



SEDE LEGALE  
VIA I. SALVIANI, 8 - 06012 CITTA' DI CASTELLO (PG) - ITALY  
SEDI OPERATIVE:  
VIA XX SETTEMBRE, 16 - 52037 SANSEPOLCRO (AR) - ITALY  
VIA VITTORINI LOC. CERBARA - 06011 CITTA' DI CASTELLO (PG) - ITALY

COMUNE DI  
SANSEPOLCRO

Provincia di Arezzo

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA DI FATTIBILITA'  
**PIANO DI RECUPERO SENZA OPERE IN VARIANTE, AI SENSI  
DELL'ART. 20 DELLE N.T.A. DEL CENTRO STORICO E DEGLI ART.  
16 E 17 DELLA L.R. 1/2005, DI UN EDIFICIO UBICATO IN  
SANSEPOLCRO (AR), VIA AGGIUNTI N. 90.**

Committenza

Fintrucks S.p.a.

Estremi catastali

F. n° 70 del Comune di Sansepolcro  
Part.la Cat.le n° 67 sub 3

Località

Via Aggiunti, 90

Sansepolcro, 07/02/2013

Dott. Federico DEL GAIA  
GEOLOGO

.....

## INDICE

1.0		<b>PREMESSA E CONCLUSIONI</b>
2.0		<b>RELAZIONE GENERALE SULL'INTERVENTO</b>
	2.1	Localizzazione dell'area di Interesse
	2.2	Normativa di riferimento
3.0		<b>RELAZIONE GEOLOGICA</b>
	3.1	Caratteristiche geomorfologiche e geologiche
	3.2	Caratteristiche idrologiche ed idrogeologiche
	3.3	Indagini geognostiche
	3.4	Pericolosità geomorfologica – PRG VIGENTE
	3.5	Pericolosità idraulica – PRG VIGENTE
	3.6	Pericolosità sismica locale – PRG VIGENTE
	3.7	Aspetti sismici
	3.8	Assetto litostratigrafico e modello geologico
4.0		<b>MICROZONAZIONE SISMICA – LIVELLO 1</b>
	4.1	Dati di Base
	4.2	Relazione illustrativa Carta delle MOPS
5.0		<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>
	5.1	Parametrizzazione e modello geotecnico
	5.2	Valutazione parametri geotecnici
	5.3	Analisi di stabilità dei fronti di scavo
	5.4	Resistenza di progetto
	5.5	Comportamento del terreno di fondazione
6.0		<b>FATTIBILITA' DELL'INTERVENTO</b>

<b>ALLEGATO 1: ELABORATI CARTOGRAFICI</b>			
Carta Geologica	TAV.1	scala	1:1000
Carta Litologico-Tecnica	TAV.2	scala	1:1000
Carta delle Indagini in situ	TAV.3	scala	1:4000
Carta Geomorfologica	TAV.4	scala	1:1000
Carta Idrogeologica	TAV.5	scala	1:1000
Carta della Pericolosità Geologica	TAV.6	scala	1:1000
Carta della Pericolosità Idraulica	TAV.7	scala	1:1000
Carta delle MOPS	TAV.8	scala	1:2000
Carta della Fattibilità Geologica	TAV.9 <sub>1</sub>	scala	1:1000
Carta della Fattibilità Idraulica	TAV.9 <sub>2</sub>	scala	1:1000
Carta della Fattibilità Sismica	TAV.9 <sub>3</sub>	scala	1:1000
Rilevamento Topografico d'Italia		scala	1:25000
Carta Tecnica Regionale		scala	1:10000
Planimetria Catastale		scala	1:2000

## 1.0 – PREMESSA E CONCLUSIONI

---

Su incarico del Dott. Enrico Romano e per conto della FINTRUCKS SPA è stata eseguita un'indagine geologica-geotecnica preliminare di fattibilità in Sansepolcro, via Aggiunti, 90, sul terreno cartografato al Foglio n° 70 del Comune di Sansepolcro, part.la cat.le n° 67 sub 3.

L'indagine è stata finalizzata all'individuazione dei parametri meccanici e sismici dei terreni sui quali è previsto il **“PIANO DI RECUPERO SENZA OPERE, IN VARIANTE AI SENSI DELL'ART. 20 DELLE N.T.A. DEL CENTRO STORICO E DEGLI ART. 16 E 17 DELLA L.R. 1/2005, DI UN EDIFICIO.**

Per l'accertamento della fattibilità dell'intervento sono state raccolte le informazioni allo scopo di individuare:

- le caratteristiche topografiche dell'area;
- le caratteristiche geologiche e geomorfologiche dell'area;
- i caratteri delle acque superficiali e sotterranee;
- le caratteristiche, il comportamento del manufatto in oggetto e di quelli limitrofi.

Lo studio geologico ha definito i lineamenti geomorfologici e la loro tendenza evolutiva, i caratteri stratigrafici e litologici, lo schema geolitologico dell'area, nonché lo schema idrogeologico.

Lo studio geotecnico preliminare ha consentito la definizione delle proprietà fisiche e meccaniche dei principali tipi di terreno e il regime delle pressioni interstiziali (Cir. n. 617 del 02/02/2009 - D. M. 14/01/2008).

Per l'individuazione dei parametri geotecnici-geomeccanici, per la determinazione della pericolosità geologica-geomorfologica e sismica del terreno in questione, ci si è avvalsi sulle conoscenze geofisiche e geotecniche derivanti da precedenti campagne d'indagine (Progetto VEL, Regione Toscana, STUDIO GEURO, 2005-2010), condotte in aree adiacenti a quella di studio.

L'elaborazione di tutti i dati raccolti ha permesso di raggiungere le seguenti conclusioni:

- durante le prove geoinvestigative (VEL 2004 – Sondaggio S1) è stata riscontrata la presenza di fluidi di circolazione sotterranea a partire da 6.90 m da p.c.; la presenza di un pozzo ubicato a est della particella di studio, ha permesso però di verificare che la piezometrica è rinvenibile ad una profondità pari a circa 4.5-5.0 metri.
  - il p.p.f. delle strutture esistenti è ipotizzabile ad una quota pari a circa -1.50/-2.50 m dall'attuale piano di campagna;
  - il terreno direttamente interessato dalla posa in opera delle fondazioni è rappresentato da limi-argillosi e argille limose, a tratti sabbiosi, color marrone chiaro con inclusi elementi arenacei, molto consistenti.
  - le caratteristiche geometriche e areali dei livelli litologici alle quote di intervento possono essere considerate discretamente omogenee;
  - i parametri sismici su sito di riferimento sono caratterizzati da:
    - **CATEGORIA C** di sottosuolo;
    - **CATEGORIA T1** topografica.
  - il valore correlato di **E medio** per i litotipi fondali potenzialmente interessati dall'intervento è risultato pari a **40-80 Kg/cm<sup>2</sup>**;
  - in fase di calcolo progettuale preliminare (pertanto puramente indicativo), prevedendo soluzioni superficiali fondali di tipo nastriforme, facendo riferimento all'APPROCCIO 2 il Metodo di Terzaghi, in condizioni dinamiche (SLV), il valore della resistenza di progetto **Rd** potrà essere compreso fra **140.00 e 180.00 KN/m<sup>2</sup>**.
- Gli studi effettuati in sede di formazione del piano strutturale (L.R. 01/05 e DPGR 26/R), per individuare la pericolosità del territorio sotto il profilo geologico, idraulico e sismico hanno definito per l'area di studio le seguenti classi:



## CLASSE G.2 - PERICOLOSITA' GEOLOGICA MEDIA.

Aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciture dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto.

## CLASSE I.2 - PERICOLOSITA' IDRAULICA MEDIA.

Aree interessate da allagamenti per eventi con  $200 < tr \leq 500$  anni

## CLASSE S.3- PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE ELEVATA

Zone con possibile amplificazione per effetti stratigrafici.

Poiché lo strumento urbanistico citato non contiene gli elaborati cartografici relativi alla carta di fattibilità sono state eseguite, in sede di progettazione preliminare dell'intervento di cui all'oggetto, le indagini (L.R. 03/01/2005 e DPGR 53/R) atte a verificare la pericolosità specifica dell'area e la conseguente fattibilità delle opere previste sotto il profilo geologico, geomorfologico, geotecnico, idraulico.

In particolare è stato effettuato uno studio di microzonazione sismica MS di Livello 1 che ha avuto come principale obiettivo di definire la microzona omogenea in prospettiva sismica, attraverso l'individuazione di microzone omogenee dal punto di vista del comportamento sismico (MOPS).

Gli studi effettuati ai sensi della L.R. 01/05 e DPGR 53/R hanno definito per l'area di studio le seguenti classi:

## CLASSE G.2 - PERICOLOSITA' GEOLOGICA MEDIA.

### Classe G2

## CLASSE I.2 - PERICOLOSITA' IDRAULICA MEDIA.

### Classe I2

## CLASSE S.2 - PERICOLOSITA' SISMICA MEDIA.

### Classe S2

Per la definizione delle classi di fattibilità sono state prese in considerazione anche le modalità di utilizzo del territorio.

Le Classi di Fattibilità, definite tramite la sovrapposizione delle opere previste con le pericolosità precedentemente indicate, sono quindi risultate corrispondenti a:

**CLASSE F.2 – CON NORMALI VINCOLI.**

**F. G:** Non sono state riscontrate problematiche geologiche e geomorfologiche tali da condizionare l'intervento in oggetto.

**F. I:** Per l'intervento in oggetto non sono necessarie prescrizioni specifiche ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.

**F. S:** Per l'intervento in oggetto non è necessario indicare condizioni di fattibilità specifiche per la fase attuativa o per la valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.

Non si ravvisa, per quanto di competenza geologica, alcuna controindicazione all'esecuzione del progetto, ma è necessario che l'affidabilità degli strumenti progettuali previsionali sia verificata con un accurato monitoraggio dell'opera in fase costruttiva che, consentendo anche una progressiva calibrazione dei parametri del modello geotecnico elaborato, può costituire uno strumento prezioso per la migliore conduzione dei lavori.

## 2.0 - RELAZIONE GENERALE SULL'INTERVENTO

---

Il Progetto prevede il frazionamento e parziale cambio di destinazione del fabbricato ubicato in Sansepolcro (AR) via N. Aggiunti n. 90 (Figura 1).

<small>Architetture &amp; Progetti Dott. Enrico Romano - P.zza San Francesco n. 5 52037 Sansepolcro (Ar) - Tel./fax 0575.742740 e-mail: aep.studio@libero.it</small>		
TAVOLA: <b>7</b>	<b>COMUNE DI SANSEPOLCRO</b>	
OGGETTO: <b>PIANO DI RECUPERO "Edificio Via N. Aggiunti n. 90"</b>		
TITOLO TAVOLA: <b>RELAZIONE DESCRITTIVA</b>		
COMMITTENTE: <b>FINTRUCKS S.p.a Ing. Bacchi Camillo</b>	PROGETTISTA: <b>Dott. ENRICO ROMANO P.zza San Francesco n. 5 - Sansepolcro (Ar)</b>	DATA: <b>10.12.2012</b>
		

Figura 1: Estratto Relazione Descrittiva – Piano di Recupero

Si specifica che le verifiche di calcolo progettuale sono state condotte su una tipologia di fondazione superficiale continua (trave rovescia).

### NOTE:

NON ESSENDO PREVISTE MOVIMENTAZIONI DI TERRENO, non sono indicate le condizioni di cui all'art. 185 comma 1 lett. c del D.L. 152/06 e Decreto n.161 del 10/08/2012.

## 2.1 – LOCALIZZAZIONE DELL'AREA DI INTERESSE

L'area di studio si trova in Sansepolcro, Via Aggiunti n. 90, nel Comune di Sansepolcro (AR).

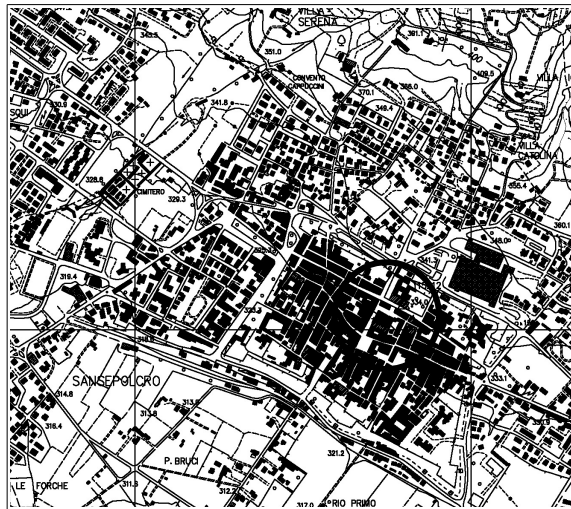


Figura 2: CARTA TECNICA REGIONALE

Nella Carta Topografica d'Italia, alla scala 1:25000, è ubicata nella porzione nord della tavoletta "Sansepolcro" F°115 IV SE.

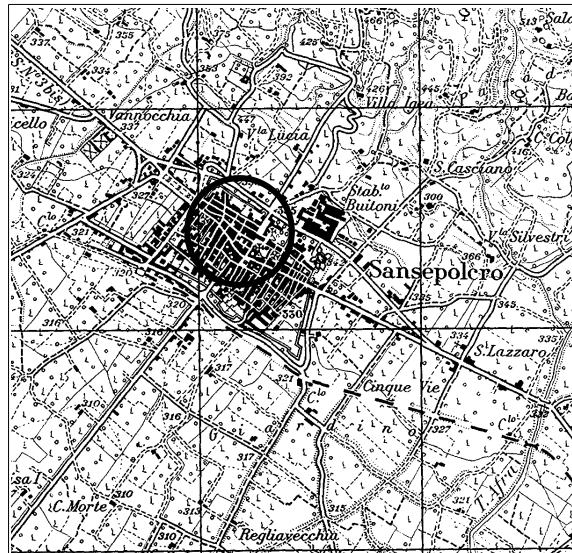


Figura 3: CARTA TOPOGRAFICA D'ITALIA

Nella planimetria catastale l'area in oggetto ha come riferimento il Foglio n. 70 Part.la Cat.le n. 67 sub 3 del Comune di Sansepolcro.

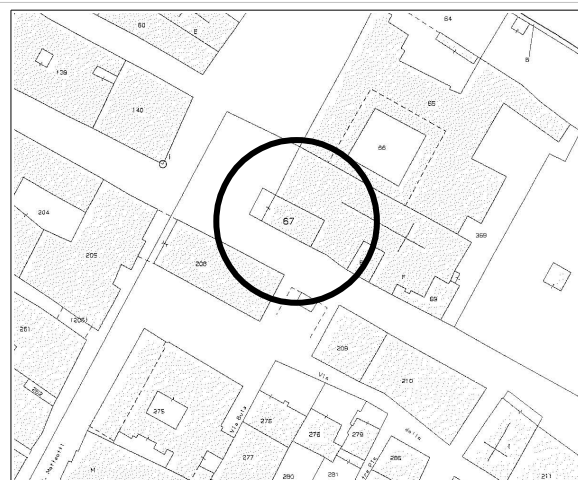


Figura 4: PLANIMETRIA CATASTALE

## 2.2 – NORMATIVA DI RIFERIMENTO

---

Lo studio è stato eseguito in ottemperanza a quanto indicato dalle seguenti norme:

<b>NORMATIVA NAZIONALE</b>
<b>NORME DISCIPLINARI</b>
<u>Circolare n. 252 del 15/10/1996</u> Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per il Calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento Armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche" di cui al D.M. 9 gennaio 1996. (G.U. 26/11/96 n. 277)
<u>Circolare n. 156 del 04/07/1996</u> Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche relative ai "Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi" di cui al decreto ministeriale 16 gennaio 1996. (G.U. 16/09/1996 n. 217)
<u>Circolare n. 30787 del 04/01/1989</u> Istruzioni in merito alle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il consolidamento.
<u>Legge n. 1086 del 05/11/1971</u> Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica. (G. U. 21/12/1971 n. 321).
<b>NORME TECNICHE</b>
<u>Circolare n. 617 del 02/02/2009</u> Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008
<u>Decreto Ministeriale 14/01/2008</u> Norme tecniche per le costruzioni. (G.U. 04/02/2008 n. 29 - Suppl. Ord. n. 30)
<u>Circolare n. 30483 del 24/09/1988</u> Legge 2 febbraio 1974 n.64, art.1 - D.M. 11 marzo 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. Istruzioni per l'applicazione.

<p><u>Decreto Ministeriale 11/03/1988</u></p> <p>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 ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.</p> <p>(G.U. 01/06/1988 n. 127 Sup. Ord.)</p>
<p><u>Decreto Ministeriale 03/12/1987</u></p> <p>Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate.</p>
<p><u>Decreto Ministeriale 20/11/1987</u></p> <p>Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento.</p> <p>(G.U. 02/12/1987 n. 285)</p>
<p><b>NORME SISMICHE</b></p>
<p><u>Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3519 del 28/04/2006</u></p> <p>Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e aggiornamento degli elenchi delle medesime zone.</p>
<p><u>Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3431 del 03/05/2005</u></p> <p>Ulteriori modifiche ed integrazioni all'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, recante "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica".</p> <p>(G.U. 10/05/2005 n. 107)</p>
<p><u>Decreto Pres. Cons. Min. 21/10/2003</u></p> <p>Disposizioni attuative dell'art. 2, commi 2, 3 e 4, dell'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, recante "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica".</p>
<p><u>Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3316 del 02/10/2003</u></p> <p>Modifiche ed integrazioni all'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, recante "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica".</p> <p>(G.U. 10/10/2003 n. 236)</p>
<p><u>Ordinanza Del Presidente Del Consiglio Dei Ministri n. 3274 del 20/03/2003</u></p> <p>Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.</p>
<p><u>Circolare n. 65 del 10/04/1997</u></p> <p>Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche" di cui al d.m. 16 gennaio 1996.</p>

<p><u>Circolare 09/01/1996, n. 218/24/3</u></p> <p>Legge 2 febbraio 1974, n. 64. Decreto del Ministero dei lavori pubblici 11 marzo 1988. Istruzioni applicative per la redazione della relazione geologica e della relazione geotecnica. (G. U. 05/02/96 n. 29 Sup. Ord. n. 19)</p>
<p><u>Legge n. 64 del 02/02/1974</u></p> <p>Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche. (G.U. 21/03/74 n. 76)</p>

<b>NORMATIVA REGIONALE</b>
<b>NORME TECNICHE</b>
<p><u>L.R. n. 1 del 03/01/05</u></p> <p>Norme per governo del territorio (B.U.R.T. 12/01/05 n. 2)</p>
<p><u>D.P.G.R. n.26/R del 27.04.07</u></p> <p>Regolamento di attuazione dell'articolo 62 della legge regionale 3 gennaio 2005, n.1 (Norme per il governo del territorio) in materia di indagini geologiche. <u>B.U.R.T. 07/05/2007 n. 11</u></p>
<p><u>D.P.G.R. n.53/R del 25.10.11</u></p> <p>Regolamento di attuazione dell'articolo 62 della legge regionale 3 gennaio 2005, n.1 (Norme per il governo del territorio) in materia di indagini geologiche. B.U.R.T. 02/11/2011 n. 51</p>
<b>NORME SISMICHE</b>
<p><u>Deliberazione n. 878 del 08/10/2012</u></p> <p>Aggiornamento della classificazione sismica regionale in attuazione dell'O.P.C.M. 3519/2006 ed ai sensi del D.M. 14/01/2008 – Revoca della DGRT 431/2006. (B.U.R.T. 24/10/2012 n. 43 parte II)</p>

### 3.0 - RELAZIONE GEOLOGICA

---

#### 3.1 – CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE E GEOLOGICHE

---

L'area di progetto si trova nella porzione laterale nord-orientale estrema della valle alluvionale del Fiume Tevere, alla quota topografica di circa 334.0 m s.l.m..

Dal punto di vista morfologico l'area indagata è costituita da depositi di conoide (Figura 5), impostati al di sopra delle alluvioni Mousteriane, sopraelevate di circa 36 metri sull'alveo attuale del Fiume Tevere.

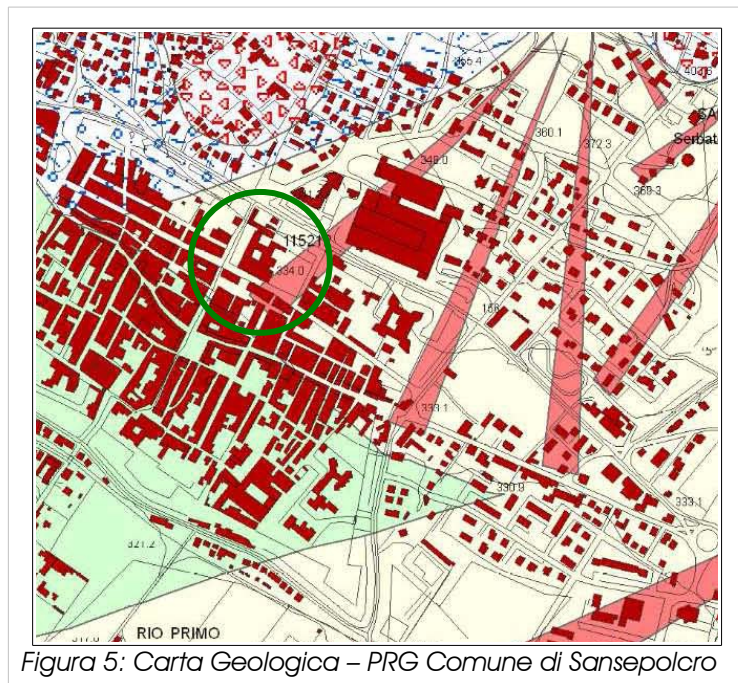


Figura 5: Carta Geologica – PRG Comune di Sansepolcro

Il rilevamento geomorfologico di campagna ha messo in evidenza che il sito d'indagine è caratterizzato da pendenze modeste con valori pari a circa 2-5 %, in declivio verso la porzione centrale della valle alluvionale del F. Tevere.

Per la determinazione delle caratteristiche litologiche, stratigrafiche e geometriche dei litotipi interessati dall'intervento sono state utilizzate le indagini di cui al cap. 3.3, a cui si rimanda per la descrizione di dettaglio.



### 3.2 – CARATTERISTICHE IDROLOGICHE E IDROGEOLOGICHE

---

Il sistema idrologico principale è riconducibile al F. Tevere impostato in direzione circa sudest-nordovest, avente andamento meandriforme irregolare. L'area di studio risulta caratterizzata sotto un profilo idrologico dalla presenza di una sviluppata rete fognaria comunale, sia nella zona strettamente d'indagine che in tutto il suo intorno.

Le caratteristiche idrografiche del luogo, per la porzione sud-orientale e sud-occidentale sono individuabili in presenza di una fitta rete di canalizzazione delle acque di corrivazione grazie all'utilizzo agricolo delle terre.

Tale canalizzazione delle acque meteoriche è in buono stato di conservazione anche se la discreta percentuale sabbiosa tende a favorire il deflusso ipodermico e profondo, a scapito del superficiale.

Durante le prove geoinvestigative (VEL 2004 – Sondaggio S1) è stata riscontrata la presenza di fluidi di circolazione sotterranea a partire da 6.90 m da p.c..

La presenza di un pozzo ubicato a est della particella di studio, ha permesso però di verificare che la piezometrica è rinvenibile ad una profondità pari a circa 4.5-5.0 metri.

La struttura idrogeologica è assimilabile a quella di un acquifero poroso a variabile permeabilità, con giustapposizione di lenti e livelli litologici caratterizzati da granulometria compresa fra i limi-argillosi e le sabbie ciottolose.

Il battente individuato è ricollegabile al sistema principale sotterraneo delle conoidi di Sansepolcro, caratterizzato da modeste oscillazioni della piezometrica in tutto l'arco dell'anno .

### 3.3 – INDAGINI GEOGNOSTICHE

---

Per l'individuazione dei parametri geotecnici-geomeccanici, per la determinazione della pericolosità geologica e per la valutazione della **Resistenza di Progetto** del terreno in questione, ci si è avvalsi sulle conoscenze geofisiche e geotecniche derivanti da precedenti campagne d'indagine (Progetto VEL, Regione Toscana – L.R. 56/97, STUDIO GEURO), condotte in aree immediatamente adiacenti, adiacenti e prossime a quella di studio, consistenti in:

#### **PROGETTO VEL**

##### **- Sondaggio a carotaggio S1**

- 1 sondaggio a carotaggio continuo, spinto fino alla profondità max di 55.0 m da p.c. (S1);
- 1 prova down-hole in foro (S1dh);
- 2 prove granulometriche (S1C1, S1C2);
- 2 prove di taglio diretto (S1C1, S1C2);
- 2 prove Edometriche ad incremento di carico (S1C1, S1C2);

##### **- Sondaggio a carotaggio S2**

- 1 sondaggio a carotaggio continuo, spinto fino alla profondità max di 70.0 m da p.c. (S2); (vedi database progetto VEL);
- 1 prova down-hole in foro (S2dh);

##### **- Sondaggio a carotaggio S7**

- 1 sondaggio a carotaggio continuo, spinto fino alla profondità max di 30.0 m da p.c. (S7); (vedi database progetto VEL);
- 1 prova down-hole in foro (S7dh);

##### **- Sismica a rifrazione ST1, ST2 (vedi database progetto VEL);**

##### **- Sismica a rifrazione ST6, ST8, ST10 (vedi database progetto VEL);**

##### **- Sismica a rifrazione ST28(vedi database progetto VEL);**

- 1 indagine HVSR (Sansepolcro 26).

#### **STUDIO GEURO**

- 1 prova penetrometrica con strumentazione DPSH, spinta fino alla profondità massima di 12.20 m da p.c. (GEURO 2010);

- 1 sondaggio stratigrafico tramite scarpetta per tutto il tratto investigato (GEURO 2010);
- 1 prova penetrometrica con strumentazione CPT, spinta fino alla profondità massima di 5.80 m da p.c. (GEURO 2008);
- 1 sondaggio stratigrafico tramite scarpetta per tutto il tratto investigato (GEURO 2008);
- 4 prova penetrometrica con strumentazione CPT, spinta fino alla profondità massima di 13.60 m da p.c. (GEURO 2005);
- 4 sondaggio stratigrafico tramite scarpetta per tutto il tratto investigato (GEURO 2005);
- sondaggio stratigrafico tramite braccio meccanico, spinto fino alla profondità di 3.4 m da p.c. con prelievo di campione indisturbato (GEURO 2005);
- 4 sismiche a rifrazione A-B, C-D, E-F, G-H (GEURO 2009).

I dati emersi evidenziano la presenza di una coltre di riporto, avente spessore pari a circa 2.50/3.50 m, caratterizzata da clasti e ciottoli eterometrici, immersi in matrice sabbio-limosa.

Alla base si rinvencono limi-argillosi e argille limose, a tratti sabbiosi, color marrone chiaro con inclusi elementi arenacei, molto consistenti.

Da quota -8.0 m da p.c. sono presenti argille con limo, grigio-azzurre, a tratti sabbiosi, con inclusi elementi arenacei, molto consistenti.

A partire da -12.0 m da p.c. sono stati individuati limo con argille, debolmente sabbioso, a tratti ghiaioso, marrone chiaro, molto consistente.

I litotipi studiati sono caratterizzati, per la zona strettamente di realizzazione, da discreta omogeneità distributiva areale, delle condizioni d'addensamento e di grado di compressibilità.

Durante le prove geoinvestigative (VEL 2005 – Sondaggio S1) è stata riscontrata la presenza di fluidi di circolazione sotterranea a partire da 6.90 m da p.c..

Si allega di seguito stratigrafia del sondaggio S1 (VEL 2005).

L. R. 56/97: PROGRAMMA VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI LOCALI

REGIONE TOSCANA - DIREZIONE GENERALE POLITICHE TERRITORIALI E AMBIENTALI - SERVIZIO SISMICO REGIONALE  
 PROVINCIA DI AREZZO COMUNE DI SANSEPOLCRO

CANTIERE ISTITUTO D'ARTE GIOVAGNOLI		SONDAGGIO N. <b>S 1</b>	GEOLOGO INCARICATO PER L' ASSISTENZA AL SONDAGGIO <b>FRANCESCO VANNINI</b>	GEOLOGO DELL' IMPRESA <b>DARIO SENESI</b>	IMPRESA ESECUTRICE - SONDATORE SOILTEST S.r.l. - Sig. Pighetti M.
QUOTA ASS. P.C. <b>335.7</b>	COORDINATE X Y <b>1753775 4829147</b>	TIPO DI SONDA (marca, modello, coppia motrice) <b>PUNTEL - PX 700 - 700</b>	TIPO DI FLUIDO <b>ACQUA</b>	STRUMENTAZIONE IN FORO E SUA PROFONDITA' <b>PVC F 5 mm - 54,5 m</b>	
DATA INIZIO/FINE <b>17/11/04 - 22/11/04</b>		METODO DI PERFORAZIONE (aste o wire line) <b>ASTE</b>	CASSE CATALOGATRICI N. <b>11</b>	PROFONDITA' RAGGIUNTA <b>55 m</b>	

[illegible]



L. R. 56/97: PROGRAMMA VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI LOCALI

REGIONE TOSCANA - DIREZIONE GENERALE POLITICHE TERRITORIALI E AMBIENTALI - SERVIZIO SISMICO REGIONALE  
PROVINCIA DI AREZZO  
COMUNE DI SANSEPOLCRO

CANTIERE ISTIUTO D'ARTE GIOVAGNOLI		SONDAGGIO N. S 1		GEOLOGO INCARICATO PER L' ASSISTENZA AL SONDAGGIO FRANCESCO VANNINI		GEOLOGO DELL' IMPRESA DARIO SENESI	IMPRESA ESECUTRICE - SONDATORE SOILTEST s.r.l. - Sig. Pighetti M.
QUOTA ASS. P.C. 335.7	COORDINATE X Y 1753775 4829147	TIPO DI SONDA (marca, modello, coppia motrice) PUNTEL - PX 700 - 700		TIPO DI FLUIDO ACQUA		STRUMENTAZIONE IN FORO E SUA PROFONDITA' PVC F 5 mm - 54,5 m	
DATA INIZIO/FINE 17/11/04 - 22/11/04		METODO DI PERFORAZIONE (asto o wire line) ASTE		CASSE CATALOGATRICI N. 11		PROFONDITA' RAGGIUNTA 55 m	

															Carotaggio in roccia da I.S.R.M e A.G.I																
Giorni di perforazione		Carotiere	Velocità di avanzamento	MANOVRE	Rivestimento Diametro interno (cm)	Profondità dal p.c. (m)	Scala rifilimento (m)	STRATIGRAFIA (disegno)	Falda acquifera	DESCRIZIONE DEI TERRENI ATTRAVERSATI ED INDICAZIONE DEGLI SPESSORI	Profondità (m)	S.P.T. Numero colpi	Rockwell Penetrometer (kgf/cm²)	Vane Test (kgf/cm²)	Altre prove	Campioni	Qualità Campioni	Recupero %	R.Q.D. %	Struttura	Resistenza roccia	Inclinazione	Indice di fratturazione	Descrizione delle discontinuità				Note			
																								Tipo	Forma e scabrezza	Riempimento	Alterazione				
18/11/04	Ø101		32	30,50																	0	10	0	50							
19/11/04	SEMPLICE C.W.		16	32,00		31,5				Limo con ghiaia, argilloso e sabbioso, marrone chiaro, con inclusi clasti arenacei arrotondati, a tratti alterati, di dimensioni max 3-4 cm (clasti 20-40%). UNITA' F2																					
			17	32,80		32				Ghiaia eterometrica, con ciottoli e rari blocchi, con diametro massimo > 20 cm, di natura arenacea, ,con elementi arrotondati ed in gran parte alterati, in abbondante matrice sabbioso limosa di colore nocciola passante a grigio-verde. UNITA' F2																					
			22	34,10		33																									
			19	35,00		34																									
			29	36,50		35					Limo con argilla, ghiaioso e sabbioso, di colore grigio, molto consistente, con clasti alterati di dimensioni max 6 cm. UNITA' F2		2,6	1,40																	
			27	38,00		35,2																									
			22	39,50		35,9																									
			24	40,60		36					Argilla con limo, ghiaiosa e sabbiosa, di colore grigio e grigio-verdastro, consistente, con tratti decimetrici prevalentemente ghiaiosi (37.1-37.2), di natura arenacea, arrotondati, di dimensioni max 4 cm (clasti 20-40%). UNITA' F2		1,8	0,92																	
			28	42,00		37																									
			30	43,00		38																									
			31	44,00		39																									
			23	44,80		39,4																									
			18	46,00		40					Argilla con limo, a tratti debolmente sabbiosa di colore grigio e grigio-verdastro, da consistente, a molto consistente, con tratti debolmente ghiaiosi, con elementi arenacei, arrotondati. UNITA' F2		3,3	1,84																	
			20	46,80		41																									
			18	49,00		42																									
			16	51,30		43					Argilla con limo, ghiaiosa, debolmente sabbiosa grigia, consistente, con elementi arenacei, arrotondati, torbosa nella parte alta (clasti 30%). UNITA' F2		1,6	0,92																	
			11	52,80		43,1					Argilla con limo, debolmente sabbiosa e sabbiosa grigia, a tratti debolmente ghiaiosa con elementi arrotondati, consistente. UNITA' F2		1,4	0,76																	
	12	53,80		44																											
	13	55,00		44,8					Limo con ghiaia, sabbioso argilloso, estremamente consistente marrone e verdastro con clasti di diametro max 7 cm, molto alterati (clasti 10-40%). UNITA' F2		>5	>2,5																			

RILEVAMENTO DELLA FALDA

Durante la perforazione

Data	Ora	Livello	Rivestimento	Profondità sondaggio
17/11/2004	16.45	1,5	16,5	18
18/11/2004	8.00	6,9	16,5	18
18/11/2004	16.59	2,8	33	35
19/11/2004	8.30	6,9	33	35
19/11/2004	17.30	4,2	48	50,3
22/11/2004	18.20	12,7	48	50,3

### **3.4 – PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA – PRG VIGENTE**

---

L'analisi conoscitiva del Piano Strutturale (L.R. 1/05 e DPGR 26/R) finalizzata all'individuazione della pericolosità del territorio sotto il profilo geomorfologico ha definito per l'area di studio la seguente classe di pericolosità:

#### **CLASSE G.2 - PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA MEDIA.**

Aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciturali dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto.

### **3.5 – PERICOLOSITA' IDRAULICA – PRG VIGENTE**

---

L'analisi conoscitiva del Piano Strutturale (L.R. 1/05 e DPGR 26/R) finalizzata all'individuazione della pericolosità del territorio sotto il profilo idraulico ha definito per l'area di studio la seguente classe di pericolosità:

#### **CLASSE I.2 - PERICOLOSITA' IDRAULICA MEDIA.**

Aree interessate da allagamenti per eventi con  $200 < tr \leq 500$  anni

### **3.6 – PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE - PRG VIGENTE**

---

L'analisi conoscitiva del Piano Strutturale (L.R. 1/05 e DPGR 26/R) finalizzata all'individuazione della pericolosità del territorio sotto il profilo sismico ha definito per l'area di studio la seguente classe di pericolosità:

#### **CLASSE S.3- PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE ELEVATA**

Zone con possibile amplificazione per effetti stratigrafici.

### 3.7 – ASPETTI SISMICI

Nella presente fase preliminare sono state utilizzate le indagini di cui al Progetto VEL, Regione Toscana – L.R. 56/97 e le indagini effettuate dallo STUDIO GEURO, vedi par. 4.1. mirate alla definizione di:

- spessori;
- geometrie;
- velocità sismiche;

dei litotipi sepolti.

Si specifica che per il suddetto calcolo sono stati utilizzati i parametri di seguito riportati:

#### DATI GENERALI

PARAMETRI	VALORI
Latitudine ED 50	43,572415
Longitudine ED 50	12,143050
Tipo di opera	2- opere ordinarie
Classe d'uso	Classe II
Coefficiente d'uso (CU)	1
Vita nominale (VN)	50
Periodo di riferimento (VR)	50

#### PARAMETRI SISMICI SU SITO DI RIFERIMENTO

##### **Categoria topografica**

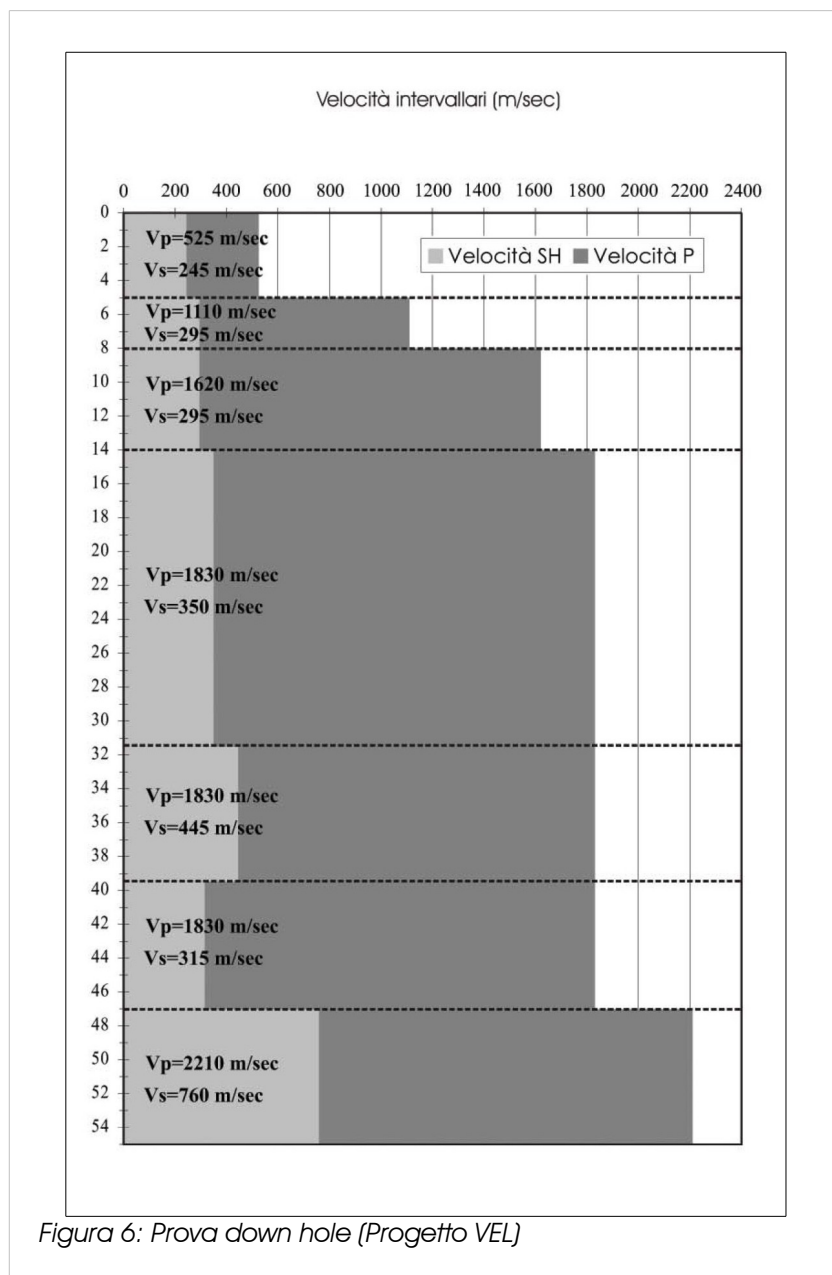
L'area in oggetto, che presenta pendenze modeste e comprese tra il 2-5%, ricade in **CATEGORIA TOPOGRAFICA T1**.

##### **Categoria di sottosuolo**

Il calcolo della **Vs30** è stato effettuato basandosi sui risultati derivanti e sulle conoscenze geofisiche derivanti da precedenti campagne d'indagine (Progetto VEL, Regione Toscana – L.R. 56/97, maggio 2005), condotte in aree immediatamente adiacenti a quella di studio consistenti in:

- 1 prova down-hole in foro (**S1dh - Progetto VEL**).

I valori del parametro Vs30 ottenuti della prova down-hole (figura 6) sono risultati pari a **310,46 m/s**, a cui si associa un sottosuolo di **"CATEGORIA C"**.





### 3.8 – ASSETTO LITOSTRATIGRAFICO E MODELLO GEOLOGICO

---

L'elaborazione dei dati geognostici, stratigrafici e quelli da indagine geologica ed idrogeologica ha permesso di raggiungere le seguenti conclusioni:

- le pendenze sono modeste e comprese tra il 2-5%;
- durante le prove geoinvestigative (VEL 2004 – Sondaggio S1) è stata riscontrata la presenza di fluidi di circolazione sotterranea a partire da 6.90 m da p.c.; la presenza di un pozzo ubicato a est della particella di studio, ha permesso però di verificare che la piezometrica è rinvenibile ad una profondità pari a circa 4.5-5.0 metri;
- il p.p.f. delle strutture esistenti è ipotizzabile ad una quota pari a circa -2.50/-3.50 m dall'attuale piano di campagna;
- il terreno direttamente interessato dalla posa in opera delle fondazioni è rappresentato da limi-argillosi e argille limose, a tratti sabbiosi, color marrone chiaro con inclusi elementi arenacei, molto consistenti;
- le caratteristiche geometriche e areali dei livelli litologici alle quote di intervento possono essere considerate discretamente omogenee;
- i parametri sismici su sito di riferimento sono caratterizzati da:
  - CATEGORIA C di sottosuolo;
  - CATEGORIA T1 topografica.

## 4.0 – MICROZONAZIONE SISMICA – LIVELLO 1

---

Per realizzare gli studi di MS è stata effettuata la raccolta, l'archiviazione organizzata di tutti i dati pregressi provenienti dalle diverse fonti informative ufficiali; le informazioni utilizzate sono consultabili e riportate nel par. 4.1.

Sono stati inoltre raccolti e restituiti i dati che hanno consentito di produrre i seguenti elaborati:

- a. carta delle indagini alla scala 1:4.000;
- b. carte geologiche e geomorfologiche alla scala 1:1.000;
- c. carta litotecnica alla scala 1:1.000;
- d. logs litostratigrafici dedotti da dati di sondaggio;
- e. sezioni litostratigrafiche costruite con dati dedotti da a, b e c.

Tutti i parametri di base hanno consentito la costruzione del modello del sottosuolo, quale risultato del processo iterativo e interattivo volto alla ricostruzione:

- delle unità litologiche superficiali (coperture recenti) e delle loro geometrie;
- del loro rapporto con le unità del substrato;
- delle loro caratteristiche geotecniche e geofisiche,

che rappresenta il prodotto di sintesi e lo strumento conoscitivo propedeutico alla redazione della carta di MS.

Tale processo, attraverso l'iterazione delle analisi e l'interazione fra le fonti informative in possesso, ha consentito di garantire l'integrazione e la coerenza fra le diverse conoscenze e di produrre la Carta delle MOPS.

L'elaborato cartografico individua le geometrie delle microzone ove - sulla base di osservazioni geologiche e geomorfologiche e della valutazione dei dati litostratigrafici (si sottolinea che si tratta di dati pregressi, già disponibili per l'area) - è prevedibile l'occorrenza di diversi tipi di effetti prodotti dall'azione sismica (amplificazioni, instabilità di versante, liquefazione, ecc.).

Le microzone sono classificate (1.6.3.1.2 degli ICMS) in tre categorie:

**A) zone stabili**, nelle quali non si ipotizzano effetti locali di rilievo di alcuna natura (substrato geologico in affioramento con morfologia pianeggiante o poco inclinata – pendii con inclinazione inferiore a circa 15°);

**B) zone stabili suscettibili di amplificazioni locali**, nelle quali sono attese amplificazioni del moto. Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica. I  
Indirizzi e criteri [ 35 ] sismico, come effetto dell'assetto litostratigrafico e morfologico locale;

**C) zone suscettibili di instabilità**, nelle quali gli effetti sismici attesi e predominanti sono riconducibili a deformazioni permanenti del territorio (non sono necessariamente esclusi per queste zone anche fenomeni di amplificazione del moto). I principali tipi di instabilità sono:

- instabilità di versante
- liquefazioni
- faglie attive e capaci
- cedimenti differenziali.

## 4.1 – DATI DI BASE

---

E' stata effettuata la raccolta, l'archiviazione organizzata di tutti i dati pregressi provenienti dalle diverse fonti informative ufficiali.

Ci si è avvalsi sulle conoscenze geofisiche e geotecniche derivanti da precedenti campagne d'indagine (Progetto VEL, Regione Toscana – L.R. 56/97, STUDIO GEURO), condotte in aree immediatamente adiacenti, adiacenti e prossime a quella di studio, consistenti in:

### **PROGETTO VEL**

#### **- Sondaggio a carotaggio S1**

- 1 sondaggio a carotaggio continuo, spinto fino alla profondità max di 55.0 m da p.c. (S1);
- 1 prova down-hole in foro (S1dh);
- 2 prove granulometriche (S1C1, S1C2);
- 2 prove di taglio diretto (S1C1, S1C2);
- 2 prove Edometriche ad incremento di carico (S1C1, S1C2);

#### **- Sondaggio a carotaggio S2**

- 1 sondaggio a carotaggio continuo, spinto fino alla profondità max di 70.0 m da p.c. (S2); (vedi database progetto VEL);
- 1 prova down-hole in foro (S2dh);

#### **- Sondaggio a carotaggio S7**

- 1 sondaggio a carotaggio continuo, spinto fino alla profondità max di 30.0 m da p.c. (S7); (vedi database progetto VEL);
- 1 prova down-hole in foro (S7dh);

#### **- Sismica a rifrazione ST1, ST2 (vedi database progetto VEL);**

#### **- Sismica a rifrazione ST6, ST8, ST10 (vedi database progetto VEL);**

#### **- Sismica a rifrazione ST28(vedi database progetto VEL);**

- 1 indagine HVSr (Sansepolcro 26).

## STUDIO GEURO

- 1 prova penetrometrica con strumentazione DPSH, spinta fino alla profondità massima di 12.20 m da p.c. (GEURO 2010);
- 1 sondaggio stratigrafico tramite scarpetta per tutto il tratto investigato (GEURO 2010);
- 1 prova penetrometrica con strumentazione CPT, spinta fino alla profondità massima di 5.80 m da p.c. (GEURO 2008);
- 1 sondaggio stratigrafico tramite scarpetta per tutto il tratto investigato (GEURO 2008);
- 4 prova penetrometrica con strumentazione CPT, spinta fino alla profondità massima di 13.60 m da p.c. (GEURO 2005);
- 4 sondaggio stratigrafico tramite scarpetta per tutto il tratto investigato (GEURO 2005);
- sondaggio stratigrafico tramite braccio meccanico, spinto fino alla profondità di 3.4 m da p.c. con prelievo di campione indisturbato (GEURO 2005);
- 4 sismiche a rifrazione A-B, C-D, E-F, G-H (GEURO 2009).

In considerazione della disponibilità e densità dei dati a disposizione di carattere geologico-geotecnico e geofisico, non sono state effettuate ulteriori indagini (1.6.2.2 degli ICMS).

## 4.2 – RELAZIONE ILLUSTRATIVA CARTA DELLE MOPS

---

Tutti i parametri di base hanno consentito la costruzione del modello del sottosuolo e la produzione della Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS).

L'elaborato cartografico individua le geometrie delle microzone ove - sulla base di osservazioni geologiche e geomorfologiche e della valutazione dei dati litostratigrafici (si sottolinea che si tratta di dati pregressi, già disponibili per l'area) - è prevedibile l'occorrenza di diversi tipi di effetti prodotti dall'azione sismica (amplificazioni, instabilità di versante, liquefazione, ecc.).

E' stata effettuata la ricostruzione del modello geologico-tecnico dell'area, l'individuazione dei litotipi che possono costituire il substrato rigido (ovvero dei materiali caratterizzati da valori delle velocità di propagazione delle onde di taglio S significativamente maggiori di quelli relativi alle coperture localmente presenti), accompagnata da una stima approssimativa della loro profondità rispetto al piano di campagna.

In particolare i dati provenienti da sondaggio S1 hanno consentito la ricostruzione litostratigrafica locale dell'area di progetto, caratterizzata da una copertura contraddistinta da depositi di conoide ed alluvionali aventi spessore di circa 48.0 m, impostate al di sopra delle Arenarie del Monte Falterona (FAL), evidenziando un significativo contrasto di impedenza sismica, come confermato dall'indagine HVSR che individua una frequenza di risonanza pari a  $f_0 = 1,53$  Hz.

In particolare è stato effettuato uno studio di microzonazione sismica MS di Livello 1 che ha avuto come principale obiettivo di definire la microzona omogenea in prospettiva sismica, attraverso l'individuazione di microzone omogenee dal punto di vista del comportamento sismico (MOPS).

Per l'area di studio è stato definito la seguente condizione di pericolosità sismica dell'area:

**CLASSE S.2 - PERICOLOSITA' SISMICA MEDIA.**

Classe S.2: zone stabili suscettibili di amplificazioni locali che non rientrano tra quelli previsti per la classe di pericolosità sismica S.3.

## 5.0 - RELAZIONE GEOTECNICA

---

### 5.1 – PARAMETRIZZAZIONE E MODELLO GEOTECNICO

---

L'attuale livello di analisi e di investigazione geotecnica ha avuto quale principale obiettivo la verifica preliminare delle condizioni di sicurezza globali e locali e delle problematiche connesse alla interazione generale del sistema struttura-terreno.

Lo studio geotecnico ha avuto lo scopo di modellare e definire preliminarmente le proprietà fisiche e meccaniche dei diversi tipi di terreno attraversati e del regime delle pressioni interstiziali (Cir. n. 617 del 02/02/2009 - D. M. 14/01/2008), nonché del livello di stabilità del sito e dei fronti di scavo previsti, di cui al cap. 4.3.

La successiva fase progettuale esecutiva avrà lo scopo di determinare i parametri geotecnici e sismici necessari per la completa valutazione delle prestazioni del sistema, nelle effettive condizioni d'esercizio.

I caratteri geologici del sito illustrati nella Relazione Geologica, vedi cap. 3, costituiscono il riferimento per l'impostazione del presente progetto geotecnico.

L'individuazione dei parametri geotecnici e geomeccanici di seguito riportati è da ritenere applicabile esclusivamente alla fase progettuale affrontata.

I valori forniti devono essere considerati pertanto orientativi e non potranno essere utilizzati per il calcolo della Resistenza di Progetto in fase esecutiva.

La scelta tipologica relativa al sistema di fondazione adottato è stata definita in funzione delle esigenze e delle caratteristiche strutturali evidenziate dal progettista.



## 5.2 – VALUTAZIONE PARAMETRI GEOTECNICI

---

Lo studio geotecnico preliminare ha consentito la definizione delle proprietà fisiche e meccaniche dei principali tipi di terreno e il regime delle pressioni interstiziali (Cir. n. 617 del 02/02/2009 - D. M. 14/01/2008).

Per l'individuazione dei parametri geotecnici-geomeccanici, per la determinazione della pericolosità geomorfologica e sismica del terreno in questione, ci si è avvalsi sulle conoscenze geofisiche e geotecniche derivanti da precedenti campagne d'indagine ( Progetto VEL, Regione Toscana – L.R. 56/97, STUDIO GEURO), condotte in aree immediatamente adiacenti, adiacenti e prossime a quella di studio, consistenti in:

### PROGETTO VEL

#### - Sondaggio a carotaggio S1

- 1 sondaggio a carotaggio continuo, spinto fino alla profondità max di 55.0 m da p.c. (S1);
- 1 prova down-hole in foro (S1dh);
- 2 prove granulometriche (S1C1, S1C2);
- 2 prove di taglio diretto (S1C1, S1C2);
- 2 prove Edometriche ad incremento di carico ( S1C1, S1C2 );

#### - Sondaggio a carotaggio S2

- 1 sondaggio a carotaggio continuo, spinto fino alla profondità max di 70.0 m da p.c. (S2); (vedi database progetto VEL);
- 1 prova down-hole in foro (S2dh);

#### - Sondaggio a carotaggio S7

- 1 sondaggio a carotaggio continuo, spinto fino alla profondità max di 30.0 m da p.c. (S7); (vedi database progetto VEL);
- 1 prova down-hole in foro (S7dh);

#### - Sismica a rifrazione ST1, ST2 (vedi database progetto VEL);

#### - Sismica a rifrazione ST6, ST8, ST10 (vedi database progetto VEL);

#### - Sismica a rifrazione ST28(vedi database progetto VEL);

- 1 indagine HVSr (Sansepolcro 26).

## STUDIO GEURO

- 1 prova penetrometrica con strumentazione DPSH, spinta fino alla profondità massima di 12.20 m da p.c. (GEURO 2010);
- 1 sondaggio stratigrafico tramite scarpetta per tutto il tratto investigato (GEURO 2010);
- 1 prova penetrometrica con strumentazione CPT, spinta fino alla profondità massima di 5.80 m da p.c. (GEURO 2008);
- 1 sondaggio stratigrafico tramite scarpetta per tutto il tratto investigato (GEURO 2008);
- 4 prova penetrometrica con strumentazione CPT, spinta fino alla profondità massima di 13.60 m da p.c. (GEURO 2005);
- 4 sondaggio stratigrafico tramite scarpetta per tutto il tratto investigato (GEURO 2005);
- sondaggio stratigrafico tramite braccio meccanico, spinto fino alla profondità di 3.4 m da p.c. con prelievo di campione indisturbato (GEURO 2005);
- 4 sismiche a rifrazione A-B, C-D, E-F, G-H (GEURO 2009).

Sulla base dell'elaborazione dei dati raccolti, i parametri medi del terreno, da tenere in considerazione in fase preliminare, per i diversi livelli investigati e caratterizzati, sono i seguenti:

## PARAMETRI GEOTECNICI DI RIFERIMENTO

QUOTA DA P.C.	da 1.50/2.50 a -5.0 m da p.c.
COESIONE TOTALE	$C' = 0,30 \text{ T/m}^2$
ANGOLO DI ATTRITO INTERNO	$\varnothing = 26^\circ$
PESO DI VOLUME	$\tau = 1.87 \text{ T/m}^3$

### 5.3 – ANALISI DI STABILITA' DEI FRONTI DI SCAVO

Le esigenze costruttive implicano la realizzazione di pareti di scavo verticali o prossime alla verticalità. La rapidità esecutiva dell'intervento e i tempi previsti per le operazioni di scavo configurano una situazione tensionale di breve termine (condizioni non drenate).

L'analisi di stabilità del fronte di scavo, eseguita in tensioni totali, è stata effettuata utilizzando il metodo di Taylor applicando i coefficienti parziali indicati al paragrafo 6.8 delle NTC08.

La soluzione di Taylor si basa sul metodo dell'equilibrio limite globale. In essa il margine di sicurezza è espresso nella seguente formula:

$$\frac{R_d}{E_d} = \frac{1}{\gamma_R} \frac{C_u}{\gamma_{Cu}} \frac{1}{N_s \gamma H_c}$$

dove:

$\gamma_R$  = coefficiente riduttivo  $R_2$  pari a 1.1

$C_u$  = coesione non drenata

$\gamma_{Cu}$  = coefficiente riduttivo  $M_2$  pari a 1.4

$N_s$  = fattore di stabilità ricavato dalla carta di stabilità di Taylor (fig. sottostante) con  $\beta = 85^\circ$

$\gamma$  = peso di volume del terreno

$H_c$  = altezza critica del fronte di scavo

La verifica è da ritenersi soddisfatta se  $R_d \geq E_d$ .

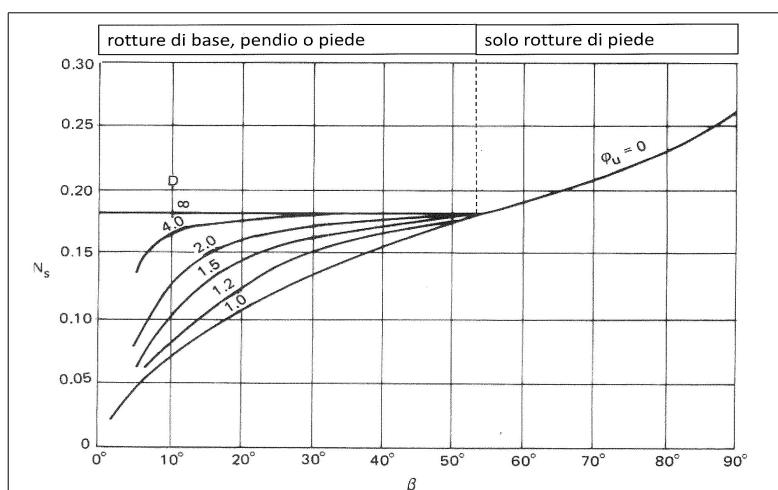


Figura 7: Carta di stabilità di Taylor

Utilizzando il valore minimo di coesione totale tra quelli elaborati dalle indagini, in uno spessore di terreno avente medesima altezza della profondità di scavo, i parametri del terreno e i coefficienti riduttivi, da tenere in considerazione ai fini del calcolo di  $H_c$ , sono i seguenti:

COESIONE TOTALE	$C_u = 1.00 \text{ T/m}^2$
PESO DI VOLUME	$\gamma = 1.90 \text{ T/m}^3$
COEFFICIENTE RIDUTTIVO $M_2$	$\gamma_{Cu} = 1.4$
COEFFICIENTE RIDUTTIVO $R_2$	$\gamma_R = 1.1$
FATTORE DI STABILITA'	$NS = 0.2455$

In fase di calcolo progettuale, nel rispetto dell'ipotesi di lavoro sopra proposta, il valore elaborato è risultato:

$$H_c = 1.39 \text{ m}$$

I valori forniti devono essere considerati indicativi e dipendenti dalla situazione idrologica presente al momento dello scavo.

Il Progetto prevede il frazionamento e parziale cambio di destinazione, senza realizzazione di opere e quindi non sono previsti nemmeno interventi di scavo e/o di sbancamento.

## 5.4 – RESISTENZA DI PROGETTO

---

In fase di calcolo progettuale preliminare (pertanto puramente indicativo), prevedendo soluzioni superficiali fondali di tipo a platea, facendo riferimento all'APPROCCIO 2 il Metodo di Terzaghi, in condizioni dinamiche (SLV), il valore della resistenza di progetto  $R_d$  potrà essere compreso fra **140.00 e 180.00 KN/m<sup>2</sup>**.

## 5.5 – COMPORTAMENTO DEL TERRENO DI FONDAZIONE

---

Le indagini effettuate hanno permesso di stimare il valore correlato di  $E$  medio, le caratteristiche geomeccaniche ed elastiche medie dei terreni indagati, anche per i seguenti parametri e per il loro utilizzo vale quanto specificato nel cap. 4. Valori medi di riferimento del modulo edometrico:

Profondità	da 1.50/2.50 m a -5.0 da p.c.
$E$ medio	40-80 Kg/cm <sup>2</sup>

## 6.0 – FATTIBILITA' DELL' INTERVENTO

---

L'intervento previsto, sovrapposto alle classi di pericolosità individuate ha permesso di definire la condizione di fattibilità, al fine di adottare le opportune misure preventive di attenuazione delle problematiche emerse, come di seguito riportato:

### CLASSE F.2 – CON NORMALI VINCOLI.

**F. G:** Non sono state riscontrate problematiche geologiche e geomorfologiche tali da condizionare l'intervento in oggetto.

**F. I:** Per l'intervento in oggetto non sono necessarie prescrizioni specifiche ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.

**F. S:** Per l'intervento in oggetto non è necessario indicare condizioni di fattibilità specifiche per la fase attuativa o per la valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.

Non si ravvisa, per quanto di competenza geologica, alcuna controindicazione all'esecuzione del progetto, ma è necessario che l'affidabilità degli strumenti progettuali previsionali sia verificata con un accurato monitoraggio dell'opera in fase costruttiva che, consentendo anche una progressiva calibrazione dei parametri del modello geotecnico elaborato, può costituire uno strumento prezioso per la migliore conduzione dei lavori.

Dott. Federico DEL GAIA  
GEOLOGO

.....

---

ALLEGATO 1  
ELABORATI CARTOGRAFICI

---

---

## CARTA GEOLOGICA

scala 1: 1000

TAV. 1

---



### Legenda

Conoide di deiezione





---

## CARTA LITOLOGICO-TECNICA

scala 1: 1000

### TAV. 2

---



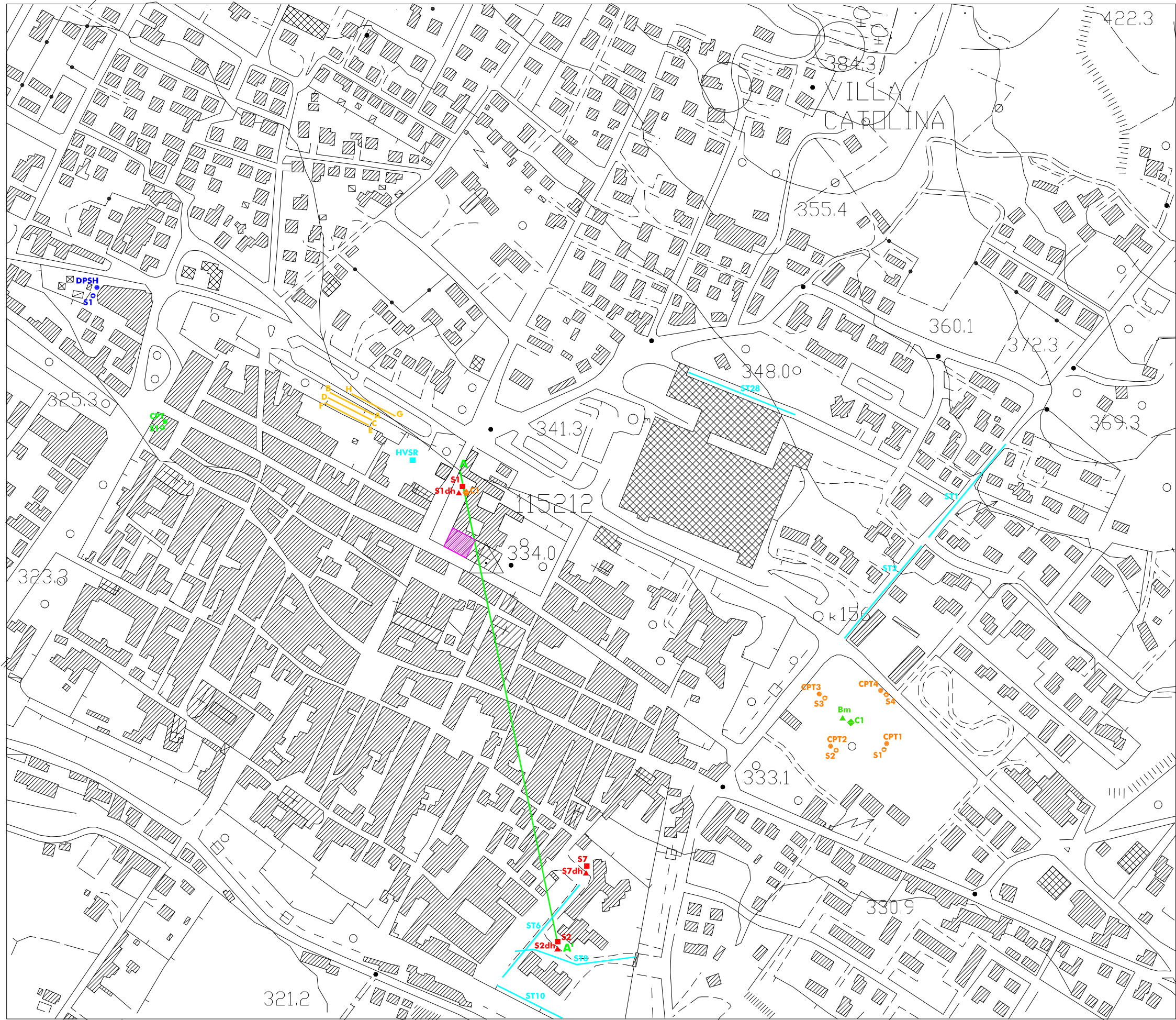
#### Legenda

##### COPERTURA

##### MATERIALE A COMPORTAMENTO COESIVO

Litotipi con prevalenza di limi-argillosi, mediamente consistenti





# CARTA DELLE INDAGINI IN SITU SCALA 1:4000 TAV. 3

## LEGENDA

- ST1-ST2** Sismica a rifrazione (Progetto VEL 2003)
- S1-S2** Sondaggio a carotaggio continuo (Progetto VEL 2004)
- S1dh-S2dh** Prova Down Hole in foro (Progetto VEL 2004)
- C1** Prelievo campione indisturbato (Progetto VEL 2004)
- HVSR** Indagine HVSR (S. Sepolcro 26) (Università Siena 2004)
- ST6-ST8-ST10** Sismica a rifrazione (Progetto VEL 2004)
- CPT1-CPT4** Prova penetrometrica CPT (Geuro 2005)
- S1-S4** Sondaggio stratigrafico tramite scarpetta durante le prove CPT (Geuro 2005)
- Bm** Sondaggio braccio meccanico (Geuro 2005)
- C1** Prelievo campione indisturbato (Progetto VEL 2005)
- S7** Sondaggio a carotaggio continuo (Progetto VEL 2007)
- S7dh** Prova Down Hole in foro (Progetto VEL 2007)
- CPT1** Prova penetrometrica CPT (Geuro 2008)
- S1** Sondaggio stratigrafico tramite scarpetta durante le prove CPT (Geuro 2008)
- ST28** Sismica a rifrazione (Progetto VEL 2005)
- A-B** Stendimento sismica a rifrazione (Geuro 2009)
- C-D** Stendimento sismica a rifrazione (Geuro 2009)
- E-F** Stendimento sismica a rifrazione (Geuro 2009)
- G-H** Stendimento sismica a rifrazione (Geuro 2009)
- DPSH** Prova penetrometrica DPSH (Geuro 2010)
- S1** Sondaggio stratigrafico tramite scarpetta durante le prove DPSH (Geuro 2010)
- A-B** Traccia di sezione
- Edificio in oggetto**

---

## CARTA GEOMORFOLOGICA

scala 1: 1000

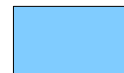
TAV. 4

---



### Legenda

Conoide di deiezione





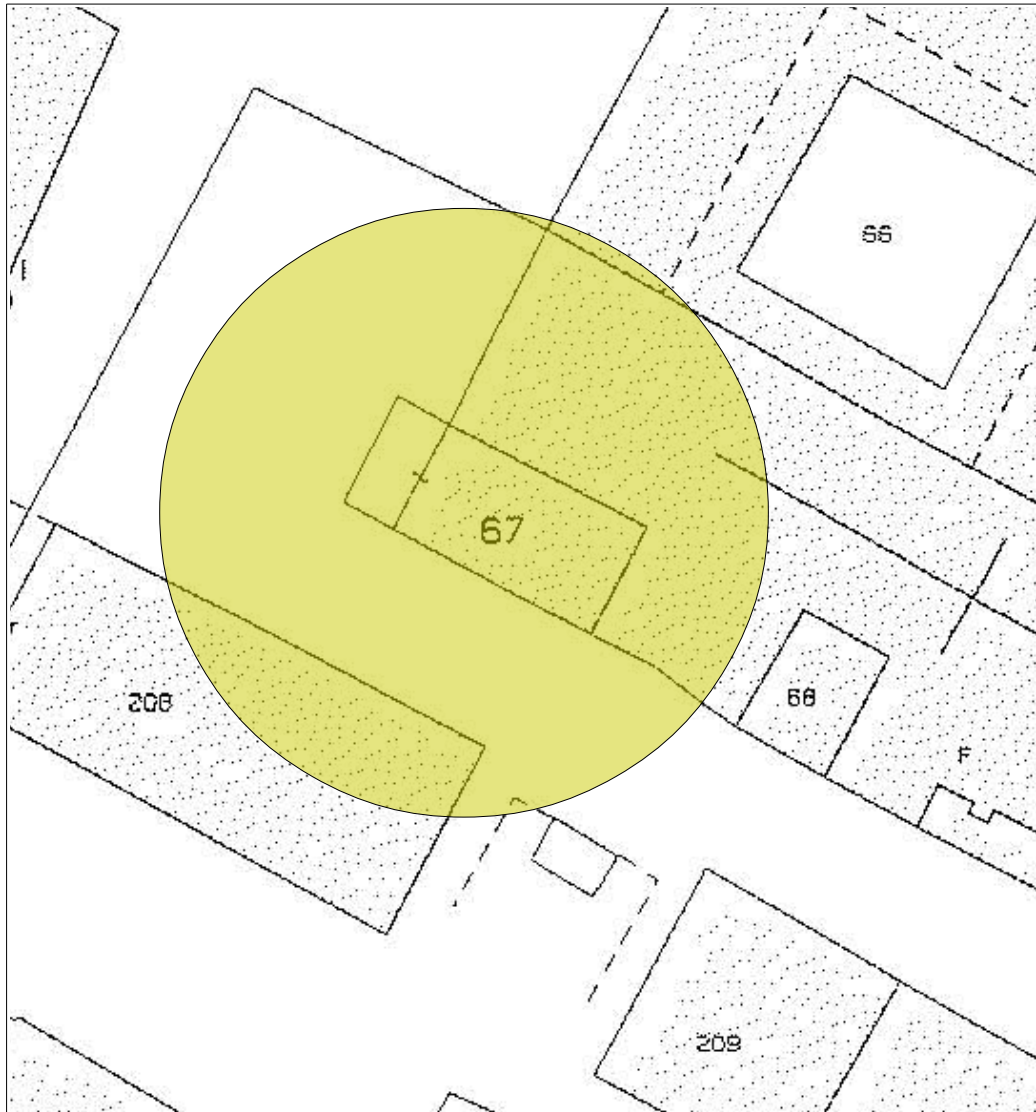
---

## CARTA IDROGEOLOGICA

scala 1: 1000

### TAV. 5

---



#### Legenda

##### CLASSE DI PERMEABILITA'

PRIMARIA

Media



---

## CARTA DELLA PERICOLOSITA' GEOLOGICA

scala 1: 1000

TAV. 6

---



### Legenda

#### CLASSE DI PERICOLOSITA' GEOLOGICA

G.2 – Pericolosità Geologica Media



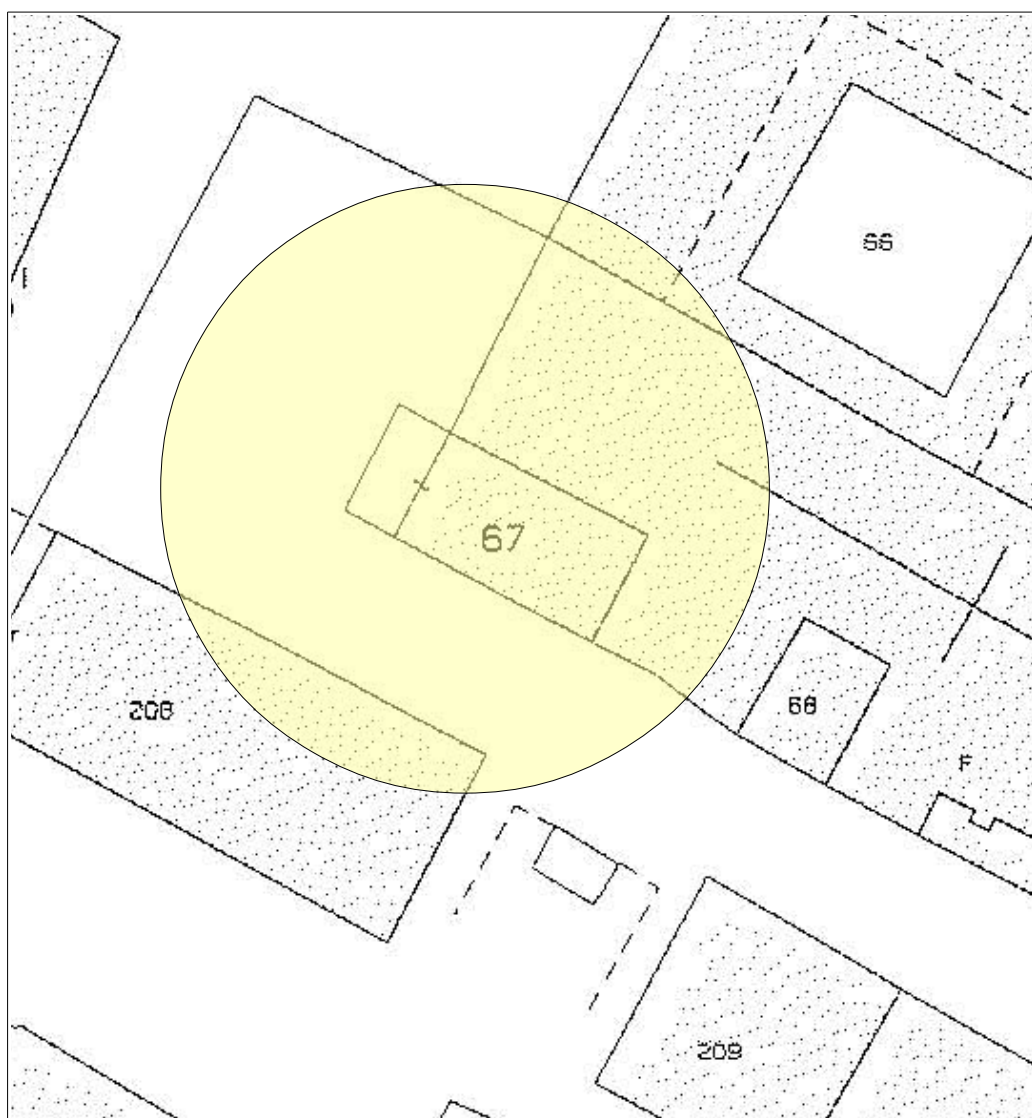
---

## CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA

scala 1: 1000

TAV. 7

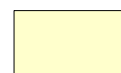
---



### Legenda

#### CLASSE DI PERICOLOSITA' IDRAULICA

I.2 – Pericolosità Idraulica Media



CARTA DELLE  
MICROZONE OMOGENEE  
IN PROSPETTIVA SISMICA  
(MOPS)  
SCALA 1:2000  
TAV. 8

LEGENDA

ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI  
AMPLIFICAZIONI LOCALI

Zona 1



5 m

23 m

8 m

12 m

Substrato

LITOLOGIA DEI TERRENI DI COPERTURA



Riporto antropico (spessore indicativo 5 m)



Limo argilloso e argilla limosa (da consistente a molto consistente, spessore massimo supposto 23 m)



Ghiaia in matrice limoso argillosa (mediamente addensata, spessore massimo supposto 8 m)

INFORMAZIONI SUL SUBSTRATO



Substrato: coesivo



Substrato: stratificato

FORME DI SUPERFICIE



Conoide alluvionale



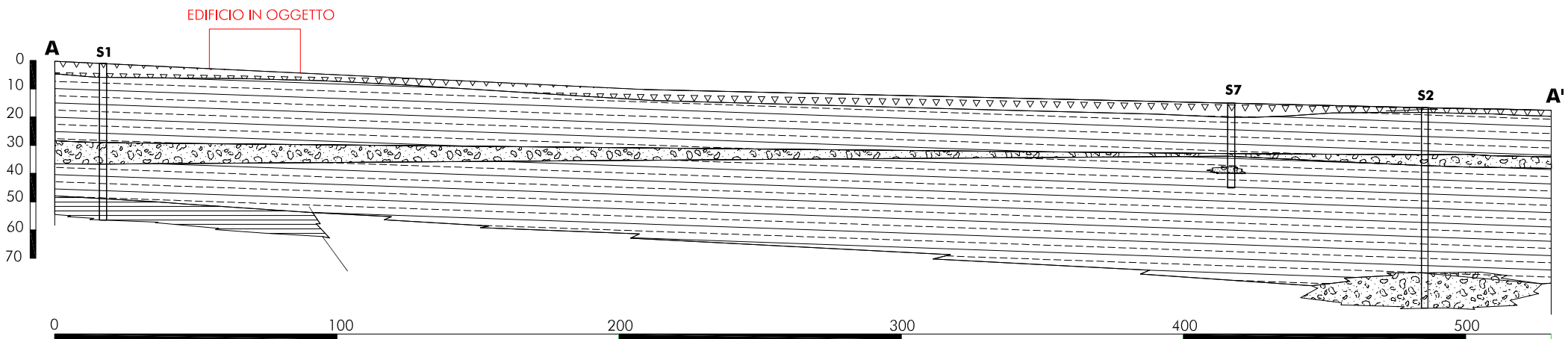
Traccia della sezione litostratigrafica rappresentativa



Edificio in oggetto



SEZIONE LITOSTRATIGRAFICA RAPPRESENTATIVA





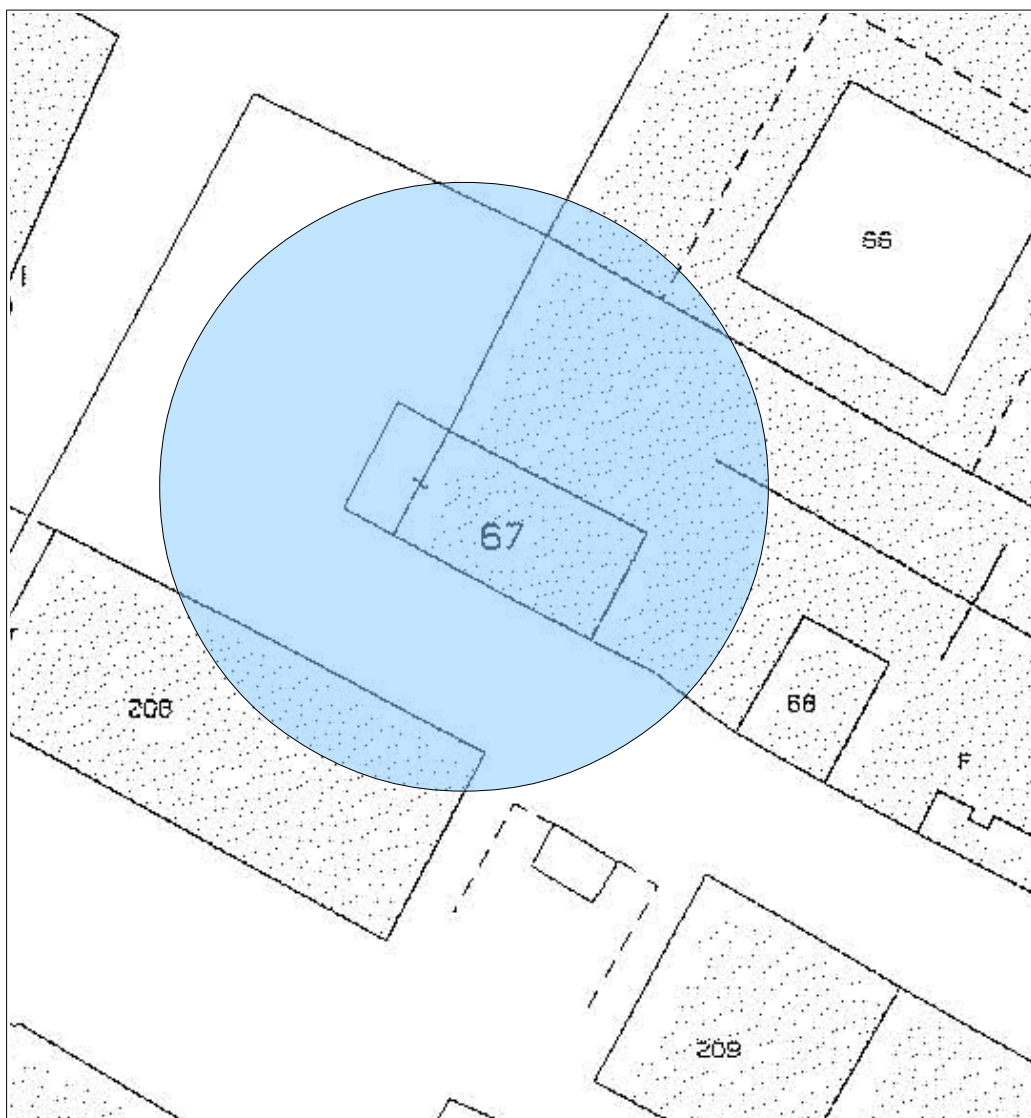
---

## CARTA DELLA FATTIBILITA' GEOLOGICA

scala 1: 1000

TAV. 9<sub>1</sub>

---



### Legenda

#### CLASSE DI FATTIBILITA' GEOLOGICA

F.G.2 – Fattibilità con normali vincoli





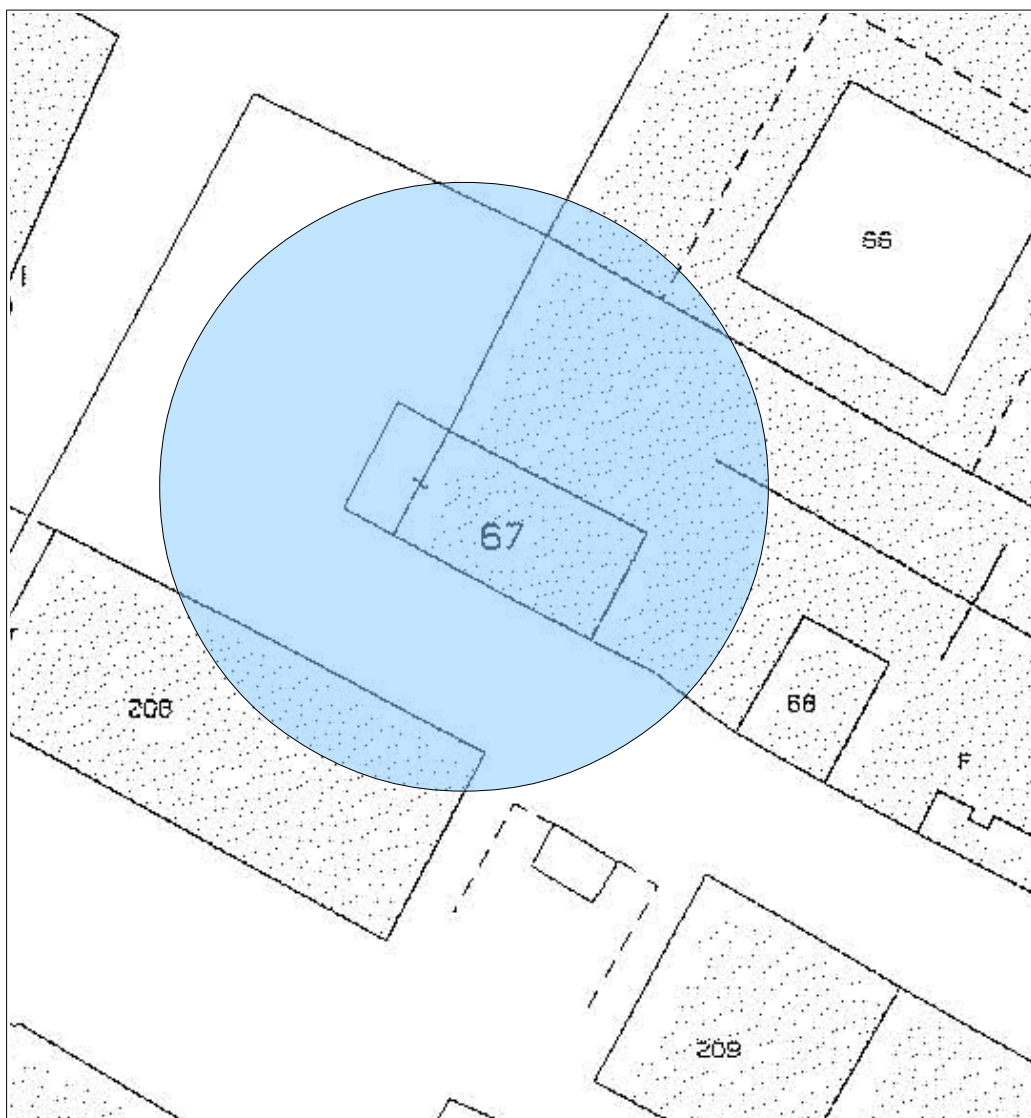
---

## CARTA DELLA FATTIBILITA' IDRAULICA

scala 1: 1000

TAV. 9<sub>2</sub>

---



### Legenda

#### CLASSE DI FATTIBILITA' IDRAULICA

F.I.2 – Fattibilità con normali vincoli



---

## CARTA DELLA FATTIBILITA' SISMICA

scala 1: 1000

TAV. 9<sub>3</sub>

---



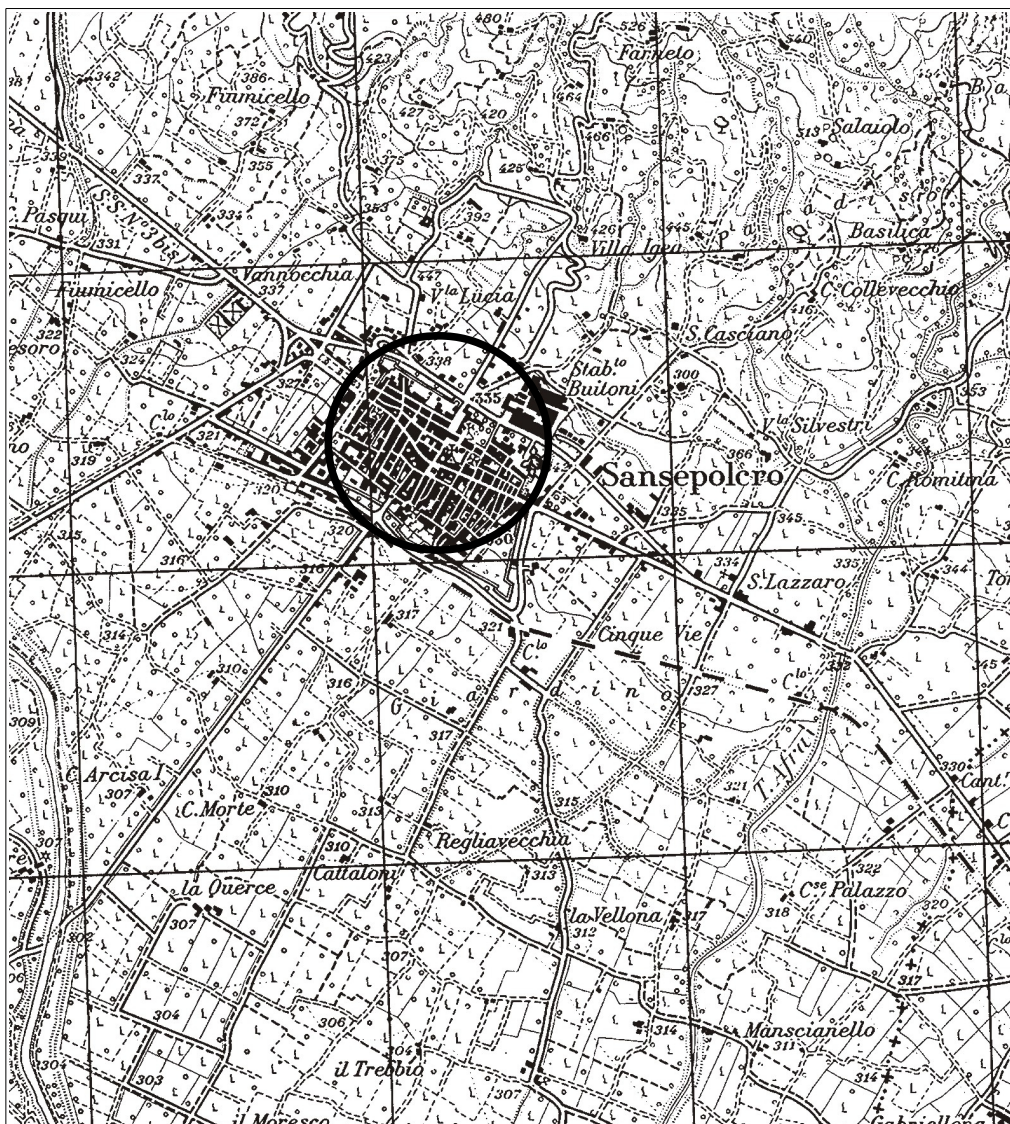
### Legenda

#### CLASSE DI FATTIBILITA' SISMICA

F.S.2 – Fattibilità con normali vincoli



**scala 1:25000**



**STUDIO GEOAMBIENTALE GEURO – GEOLOGIA TECNICA & AMBIENTALE**  
SEDE LEGALE: VIA I. SALVIANI, 8 – 06012 CITTA' DI CASTELLO (PG) – ITALY  
SEDI OPERATIVE: VIA XX SETTEMBRE, 16 – 52037 SANSEPOLCRO (AR) – ITALY  
VIA VITTORINI LOC. CERBARA – 06011 CITTA' DI CASTELLO (PG) – ITALY  
PHONE E FAX: 075/8556789 – 0575/734659 – E-MAIL: [GEURO@TECHNET.IT](mailto:GEURO@TECHNET.IT)



**STUDIO GEOAMBIENTALE GEURO – GEOLOGIA TECNICA & AMBIENTALE**  
SEDE LEGALE: VIA I. SALVIANI, 8 – 06012 CITTA' DI CASTELLO (PG) – ITALY  
SEDI OPERATIVE: VIA XX SETTEMBRE, 16 – 52037 SANSEPOLCRO (AR) – ITALY  
VIA VITTORINI LOC. CERBARA – 06011 CITTA' DI CASTELLO (PG) – ITALY  
PHONE E FAX: 078/8556789 – 0575/734659 – E-MAIL: [GEURO@TECHNET.IT](mailto:GEURO@TECHNET.IT)

---

## Planimetria catastale scala 1:2000

F° 70 del Comune di Sansepolcro

Part.Ia Cat.le n. 67 sub 3

---

