I parametri sono desunti dalla letteratura e modulati da quelli ricavati dalla penetrometria realizzata nell'area di sedime.

La successione che si rinviene è costituita da due livelli:

- a. **coltre di copertura**; spessore da 1 a 3 m; costituita da materiali lapidei in matrice limoso-argillosa. La coltre risulta debolmente cementata.

### Parametri nominali o sperimentali

Peso di volume	$\gamma = 21 \text{ kN/mc}$
Peso di volume saturo	$\gamma_{\text{sat}} = 23 \text{ kN/mc}$
Resistenza al taglio drenata	$C' = 1 \text{ kPa}; \phi' = 20^\circ$
Modulo di deformazione	$E_{\text{ed}} = 6,0 \text{ MPa}$

- b. substrato roccioso**, Arenarie gradate con strutture sedimentarie caratteristiche dei depositi di torbida, da siltiti ed argilliti.

#### **Parametri nominali o sperimentali**

Peso di volume	$\gamma = 22 \text{ kN/mc}$
Coesione	$C_k = 40 \text{ kPa}$
Angolo di attrito	$\phi' = 35^\circ$
Modulo elastico	$E' = 150 \text{ MPa}$
Modulo edometrico	$E_d = 160 \text{ MPa}$

Talora si rinviene acqua di infiltrazione superficiale al contatto tra la coltre ed il substrato.

### **3. MODELLAZIONE SISMICA DEL SITO DI COSTRUZIONE (ξ3.2 NTC e C.3.2)**

Il **rischio sismico** nella accezione corrente rappresenta il probabile danno che un determinato sito può subire in occasione di un sisma. In maniera analitica può essere espresso come il prodotto della pericolosità sismica, della vulnerabilità sismica e della quantificazione economica delle realtà danneggiate. La **pericolosità sismica** può essere direttamente riferita alla vibrazione che un sito può subire durante un sisma, mentre la **vulnerabilità** definisce lo stato di conservazione del patrimonio edilizio e delle strutture sociali potenzialmente rese inattive dal sisma. Il parametro relativo alla **quantificazione economica** delle realtà danneggiate è di difficilissima valutazione poiché comprende, oltre a edifici, strutture produttive ed infrastrutture, anche vite umane e beni artistici e culturali.

La *valutazione del rischio sismico*, in aree ad estensione regionale, viene effettuata mediante la **macrozonazione sismica**, definita come l'individuazione di aree che possano essere soggette, in un dato intervallo di tempo, ad un terremoto di una certa intensità.

All'interno di queste aree si possono valutare, con maggior dettaglio, le differenze di intensità massima dovute a differenti situazioni geologiche locali attraverso procedure il cui insieme costituisce la **microzonazione sismica**. Infatti l'esame della distribuzione dei danni prodotti da un terremoto nello stesso territorio dimostra che le azioni sismiche possono assumere anche a distanze di poche decine di metri caratteristiche differenti in funzione delle diverse condizioni locali (morfologia superficiale, morfologia del substrato roccioso sepolto, presenza e profondità della falda freatica, costituzione e proprietà del sottosuolo, presenza di faglie, etc.).

La microzonazione sismica mira ad individuare gli strumenti necessari a prevedere e a mitigare gli effetti sismici in una zona di dimensioni urbane, tramite opportuni criteri d'uso del territorio.

Le indagini per la *valutazione del rischio sismico* sono, pertanto, suddivise in due fasi.

#### ***Macrozonazione sismica***

Fornisce un quadro generale del potenziale sismico e quindi della pericolosità sismica di una regione, con l'individuazione delle aree sismiche e di quelle non soggette a sisma.

Nell'ambito dell'Ordinanza P.C.M. n. 3274/03 si sono individuate 4 zone, delle quali le prime tre coincidono con quelle (Categorie) individuate dalla L.n.64/74 e successivi D.M. ad essa collegati,

mentre la quarta è di nuova costituzione. In quest'ultima zona le regioni possono imporre l'obbligo della progettazione antisismica e stabilire norme e criteri specifici.

Sulla scorta di questa nuova classificazione il territorio del Comune di Pelago è inserito in **Zona 2** con i seguenti parametri :

zona	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme Tecniche) (ag/g)
2	<b>0,25</b>

La OPCM n. 3519 del 28 aprile 2006 disciplina i criteri alla base degli studi per la definizione della pericolosità sismica utili alla riclassificazione sismica del territorio nazionale, ma definisce anche con :

-la lett. g) la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle zone sismiche che dovranno prevedere:

- 1) la discretizzazione dell'elaborato di riferimento rispetto ai confini dei comuni. E' opportuno a tale proposito che il passaggio fra zone sismiche territorialmente contigue sia definito in termini gradualità, sia all'interno di ciascuna regione che al confine di regioni diverse.
- 2) la definizione di eventuali sottozone nell'ambito di uno stesso comune e secondo quanto previsto alla lett. a) per descrivere meglio l'azione sismica, soprattutto in relazione alle esigenze di valutazione e di recupero degli edifici esistenti.

-la lett. c) - sulla base della valutazione di *ag* l'assegnazione di un territorio ad una delle zone sismiche potrà avvenire, secondo la tab. di cui alla lett. a), con la tolleranza di 0,025 *ag*.

La Regione Toscana con D.G.R. n. 431 del 19.06.2006 ha proposto la riclassificazione sismica regionale, mantenendo in via preliminare un atteggiamento di cautela soprattutto nelle situazioni che potrebbero comportare una declassificazione dei comuni dalla zona a media sismicità alla zona a bassa sismicità (da zona 2 a zona 3).

A tal proposito ha ritenuto opportuno, nel processo di declassificazione dei comuni, mantenere lo stesso livello di protezione assicurato dalle azioni sismiche della zona 2, provvedendo di conseguenza all'individuazione di una zona **3S**. Pertanto, il territorio comunale di Pelago è inserito in **zona 3S, mantenendo lo stesso livello di protezione della zona 2.**

### ***Microzonazione sismica***

Individua le risposte sismiche locali nell'ambito di una zona dell'ordine di grandezza di un comune o di una città metropolitana, fornendo informazioni di dettaglio relative agli effetti locali, ottimizzando quindi i dati rilevati tramite la macrozonazione.

Compito precipuo della microzonazione è quello di individuare terreni dinamicamente instabili e stimare le accelerazioni che si possono verificare in terreni dinamicamente stabili, poiché condizioni geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche particolari possono determinare variazioni nella risposta sismica locale e di conseguenza sulla pericolosità del sito.

### ***Nuovi criteri per la pericolosità sismica e la classificazione sismica del territorio nazionale (Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - voto n. 36 del 27.07.2007)***

L'azione sismica di progetto in base alla quale valutare il rispetto dei diversi *stati limite* presi in considerazione viene definita partendo dalla "**pericolosità di base**" del sito di costruzione, che è l'elemento essenziale di conoscenza per la determinazione dell'azione sismica.

La pericolosità sismica è intesa come accelerazione massima orizzontale **ag** in condizioni di campo libero su suolo rigido ( $V_{s30} > 800$  m/s), con superficie topografica orizzontale (di categoria di sottosuolo **A**; NTC, § 3.2.2), ma è definita anche in termini di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente **Se (T)**, con riferimento a prefissate probabilità di

eccedenza nel periodo di riferimento  $P_{VR}$ , come definite nelle NTC nel periodo di riferimento  $V_R$ . In alternativa è consentito l'uso di accelerogrammi, purchè congruenti con la **pericolosità sismica del sito**.

Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008, infatti, la stima della pericolosità sismica viene definita mediante un approccio "**sito dipendente**" e non più tramite un criterio "**zona dipendente**". La classificazione sismica del territorio, quindi, è scollegata dalla determinazione dell'azione sismica di progetto, mentre rimane il riferimento per la trattazione di problematiche tecnico-amministrative connesse con la stima della pericolosità sismica.

Pertanto (secondo quanto riportato nell'allegato A del D.M. 14 gennaio 2008) la stima dei parametri spettrali necessari per la definizione dell'azione sismica di progetto viene effettuata calcolandoli direttamente per il sito in esame, utilizzando come riferimento le informazioni disponibili nel reticolo di riferimento (v. tabella 1 nell'Allegato B del D.M. 14 gennaio 2008).

Le forme spettrali vengono definite, per ciascuna delle probabilità di eccedenza nel periodo di riferimento  $P_{VR}$ , partendo dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

**ag** accelerazione orizzontale massima al sito;

**Fo** valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale

**T\*C** periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

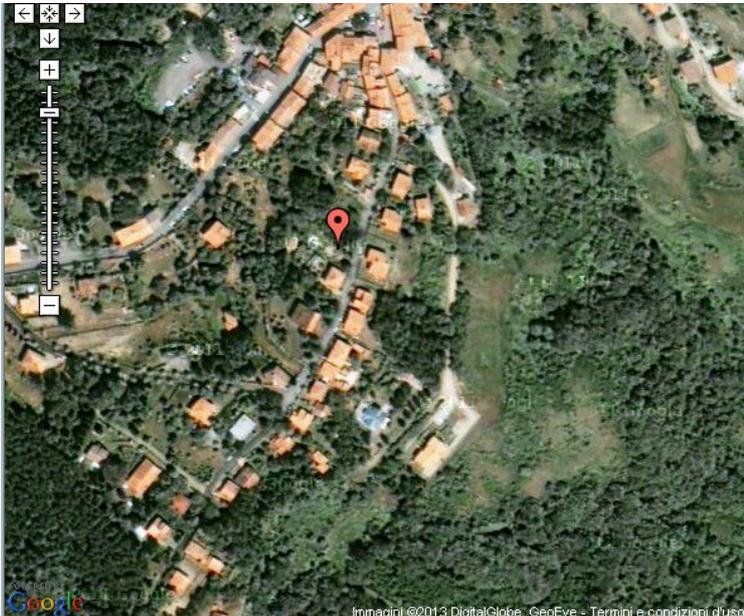
#### **Analisi del terreno:**

La caratterizzazione geofisica e geotecnica del profilo stratigrafico del suolo di fondazione è stata individuata in relazione ai parametri di velocità delle onde di taglio mediate sui primi 30 metri di terreno (VS30) partendo dall'intradosso della fondazione e dalla congruenza con la descrizione stratigrafica della tab. 3.2.II delle NTC. La categoria di suolo di fondazione è **A**, con velocità pari a 994m/s (v. Rapporto tecnico indagine geofisica allegato).

Lo strutturista ha comunicato, per quanto concerne gli aspetti qui trattati, la Classe d'Uso II e la Vita Nominale = 50 anni.

## Parametri sismici

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii e fondazioni



Vita nominale (Vn): 50 [anni]  
Classe d'uso: II  
Coefficiente d'uso (Cu): 1  
Periodo di riferimento (Vr): 50 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLO: 30 [anni]  
Periodo di ritorno (Tr) SLD: 50 [anni]  
Periodo di ritorno (Tr) SLV: 475 [anni]  
Periodo di ritorno (Tr) SLC: 975 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Coordinate geografiche del punto

Latitudine (WGS84): 43.7797200 [°]  
Longitudine (WGS84): 11.5966500 [°]  
Latitudine (ED50): 43.7806700 [°]  
Longitudine (ED50): 11.5976300 [°]

Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito e valori della distanza rispetto al punto in esame

Punto	ID	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50) [°]	Distanza [m]
1	20063	43.768850	11.551700	3915.13
2	20064	43.769980	11.620880	2212.54
3	19842	43.819970	11.619370	4705.64
4	19841	43.818840	11.550090	5707.67

### Punto d'indagine

Stato limite	Tr	ag	F0	Tc*
	[anni]	[g]	[-]	[s]
SLO	30	0.057	2.497	0.260
SLD	50	0.071	2.478	0.272
SLV	475	0.174	2.388	0.293
SLC	975	0.221	2.384	0.304

### PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO

Coefficiente di smorzamento viscoso  $\xi$ : 5%

Fattore di alterazione dello spettro elastico  $\eta=[10/(5+\xi)]^{(1/2)}$ : 1.000

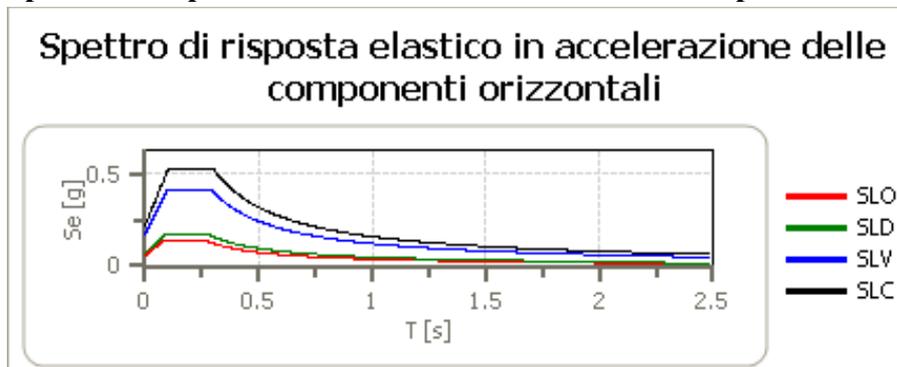
Categoria sottosuolo: A - Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi, caratterizzati da valori di  $V_s$  superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.

Categoria topografica: T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media minore o uguale a 15°

### Coefficienti sismici stabilità di pendii e fondazioni

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.011	0.014	0.047	0.066
kv	0.006	0.007	0.023	0.033
Amax [m/s <sup>2</sup> ]	0.557	0.697	1.705	2.165
Beta	0.200	0.200	0.270	0.300

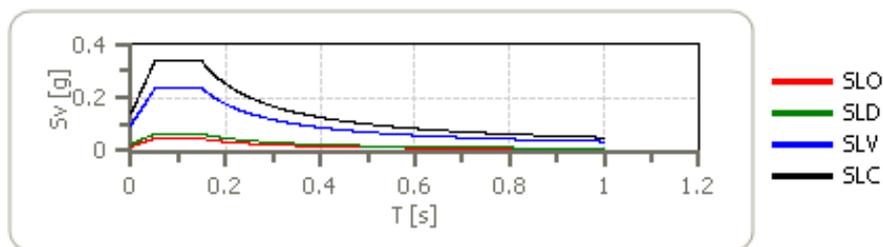
### Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali



Coefficiente di smorzamento viscoso  $\xi$ : 5%

Fattore di alterazione dello spettro elastico  $\eta=[10/(5+\xi)]^{(1/2)}$ : 1.000

### Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	$\eta$ [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(T B) [g]
SLO	1.0	0.057	2.497	0.260	1	1.000	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.018	0.046
SLD	1.0	0.071	2.478	0.272	1	1.000	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.026	0.063
SLV	1.0	0.174	2.388	0.293	1	1.000	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.098	0.234
SLC	1.0	0.221	2.384	0.304	1	1.000	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.140	0.334

#### 4. RISULTATI DELLE INDAGINI GEOLOGICHE AI FINI DEL VINCOLO IDROGEOLOGICO

Gli aspetti di *geologica applicata* e di *geotecnica* sono trattati in una specifica relazione, secondo quanto prescritto dal D.M. 14.01.08 richiamato anche nell'art.73 , comma 2., Sez. II del D.P.G.R. 8.08.2003 N. 48/R (che sostituisce il decaduto D.M. 11.3.88).

Si è ottemperato a quanto contenuto all'art. 74 del D.P.G.R. n. 48/R /03 relativamente alla *Regimazione delle acque* naturalmente in fase progettuale come indicato appresso:

- intercettando e conducendo le acque superficiali nella rete fognaria esistente durante l'esecuzione delle opere;
- non sono progettualmente previsti ostacoli al normale deflusso delle acque meteoriche che mediante zanelle e fossi verranno convogliate nella rete di smaltimento, evitando in tal modo ristagni ed erosioni; in particolare, le acque superficiali di ruscellamento provenienti da monte, come previsto dal comma 2 di questo art. 74, saranno intercettate mediante fossi di guardia ed allontanate razionalmente. La rete di scolo prevista ottempera pienamente al dettato dei vari commi dell'art.74. Il comma 4 non viene trattato poiché non vi sono previsioni progettuali in tal senso.

**L'art. 75** del D.P.G.R. n. 48/R /03 codifica le indagini geologiche che sono in ogni caso regolate da un decreto sovraordinato che è il D.M. LL.PP. 14.01.08.

**All'art. 76** commi 1 e 2 dovrà ottemperare il progettista, che dovrà seguire pedissequamente quanto in essi contenuto relativamente a scavi e riporti di terreno.

#### Verifiche di stabilità

L'area soggetta a fenomeni geomorfologici quiescenti interessanti i primi 3.0 m di terreno è posta subito a valle della zona di sedime della costruzione di progetto. Si è voluto effettuare una verifica di stabilità con pendio illimitato, assumendo condizioni più gravose rispetto a quelle reali per quanto concerne l'acclività.

I parametri caratteristici sono stati assunti dalla Relazione Geotecnica.

il coefficiente di sicurezza in termini di **sforzi efficaci** in condizioni:

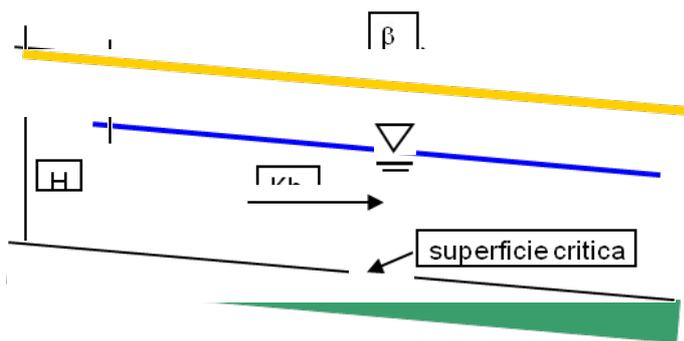
- **statiche**
- **sismiche** (accelerazione sismica solo nella direzione orizzontale)

può essere calcolato mediante le seguenti espressioni  
(vedi Lambe, Whitman [1968] e Hadj-Hamou, Kavazanjian [1985]):

$$F_s = \frac{c' + \gamma_t \cdot (1 - m \cdot \frac{\gamma_w}{\gamma_t}) \cdot z \cdot \cos^2 \beta \cdot \operatorname{tg} \phi'}{\gamma_t \cdot z \cdot \cos \beta \cdot \sin \beta}$$

$$e: F_s = \frac{c' + [\gamma_t \cdot z \cdot \cos \beta \cdot (\cos \beta - k_h \cdot \sin \beta - m \cdot \frac{\gamma_w}{\gamma_t} \cdot \cos \beta) - \Delta u] \cdot \operatorname{tg} \phi'}{\gamma_t \cdot z \cdot \cos \beta \cdot (\sin \beta + k_h \cdot \cos \beta)}$$

- c' intercetta di coesione apparente (FL<sup>-2</sup>)
- φ' angolo di resistenza al taglio (°)
- γ<sub>t</sub> peso di volume unitario umido del terreno (FL<sup>-3</sup>)
- z spessore dello strato di terreno (L)
- β pendenza media sull'orizzontale del pendio (°)
- γ<sub>w</sub> peso di volume unitario dell'acqua (FL<sup>-3</sup>)
- m (z-h<sub>w</sub>)/z (-)
- h<sub>w</sub> quota della falda rispetto al piano campagna (L)
- Δu sovrappressione interstiziale indotta dal sisma (FL<sup>-2</sup>)
- k<sub>h</sub> a<sub>h</sub>/g=coefficiente sismico orizzontale (-)
- a<sub>h</sub> accelerazione orizzontale (LT<sup>-2</sup>)
- g accelerazione di gravità (LT<sup>-2</sup>)



## DATI DI INGRESSO

---

$\gamma_w$ peso di volume acqua	<u>10.0</u>	(kN/m <sup>3</sup> )
$\gamma_t$ peso di volume terreno	<u>21.0</u>	(kN/m <sup>3</sup> )
$H_w$ profondità falda da p.c.	<u>3.0</u>	(m)
$H$ spessore strato di terreno	<u>3.0</u>	(m)
$\beta$ pendenza pendio	<u>14.0</u>	(°)
$\phi^k$ angolo di attrito caratteristico	<u>16.7</u>	(°)
$c^k$ coesione drenata	<u>0.0</u>	(kPa)
$\Delta u$ sovrappressione interstiziale	<u>0.0</u>	(kPa)
$K_h$ coeff. sismico orizzontale	<u>0.05</u>	(-)

## RISULTATI

---

FS statico: 1.2

**FS sismico: 1.0**

In condizioni statiche, ma con parametri caratteristici di picco, si rilevano condizioni di equilibrio. In condizioni sismiche, invece, il Fattore di sicurezza è minore di 1,1. Pertanto, si è in presenza di un deficit di stabilità.

**Da detta verifica e dagli elementi geomorfologici raccolti appare evidente la necessità di materializzare al piede dell'area di interesse una paratia di presidio per scongiurare l'eventuale retrogressione del coronamento dell'area in condizione di quiescenza gravitativa. Questa notazione, vista anche la classe di pericolosità dell'area, assume valore prescrittivo.**

Sono fatti salvi in questa relazione gli aspetti relativi alle terre e rocce da scavo che esulano dalle competenze derivanti dall'incarico ricevuto e che saranno trattati da altri professionisti.

Si ritiene in conclusione che sotto il profilo del Vincolo Idrogeologico non si siano rilevate controindicazioni di alcun rilievo con l'applicazione degli elementi di riduzione del rischio suggeriti in questa sede.

Firenze, 16 Luglio 2012

Dott. geol. Alessandro Piazzini

# **COMUNE DI PELAGO**

**Sig. Alberto Fagorzi**

*Progetto per la realizzazione di un fabbricato per  
Civile abitazione in località Consuma*

## **RELAZIONE GEOTECNICA**

**Consulenza:**  
**Dott. geol. Alessandro Piazzini**

**Luglio 2012**

## **NORMATIVE DI RIFERIMENTO**

- Legge nr. 1086 del 05/11/1971.

Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.

- Legge nr. 64 del 02/02/1974.

Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.

- D.M. LL.PP. del 11/03/1988.

Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.

- D.M. LL.PP. del 14/02/1992.

Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.

- D.M. 9 Gennaio 1996

Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche

- D.M. 16 Gennaio 1996

Norme Tecniche relative ai 'Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi'

- D.M. 16 Gennaio 1996

Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche

- Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C.

Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996

- Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG.

Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996.

- Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20.3.2003

- Eurocodice 7

Progettazione geotecnica – Parte 1 :Regole generali

- Eurocodice 8

Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture – Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnica.

- D.M. 14.01.2008

Norme Tecniche per le Costruzioni

- Circolare n. 617/2009 CSLP

Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14.01.2008

- D.P.G.R.T. n. 36/R/2009

Regolamento di attuazione dell'articolo 117, commi 1 e 2 della legge regionale 3 gennaio 2005 n.1.

- D.P.G.R. 8.08.2003 N. 48/R.

Regolamento forestale della Toscana.

## 1. SINTESI DEL MODELLO GEOLOGICO

La geologia dell'area è caratterizzata dall'**Unità del Cervarola – Falterona**.

Nell'Unità del Cervarola - Falterona si distinguono due successioni torbiditiche rappresentate inferiormente dalle **Arenarie del Falterona** (affioramenti tipici nell'area del Pratomagno indicati come "Macigno" nei Fogli al 100.000 della Carta Geologica d'Italia, (1969) e da Bortolotti et alii, (1970), e come Cervarola - Complesso A in Guenther & Reutter (1985)) passanti con gradualità alle **Arenarie del Cervarola** (affioramenti tipici tra il Pratomagno ed il Falterona), note anche come "Macigno B", Macigno del Mugello, Formazione di Londa (Signorini, 1936 e Carta Geologica d'Italia, 1969).

**Arenarie del Falterona.** Si tratta di un flysch arenaceo composto da arenarie gradate con strutture sedimentarie caratteristiche dei depositi di torbida, da siltiti ed argilliti. Dal punto di vista petrografico si tratta di un'arenaria quarzoso-feldspatico-micacea (greywackes) con frammenti di rocce metamorfiche (micascisti) e poco cemento carbonatico (Cipriani & Malesani, 1963). Raramente si trovano strati marnosi e calcarenitici. Da quanto osservato durante i sopralluoghi tale formazione presenta tre facies principali:

- A) una facies composta da strati sottili di **arenarie molto fini e siltiti** che mostrano gradazione e laminazione parallela e/o convoluta, alternati con argilliti – **Membro di Lonnano (FAL4)**. Questa è la formazione che interessa l'area di competenza;
- B) una facies composta da strati di **arenaria medio - fine**, gradata, di spessore variabile (generalmente metrico), intervallati da straterelli argillitici – **Membro di Montalto (FAL3)**;
- C) una facies costituita da strati spessi anche eccezionalmente (da 2 a 10 m.) di **arenarie gradate medio - grossolane** con tendenza a diventare addirittura conglomeratiche alla base dello strato. Questi strati sono intervallati da argilliti di piccolo spessore e del tutto subordinati al tipo litologico precedente – **Membro di Camaldoli (FAL2)**.  
L'età è Oligocene Medio Superiore - Aquitaniano.

Questa è la formazione che interessa l'area di competenza.

Sotto il profilo geomorfologico si sono rilevate indicazioni relative ad una frana quiescente. Infatti l'area nel Piano Strutturale è inserita in Classe di pericolosità 4.

La successione che si rinviene nell'area è stata desunta dai dati del Piano Strutturale e da una prova penetrometrica dinamica. Un aiuto qualitativo sotto il profilo interpretativo è stato fornito dalla prova MASW, anche se mirata alla definizione della Vs30.

Dopo 3,0 m di coltre si rinviene il substrato fratturato. Talora si rinviene acqua a contatto tra la coltre ed il substrato.



## 2. SISMICITA'

La Regione Toscana con D.G.R. n. 431 del 19.06.2006 ha proposto la riclassificazione sismica regionale, mantenendo in via preliminare un atteggiamento di cautela soprattutto nelle situazioni che potrebbero comportare una declassificazione dei comuni dalla zona a media sismicità alla zona a bassa sismicità (da zona 2 a zona 3).

A tal proposito ha ritenuto opportuno, nel processo di declassificazione dei comuni, mantenere lo stesso livello di protezione assicurato dalle azioni sismiche della zona 2, provvedendo di conseguenza all'individuazione di una zona 3S. Pertanto, il territorio comunale di Pelago è inserito in **zona 3S, mantenendo lo stesso livello di protezione della zona 2.**

### **Nuovi criteri per la pericolosità sismica e la classificazione sismica del territorio nazionale (Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici- voto n. 36 del 27.07.2007)**

L'azione sismica di progetto in base alla quale valutare il rispetto dei diversi *stati limite* presi in considerazione viene definita partendo dalla "**pericolosità di base**" del sito di costruzione, che è l'elemento essenziale di conoscenza per la determinazione dell'azione sismica.

La pericolosità sismica è intesa come accelerazione massima orizzontale **ag** in condizioni di campo libero su suolo rigido ( $V_{s30} > 800$  m/s), con superficie topografica orizzontale (di categoria di sottosuolo **A**; NTC, § 3.2.2), ma è definita anche in termini di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente **Se (T)**, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza nel periodo di riferimento **PVR**, come definite nelle NTC nel periodo di riferimento **VR**. In alternativa è consentito l'uso di accelerogrammi, purché congruenti con la **pericolosità sismica del sito.**

Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008, infatti, la stima della pericolosità sismica viene definita mediante un approccio "**sito dipendente**" e non più tramite un criterio "**zona dipendente**". La classificazione sismica del territorio, quindi, è scollegata dalla determinazione dell'azione sismica di progetto, mentre rimane il riferimento per la trattazione di problematiche tecnico-amministrative connesse con la stima della pericolosità sismica.

Pertanto (secondo quanto riportato nell'allegato A del D.M. 14 gennaio 2008) la stima dei parametri spettrali necessari per la definizione dell'azione sismica di progetto viene effettuata calcolandoli direttamente per il sito in esame, utilizzando come riferimento le informazioni disponibili nel reticolo di riferimento (v. tabella 1 nell'Allegato B dl D.M. 14 gennaio 2008).

Le forme spettrali vengono definite, per ciascuna delle probabilità di eccedenza nel periodo di riferimento  $P_{VR}$ , partendo dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

**ag** accelerazione orizzontale massima al sito;

**Fo** valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale

**T\*C** periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

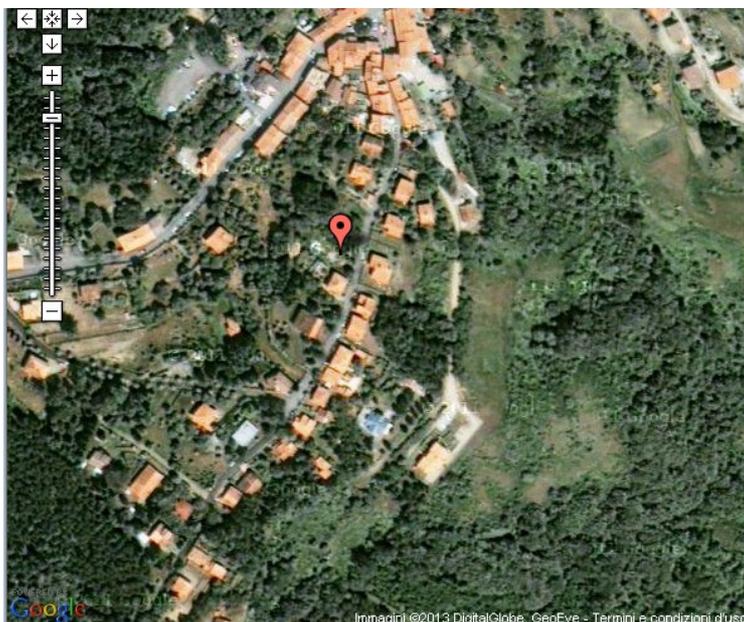
### **Analisi del terreno:**

La caratterizzazione geofisica e geotecnica del profilo stratigrafico del suolo di fondazione è stata individuata in relazione ai parametri di velocità delle onde di taglio mediate sui primi 30 metri di terreno ( $V_{S30}$ ) partendo dall'intradosso della fondazione e dalla congruenza con la descrizione stratigrafica della tab. 3.2.II delle NTC. La categoria di suolo di fondazione è **A**, con velocità pari a 994m/s (v. Rapporto tecnico indagine geofisica allegato).

Lo strutturista ha comunicato, per quanto concerne gli aspetti qui trattati, la Classe d'Uso II e la Vita Nominale = 50 anni.

## Parametri sismici

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii e fondazioni



Sito in esame.

In ED50

latitudine: 43.7806700 [°]  
longitudine: 11.5976300 [°]  
Classe: II  
Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 20063	Lat: 43,7689Lon: 11,5517	Distanza: 3900,340
Sito 2 ID: 20064	Lat: 43,7700Lon: 11,6209	Distanza: 2345,554
Sito 3 ID: 19842	Lat: 43,8200Lon: 11,6194	Distanza: 4603,923
Sito 4 ID: 19841	Lat: 43,8188Lon: 11,5501	Distanza: 5559,511

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: A  
Categoria topografica: T1  
Periodo di riferimento: 50anni  
Coefficiente cu: 1

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %  
Tr: 30 [anni]  
ag: 0,058 g  
Fo: 2,497  
Tc\*: 0,260 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %

Tr: 50 [anni]  
ag: 0,073 g  
Fo: 2,478  
Tc\*: 0,272 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %  
Tr: 475 [anni]  
ag: 0,177 g  
Fo: 2,388  
Tc\*: 0,293 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %  
Tr: 975 [anni]  
ag: 0,225 g  
Fo: 2,384  
Tc\*: 0,304 [s]

Coefficienti Sismici

SLO:

Ss: 1,000  
Cc: 1,000  
St: 1,000  
Kh: 0,012  
Kv: 0,006  
Amax: 0,569  
Beta: 0,200

SLD:

Ss: 1,000  
Cc: 1,000  
St: 1,000  
Kh: 0,015  
Kv: 0,007  
Amax: 0,711  
Beta: 0,200

SLV:

Ss: 1,000  
Cc: 1,000  
St: 1,000  
Kh: 0,048  
Kv: 0,024  
Amax: 1,739  
Beta: 0,270

SLC:

Ss: 1,000  
Cc: 1,000  
St: 1,000  
Kh: 0,068  
Kv: 0,034  
Amax: 2,209

Beta: 0,300

Le coordinate sono espresse in ED50

### 3. MODELLO GEOTECNICO

I parametri sono ricavati dalla letteratura e rimodulati con quelli ricavati dalle n. 3 prove penetrometriche realizzate nell'area di sedime.

La successione che si rinviene è costituita da due livelli:

**Livello A- coltre di copertura;** spessore da 1 a 3 m; costituita da materiali lapidei in matrice limoso-argillosa. La coltre risulta debolmente cementata.

#### Parametri nominali o sperimentali

Peso di volume	$\gamma = 21 \text{ kN/mc}$
Peso di volume saturo	$\gamma_{\text{sat}} = 23 \text{ kN/mc}$
Resistenza al taglio drenata	$C' = 1 \text{ KPa}; \phi' = 20^\circ$
Modulo di deformazione	$E_{\text{ed}} = 6,0 \text{ MPa}$

#### Parametri caratteristici

Si fa riferimento a grandi volumi di terreno (fondazioni) e si applica per l'angolo d'attrito la relazione

$$x_k = \bar{x} - 1.645 \left( \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \right)$$

Mentre per la coesione efficace  $c'$  e per la  $C_u$

$$L_{1-\alpha}(\bar{Y}, S^2) = \bar{Y} + \frac{S^2}{2} \pm z_{1-\alpha/2} * \sqrt{\frac{S^2}{n} + \frac{S^4}{2(n-1)}}$$

Con  $n > 1$ ; se  $n=1$ ,  $X_k = \text{inv.lognorm}(0.05, Y, S)$

**Resistenza al taglio drenata  $C'_k = 0,6 \text{ kPa}; \quad \phi'_k = 16,7^\circ$**

**Livello B- substrato roccioso,** Arenarie gradate con strutture sedimentarie caratteristiche dei depositi di torbida, da siltiti ed argilliti.

Peso di volume	$\gamma = 22 \text{ kN/mc}$
Coesione	$C_k = 40 \text{ kPa}$
Angolo di attrito	$\phi'_k = 35^\circ$
Modulo elastico	$E' = 15,0 \text{ MPa}$
Modulo edometrico	$E_d = 16,0 \text{ MPa}$

Talora si rinviene acqua di infiltrazione superficiale al contatto tra la coltre ed il substrato.

#### 4. VERIFICHE DELLA SICUREZZA E DELLE PRESTAZIONI

L'area presenta delle vulnerabilità di carattere geomorfologico subito al piede della zona di sedime. Al fine di evitare che possano verificarsi fenomeni retrogressivi con relativa migrazione del coronamento di frana a monte in direzione dell'opera di progetto, dovrà essere materializzata al piede di questa una paratia opportunamente dimensionata con funzione di "opera di presidio". Per le verifiche di stabilità si rimanda alla Relazione Geologica.

##### ***Combinazione delle azioni***

A1+M1+R1 Combinazione fondamentale statica SLU (STR)	4559,20
Combinazione quasi permanente SLE (cedimenti a lungo termine)	3384,00
Combinazione rara SLE	3384,00
Combinazione frequente SLE (cedimenti immediati)	3384,00
A2+M2+R2 Combinazione fondamentale statica SLU (GEO)	3624,00
SLO sisma –	
SLD sisma	3857,76
SLV sisma	4385,66
SLC sisma –	
Combinazione fondamentale statica SLU corpo rigido (EQU)	4042,40
Combinazione fondamentale statica SLU sollevamento (UPL)	4042,40
Combinazione fondamentale statica SLU sifonamento (HYD)	4559,20

##### **DATI GENERALI**

Azione sismica	NTC 2008
Larghezza fondazione	4.7 m
Lunghezza fondazione	8.0 m
Profondità piano di posa	3.0 m
Altezza di incastro	1.0 m
Inclinazione pendio	12.0 °
Profondità falda	3.0

##### **SISMA**

Accelerazione massima (ag/g)	0.213
Effetto sismico secondo	Paolucci e Pecker (1997)
Coefficiente sismico orizzontale	0.0511

##### **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:	B
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
----------------------	---------------------	---------------------------	-----------	--------------

	[anni]			
S.L.O.	30.0	0.57	2.5	0.26
S.L.D.	50.0	0.72	2.48	0.27
S.L.V.	475.0	1.74	2.39	0.29
S.L.C.	975.0	2.21	2.38	0.3

### Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.684	0.2	0.014	0.007
S.L.D.	0.864	0.2	0.0176	0.0088
S.L.V.	2.088	0.24	0.0511	0.0256
S.L.C.	2.6198	0.28	0.0748	0.0374

### 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 [kN/m <sup>3</sup> ]	Gams [kN/m <sup>3</sup> ]	Fi [°]	Fi Corr. [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	c Corr. [kN/m <sup>2</sup> ]	cu [kN/m <sup>2</sup> ]	Ey [kN/m <sup>2</sup> ]	Ed [kN/m <sup>2</sup> ]	Ni	Cv [cmq/s]	Cs
3.0	21.0	23.0	16.7	16.7	1.0	1.0	0.0	0.0	6000.0	0.0	0.0	0.0
30.0	22.0	23.0	35.0	35	40.0	40.0	0.0	0.0	16000.0	0.0	0.0	0.0

Carichi di progetto agenti sulla fondazione

Nr.	Nome combinazione	Pressione normale di progetto [kN/m <sup>2</sup> ]	N [kN]	Mx [kN·m]	My [kN·m]	Hx [kN]	Hy [kN]	Tipo
1	A1+M1+R3	71.80	4559.20	0.00	0.00	460.00	0.00	Progetto
2	Sisma	68.88	4385.66	0.00	0.00	440.00	0.00	Progetto
3	S.L.E.	53.19	3384.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Servizio
4	S.L.D.	60.63	3857.76	0.00	0.00	0.00	0.00	Servizio

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. Ca pacità portante orizzontale
1	No	1	1	1	1	1	2.3	1.1
2	Si	1	1	1	1	1	2.3	1.1
3	No	1	1	1	1	1	1	1
4	No	1	1	1	1	1	1	1

### CARICO LIMITE FONDAZIONE COMBINAZIONE...Sisma

Autore: Brinch - Hansen 1970

Carico limite [Qult]	3446.96 kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto [Rd]	1498.68 kN/m <sup>2</sup>
Tensione [Ed]	68.88 kN/m <sup>2</sup>
Fattore sicurezza [Fs=Qult/Ed]	50.04
Condizione di verifica [Ed<=Rd]	Verificata

**COEFFICIENTE DI SOTTOFONDAZIONE BOWLES (1982)****Costante di Winkler****137878.3 kN/m<sup>3</sup>****A1+M1+R3**

Autore: VESIC (1975) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	33.3
Fattore [Nc]	46.12
Fattore [Ng]	48.03
Fattore forma [Sc]	1.0
Fattore profondità [Dc]	1.26
Fattore inclinazione carichi [Ic]	0.89
Fattore inclinazione pendio [Gc]	0.92
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.0
Fattore profondità [Dq]	1.16
Fattore inclinazione carichi [Iq]	0.89
Fattore inclinazione pendio [Gq]	0.62
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	1.0
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	0.83
Fattore inclinazione pendio [Gg]	0.62
Fattore inclinazione base [Bg]	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	4000.45 kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	1739.33 kN/m <sup>2</sup>
Condizione di verifica [Ed<=Rd]	Verificata

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	33.3
Fattore [Nc]	46.12
Fattore [Ng]	33.92
Fattore forma [Sc]	1.0
Fattore profondità [Dc]	1.26
Fattore inclinazione carichi [Ic]	0.86
Fattore inclinazione pendio [Gc]	0.92
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.0
Fattore profondità [Dq]	1.16
Fattore inclinazione carichi [Iq]	0.86
Fattore inclinazione pendio [Gq]	0.57
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	1.0
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	0.81
Fattore inclinazione pendio [Gg]	0.57
Fattore inclinazione base [Bg]	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	3510.73 kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	1526.41 kN/m <sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

### VERIFICA A SCORRIMENTO (A1+M1+R3)

Adesione terreno fondazione	0.5 kN/m <sup>2</sup>
Angolo di attrito terreno fondazione	13 °
Frazione spinta passiva	0 %
Resistenza di progetto	973.98 kN
Sollecitazione di progetto	460 kN

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

### Sisma

Autore: VESIC (1975) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	33.3
Fattore [Nc]	46.12
Fattore [Ng]	48.03
Fattore forma [Sc]	1.0
Fattore profondità [Dc]	1.26
Fattore inclinazione carichi [Ic]	0.89
Fattore inclinazione pendio [Gc]	0.92
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.0
Fattore profondità [Dq]	1.16
Fattore inclinazione carichi [Iq]	0.89
Fattore inclinazione pendio [Gq]	0.62
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	1.0
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	0.83
Fattore inclinazione pendio [Gg]	0.62
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	0.97
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	0.97
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	0.98

Carico limite	3923.91 kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	1706.05 kN/m <sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	33.3
Fattore [Nc]	46.12
Fattore [Ng]	33.92
Fattore forma [Sc]	1.0
Fattore profondità [Dc]	1.26
Fattore inclinazione carichi [Ic]	0.86
Fattore inclinazione pendio [Gc]	0.92
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.0
Fattore profondità [Dq]	1.16
Fattore inclinazione carichi [Iq]	0.87

Fattore inclinazione pendio [Gq]	0.57
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	1.0
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	0.81
Fattore inclinazione pendio [Gg]	0.57
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	0.97
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	0.97
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	0.98

Carico limite	3446.96 kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	1498.68 kN/m <sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

#### VERIFICA A SCORRIMENTO (Sisma)

Adesione terreno fondazione	0.5 kN/m <sup>2</sup>
Angolo di attrito terreno fondazione	13 °
Frazione spinta passiva	0 %
Resistenza di progetto	937.55 kN
Sollecitazione di progetto	440 kN

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

#### CEDIMENTI PER OGNI STRATO

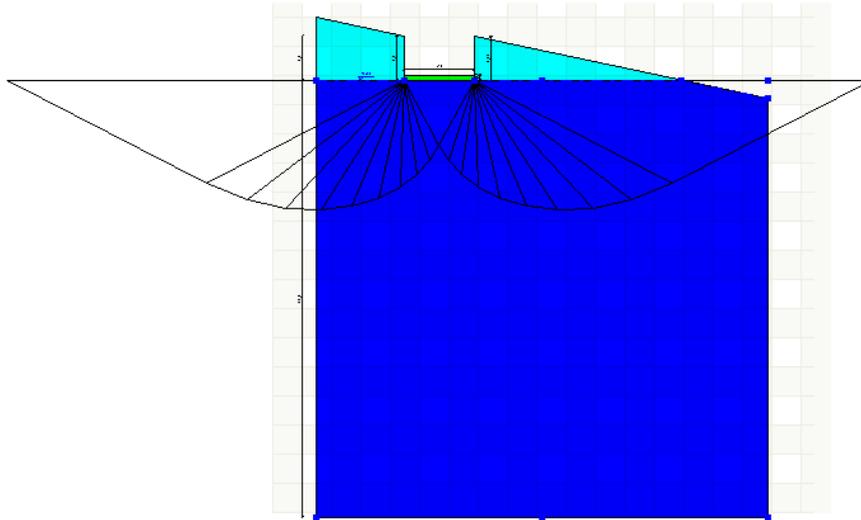
**\*Cedimento edometrico calcolato con: Metodo consolidazione monodimensionale di Terzaghi**

Pressione normale di progetto	60.63 kN/m <sup>2</sup>
Cedimento dopo T anni	15.0
Cedimento totale	0 cm

Z: Profondità media dello strato; Dp: Incremento di tensione; Wc: Cedimento di consolidazione; Ws: Cedimento secondario (deformazioni viscosi); Wt: Cedimento totale.

Strato	Z (m)	Tensione (kN/m <sup>2</sup> )	Dp (kN/m <sup>2</sup> )	Metodo	Wc (cm)	Ws (cm)	Wt (cm)
2	18	260.895	0	Edometrico	0	--	0

I carichi sono praticamente compensati. Pertanto, non si rilevano cedimenti.



Si suggerisce di sostituire 20 cm di terreno in posto con pietrisco 4 – 7 cm compattato prima della gettata del magrone di fondazione, al fine di consentire la dissipazione delle pressioni interstiziali.

Firenze, 16 Luglio 2012

Dott. geol. Alessandro Piazzini

# **COMUNE DI PELAGO**

**Proprietà: Sig. Alberto Fagorzi**

*Progetto per la realizzazione di un fabbricato per  
civile abitazione in località Consuma*

**INTEGRAZIONI ALLA RELAZIONE GEOLOGICA, SULLA  
MODELLAZIONE SISMICA E GEOTECNICA**

**Consulenza:  
Dott. geol. Alessandro Piazzini**

**Febbraio 2013**

## PREMESSA

In data 08.01.2013 relativamente alla domanda di autorizzazione ai sensi del Vincolo Idrogeologico, inoltrata alla Unione dei Comuni Valdarno e Valdisieva per costruzione di villetta monofamiliare in loc. Consuma nel Comune di Pelago (n. pratica 203/12), sono state richieste (prot. n. 204/10) da suddetta Autorità competente delle integrazioni ai fini di proseguire e completare l'istruttoria della pratica.

Di seguito vengono riportate le suddette richieste:

- *“L'approvazione è subordinata a progetto delle opere di messa in sicurezza, allargando inoltre l'analisi geologica a tutta l'area interessata dalla frana”*
- *“La relazione dovrà dimostrare l'assenza di interazione del dissesto con l'edificio e proporre l'eventuale nuova perimetrazione di pericolosità”*

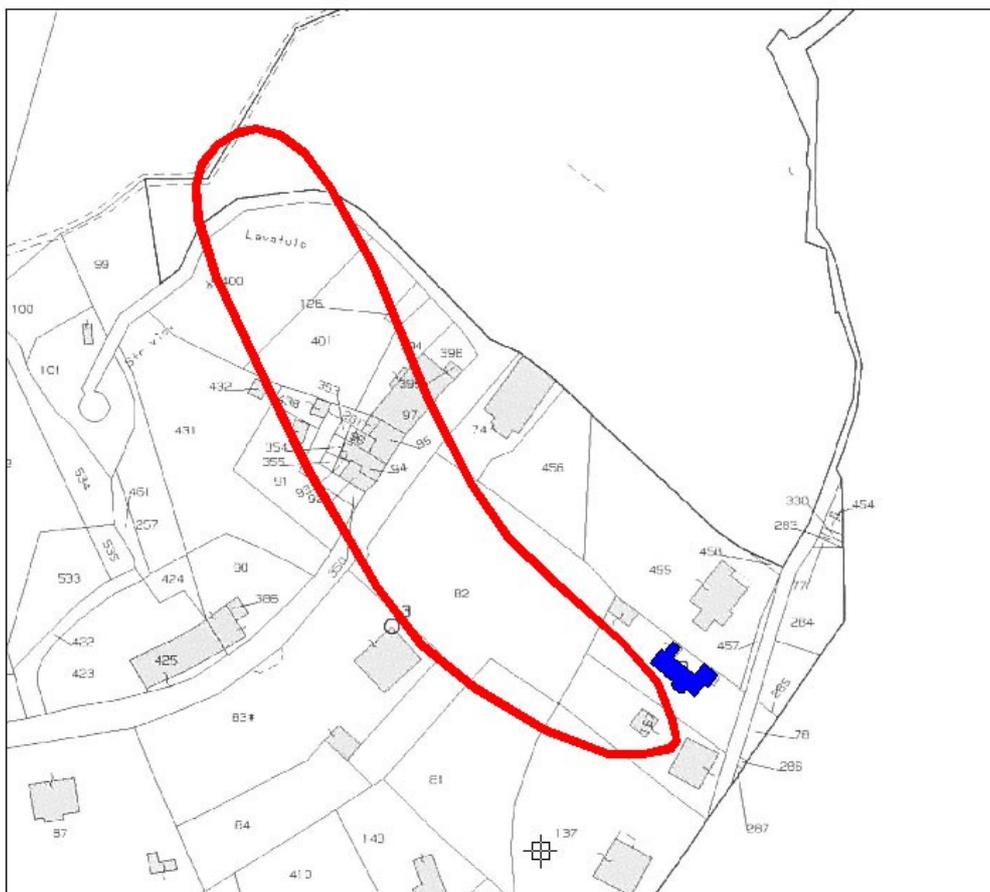
La presente relazione ha l'intento di fornire le risposte alle richieste pervenute e, inoltre, comprende le notazioni di carattere geotecnico nell'ipotesi di realizzazione di una paratia di presidio.

## RISPOSTE AI QUESITI

Per quanto concerne gli aspetti di pertinenza geologica l'areale di pertinenza della richiesta di costruzione della villetta ricade in un'areale interessato dalla presenza di litologie prevalentemente torbiditiche arenaceo pelitiche in strati da sottili a spessi con granulometria variabile da fine a grossolana appartenenti all'Unità Cervarola – Falterona (Membro Lonnano – FAL4).

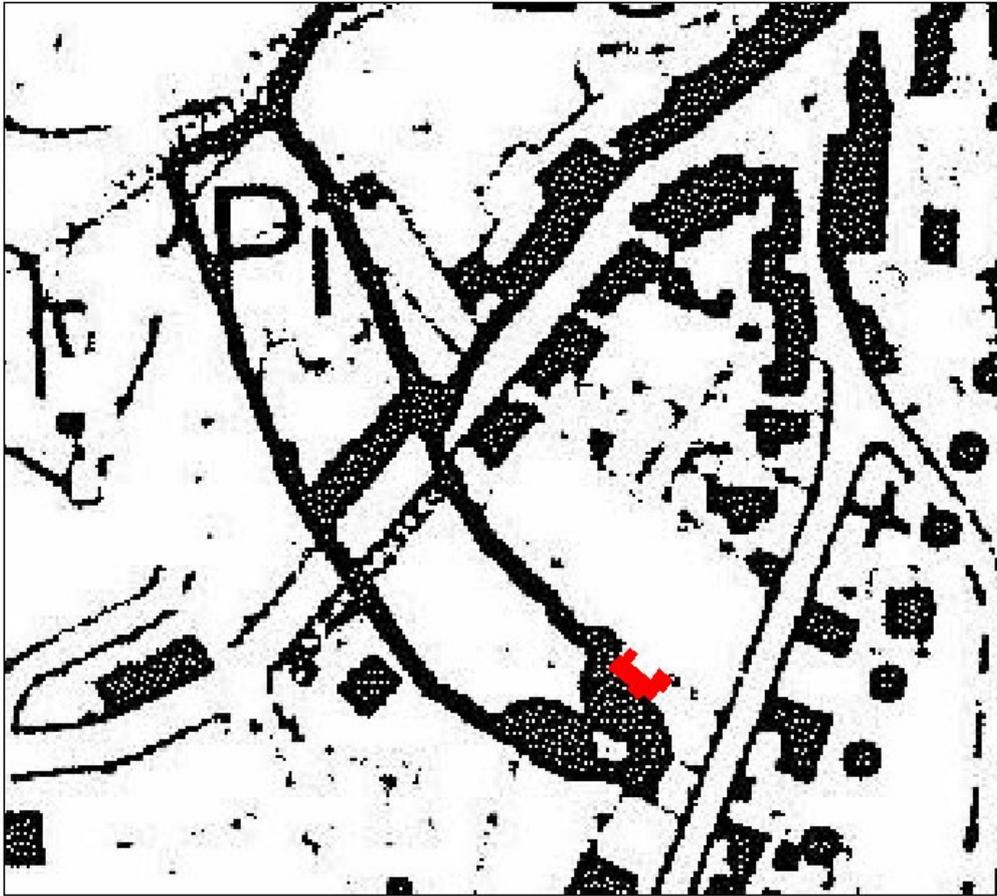
Dette litologie sono talora interessate da fenomenologie geomorfologiche di tipo gravitativo con l'instaurazione di movimenti generalmente di tipo scorrimento traslativo e scorrimento rotazionale.

Una di queste fenomenologie interessa i settori a valle dell'areale di intervento e lambisce le porzioni di piede della futura costruzione.



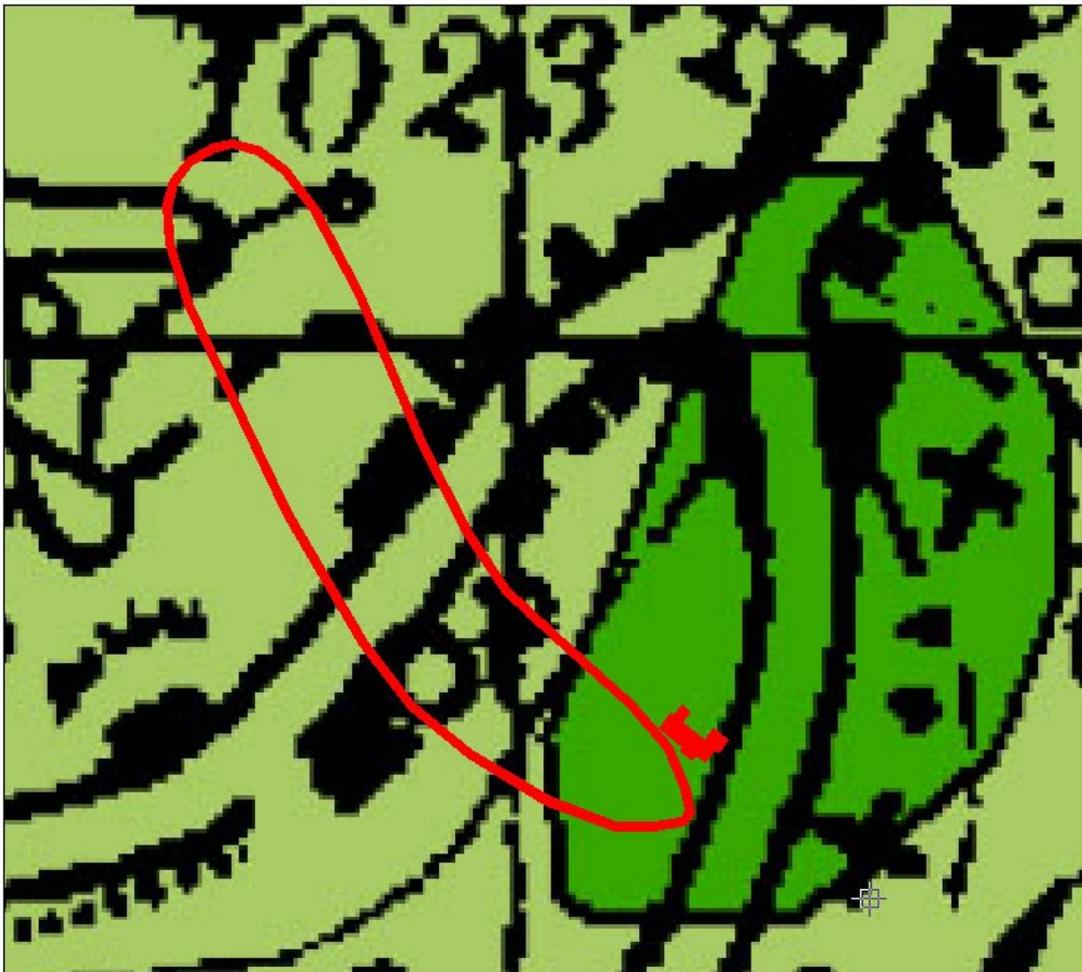
*Estratto di Mappa Catastale (in rosso è evidenziato il perimetro del corpo di frana e l'edificio di progetto)*

Detto corpo franoso, che si estende in direzione circa sud-est / nord-ovest interessa un'areale di circa 6.700 mq è classificato come frana quiescente (Pi) nella cartografia geomorfologica contenuta nel supporto geologico al vigente Piano Strutturale del Comune di Pelago.



*Estratto della Carta Geomorfologica di supporto al Piano Strutturale del Comune di Pelago (in rosso è evidenziato l'edificio di progetto)*

L'Autorità di Bacino del Fiume Arno negli Elaborati cartografici del Piano Stralcio “Assetto Idrogeologico” inserisce l'areale in questione nello stralcio n. 55 della carta di “*Perimetrazione delle aree con pericolosità dei fenomeni geomorfologici di versante – livello di sintesi – scala 1:25.000*” e ne attribuisce una classe di pericolosità per frana da moderata (P.F.1) nella porzione sud-occidentale (settore di monte) a media (P.F.2) nella porzione nord-orientale (settore di valle).



*Estratto della carta di “Perimetrazione delle aree con pericolosità dei fenomeni geomorfologici di versante – livello di sintesi – scala 1:25.000” dell’Autorità di Bacino del Fiume Arno (in rosso è evidenziato il perimetro del corpo di frana e l’edificio di progetto)*

Nelle cartografie dell'Inventario dei Fenomeni Franosi d'Italia (IFFI) redatte dall'ISPRA è censita la suddetta fenomenologia franosa (ID frana 0481315800) e ne viene attribuita uno stato di attività quiescente.

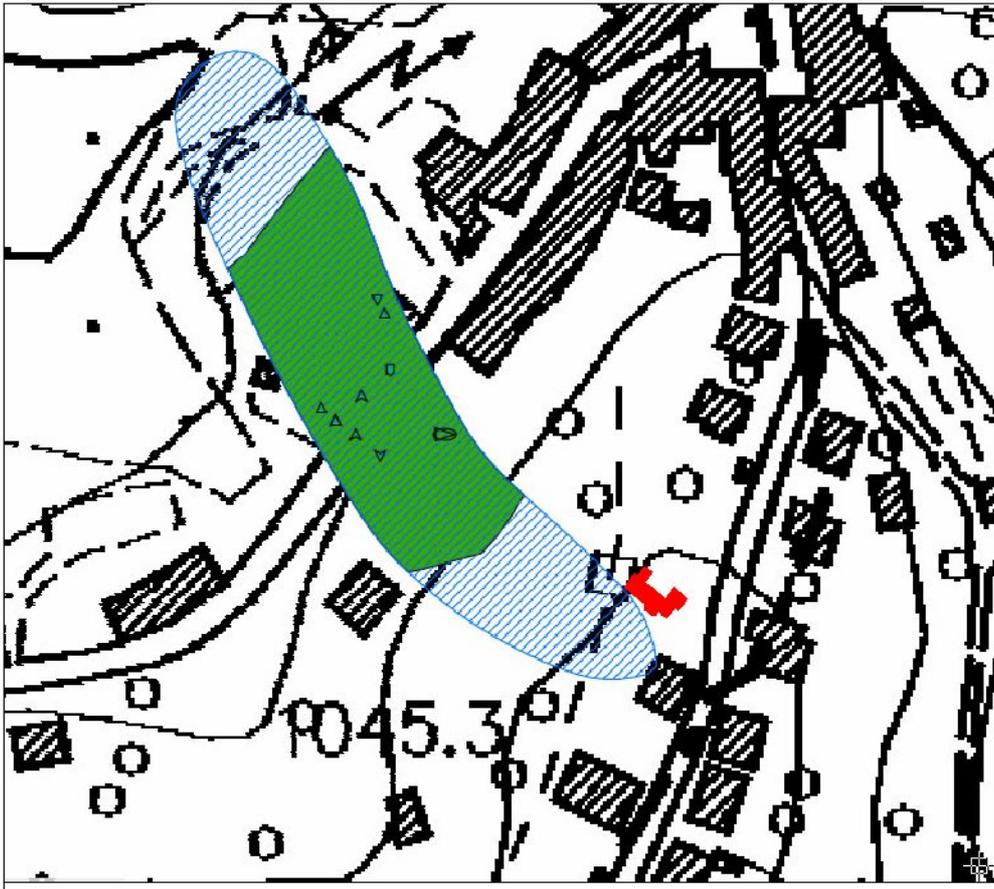


*Estratto dall'Inventario dei Fenomeni Franosi d'Italia (in rosso è evidenziato l'edificio di progetto)*

Dai dati interferometrici radar satellitari è possibile ricavare che l'areale è stabile sia per quanto riguarda le risultanze delle acquisizioni del satellite ERS (ascendente e discendente) nel periodo 1992 – 2000, sia per i dati RSAT (ascendente e discendente) nel periodo 2003 – 2006, nonché per i dati ESAT (ascendente e discendente) nel periodo 2003 – 2008; non mostrando, quindi, nessun valore di spostamento.

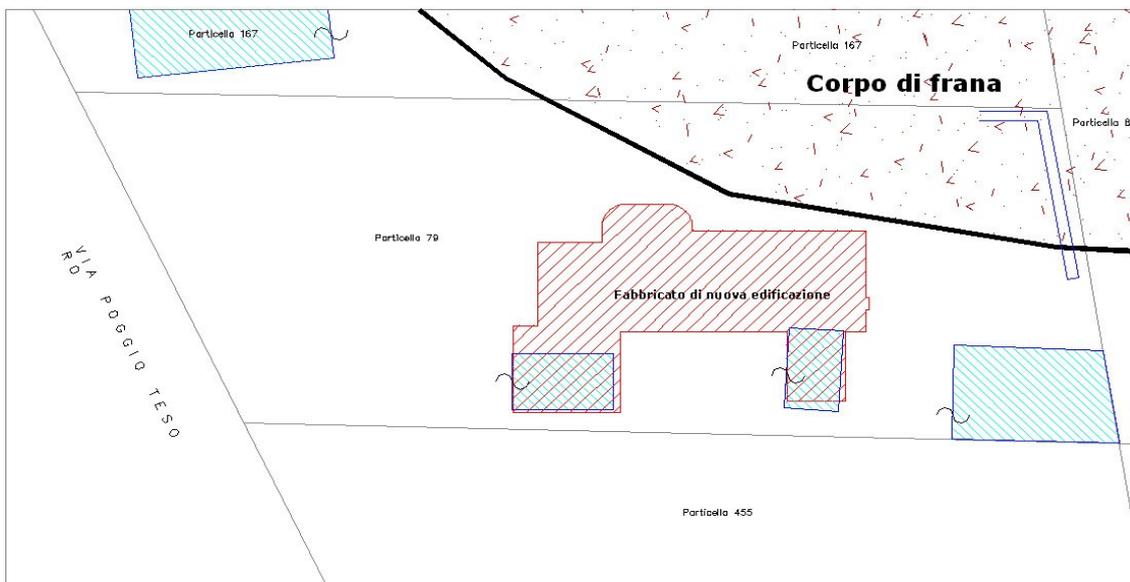
L'elaborazione con i permanent scatterers mostra un HDPSA stabile, tuttavia con materializzazione di vettori EOZN con ipotetico movimento orizzontale verso est e verticale in abbassamento.

Quanto detto confermerebbe lo stato di sostanziale attuale stabilità del corpo franoso in questione.



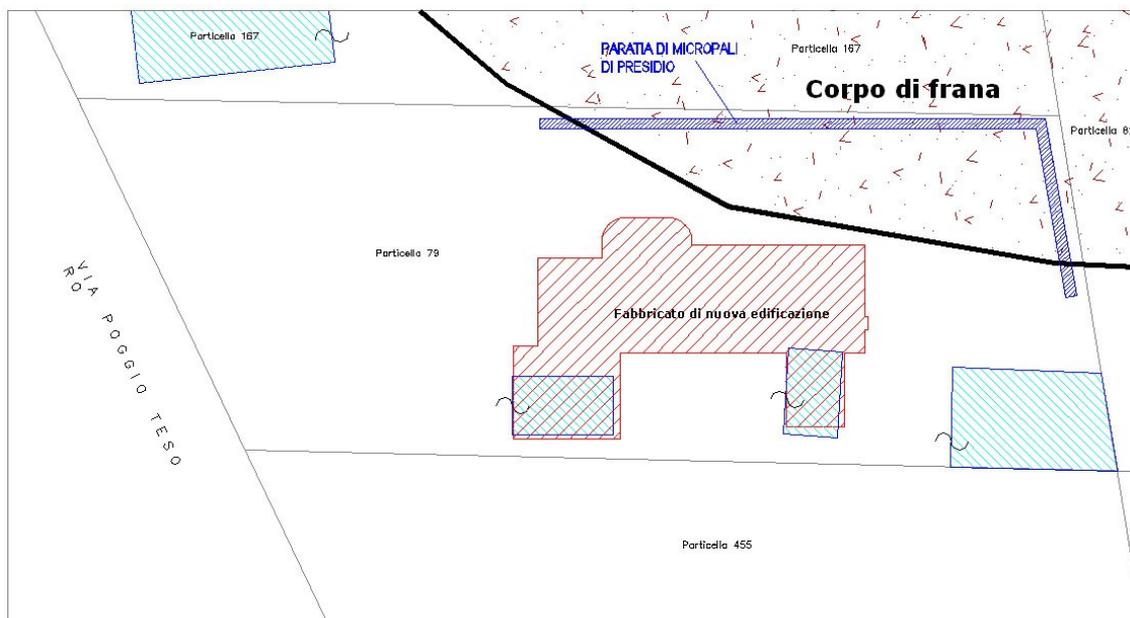
*Estratto dall'Inventario dei Fenomeni Franosi d'Italia con indicazione dei dati interferometrici (in rosso è evidenziato l'edificio di progetto)*

Pertanto è possibile definire che il fabbricato di nuova realizzazione (inserito catastalmente alla particella n. 79 del Foglio n. 21 del Comune di Pelago) non ricade all'interno delle aree interessate dal corpo di frana, tuttavia il corpo ne lambisce il settore di valle.



*Interazione tra edificio in progetto e dissesto gravitativo*

Al fine di evitare che l'eventuale attività retrogressiva del corpo di frana possa interferire con il fabbricato in oggetto è stata prevista la realizzazione di una paratia di micropali con finalità di presidio dell'edificio (Cfr. Relazione strutturale di calcolo).



*Planimetria di materializzazione della paratia di presidio*

A seguito della materializzazione della suddetta paratia, relativamente alla classe di pericolosità geomorfologica dell'area si prevede la proposta di declassamento da pericolosità elevata (4) a pericolosità media (3) secondo la deperimetrazione presentata nella seguente planimetria



*Proposta di nuova perimetrazione di pericolosità a seguito della materializzazione della paratia di presidio (in giallo viene campito l'areale di declassamento di pericolosità, in blu è riportata la paratia di presidio, mentre in rosso l'edificio di progetto)*

## INTEGRAZIONI DI CARATTERE GEOTECNICO

Di seguito vengono fornite alcune integrazioni di carattere geotecnico nell'ipotesi di realizzazione di una paratia di presidio.

### Sismicità

La Regione Toscana con D.G.R. n. 431 del 19.06.2006 ha proposto la riclassificazione sismica regionale, mantenendo in via preliminare un atteggiamento di cautela soprattutto nelle situazioni che potrebbero comportare una declassificazione dei comuni dalla zona a media sismicità alla zona a bassa sismicità (da zona 2 a zona 3).

A tal proposito ha ritenuto opportuno, nel processo di declassificazione dei comuni, mantenere il livello di protezione della zona 2, provvedendo di conseguenza a passare dalla precedente zona 3S alla 2. Pertanto, il territorio comunale di Pelago è inserito in **zona 2** (DGRT n. 878/2012).

### Nuovi criteri per la pericolosità sismica e la classificazione sismica del territorio nazionale (Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici- voto n. 36 del 27.07.2007)

L'azione sismica di progetto in base alla quale valutare il rispetto dei diversi *stati limite* presi in considerazione viene definita partendo dalla "**pericolosità di base**" del sito di costruzione, che è l'elemento essenziale di conoscenza per la determinazione dell'azione sismica.

La pericolosità sismica è intesa come accelerazione massima orizzontale **ag** in condizioni di campo libero su suolo rigido ( $V_{s30} > 800$  m/s), con superficie topografica orizzontale (di categoria di sottosuolo **A**; NTC, § 3.2.2), ma è definita anche in termini di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente **Se (T)**, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza nel periodo di riferimento **PVR**, come definite nelle NTC nel periodo di riferimento **VR**. In alternativa è consentito l'uso di accelerogrammi, purchè congruenti con la **pericolosità sismica del sito**.

Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008, infatti, la stima della pericolosità sismica viene definita mediante un approccio "**sito dipendente**" e non più tramite un criterio "**zona dipendente**". La classificazione sismica del territorio, quindi, è scollegata dalla determinazione dell'azione sismica di progetto, mentre rimane il riferimento per la trattazione di problematiche tecnico-amministrative connesse con la stima della pericolosità sismica.

Pertanto (secondo quanto riportato nell'allegato A del D.M. 14 gennaio 2008) la stima dei parametri spettrali necessari per la definizione dell'azione sismica di progetto viene effettuata calcolandoli direttamente per il sito in esame, utilizzando come riferimento le informazioni disponibili nel reticolo di riferimento (v. tabella 1 nell'Allegato B del D.M. 14 gennaio 2008).

Le forme spettrali vengono definite, per ciascuna delle probabilità di eccedenza nel periodo di riferimento  $P_{VR}$ , partendo dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

**ag** accelerazione orizzontale massima al sito;

**Fo** valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale

**T\*C** periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

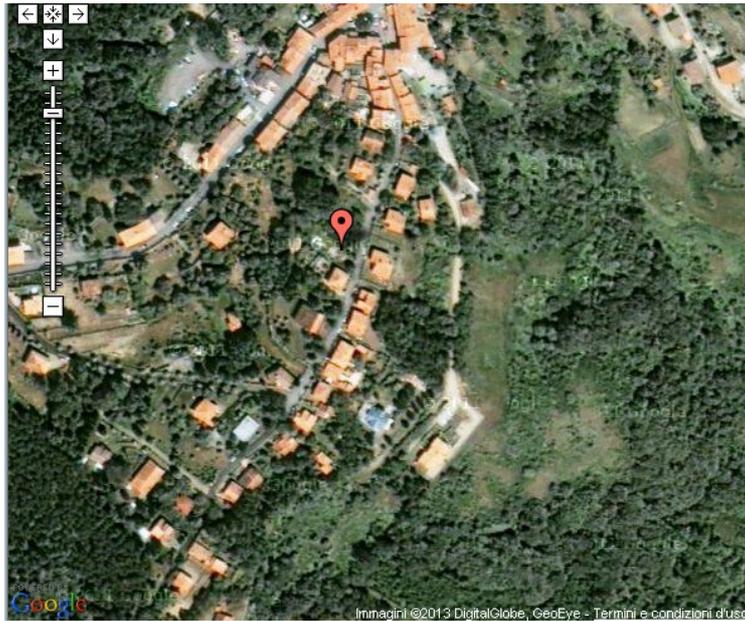
### Analisi del terreno:

La caratterizzazione geofisica e geotecnica del profilo stratigrafico del suolo di fondazione è stata individuata in relazione ai parametri di velocità delle onde di taglio mediate sui primi 30 metri di terreno ( $V_{S30}$ ) partendo dall'intradosso della fondazione e dalla congruenza con la descrizione stratigrafica della tab. 3.2.II delle NTC. La categoria di suolo di fondazione è **A**, con velocità pari a 994m/s (v. Rapporto tecnico indagine geofisica allegato).

Lo strutturista ha comunicato, per quanto concerne gli aspetti qui trattati, la Classe d'Uso II e la Vita Nominale = 50 anni.

## Parametri sismici

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii e fondazioni



Vita nominale (Vn): 50 [anni]

Classe d'uso: II

Coefficiente d'uso (Cu): 1

Periodo di riferimento (Vr): 50 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLO: 30 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLD: 50 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLV: 475 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLC: 975 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Coordinate geografiche del punto

Latitudine (WGS84): 43.7797200 [°]

Longitudine (WGS84): 11.5966500 [°]

Latitudine (ED50): 43.7806700 [°]

Longitudine (ED50): 11.5976300 [°]

Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito e valori della distanza rispetto al punto in esame

Punto	ID	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50) [°]	Distanza [m]
1	20063	43.768850	11.551700	3915.13
2	20064	43.769980	11.620880	2212.54

3	19842	43.819970	11.619370	4705.64
4	19841	43.818840	11.550090	5707.67

### Punto d'indagine

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.057	2.497	0.260
SLD	50	0.071	2.478	0.272
SLV	475	0.174	2.388	0.293
SLC	975	0.221	2.384	0.304

### Pericolosità Sismica di Sito

Coefficiente di smorzamento viscoso  $\xi$ : 5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico  $\eta=[10/(5+\xi)]^{(1/2)}$ : 1.000

Categoria sottosuolo: A - Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi, caratterizzati da valori di Vs30 superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3,0 m.

Categoria topografica: T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media minore o uguale a 15°.

### Coefficienti sismici stabilità di pendii e fondazioni

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.011	0.014	0.047	0.066
kv	0.006	0.007	0.023	0.033
Amax [m/s <sup>2</sup> ]	0.557	0.697	1.705	2.165
Beta	0.200	0.200	0.270	0.300

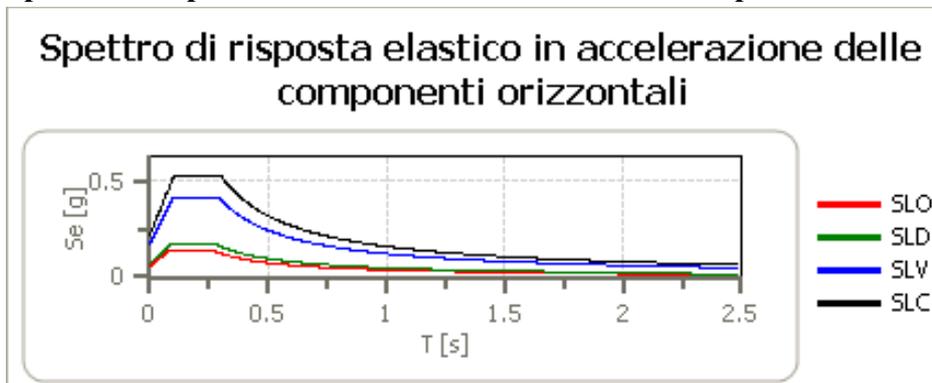
### Coefficienti sismici per paratie

Altezza paratia (H): 6.4 [m]

Spostamento ammissibile us: 0.015 [m]

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.037	0.046	0.113	0.143
kv	--	--	--	--
Amax [m/s <sup>2</sup> ]	0.557	0.697	1.704	2.165
Beta	0.650	0.650	0.650	0.650

### Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali



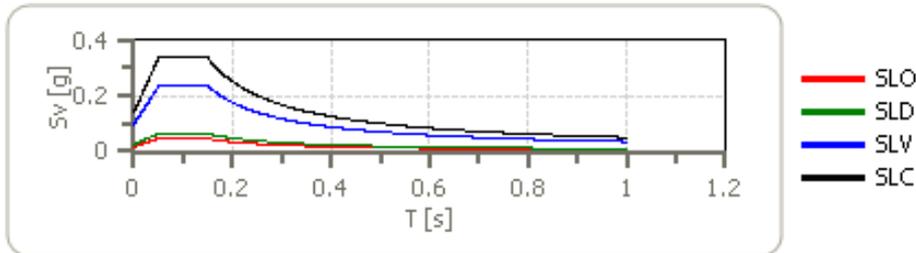
Coefficiente di smorzamento viscoso  $\xi$ :

5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico  $\eta = [10 / (5 + \xi)]^{1/2}$ :

1.000

### Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali



	cu	ag	F0	Tc*	Ss	Cc	St	S	$\eta$	TB	TC	TD	Se(0)	Se(TB)
		[g]	[-]	[s]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[s]	[s]	[s]	[g]	[g]
SLO	1.0	0.057	2.497	0.260	1	1.000	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.018	0.046
SLD	1.0	0.071	2.478	0.272	1	1.000	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.026	0.063
SLV	1.0	0.174	2.388	0.293	1	1.000	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.098	0.234
SLC	1.0	0.221	2.384	0.304	1	1.000	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.140	0.334

### Spettro di progetto

Fattore di struttura spettro orizzontale q:

1.00

Fattore di struttura spettro verticale q:

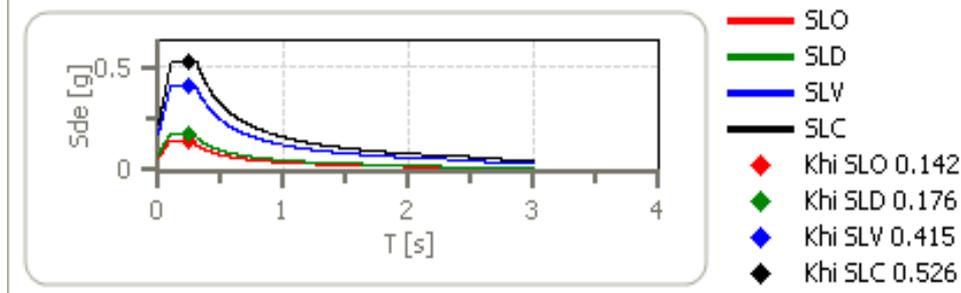
1.50

Periodo fondamentale T:

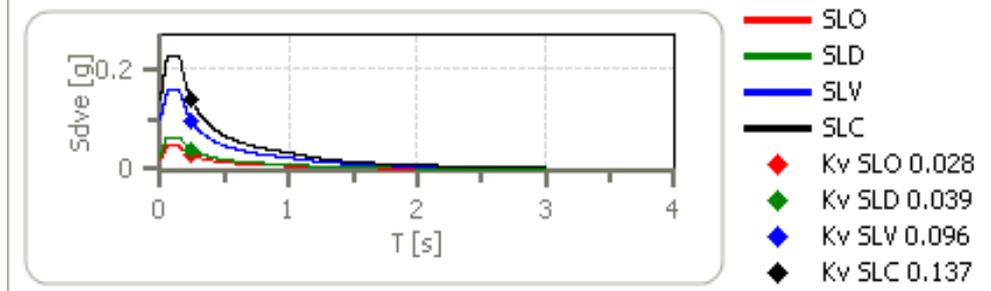
0.24 [s]

	SLO	SLD	SLV	SLC
khi = Sde(T) Orizzontale [g]	0.142	0.176	0.415	0.526
kv = Sdve(T) Verticale [g]	0.028	0.039	0.096	0.137

### Spettro di progetto delle componenti orizzontali



## Spettro di progetto delle componenti verticali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	q [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Sd(0) [g]	Sd(TB) [g]
SLO orizzontale	1.0	0.057	2.497	0.260	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.087	0.260	1.827	0.057	0.142
SLO verticale	1.0	0.057	2.497	0.260	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.018	0.046
SLD orizzontale	1.0	0.071	2.478	0.272	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.091	0.272	1.884	0.071	0.176
SLD verticale	1.0	0.071	2.478	0.272	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.026	0.063
SLV orizzontale	1.0	0.174	2.388	0.293	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.098	0.293	2.295	0.174	0.415
SLV verticale	1.0	0.174	2.388	0.293	1.000	1.000	1.000	1.500	1.500	0.050	0.150	1.000	0.098	0.156
SLC orizzontale	1.0	0.221	2.384	0.304	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.101	0.304	2.483	0.221	0.526
SLC verticale	1.0	0.221	2.384	0.304	1.000	1.000	1.000	1.500	1.500	0.050	0.150	1.000	0.140	0.222

### Modello Geotecnico

I parametri sono ricavati dalla letteratura e rimodulati con quelli ricavati dalle n.3 prove penetrometriche realizzate nell'area di sedime.

La successione che si rinviene è costituita da due livelli:

**Livello A- coltre di copertura;** spessore da 1 a 3 m; costituita da materiali lapidei in matrice limoso-argillosa. La coltre risulta debolmente cementata.

### Parametri nominali o sperimentali

Peso di volume	$\gamma = 21 \text{ kN/mc}$
Peso di volume saturo	$\gamma_{\text{sat}} = 23 \text{ kN/mc}$
Resistenza al taglio drenata	$C' = 1 \text{ KPa}; \phi' = 20^\circ$
Modulo di deformazione	$E_{\text{ed}} = 6,0 \text{ MPa}$

### Parametri caratteristici

Si fa riferimento a grandi volumi di terreno (fondazioni) e si applica per l'angolo d'attrito la relazione

$$x_k = \bar{x} - 1.645 \left( \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \right)$$

Mentre per la coesione efficace  $c'$  e per la  $C_u$

$$L_{1-\alpha}(\bar{Y}, S^2) = \bar{Y} + \frac{S^2}{2} \pm z_{1-\alpha/2} * \sqrt{\frac{S^2}{n} + \frac{S^4}{2(n-1)}}$$

Con  $n > 1$ ; se  $n=1$ ,  $X_k = \text{inv.lognorm}(0.05, Y, S)$

Resistenza al taglio drenata  $C'_k = 0,6 \text{ kPa}$ ;  $\phi'_k = 16,7^\circ$

Sulla scorta del numero di prove sito specifiche e la tipologia di opera che verrà realizzata si ritiene che il valore caratteristico dell'angolo di attrito possa essere assimilato a quello nominale (medio) desunto dalla campagna geognostica ( $20^\circ$ ).

**Livello B- substrato roccioso**, Arenarie gradate con strutture sedimentarie caratteristiche dei depositi di torbida, da siltiti ed argilliti.

**Parametri nominali o sperimentali**

Peso di volume	$\gamma = 22 \text{ kN/mc}$
Coesione	$C_k = 40 \text{ kPa}$
Angolo di attrito	$\phi'_k = 35^\circ$
Modulo elastico	$E' = 15,0 \text{ MPa}$
Modulo edometrico	$E_d = 16,0 \text{ MPa}$

***Talora si rinviene acqua di infiltrazione superficiale al contatto tra la coltre ed il substrato.***

Firenze, 28.02.2013

Dott. Geol. Alessandro Piazzini

L. 14  
R. O.  
P O G G I O T E S O

Particella 167

Particella 79

Fabbricato di nuova edificazione

PARATTA DI MICROPALI  
DI PRESIDIO

Particella 167

**Corpo di frana**

Particella 455

Particella 82

