

DR. GEOL. MARCO MILIGHETTI

Loc. S. Lucia n. 110 - Castiglion F.no (AR)
Tel.: 0575651243
C.F.:MLGMRC82A28A390W



E-mail: geologo.milighetti@gmail.com
Cell.: 3333614161
P.IVA: 02040990513

COMUNE DI SINALUNGA (SI)

Località Rigaiolo - Via del Rigo

Oggetto:

Progetto unitario convenzionato su area TR01d

RELAZIONE DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA

Committenti:

Luca Briganti e Elena Ruspolini

Tecnico incaricato:

Dr. Geol. Marco Milighetti



2019

Loc. S. Lucia n. 110 - Castiglion F.no (AR)
 Tel.: 0575651243
 C.F.:MLGMRC82A28A390W

E-mail: geologo.milighetti@gmail.com
 Cell.: 3333614161
 P.IVA: 02040990513

INDICE

1 Premessa.....	4
2 Sintesi delle conoscenze.....	6
2.1 Inquadramento territoriale.....	6
2.2 Analisi cartografica: pericolosità, rischio e vincoli.....	6
2.3 Fattibilità assegnate a livello di Regolamento Urbanistico.....	10
3 Analisi ed approfondimenti.....	10
3.1 Elementi geologici e strutturali.....	10
3.1.1 Descrizione delle unità affioranti.....	11
3.2 Elementi litologico-tecnici.....	13
3.2.1 Unità litologico-tecniche.....	13
3.2.2 Stabilità nei confronti della liquefazione.....	14
3.3 Dati di base.....	16
3.3.1 Stratigrafie dei pozzi.....	16
3.3.2 Indagini geofisiche eseguite all'interno del lotto.....	18
3.4 Elementi per la valutazione degli aspetti geomorfologici.....	19
3.5 Elementi per la valutazione degli aspetti idraulici.....	19
3.6 Elementi per la valutazione degli aspetti idrogeologici.....	22
3.7 Elementi per la valutazione degli aspetti sismici.....	24
3.7.1 Classificazione sismica.....	24
3.7.2 Sorgenti sismogenetiche.....	25
3.7.3 Sismicità storica: eventi principali.....	26
4 Valutazione di pericolosità.....	29
5 Valutazione delle condizioni di fattibilità.....	33
6 Conclusioni.....	38
7 Allegati.....	39
7.1 Perimetrazione delle aree con pericolosità da fenomeni geomorfologici di versante - P.A.I. del Fiume Arno.....	39
7.2 Piano di Gestione del Rischio Alluvioni - mappe di pericolosità e rischio da alluvione fluviale.....	39
7.3 Carte di pericolosità - Piano Strutturale e Regolamento Urbanistico del Comune di Sinalunga.....	41
7.4 Schede tecniche dei pozzi.....	45
7.5 Indagini geofisiche: relazione sismica.....	58

Loc. S. Lucia n. 110 - Castiglion F.no (AR)
Tel.: 0575651243
C.F.:MLGMRC82A28A390W

E-mail: geologo.milighetti@gmail.com
Cell.: 3333614161
P.IVA: 02040990513

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1: Ubicazione dell'area in studio su carta topografica in scala 1:25.000.....	8
Figura 2: Ubicazione dell'area in oggetto su C.T.R. in scala 1:10.000.....	9
Figura 3: Carta geologica (scala 1:5.000).....	12
Figura 4: Carta litologico-tecnica e dei dati di base (scala 1:5.000).....	15
Figura 5: Carta geomorfologica (scala 1:5.000).....	20
Figura 6: Carta delle aree allagabili (scala 1:5.000).....	21
Figura 7: Carta idrogeologica e delle aree con problematiche idrogeologiche (scala 1:5.000).....	23
Figura 8: Schema tettonico-cinematico dell'Appennino Settentrionale.....	26
Figura 9: Carta delle M.O.P.S. (scala 1:5.000).....	28
Figura 10: Carta delle aree a pericolosità geologica (scala 1:5.000).....	30
Figura 11: Carta delle aree a pericolosità idraulica (scala 1:5.000).....	31
Figura 12: Carta delle aree a pericolosità sismica locale (scala 1:5.000).....	32
Figura 13: Carta della fattibilità in relazione agli aspetti geologici (scala 1:2.000).....	35
Figura 14: Carta della fattibilità in relazione agli aspetti idraulici (scala 1:2.000).....	36
Figura 15: Carta della fattibilità in relazione agli aspetti sismici (scala 1:2.000).....	37

Loc. S. Lucia n. 110 - Castiglion F.no (AR)
Tel.: 0575651243
C.F.:MLGMRC82A28A390W

E-mail: geologo.milighetti@gmail.com
Cell.: 3333614161
P.IVA: 02040990513

1 PREMESSA

Il presente elaborato è stato redatto a supporto del “Progetto unitario convenzionato su area TR01d” ai sensi del Decreto del Presidente della Giunta Regionale 25 ottobre 2011, n. 53/R¹, del Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018² e della Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 21 gennaio 2019 n. 7³. All'interno del comparto in studio - ubicato nei pressi di Rigaiolo (figure 1 e 2) ed il cui perimetro corrisponde a quello definito a livello di Regolamento Urbanistico per l'Area di Trasformazione TR01d (Poggio di Mezzo) - è prevista la realizzazione di due nuove unità abitative e di opere di urbanizzazione.

Con il presente studio sono state valutate le caratteristiche geologiche, litologico-tecniche, geomorfologiche, idrauliche, idrogeologiche e di pericolosità del comparto in cui sono previsti gli interventi e di un intorno ritenuto significativo ai fini del progetto.

Tutte le carte tematiche elaborate sono state ottenute integrando gli elaborati delle indagini geologiche redatti a supporto dello strumento urbanistico del Comune di Sinalunga, secondo le direttive tecniche previste dal D.P.G.R. 25 ottobre 2011, n. 53/R.

Lo studio oggetto del presente elaborato è stato articolato in quattro fasi: sintesi delle conoscenze, analisi ed approfondimenti, valutazione di pericolosità, valutazione delle condizioni di fattibilità.

A) Sintesi delle conoscenze

- Inquadramento territoriale, con ubicazione dell'area su carte in scala 1:25.000 e 1:10.000 (figure 1 e 2);
- Analisi cartografica e delle pericolosità (Piano di Bacino del Fiume Arno - stralcio Assetto Idrogeologico, P.G.R.A. - Distretto Appennino Settentrionale, Piano Strutturale e Regolamento Urbanistico del Comune di Sinalunga; allegati da 7.1 a 7.3);

B) Analisi ed approfondimenti relativi a:

- Elementi geologici e strutturali (redazione di “carta geologica” in scala 1:5.000; figura 3);

1 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.

2 Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”.

3 Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni” di cui al Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018.

Loc. S. Lucia n. 110 - Castiglion F.no (AR)
Tel.: 0575651243
C.F.:MLGMRC82A28A390W

E-mail: geologo.milighetti@gmail.com
Cell.: 3333614161
P.IVA: 02040990513

- Elementi litologico-tecnici: redazione di “carta litologico-tecnica e dei dati di base” in scala 1:5.000 (figura 4);
- Elementi per la valutazione degli aspetti geomorfologici (redazione di “carta geomorfologica” in scala 1:5.000; figura 5);
- Elementi per la valutazione degli aspetti idraulici (redazione di “carta delle aree allagabili” in scala 1:5.000; figura 6);
- Elementi per la valutazione degli aspetti idrogeologici (redazione di “carta idrogeologica e delle aree con problematiche idrogeologiche” in scala 1:5.000; figura 7);
- Elementi per la valutazione degli aspetti sismici (redazione di “carta delle M.O.P.S.” in scala 1:5.000; figura 9).

C) Valutazione di pericolosità

- Redazione di “carta delle aree a pericolosità geologica” (scala 1:5.000 - figura 10);
- Redazione di “carta delle aree a pericolosità idraulica” (scala 1:5.000 - figura 11);
- Redazione di “carta delle aree a pericolosità sismica locale” (scala 1:5.000 - figura 12).

D) Valutazione delle condizioni di fattibilità

- Redazione di “carta della fattibilità in relazione agli aspetti geologici” in scala 1:2.000 (figura 13);
- Redazione di “carta della fattibilità in relazione agli aspetti idraulici” in scala 1:2.000 (figura 14);
- Redazione di “carta della fattibilità in relazione agli aspetti sismici” in scala 1:2.000 (figura 15).

Ciascun elaborato è stato realizzato definendo i tematismi per un'estensione ritenuta esaustiva per l'obiettivo prestabilito, estendendo le indagini ad un intorno significativo rispetto al comparto in studio. Sono state eseguite, ad integrazione e supporto degli studi sopra elencati, indagini geofisiche con strumentazione in dotazione allo scrivente (sismica a rifrazione in onde P lungo 2 stendimenti, uno stendimento MASW ed una HVSR - ubicazione in figura 4; relazione sismica al par. 7.5).

Loc. S. Lucia n. 110 - Castiglion F.no (AR)
Tel.: 0575651243
C.F.:MLGMRC82A28A390W

E-mail: geologo.milighetti@gmail.com
Cell.: 3333614161
P.IVA: 02040990513

2 SINTESI DELLE CONOSCENZE

2.1 Inquadramento territoriale

L'area in studio si colloca immediatamente a sud-ovest del nucleo abitato principale di Sinalunga, nei pressi di Rigaiolo (figure 1 e 2). Nel dettaglio, il lotto indagato è posto nella zona di raccordo tra le propaggini meridionali dei rilievi collinari in cui sorge l'abitato principale di Sinalunga e l'imbocco di una delle valli laterali, attraversata dal Fosso Rigo.

2.2 Analisi cartografica: pericolosità, rischio e vincoli

In relazione agli **aspetti di pericolosità geologica e geomorfologica** si evince quanto segue:

- Nel Piano di Bacino del Fiume Arno - stralcio Assetto Idrogeologico, il comparto in studio ricade tra le aree con pericolosità da fenomeni geomorfologici di versante moderata - P.F.1 (stralcio all'allegato 7.1);
- Nella tavola GEO09b-sud del Piano Strutturale del Comune di Sinalunga ("Carta delle aree a Pericolosità geologica", scala originale 1:10.000) redatta ai sensi del Decreto del Presidente della Giunta Regionale 25 ottobre 2011, n. 53/R, il lotto rientra in parte in classe G.2 (pericolosità geologica media) ed in parte in classe G.3 (pericolosità geologica elevata - allegato 7.3).

Per quanto concerne gli **aspetti idraulici** (pericolosità e rischio), i dati raccolti sono i seguenti:

- Con riferimento al Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (P.G.R.A.) - Distretto Appennino Settentrionale, il sito indagato è posto all'esterno delle aree con pericolosità da alluvioni fluviali (allegato 7.2);
- Per quanto concerne il rischio di alluvione di cui al P.G.R.A., i settori interni al comparto in esame non risultano classificati (allegato 7.2);
- Nella tavola GEO 11.5 OVEST del Piano Strutturale del Comune di Sinalunga ("Carta delle aree a pericolosità idraulica (da modellazione)", scala originale 1:5.000 - allegato 7.3) redatta ai sensi del Decreto del Presidente della Giunta Regionale 25 ottobre 2011, n. 53/R, la porzione del comparto indagata ricade in classe I.1 (pericolosità idraulica bassa);

Loc. S. Lucia n. 110 - Castiglion F.no (AR)
 Tel.: 0575651243
 C.F.:MLGMRC82A28A390W

E-mail: geologo.milighetti@gmail.com
 Cell.: 3333614161
 P.IVA: 02040990513

- Nella tavola GEO11b-sud del Piano Strutturale del Comune di Sinalunga (“Carta delle aree a pericolosità idraulica (dati storici inventariali)”, scala originale 1:10.000 - allegato 7.3) redatta ai sensi del Decreto del Presidente della Giunta Regionale 25 ottobre 2011, n. 53/R, la porzione rimanente del comparto (non modellata) ricade nella classe I.1 (pericolosità idraulica bassa).

In relazione agli **aspetti di pericolosità sismica locale**, i dati raccolti sono i seguenti:

- Nella tavola 3 (“Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica”) allegata allo studio di Microzonazione Sismica di livello 1 eseguito in parte del territorio comunale di Sinalunga ai sensi del Decreto del Presidente della Giunta Regionale del 25 ottobre 2011, n. 53/R, il comparto oggetto d'intervento è incluso tra le zone stabili (4 e 5) suscettibili di amplificazioni locali.
- Nella tavola GEO10b-sud del Piano Strutturale del Comune di Sinalunga (“Carta delle aree a pericolosità sismica locale”, scala originale 1:10.000 - allegato 7.3) redatta ai sensi del Decreto del Presidente della Giunta Regionale 25 ottobre 2011, n. 53/R, il comparto indagato ricade in classe S.2 (pericolosità sismica locale media).

Il comparto in esame non è compreso tra le aree sottoposte a vincolo idrogeologico, così come definite nel Regio Decreto Legge 30 dicembre 1923, n. 3267⁴, nel Regio Decreto Legge 16 maggio 1926, n. 1126⁵, nella Legge Regionale 21 marzo 2000, n. 39⁶ e ss.mm.ii. e nella Delibera del Presidente della Giunta Regionale della Toscana 8 agosto 2003, n. 48/R⁷ e ss.mm.ii.. Nella tabella seguente si riassumono le principali informazioni elencate.

	<i>classe di pericolosità</i>		
	<i>geologica/geomorfologica</i>	<i>idraulica</i>	<i>sismica locale</i>
PAI <i>Fiume Arno</i>	P.F.1	-	-
PGRA <i>Distretto Appennino Settentrionale</i>	-	non assegnata	-
P.S. / R.U.	G.2 - G.3	I.1	S.2

4 Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani.

5 Approvazione del regolamento per l'applicazione del regio decreto 30 dicembre 1923, n. 3267, concernente il riordinamento e la riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani.

6 Legge forestale della Toscana.

7 Regolamento di attuazione della L.R. 21 marzo 2000 n. 30 “Legge Forestale della Toscana”.

Loc. S. Lucia n. 110 - Castiglion F.no (AR)
Tel.: 0575651243
C.F.:MLGMRC82A28A390W

E-mail: geologo.milighetti@gmail.com
Cell.: 3333614161
P.IVA: 02040990513

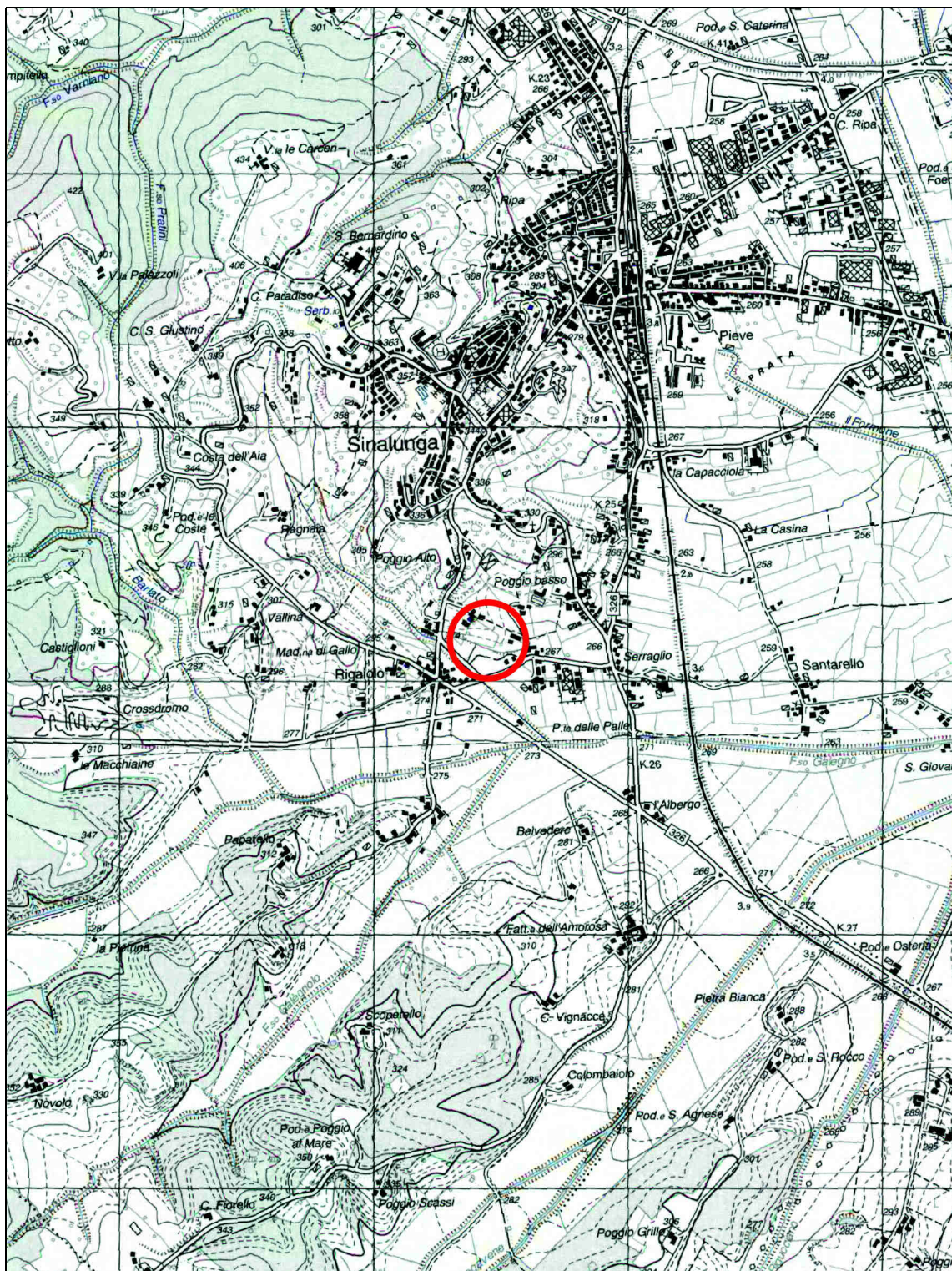


Figura 1: Ubicazione dell'area in studio su carta topografica in scala 1:25.000.

Loc. S. Lucia n. 110 - Castiglion F.no (AR)
Tel.: 0575651243
C.F.:MLGMRC82A28A390W

E-mail: geologo.milighetti@gmail.com
Cell.: 3333614161
P.IVA: 02040990513

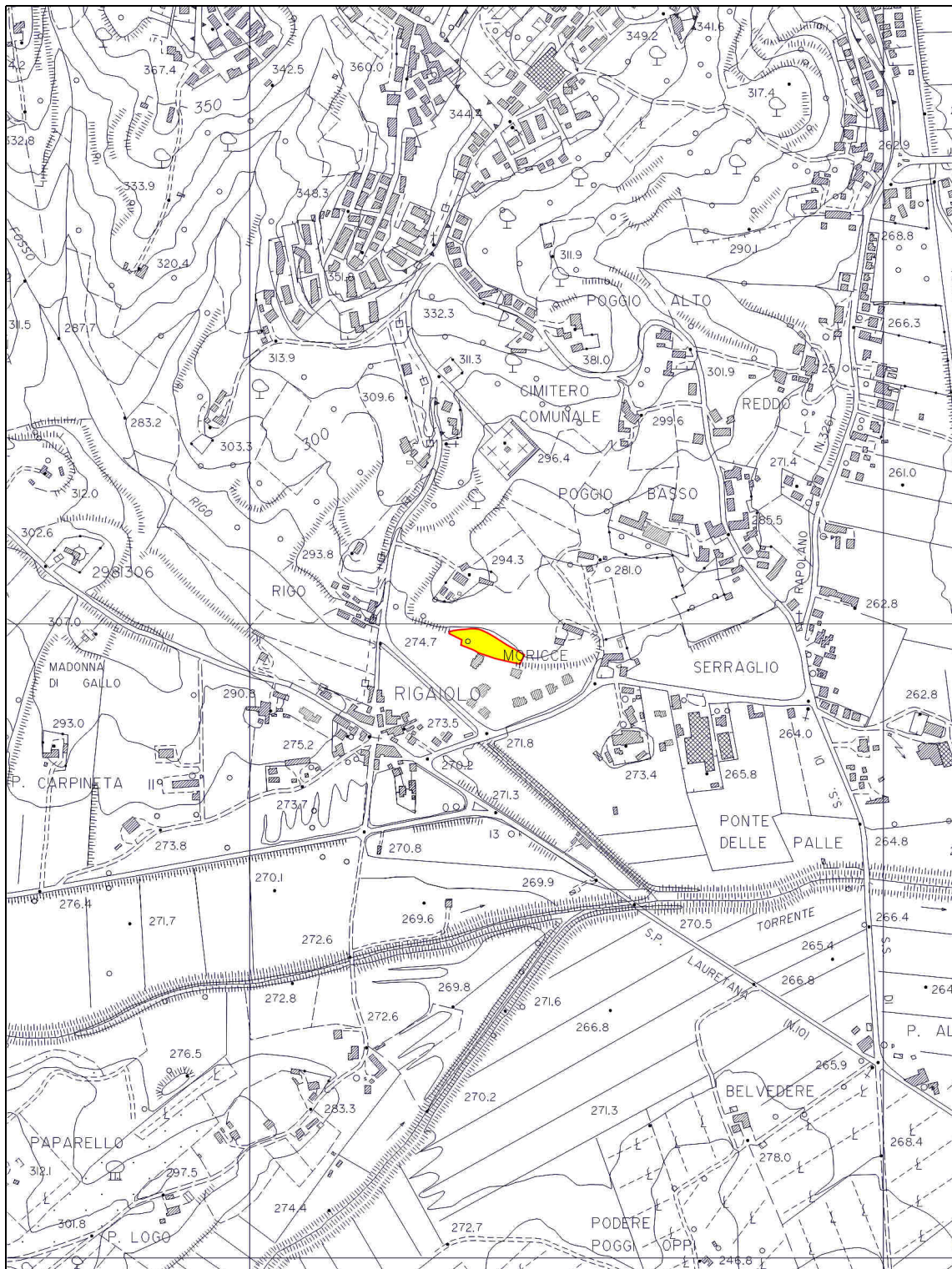


Figura 2: Ubicazione dell'area in oggetto su C.T.R. in scala 1:10.000.

Loc. S. Lucia n. 110 - Castiglion F.no (AR)
Tel.: 0575651243
C.F.:MLGMRC82A28A390W

E-mail: geologo.milighetti@gmail.com
Cell.: 3333614161
P.IVA: 02040990513

2.3 Fattibilità assegnate a livello di Regolamento Urbanistico

A livello di Regolamento Urbanistico (Elaborato GEO.03 - "Disciplina degli insediamenti Sinalunga-Pieve-Rigaiolo: Fattibilità") il comparto in studio ricade tra le aree con fattibilità in relazione agli aspetti geologici in parte condizionata (3) ed in parte con normali vincoli (2). Per quanto concerne gli aspetti idraulici, la fattibilità assegnata è la 1 (senza particolari limitazioni), mentre relativamente agli aspetti sismici la fattibilità attribuita nel R.U. è con normali vincoli (S.2). Le classi sopra indicate sono state confermate anche a seguito degli studi eseguiti ed illustrati nel presente elaborato.

3 ANALISI ED APPROFONDIMENTI

Nel presente capitolo saranno descritti gli studi di dettaglio eseguiti ai fini dell'approfondimento delle conoscenze geologiche, litologiche, geomorfologiche, idrauliche ed idrogeologiche riferite all'area in studio. Per ciascun tematismo saranno illustrate le cartografie di sintesi prodotte ai fini del presente elaborato.

3.1 Elementi geologici e strutturali

All'interno del lotto d'interesse - ad eccezione di un piccolissimo lembo in cui sono presenti depositi alluvionali attuali - affiorano terreni pliocenici appartenenti al Subsistema di Poggigialli (livelli di ciottolami poligenici). Nei pressi della piccola valle attraversata dal Fosso Rigo - oltre alle alluvioni sopra menzionate - affiorano riporti (solo in corrispondenza dei rilevati stradali) e depositi lacustri, palustri e di colmata. Presso l'abitato di Rigaiolo, infine, sono presenti le Sabbie di Podere Colombaiolo (Subsistema di Poggigialli). Tutte le unità in esame sono state deposte all'interno del bacino della Val di Chiana, una depressione asimmetrica che si colloca nella parte assiale dell'Appennino Settentrionale e raggiunge un'ampiezza massima di circa 20 km in direzione NNO-SSE. Nel lato occidentale, il limite del bacino è posto in corrispondenza delle propaggini meridionali dei Monti del Chianti e dell'allineamento tettonico Trequanda-Cetona, mentre nel lato orientale corrisponde ai rilievi montuosi che si sviluppano da Arezzo al Lago Trasimeno. La depressione della Val di Chiana ospita sedimenti plio-pleistocenici di origine marina e depositi continentali più recenti che - nel complesso - raggiungono uno spessore superiore a 2.000 m in corrispondenza della zona assiale del bacino.

Loc. S. Lucia n. 110 - Castiglion F.no (AR)
Tel.: 0575651243
C.F.:MLGMRC82A28A390W

E-mail: geologo.milighetti@gmail.com
Cell.: 3333614161
P.IVA: 02040990513

3.1.1 Descrizione delle unità affioranti

Di seguito saranno descritte le unità affioranti all'interno del comparto in studio ed in un intorno significativo dello stesso (figura 3), dalla più antica alla più recente.

Depositi pliocenici del Subsistema di Poggigialli

Il Subsistema in esame fa parte del Sistema di Siena, comprensivo anche dei Subsistemi di Guazzino (argille marine del Pliocene inferiore e medio) e di Sinalunga (ciottoli fluviali e sabbie grossolane del tardo Pliocene).

Nel dettaglio, il Subsistema di Poggigialli comprende sedimenti di origine deltizia e palustre e sabbie fossilifere di ambiente marino costiero con ciottoli, limi ed argille organiche (anche con cristalli di gesso). Il Subsistema è suddiviso in due unità litostratigrafiche: Siltiti di Fornace Tempora (alla base) e Sabbie di Podere Colombaiolo (al tetto). Le **Siltiti di Fornace Tempora** sono comprensive di argille siltose color crema, massive, con livelli di siltiti argillose gialle e sabbie rosse di spessore millimetrico e/o centimetrico. Non mancano concentrazioni di frustoli di carbone ed accumuli locali di ceneri grigie. Alla base della litofacies in esame è talora presente un livello fossilifero a coralli, pectinidi, ostreidi e brachiopodi. I frequenti livelli fossiliferi a pectinidi ed a gasteropodi dulcicoli attesterebbero una variazione di salinità nell'ambiente deposizionale. Il contatto con le soprastanti Sabbie di Podere Colombaiolo è netto e caratterizzato da un improvviso aumento della frazione sabbiosa. Lo spessore in affioramento varia da 2 m ad oltre 30 m. Le **Sabbie di Podere Colombaiolo** comprendono sabbie laminate con granulometria da media a fine, organizzate in strati di spessore decimetrico (con colore da grigio scuro a tabacco), alternati ad orizzonti argillosi grigi laminati o massivi, di spessore millimetrico. Nelle sabbie si rinvencono ciottoli arrotondati sparsi che - verso il tetto della litofacies in esame - formano livelli di potenza decimetrica. Sono presenti anche orizzonti millimetrici formati da calciliti bianche. Sul tetto della litofacies in esame poggiano - con per contatto erosivo - i Ciottolami e sabbie di Podere Molinello, appartenenti al Subsistema di Bettolle. Lo spessore in affioramento varia da 5-9 m ad oltre 30 m. Nell'area di Sinalunga sono frequenti le intercalazioni di livelli talora plurimetrici di ciottolami poligenici (come in corrispondenza dell'area in studio) e di argille scure ricche in sostanza organica, contenenti cristalli di gesso e patine di zolfo.

Loc. S. Lucia n. 110 - Castiglion F.no (AR)
 Tel.: 0575651243
 C.F.:MLGMRC82A28A390W

E-mail: geologo.milighetti@gmail.com
 Cell.: 3333614161
 P.IVA: 02040990513

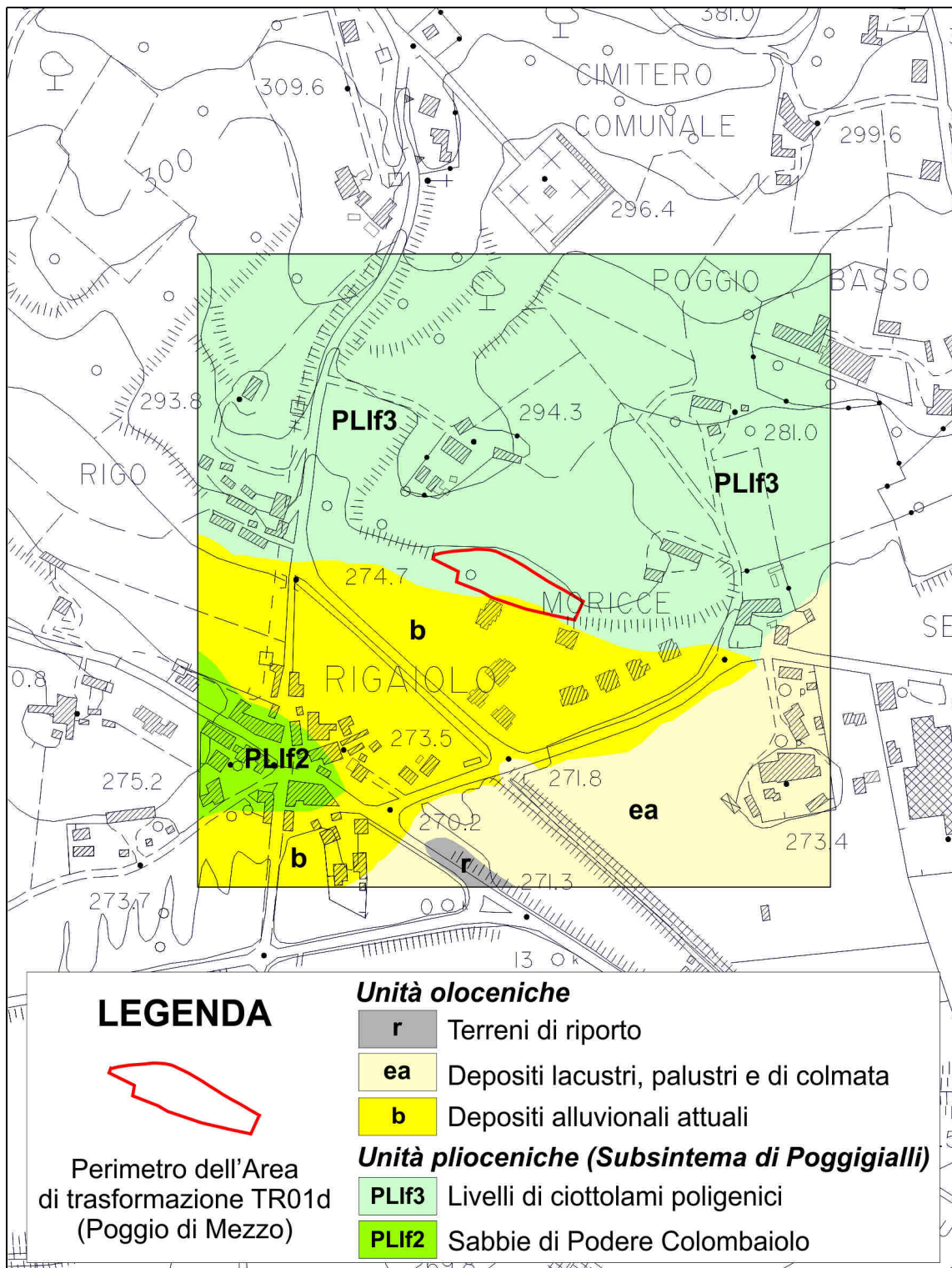


Figura 3: Carta geologica (scala 1:5.000).

Loc. S. Lucia n. 110 - Castiglion F.no (AR)
Tel.: 0575651243
C.F.:MLGMRC82A28A390W

E-mail: geologo.milighetti@gmail.com
Cell.: 3333614161
P.IVA: 02040990513

Depositi alluvionali attuali

L'unità in esame è caratterizzata da una marcata eterogeneità litologica sia in senso verticale che - soprattutto - orizzontale. Nei dintorni della zona in studio sono presenti in prevalenza limi sabbiosi ed argille, con livelli di ciottoli in matrice limosa e limoso-sabbiosa posti a varie altezze stratigrafiche. Lo spessore dei depositi in questione è pari a circa 5 m.

Depositi lacustri, palustri e di colmata

Si tratta di terreni olocenici con caratteristiche geotecniche scadenti, costituiti in prevalenza da argille e limi organici depositi in ambienti poco ossigenati (lacustri e palustri). A questi si aggiungono terreni a granulometria maggiore (in prevalenza sabbie) messi in posto negli ultimi secoli nelle fasi di bonifica per colmata del settore di pianura attraversato dal Torrente Galegno.

Terreni di riporto

L'unità - affiorante all'esterno dell'area d'intervento (nei pressi di Rigaiolo) - comprende terreni granulometricamente eterogenei (limi ed argille, con percentuali variabili di ciottoli e sabbie), sistemati e compattati in posto per la formazione di rilevati stradali.

3.2 Elementi litologico-tecnici

La carta litologico-tecnica e dei dati di base (figura 4) è stata redatta sulla base delle caratteristiche geotecniche e geomeccaniche dei terreni affioranti, accorpando quelli contraddistinti da proprietà simili nella medesima unità, con l'obiettivo di suddividere i terreni cartografati in "unità litologico-tecniche" caratterizzate da comportamento omogeneo.

3.2.1 Unità litologico-tecniche

La suddivisione delle unità dal punto di vista litologico-tecnico è stata effettuata in considerazione delle caratteristiche proprie dei terreni affioranti (litologia, grado di cementazione, tessitura, caratteristiche geotecniche e geomeccaniche).

Su queste basi, i terreni affioranti sono stati suddivisi in cinque unità, appartenenti alla classe dei "Terreni di copertura":

- **Terreni contenenti resti di attività antropica (ant):** si tratta di riporti di origine

Loc. S. Lucia n. 110 - Castiglion F.no (AR)
Tel.: 0575651243
C.F.:MLGMRC82A28A390W

E-mail: geologo.milighetti@gmail.com
Cell.: 3333614161
P.IVA: 02040990513

antropica, messi in posto per la realizzazione di rilevati;

- **Argille organiche di media-bassa plasticità, argille ghiaiose o sabbiose, argille limose, argille magre (CLlc):** in questo gruppo sono compresi i depositi di origine lacustro-palustre e di colmata che si rinvencono nella pianura attraversata dal Torrente Galegno;
- **Sabbie limose, miscela di sabbia e limo (SMpd):** l'unità corrisponde alle aree di affioramento delle alluvioni recenti, posizionate in prevalenza nei pressi della vallecchia del Fosso Rigo;
- **Ghiaie pulite con granulometria ben assortita, miscela di ghiaie e sabbie (GWsp):** l'unità corrisponde alle aree di affioramento dei ciottolami depositi in ambiente costiero ed appartenenti al Subsistema di Poggigialli, affioranti in gran parte all'interno del comparto in studio e nelle aree collinari contermini;
- **Sabbie argillose, miscela di sabbia e argilla (SCsp):** i terreni in esame, depositi in ambiente costiero, sono presenti in corrispondenza delle aree di affioramento delle Sabbie di Podere Colombaiolo, presso Rigaiolo.

3.2.2 Stabilità nei confronti della liquefazione

Nella letteratura scientifica non esiste una definizione rigorosa di liquefazione che sia comprensiva dei vari aspetti con cui il fenomeno può presentarsi, delle cause che lo determinano e dell'entità della deformazione raggiunta; con tale termine si intende in genere la trasformazione di un deposito dallo stato solido allo stato liquido.

I terreni suscettibili di liquefazione sono quelli incoerenti (fusi granulometrici di cui alla figura 7.11.1 del Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018), in cui la resistenza alla deformazione è mobilizzata per attrito tra le particelle. Se un deposito di questo tipo è saturo d'acqua, la resistenza al taglio cade a zero quando la pressione effettiva si annulla, quindi nel momento in cui la pressione interstiziale uguaglia la pressione totale. Sotto l'azione dei terremoti, per effetto delle sollecitazioni di taglio ad andamento ciclico irregolare, le particelle solide trasferiscono all'acqua - che non può fuoriuscire istantaneamente - parte degli sforzi, così che la pressione interstiziale aumenta. Se il materiale è poco addensato e se il terremoto ha intensità e durata elevate, dopo un certo numero di cicli di carico la pressione dei pori può uguagliare la pressione di confinamento così che le particelle galleggiano nell'acqua.

Loc. S. Lucia n. 110 - Castiglion F.no (AR)
 Tel.: 0575651243
 C.F.: MLGMRC82A28A390W

E-mail: geologo.milighetti@gmail.com
 Cell.: 3333614161
 P.IVA: 02040990513

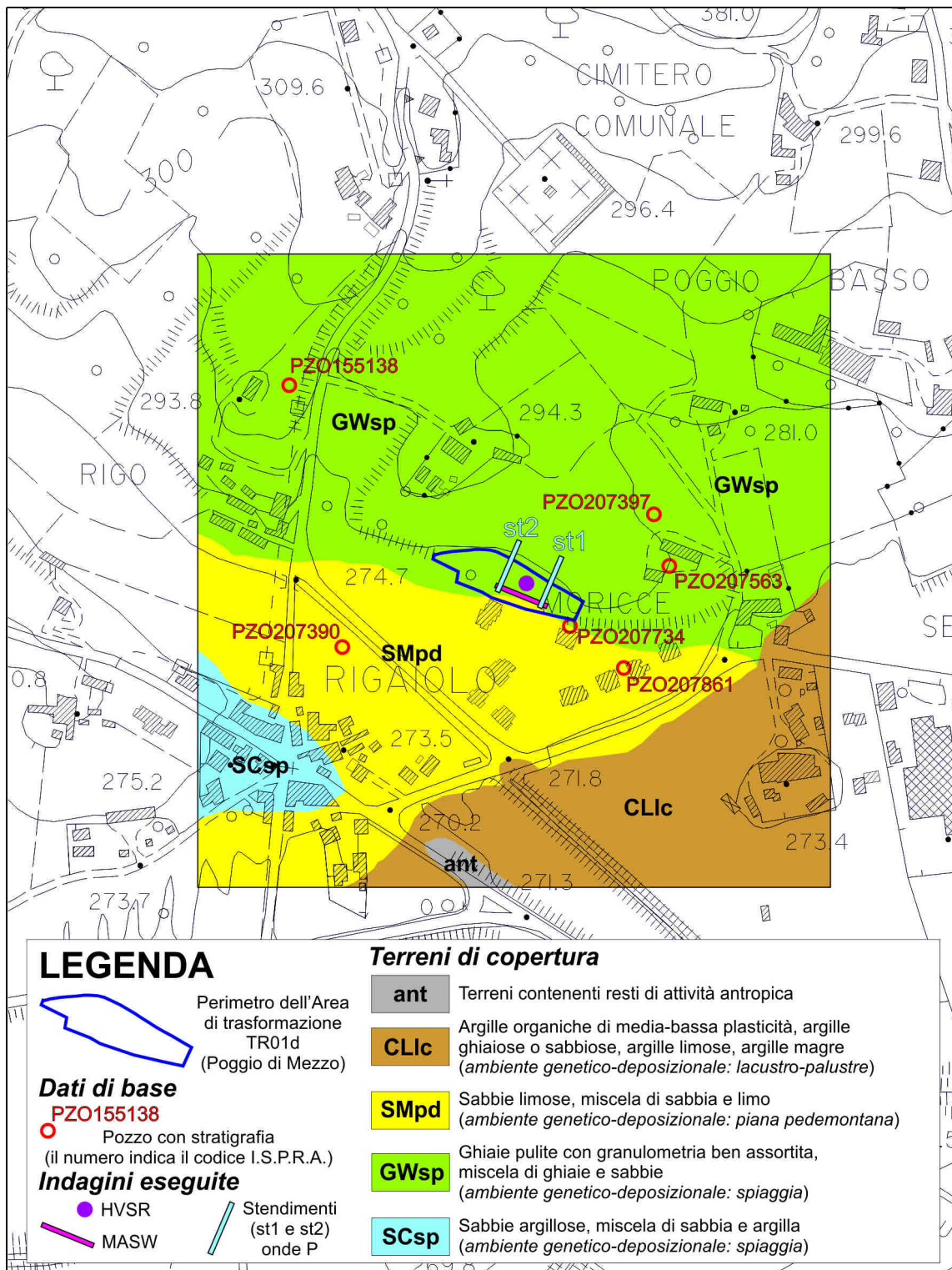


Figura 4: Carta litologico-technica e dei dati di base (scala 1:5.000).

Loc. S. Lucia n. 110 - Castiglione F.no (AR)
Tel.: 0575651243
C.F.:MLGMRC82A28A390W

E-mail: geologo.milighetti@gmail.com
Cell.: 3333614161
P.IVA: 02040990513

Le manifestazioni dell'avvenuta liquefazione sono molteplici (*sand boils*, cedimenti e/o oscillazioni del terreno ecc.) e possono provocare danni notevoli sia in superficie (ad edifici, infrastrutture ecc.) che nel sottosuolo (ad esempio a serbatoi e condotte interrato). Sulla base di quanto emerso dai rilievi effettuati in campagna, della stratigrafia delle opere di captazione censite nel database I.S.P.R.A. (ubicazione in figura 4; schede tecniche all'allegato 7.4) e della tipologia di terreni affioranti all'interno del lotto in studio (in gran parte depositi di origine marina con livelli costituiti ciottoli eterometrici immersi in matrice medio-fine e - in minima parte - alluvioni recenti a granulometria in prevalenza medio-fine), si può affermare che non sussistono le condizioni che possono determinare fenomeni di liquefazione in occasione di un evento sismico.

3.3 Dati di base

Ai fini del presente elaborato si è preso visione di indagini pregresse svolte nelle immediate vicinanze del lotto in esame (tra cui alcuni pozzi con stratigrafia; ubicazione in figura 4; schede tecniche all'allegato 7.4).

Sono state svolte - inoltre - indagini geofisiche in sito, con strumentazione in dotazione allo scrivente (ubicazione in figura 4; relazione al par. 7.5).

Di seguito si riassumono i risultati ottenuti con le singole indagini sopra elencate.

3.3.1 Stratigrafie dei pozzi

Le stratigrafie rilevate nei punti indicati nella figura 4 (schede tecniche all'allegato 7.4), sono le seguenti:

Pozzo 155138

0,00 m - 1,00 m: terreno vegetale;

1,00 m - 6,00 m: sabbie;

6,00 m - 70,00 m: argille sabbiose;

70,00 m - 97,00 m: arenarie e marne;

97,00 m - 101,00 m: arenarie con acqua;

101,00 m - 110,00 m: arenarie e marne.

Pozzo 207390

0,00 m - 1,00 m: terreno vegetale;

1,00 m - 45,00 m: argilla sabbiosa;

Loc. S. Lucia n. 110 - Castiglion F.no (AR)
Tel.: 0575651243
C.F.:MLGMRC82A28A390W

E-mail: geologo.milighetti@gmail.com
Cell.: 3333614161
P.IVA: 02040990513

45,00 m - 48,00 m: ghiaino con acqua;

48,00 m - 65,00 m: argilla.

Pozzo 207397

0,00 m - 3,00 m: terreno vegetale;

3,00 m - 22,00 m: conglomerato poligenico ed eterometrico in matrice limoso argillosa;

22,00 m - 38,00 m: argilla con lenti sabbiose;

38,00 m - 42,00 m: sabbia quarzosa;

42,00 m - 55,00 m: conglomerato poligenico ed eterometrico in matrice limoso-sabbiosa;

55,00 m - 59,00 m: arenaria quarzosa "Macigno".

Pozzo 207563

0,00 m - 2,00 m: terreno di copertura;

2,00 m - 20,00 m: puddinghe giallastre in matrice prevalentemente sabbiosa;

20,00 m - 23,00 m: sabbie argillose grigiastre;

23,00 m - 45,00 m: argille e argille sabbiose di colore grigiastro.

Pozzo 207734

0,00 m - 2,00 m: riporto;

2,00 m - 60,00 m: sabbie argillose asciutte;

60,00 m - 63,00 m: detrito di arenaria con acqua;

63,00 m - 75,00 m: arenarie e marne.

Pozzo 207861

0,00 m - 2,00 m: terreno di riporto;

2,00 m - 10,00 m: argilla marrone chiaro;

10,00 m - 12,00 m: ghiaia grossolana con sabbia;

12,00 m - 25,00 m: argilla marrone rossastra;

25,00 m - 26,00 m: ghiaia grossolana con acqua;

26,00 m - 35,00 m: argilla grigia;

35,00 m - 38,00 m: ghiaia minuta con limo;

38,00 m - 49,00 m: argilla grigia.

Come si evince dalle stratigrafie dei pozzi n. 207397 e 207563, realizzati in corrispondenza del pendio alla base del quale si posiziona il comparto in esame

Loc. S. Lucia n. 110 - Castiglione F.no (AR)
Tel.: 0575651243
C.F.: MLGMRC82A28A390W

E-mail: geologo.milighetti@gmail.com
Cell.: 3333614161
P.IVA: 02040990513

(ubicazione in figura 4), lo spessore dell'orizzonte costituito in prevalenza da ciottoli immersi in matrice medio-fine è pari a circa 20 m. La stratigrafia del pozzo n. 207734 (ubicazione in figura 4), ubicato immediatamente all'esterno del comparto d'intervento, conferma la presenza di terreni sciolti a granulometria medio-fine nelle aree di pianura, asciutti.

3.3.2 Indagini geofisiche eseguite all'interno del lotto

Per la definizione del modello sismostratigrafico dell'area oggetto d'intervento sono state effettuate indagini geofisiche di superficie (n. 2 stendimenti di sismica a rifrazione in onde P, uno stendimento MASW in onde R - componente verticale ed HVSR; ubicazione in figura 4) - eseguite in corrispondenza dell'area d'intervento il 15 febbraio 2019 con strumentazione in dotazione allo scrivente. Per i dettagli delle modalità di acquisizione dei dati, della strumentazione utilizzata, della documentazione fotografica e delle elaborazioni eseguite si rimanda alla relazione sismica allegata alla presente (par. 7.5).

Le elaborazioni dei dati acquisiti in campagna mediante i rilievi geofisici hanno evidenziato che le velocità delle onde di taglio dei terreni affioranti è inferiore a 300 m/s. A partire da profondità comprese tra 6 m e 10 m da piano campagna è presente un sismostrato in cui la velocità aumenta leggermente (tra 360 m/s e 400 m/s). I dati ricavati mediante l'indagine MASW in onde R (componente verticale) sono confrontabili con quelli ottenuti mediante le indagini di sismica a rifrazione in onde P: sono presenti due differenti sismostrati, con un orizzonte superficiale di spessore piuttosto regolare (circa 6-7 m) lungo gli stendimenti MASW ed st1. La potenza del suddetto sismostrato è leggermente maggiore in corrispondenza dello stendimento st2 (circa 10 m).

Dall'elaborazione dei dati acquisiti mediante Geobox non è emersa la presenza di picchi evidenti e - quindi - rilevanti ai fini ingegneristici.

Sulla base delle indagini sopra descritte e delle successive elaborazioni dei dati acquisiti, applicando la formula per il calcolo della velocità equivalente delle onde di taglio di cui al capitolo 3.2.2 del D.M. 17 gennaio 2018, si consiglia di adottare la categoria di **sottosuolo C**, così definita (Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018 - Tabella 3.2.II): *“Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina*

Loc. S. Lucia n. 110 - Castiglion F.no (AR)
Tel.: 0575651243
C.F.:MLGMRC82A28A390W

E-mail: geologo.milighetti@gmail.com
Cell.: 3333614161
P.IVA: 02040990513

mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s”.

Visto l'assetto morfologico che si riscontra in corrispondenza dell'area in studio, la categoria topografica consigliata è la **T2** (“superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i > 15^\circ$ ” - Tabella 3.2.III del D.M. 17 gennaio 2018), a cui corrisponde un coefficiente di amplificazione topografica **S_T pari a 1,2** (Tabella 3.2.V del D.M. 17 gennaio 2018).

3.4 Elementi per la valutazione degli aspetti geomorfologici

Il comparto in studio si colloca ad una quota di circa 275-280 m s.l.m., in una zona di raccordo tra i rilievi collinari e l'area di pianura attraversata dal Fosso Rigo. Tra le forme geomorfologiche di origine naturale degne di nota sono evidenti soprattutto scarpate nelle zone collinari e fenomeni di erosione areale in un ristretto settore del pendio. Le forme ed i depositi di origine antropica, invece, sono più numerosi ed occupano un areale significativo. Tra i depositi sono compresi i riporti (messi in posto per la costruzione di rilevati stradali) ed i terreni affioranti nelle aree di pianura poste in sinistra idrografica rispetto al Galegno, accumulati (almeno in parte) per mezzo di operazioni di bonifica per colmata.

Nel settore di pianura compreso tra Rigaiolo e la località Moricce è segnalata la presenza di terreni interessati in passato da attività estrattiva. Il comparto in studio comprende al proprio interno solo un lembo trascurabile dei terreni suddetti.

Sulla base dei rilievi eseguiti in posto e dall'interpretazione dei dati acquisiti mediante le indagini geognostiche effettuate nell'immediato intorno, si evince che il perimetro del comparto in studio non è interessato né da dissesti attivi e/o quiescenti, né da fenomeni di subsidenza e/o assestamenti puntuali del terreno.

3.5 Elementi per la valutazione degli aspetti idraulici

Il deflusso delle acque superficiali verso il fondovalle è agevolato dalla posizione del lotto in studio, ubicato ai piedi dei rilievi collinari che da Sinalunga degradano verso Rigaiolo. Il recettore superficiale più vicino è il Fosso Rigo, rispetto al quale l'area in studio si colloca in sinistra idrografica.

Loc. S. Lucia n. 110 - Castiglion F.no (AR)
 Tel.: 0575651243
 C.F.:MLGMRC82A28A390W

E-mail: geologo.milighetti@gmail.com
 Cell.: 3333614161
 P.IVA: 02040990513

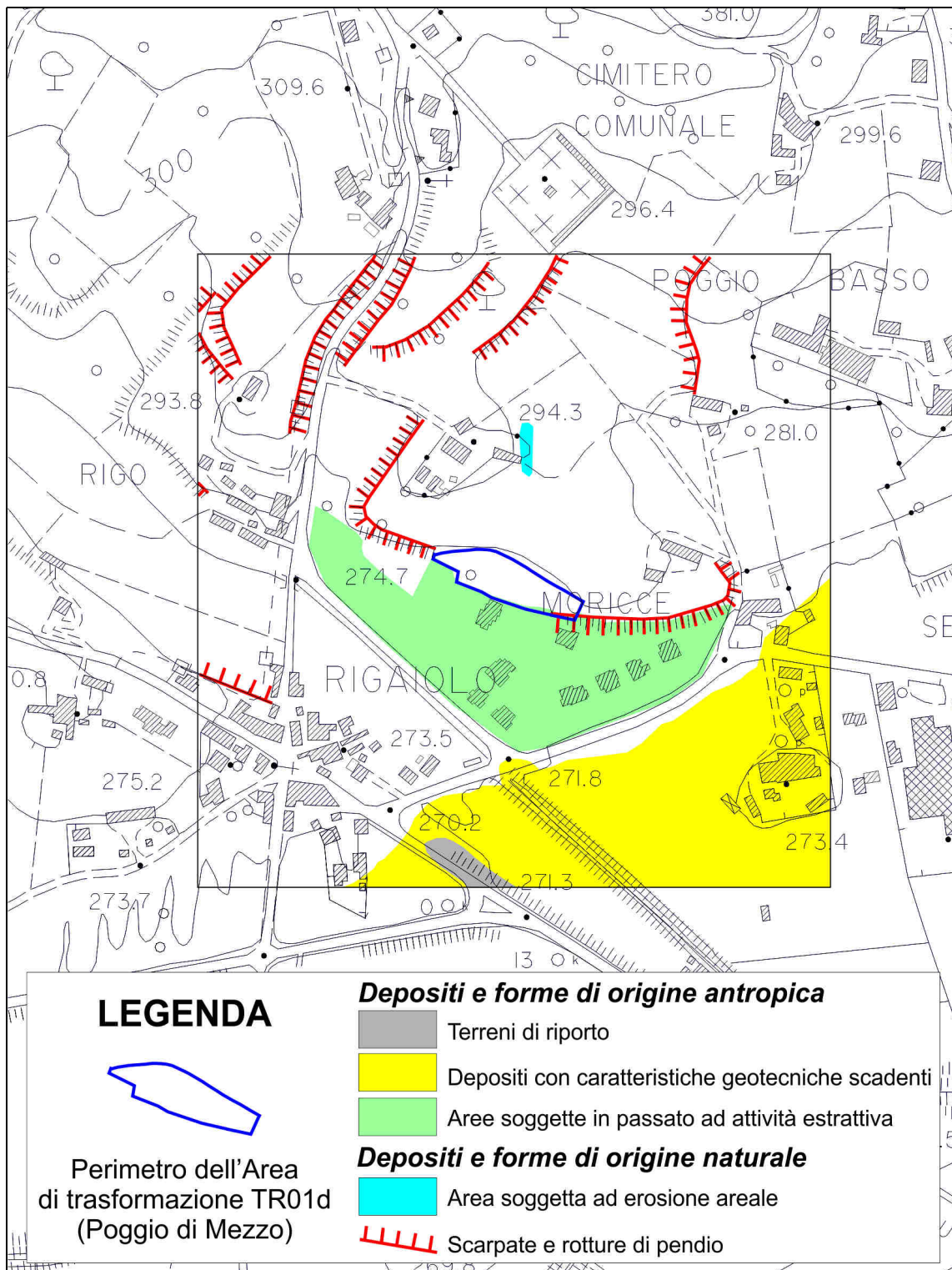


Figura 5: Carta geomorfologica (scala 1:5.000).

Loc. S. Lucia n. 110 - Castiglion F.no (AR)
 Tel.: 0575651243
 C.F.:MLGMRC82A28A390W

E-mail: geologo.milighetti@gmail.com
 Cell.: 3333614161
 P.IVA: 02040990513

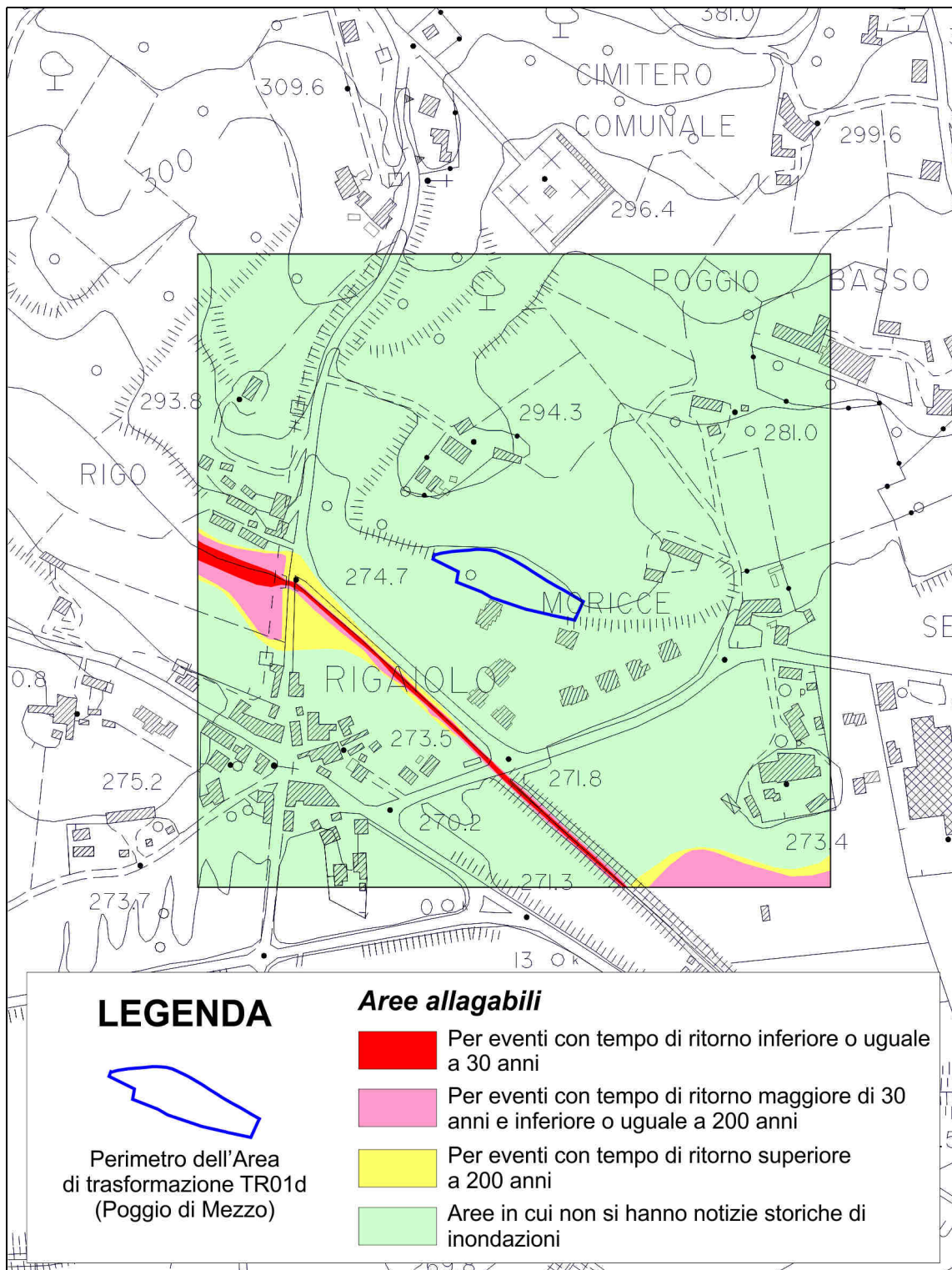


Figura 6: Carta delle aree allagabili (scala 1:5.000).

Loc. S. Lucia n. 110 - Castiglion F.no (AR)
Tel.: 0575651243
C.F.:MLGMRC82A28A390W

E-mail: geologo.milighetti@gmail.com
Cell.: 3333614161
P.IVA: 02040990513

Il corso d'acqua suddetto è un affluente di sinistra del Torrente Galegno, tributario di destra del Foenna. Considerata la posizione del sito in studio e la morfologia locale si può asseverare che il rischio idraulico è trascurabile. Le uniche aree potenzialmente soggette ad inondazione (figura 6) si collocano in prossimità del talweg del Fosso Rigo (presso Rigaiolo) e nei pressi della confluenza tra quest'ultimo ed il Torrente Galegno.

3.6 Elementi per la valutazione degli aspetti idrogeologici

Gli acquiferi principali (in pressione) della zona in studio corrispondono agli orizzonti costituiti da sabbie e ciottoli presenti a varie altezze stratigrafiche nella serie marina. In corrispondenza dei rilievi ed alla base di questi ultimi, gli acquiferi sfruttati con le opere di presa censite si posizionano in corrispondenza del substrato roccioso, caratterizzato da permeabilità per porosità secondaria (presenza di fratture).

Gli acquiferi alluvionali (molto produttivi nelle aree pianeggianti) sono in genere ben alimentati sia dall'infiltrazione diretta delle acque meteoriche che dai corsi d'acqua di pianura, specie quelli con alveo pensile; nelle zone di transizione tra i rilievi ed il fondovalle si aggiunge il contributo diretto dei livelli acquiferi superficiali del bedrock torbiditico. Nel dettaglio, gli orizzonti acquiferi alluvionali corrispondono a sedimenti granulari non consolidati (sabbie, ghiaie, ciottolami e - talvolta - blocchi), in grado di immagazzinare volumi d'acqua significativi. Nelle aree di pianura aperta i terreni con granulometria grossolana sono coperti da argille e limi - aventi talvolta spessore plurimetrico - depositi nelle fasi terminali dei principali eventi alluvionali (*sheet flood*). Le rimanenti unità di origine lacustro-palustre e marina sono costituite rispettivamente da prevalenti argille e limi organici (senza falde) e da livelli composti da sabbie limose, ghiaie e ciottoli, immersi in abbondante matrice medio-fine. Nel complesso gli acquiferi multifalda corrispondenti ai depositi di ambiente costiero sono in grado di fornire quantitativi d'acqua modesti, fatta eccezione per alcune aree di pianura in cui sono presenti accumuli di sabbie e ciottoli organizzati in orizzonti di spessore plurimetrico. Non sono emerse (durante i sopralluoghi) e non sono segnalate (nelle cartografie consultate) problematiche idrogeologiche di alcun genere né in corrispondenza del lotto indagato, né nelle aree contermini (figura 7).

Loc. S. Lucia n. 110 - Castiglion F.no (AR)
 Tel.: 0575651243
 C.F.: MLGMRC82A28A390W

E-mail: geologo.milighetti@gmail.com
 Cell.: 3333614161
 P.IVA: 02040990513

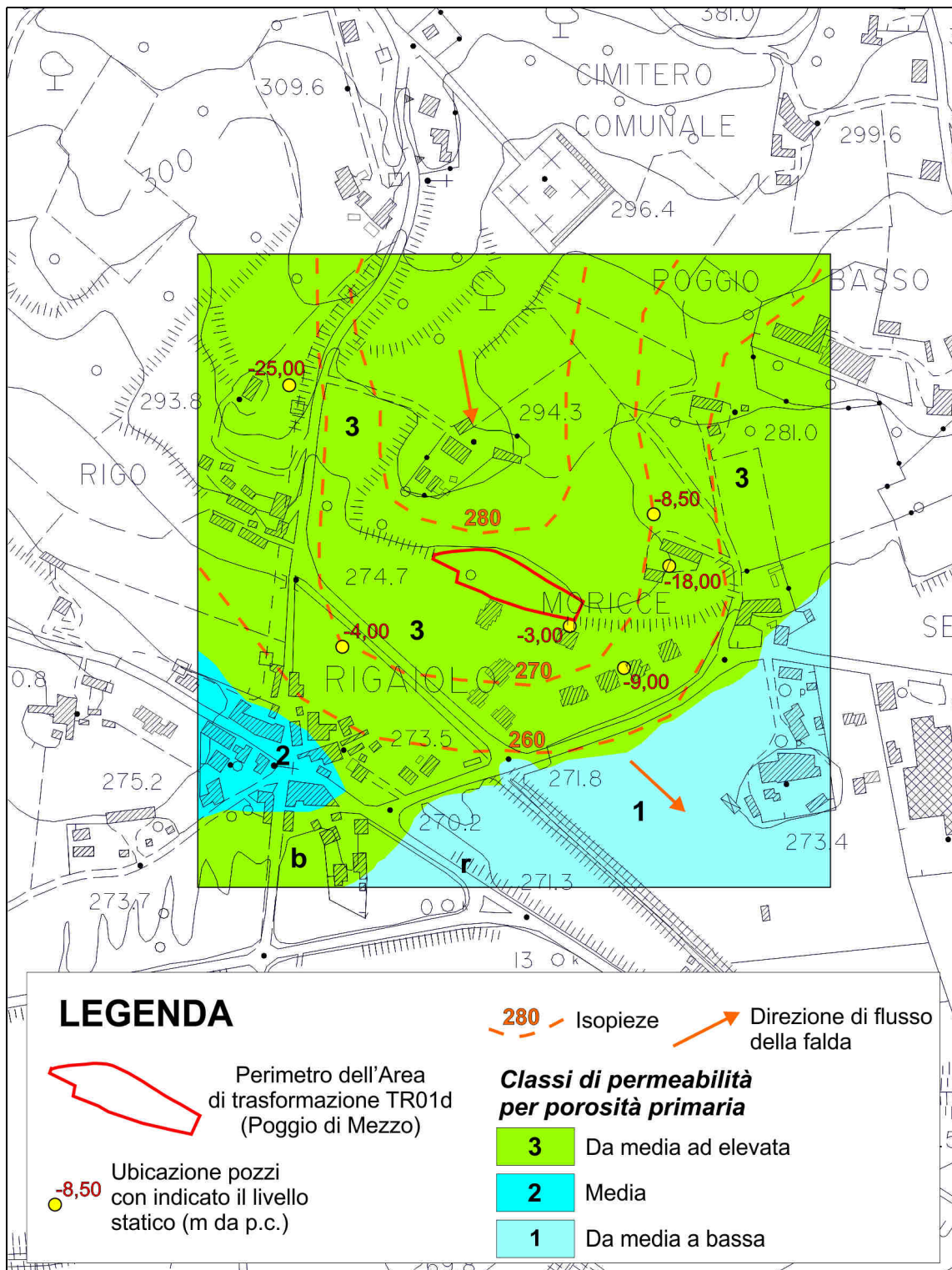


Figura 7: Carta idrogeologica e delle aree con problematiche idrogeologiche (scala 1:5.000).

Loc. S. Lucia n. 110 - Castiglion F.no (AR)
Tel.: 0575651243
C.F.:MLGMRC82A28A390W

E-mail: geologo.milighetti@gmail.com
Cell.: 3333614161
P.IVA: 02040990513

3.7 Elementi per la valutazione degli aspetti sismici

Nella carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (M.O.P.S. - figura 9) tutte le unità affioranti sono state classificate tra le zone stabili suscettibili di amplificazioni locali (zone 4, 5 e 8). Il substrato roccioso (non necessariamente corrispondente al substrato sismico) è posizionato a profondità piuttosto elevata, come si evince anche dalle stratigrafie dei pozzi censiti nei pressi del comparto in studio (schede all'allegato 7.4). In particolare, in corrispondenza dei pozzi n. 155138 e 207397 (ubicazione in figura 4), il substrato roccioso è stato intercettato rispettivamente a 70 m ed a 55 m di profondità dal piano di campagna, mentre nel punto in cui è stato perforato il pozzo n. 207734, immediatamente all'esterno del perimetro che individua il comparto in studio (ubicazione in figura 4), la roccia integra è stata intercettata a 63 m di profondità dal piano di campagna.

Dai risultati delle indagini geofisiche si evince che le velocità delle onde di taglio dei terreni affioranti è inferiore a 300 m/s. A partire da profondità comprese tra 6 m e 10 m da piano campagna è presente un sismostrato in cui la velocità aumenta leggermente (tra 360 m/s e 400 m/s).

Il profilo rilevato in ciascuno dei tre stendimenti è compatibile con un sottosuolo di tipo C.

3.7.1 Classificazione sismica

Con Deliberazione della Giunta Regionale 26 maggio 2014, n. 421⁸ è stato approvato un aggiornamento della classificazione sismica della Regione Toscana che segue l'aggiornamento di cui alla Deliberazione della Giunta Regionale 8 ottobre 2012, n. 878⁹, redatto ai sensi dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 28 aprile 2006, n. 3519¹⁰ e ritenuto opportuno al fine di rendere la classificazione sismica regionale maggiormente aderente all'approccio sito-dipendente introdotto dal Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008¹¹ e confermato dal Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018.

8 Aggiornamento dell'allegato 1 (elenco dei comuni) e dell'allegato 2 (mappa) della deliberazione GRT n. 878 dell'8 ottobre 2012, recante "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" e cessazione di efficacia dell'elenco dei Comuni a Maggior Rischio Sismico della Toscana (DGRT 841/2007).

9 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.

10 Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone.

11 Nuove norme tecniche per le costruzioni.

Loc. S. Lucia n. 110 - Castiglion F.no (AR)
Tel.: 0575651243
C.F.:MLGMRC82A28A390W

E-mail: geologo.milighetti@gmail.com
Cell.: 3333614161
P.IVA: 02040990513

Il Comune di Sinalunga ricade in **zona sismica 3**.

3.7.2 Sorgenti sismogenetiche

La zona sismogenetica ZS9 di cui alla mappa di pericolosità sismica dell'INGV, alla quale appartiene l'area indagata, è la 920 (Val di Chiana - Ciociaria). Le informazioni sulla sismicità più recente (dal 1981) indicano, per il tratto di Appennino compreso nella Provincia di Siena ed in quelle limitrofe, una frequente ed intensa attività concentrata nell'alto Appennino Forlivese-Riminese (sistema di faglie Santa Sofia-Casteldelci), nel margine nord-occidentale del Mugello, nell'alta Valtiberina e nell'Appennino Umbro-Marchigiano. Il territorio del Comune di Sinalunga è posto al limite dei distretti sismici del Casentino-Mugello-Appennino Forlivese/Riminese e dell'alta Valtiberina/Appennino Umbro-Marchigiano-Romagnolo. Tali distretti fanno parte della sezione centro-meridionale dell'*Etrurian Fault System* (EFS *sensu* Boncio et al., 2000), complesso sistema attivo che si estende per circa 350 km in direzione appenninica dalla Lunigiana all'Umbria meridionale, contraddistinto da un sistema di faglie normali a basso angolo (30°) che bordano i bacini della Lunigiana-Garfagnana, del Mugello-Casentino e dell'alta Valle del Tevere. L'EFS delimita due settori caratterizzati da differente grado di pericolosità sismica: ad ovest dell'EFS la sismicità è in genere bassa, con terremoti superficiali ($h \leq 7$ km) di bassa magnitudo ($M_w < 5$) mentre ad est dell'EFS gli eventi sono localizzati anche nella crosta inferiore ($h = 15$ km - 20 km), con magnitudo momento sismico che - in alcuni casi - ha raggiunto 6,8. La porzione meridionale dell'EFS - che interessa più da vicino l'area in studio - coincide con l'alta Valtiberina. L'elevata sismicità della zona in questione e dell'area umbro-marchigiana, secondo i modelli più accreditati, è legata all'attività di una *master fault* (Faglia Alto-Tiberina - ATF) che immerge verso nord-est con basso angolo ($< 30^\circ$) al di sotto della catena appenninica e, soprattutto, delle numerose faglie sintetiche ed antitetiche alla ATF, maggiormente inclinate (allineamento Gubbio-Colfiorito-Valnerina).

La ATF è individuata come superficie di scollamento basale dell'intero cuneo della Romagna-Marche-Umbria (RMU in figura 8), estruso verso nord-est sotto la spinta del settore nord-occidentale della piattaforma Laziale-Abruzzese (freccie bianche su sfondo blu in figura 8).

Loc. S. Lucia n. 110 - Castiglion F.no (AR)
 Tel.: 0575651243
 C.F.:MLGMRC82A28A390W

E-mail: geologo.milighetti@gmail.com
 Cell.: 3333614161
 P.IVA: 02040990513

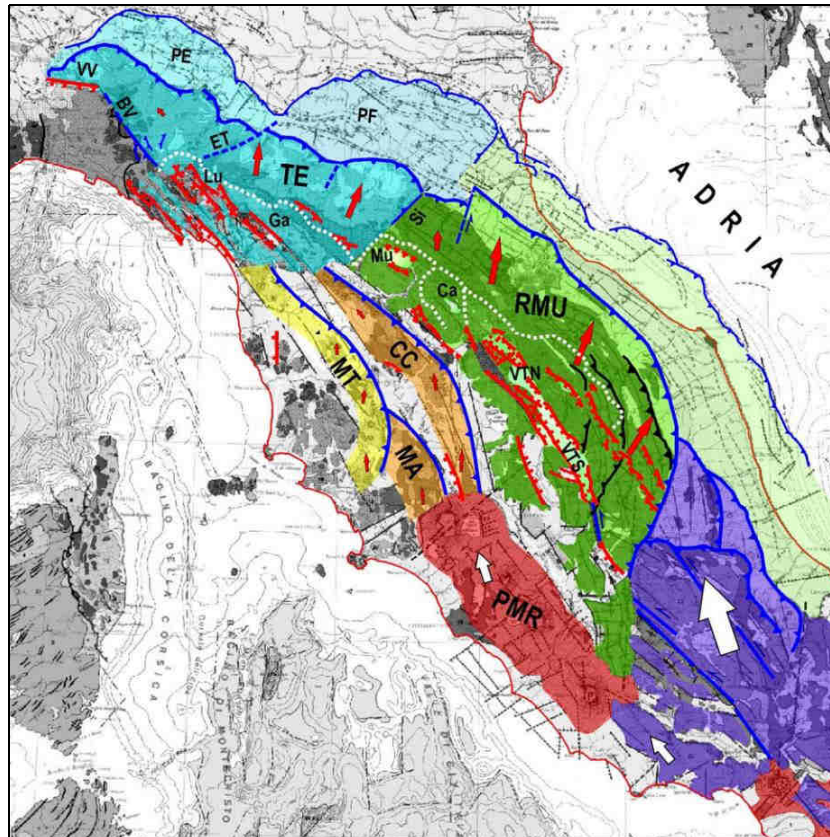


Figura 8: Schema tettonico-cinematico dell'Appennino Settentrionale.

Immagine estratta dal volume "Sismotettonica dell'Appennino Settentrionale. Implicazioni per la pericolosità sismica della Toscana", fig. 4.1.

3.7.3 Sismicità storica: eventi principali

Se si escludono i dati strumentali di dettaglio degli ultimi 30 anni, i parametri riferiti ai singoli terremoti riportati nei cataloghi attualmente disponibili sono stati dedotti soprattutto dalle intensità macrosismiche e dalla conseguente applicazione di correlazioni intensità macrosismica-magnitudo, variabili in base alla posizione geografica dell'area epicentrale ed alla profondità dell'ipocentro.

Per quanto concerne l'area in studio, nella tabella seguente sono elencati gli eventi principali (con magnitudo momento superiore a 5) occorsi nelle aree contermini (fonti consultate: CPTI15 - Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani 2015; DBMI15 - Database Macrosismico Italiano 2015; AHEAD - European archive of Historical Earthquake Data; SHEEC - SHARE European Earthquake Catalogue; CFTI5med - Catalogue of Strong Earthquakes in Italy; ASMI - Archivio Storico Macrosismico Italiano).

DR. GEOL. MARCO MILIGHETTI

Loc. S. Lucia n. 110 - Castiglion F.no (AR)
 Tel.: 0575651243
 C.F.:MLGMRC82A28A390W

E-mail: geologo.milighetti@gmail.com
 Cell.: 3333614161
 P.IVA: 02040990513

ANNO DELL' EVENTO	ZONA EPICENTRALE	MAGNITUDO MOMENTO SISMICO (M_w)
1005	Aretino	5,4
1270	Alta Valtiberina (Sansepolcro)	5,6
1352	Alta Valtiberina (Monterchi)	5,8
1353	Alta Valtiberina (Sansepolcro)	5,6
1358	Alta Valtiberina (Sansepolcro)	5,1
1389	Appennino Umbro-Marchigiano (Pietralunga)	6,1
1458	Alta Valtiberina (Città di Castello)	5,8
1489	Alta Valtiberina (Sansepolcro)	5,2
1504	Casentino (Bibbiena)	5,1
1558	Alta Valtiberina (Selci Lama)	5,1
1559	Alta Valtiberina (Montedoglio)	5,1
1584	Appennino Tosco-Emiliano (San Piero in Bagno)	5,7
1694	Alta Valtiberina (Sansepolcro)	5,1
1730	Appennino Umbro-Marchigiano (Gubbio)	5,4
1731	Alta Valtiberina (Pieve Santo Stefano)	5,4
1768	Valle del Bidente (Santa Sofia)	5,9
1789	Alta Valtiberina (Lama)	5,9
1796	Aretino (Capolona)	5,0
1856	Alta Valtiberina (Pieve Santo Stefano)	5,1
1865	Alta Valtiberina (Umbertide)	5,1
1895	Monti del Chianti (Impruneta)	5,4
1897	Appennino Umbro-Marchigiano (Pietralunga)	5,1
1909	Valle del Merse (Murlo)	5,4
1911	Monti del Chianti (San Sano)	5,2
1917	Alta Valtiberina (Lippiano)	5,9
1918	Valle del Bidente (Santa Sofia)	5,9
1919	Alta Valtiberina (Monterchi)	5,0
1948	Alta Valtiberina (Sansepolcro)	5,0
1969	Trasimeno	5,0
1984	Appennino Umbro-Marchigiano (Valfabbrica)	5,6

Loc. S. Lucia n. 110 - Castiglion F.no (AR)
 Tel.: 0575651243
 C.F.:MLGMRC82A28A390W

E-mail: geologo.milighetti@gmail.com
 Cell.: 3333614161
 P.IVA: 02040990513

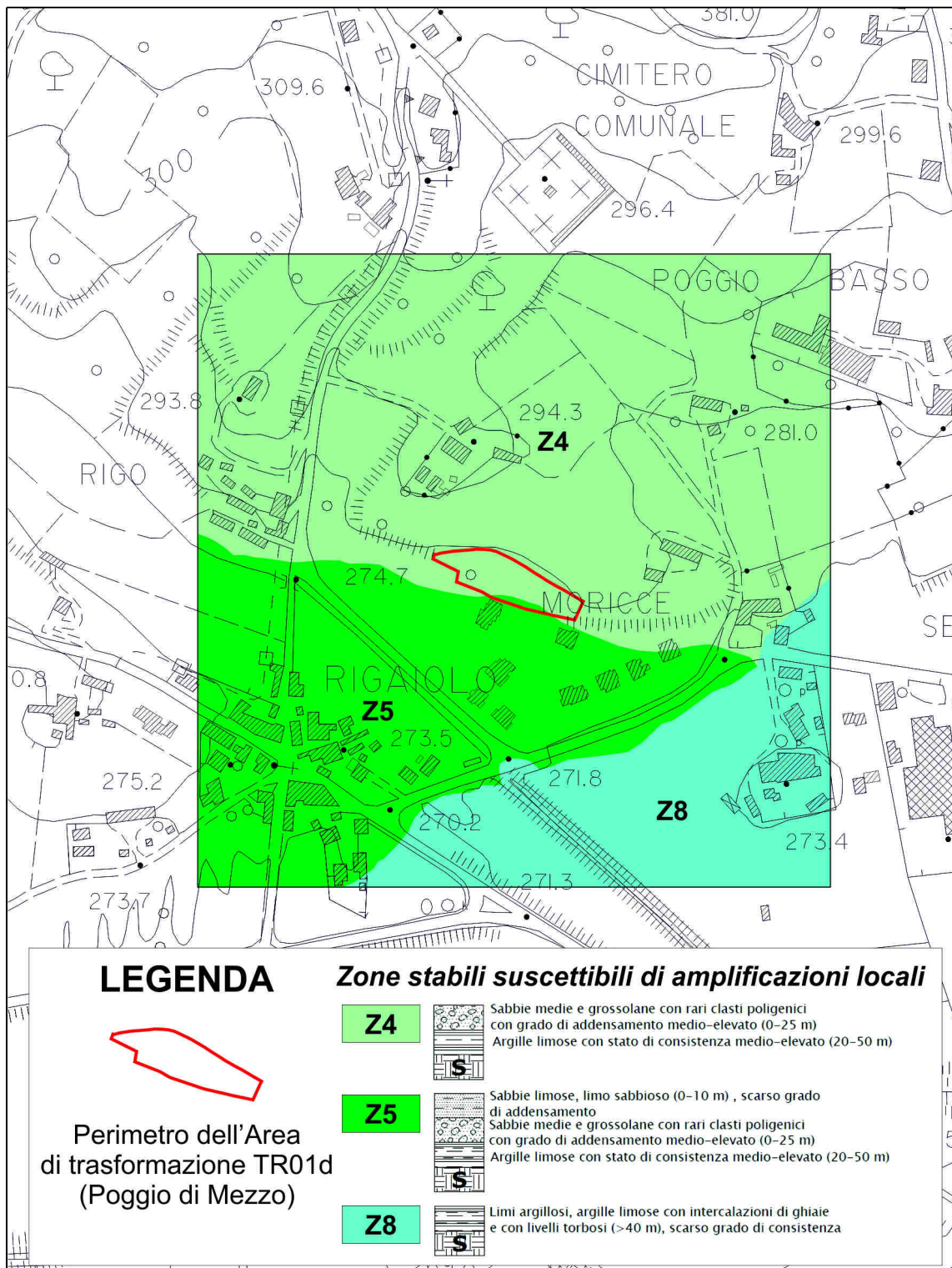


Figura 9: Carta delle M.O.P.S. (scala 1:5.000).

Loc. S. Lucia n. 110 - Castiglion F.no (AR)
Tel.: 0575651243
C.F.:MLGMRC82A28A390W

E-mail: geologo.milighetti@gmail.com
Cell.: 3333614161
P.IVA: 02040990513

4 VALUTAZIONE DI PERICOLOSITÀ

La carta delle aree a pericolosità geologica (figura 10) è stata redatta tenendo in considerazione le caratteristiche geologico-tecniche, morfologiche e di acclività della zona in studio e prendendo visione e recependo la “carta delle aree a Pericolosità geologica” redatta a supporto dello strumento urbanistico comunale, oltre agli studi di cui al Piano di Bacino del Fiume Arno - stralcio Assetto Idrogeologico.

In base ai dati raccolti ed agli approfondimenti eseguiti ai fini del presente elaborato, ai terreni ricadenti all'interno del comparto in esame sono state assegnate la classe di **pericolosità geologica media (G.2) ed elevata (G.3)**. L'assegnazione della classe G.3 al settore di valle del comparto non è legata alla presenza di dissesti gravitativi ma alla presenza - nella zona di pianura ad est di Rigaiolo - di un'area estrattiva dismessa, con conseguente possibilità di rimaneggiamenti dei terreni attualmente in posto effettuati durante l'escavazione.

All'esterno del comparto (oltre alla porzione rimanente dell'area oggetto in passato di escavazione) gli altri settori classificati in pericolosità geologica elevata (G.3 - figura 10) corrispondono a quelli in cui sono presenti scarpate ed alle zone di pianura in cui affiorano terreni con caratteristiche geotecniche scadenti (riporti antropici e depositi lacustro-palustri). L'unica zona ricadente in G.4 - di estensione assai ridotta - corrisponde all'area in cui è stata rilevata la presenza di fenomeni erosivi di tipo areale.

La figura 11 illustra la carta delle aree a pericolosità idraulica che deriva dalle considerazioni dei paragrafi precedenti e dalla consultazione delle carte tematiche prodotte a supporto del Piano Strutturale e del Regolamento Urbanistico del Comune di Sinalunga.

Al lotto indagato è stata assegnata la classe di **pericolosità idraulica I.1 (bassa)**, così come ai settori collinari circostanti.

Le aree che ricadono nelle classi di pericolosità I.2 (media), I.3 (elevata) ed I.4 (molto elevata) nelle carte tematiche prodotte a supporto del Piano Strutturale e del Regolamento Urbanistico del Comune di Sinalunga sono state classificate allo stesso modo anche nella figura 11. Le aree suddette sono posizionate in corrispondenza ed in prossimità del talweg del Fosso Rigo.

Loc. S. Lucia n. 110 - Castiglion F.no (AR)
 Tel.: 0575651243
 C.F.:MLGMRC82A28A390W

E-mail: geologo.milighetti@gmail.com
 Cell.: 3333614161
 P.IVA: 02040990513

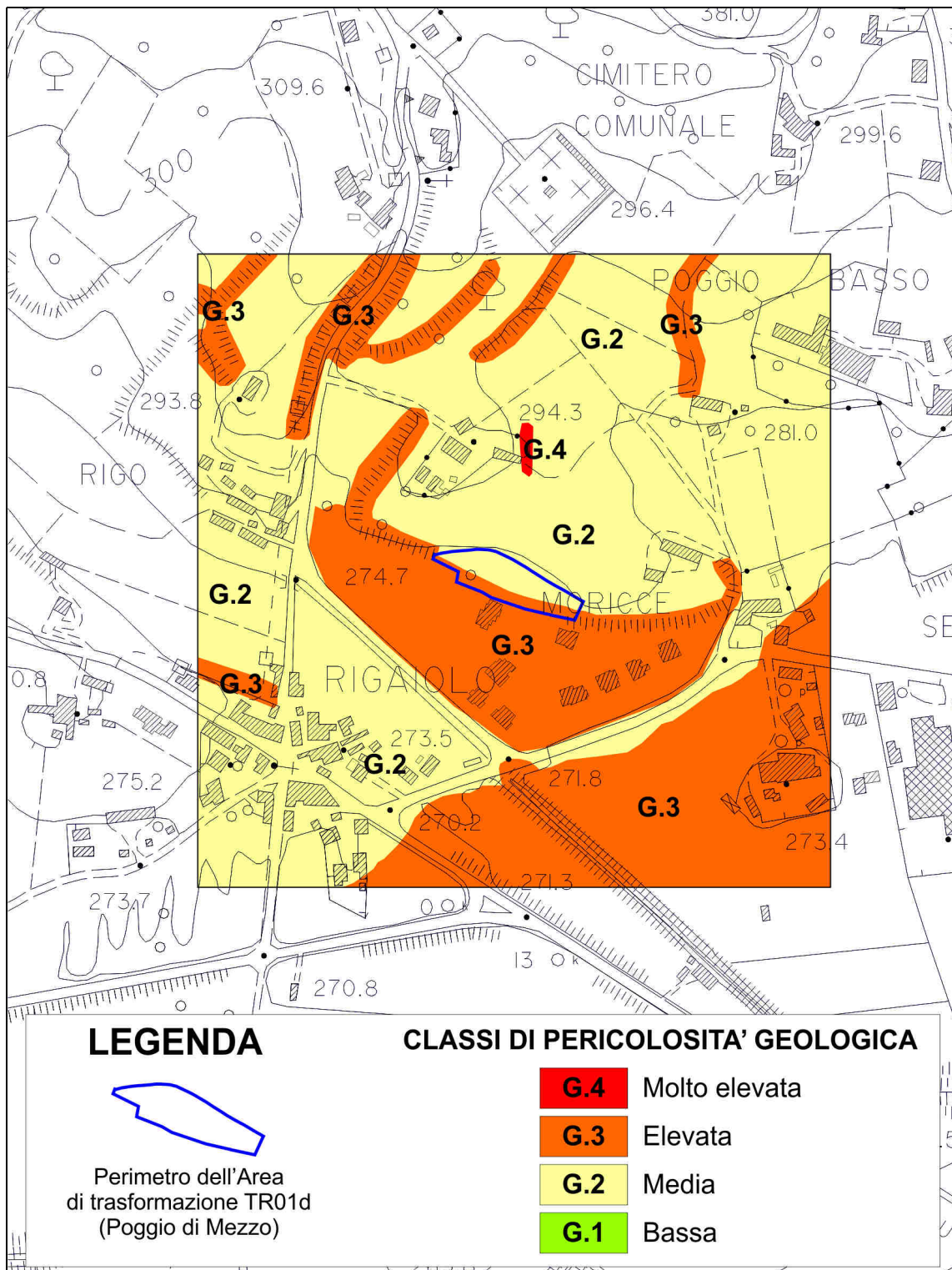


Figura 10: Carta delle aree a pericolosità geologica (scala 1:5.000).

Loc. S. Lucia n. 110 - Castiglion F.no (AR)
 Tel.: 0575651243
 C.F.:MLGMRC82A28A390W

E-mail: geologo.milighetti@gmail.com
 Cell.: 3333614161
 P.IVA: 02040990513

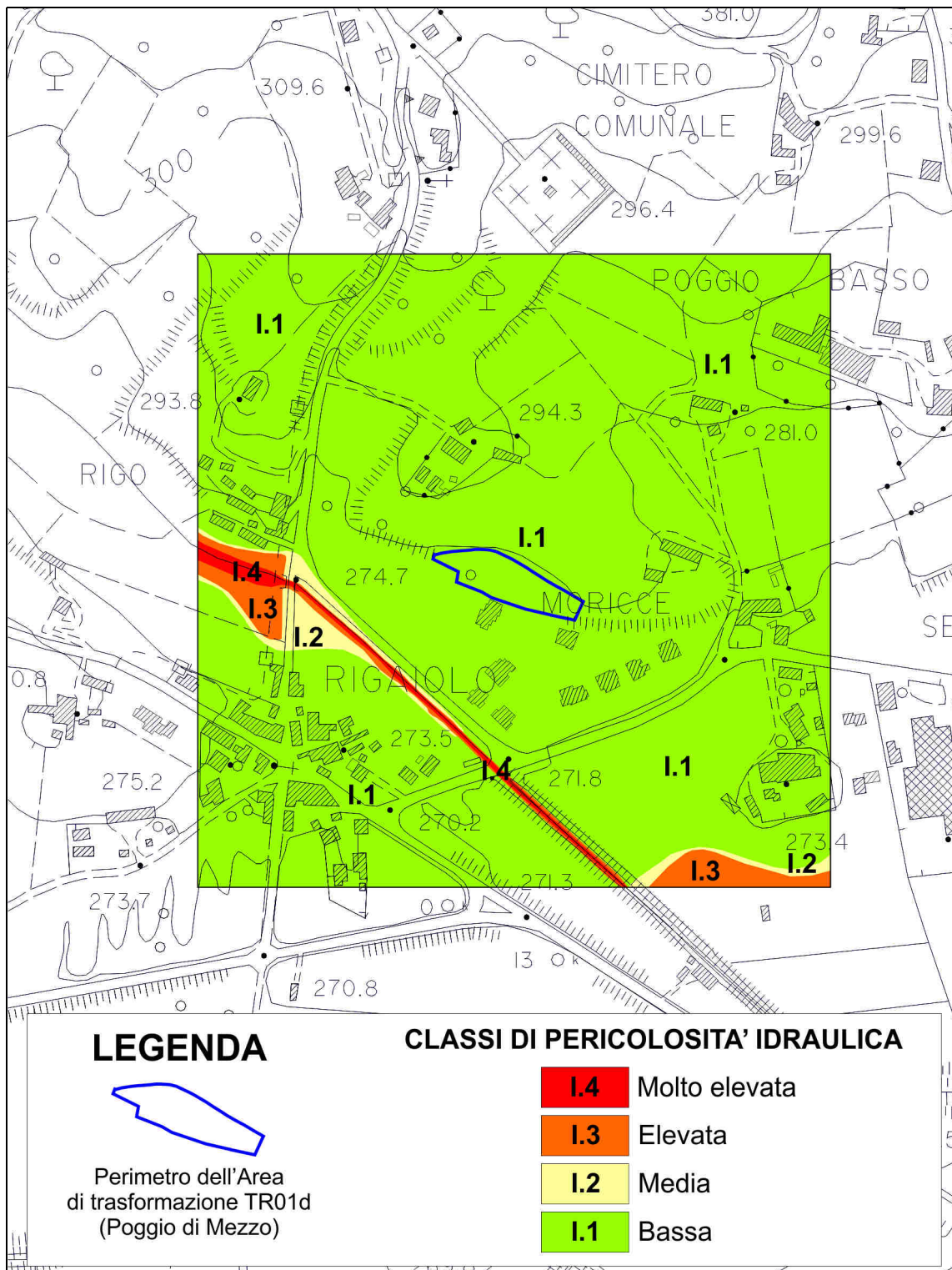


Figura 11: Carta delle aree a pericolosità idraulica (scala 1:5.000).

Loc. S. Lucia n. 110 - Castiglion F.no (AR)
 Tel.: 0575651243
 C.F.:MLGMRC82A28A390W

E-mail: geologo.milighetti@gmail.com
 Cell.: 3333614161
 P.IVA: 02040990513

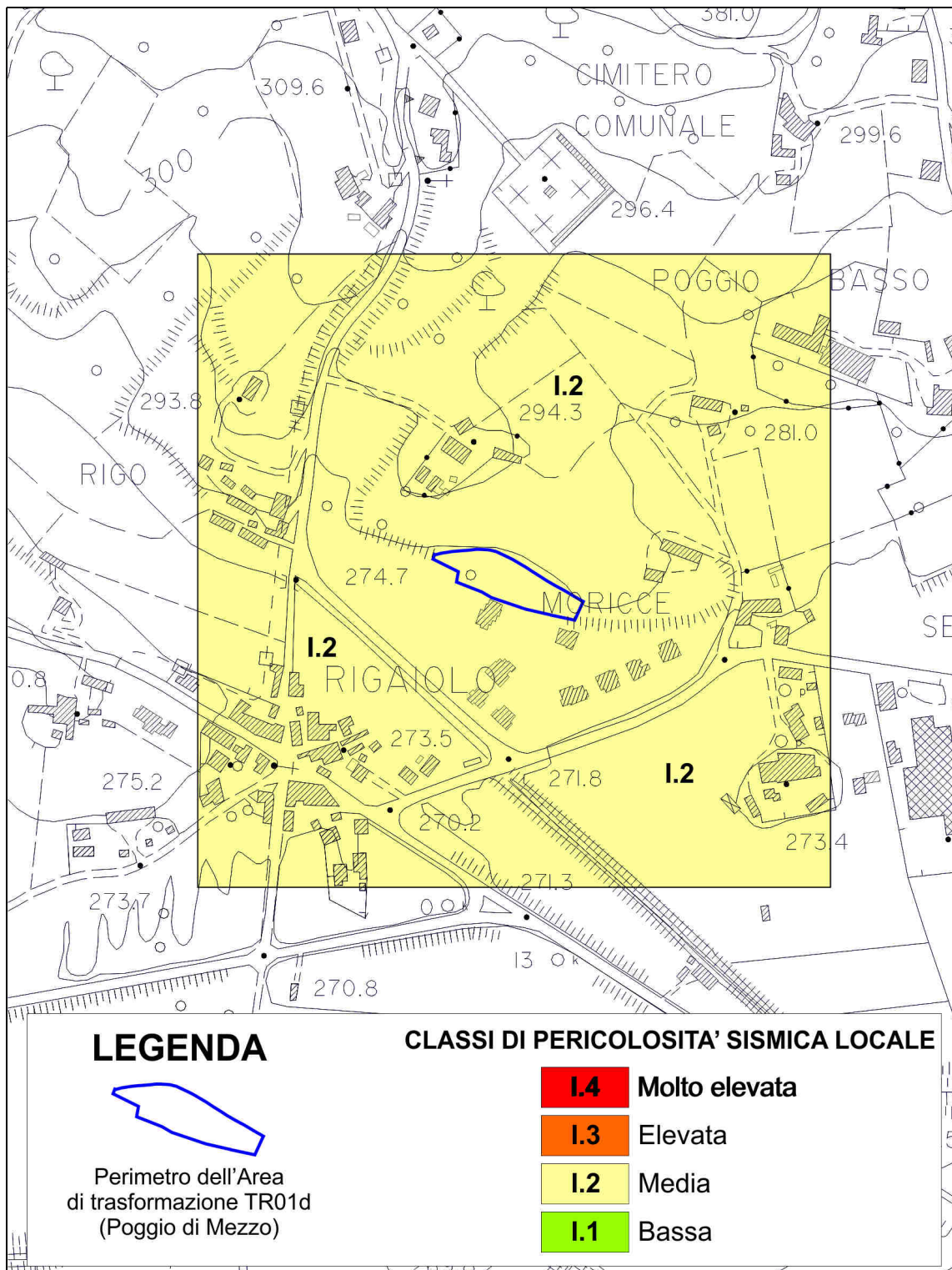


Figura 12: Carta delle aree a pericolosità sismica locale (scala 1:5.000).

Loc. S. Lucia n. 110 - Castiglion F.no (AR)
 Tel.: 0575651243
 C.F.:MLGMRC82A28A390W

E-mail: geologo.milighetti@gmail.com
 Cell.: 3333614161
 P.IVA: 02040990513

La figura 12 - infine - illustra la carta delle aree a pericolosità sismica locale che deriva dalle considerazioni dei paragrafi precedenti (in particolare dalla carta delle M.O.P.S. - figura 9) e dalla consultazione delle carte tematiche prodotte a supporto del Piano Strutturale e del Regolamento Urbanistico del Comune di Sinalunga. Al lotto indagato è stata assegnata la classe di **pericolosità sismica locale I.2 (media)**, così come a tutti i settori collinari e di pianura circostanti.

5 VALUTAZIONE DELLE CONDIZIONI DI FATTIBILITÀ

Dall'analisi delle cartografie tematiche prodotte, in particolare delle carte di pericolosità (figure 10, 11 e 12) ed in relazione alla tipologia d'intervento prevista all'interno del comparto (realizzazione di due edifici destinati a civile abitazione) sono state attribuite - ai sensi del D.P.G.R. 53/R/2011 - le seguenti classi di fattibilità:

- **fattibilità in parte con normali vincoli (F.G.2)** ed in parte **condizionata (F.G.3)** in relazione agli aspetti geologici (figura 13);
- **fattibilità senza particolari limitazioni** in relazione agli aspetti idraulici (**F.I.1** in figura 14).
- **fattibilità con normali vincoli** in relazione agli aspetti sismici (**F.S.2** in figura 15).

Ai sensi del punto 3.1 - Condizioni di Fattibilità di cui all'Allegato A al D.P.G.R. 25 ottobre 2011, n. 53/R a proposito delle aree interessate da fattibilità F3 viene scritto:

Fattibilità condizionata (F3): si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali, ai fini della individuazione delle condizioni di compatibilità degli interventi con le situazioni di pericolosità riscontrate, è necessario definire la tipologia degli approfondimenti di indagine da svolgersi in sede di predisposizione dei piani complessivi di intervento o dei piani attuativi o, in loro assenza, in sede di predisposizione dei progetti edilizi.

A proposito delle aree interessate da fattibilità F2, allo stesso punto del 53/R/2011 viene scritto:

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

Loc. S. Lucia n. 110 - Castiglion F.no (AR)
Tel.: 0575651243
C.F.:MLGMRC82A28A390W

E-mail: geologo.milighetti@gmail.com
Cell.: 3333614161
P.IVA: 02040990513

fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.

In relazione delle aree interessate da fattibilità F1, allo stesso punto del 53/R/2011 viene scritto:

Fattibilità senza particolari limitazioni (F1): si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali non sono necessarie prescrizioni specifiche ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.

Con riferimento agli aspetti geologici e di stabilità (F.G.3), ai fini della stesura degli elaborati previsti in fase esecutiva si dovranno rispettare i dettami di cui al Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018, alla Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 21 gennaio 2019 n. 7, al Decreto del Presidente della Giunta Regionale 9 luglio 2009, n. 36/R¹² ed al Documento esplicativo ed applicativo sugli articoli 6 e 7 del Regolamento DPGR 36/R/2009, al fine di caratterizzare dal punto di vista geotecnico i terreni compresi nel volume significativo - specie quelli posti nella zona di raccordo tra pendio ed area di pianura - e di determinare la risposta sismica dei terreni. Si dovranno eseguire inoltre verifiche di stabilità del pendio. Con riferimento agli aspetti geologici e sismici (F.G.2 ed F.S.2), ai fini della stesura degli elaborati previsti in fase esecutiva si dovranno rispettare i dettami di cui al Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018, alla Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 21 gennaio 2019 n. 7, al Decreto del Presidente della Giunta Regionale 9 luglio 2009, n. 36/R ed al Documento esplicativo ed applicativo sugli articoli 6 e 7 del Regolamento DPGR 36/R/2009, al fine di caratterizzare dal punto di vista geotecnico i terreni compresi nel volume significativo e di determinare la risposta sismica dei terreni. In relazione alla fattibilità idraulica (F.I.1) si ritiene che ai fini della realizzazione degli interventi previsti all'interno del lotto sia sufficiente mantenere nell'attuale stato di efficienza i sottoservizi presenti, implementando la rete nel punto in cui è prevista la realizzazione degli edifici. Nel rispetto della Legge Regionale 24 luglio 2018, n. 41¹³ e ss.mm.ii., i lavori saranno eseguiti a distanza maggiore di 10 m da corsi d'acqua pubblici.

¹² Regolamento di attuazione dell'articolo 117, commi 1 e 2 della L.R. 3 gennaio 2005 n. 1 (Norme per il governo del territorio). Disciplina sulle modalità di svolgimento delle attività di vigilanza e verifica delle opere e delle costruzioni in zone soggette a rischio sismico.

¹³ Disposizioni in materia di rischio di alluvioni e di tutela dei corsi d'acqua in attuazione del decreto legislativo 23 febbraio 2010, n. 49 (Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni. Modifiche alla l.r. 80/2015 e alla l.r. 65/2014.

Loc. S. Lucia n. 110 - Castiglion F.no (AR)
 Tel.: 0575651243
 C.F.:MLGMRC82A28A390W

E-mail: geologo.milighetti@gmail.com
 Cell.: 3333614161
 P.IVA: 02040990513

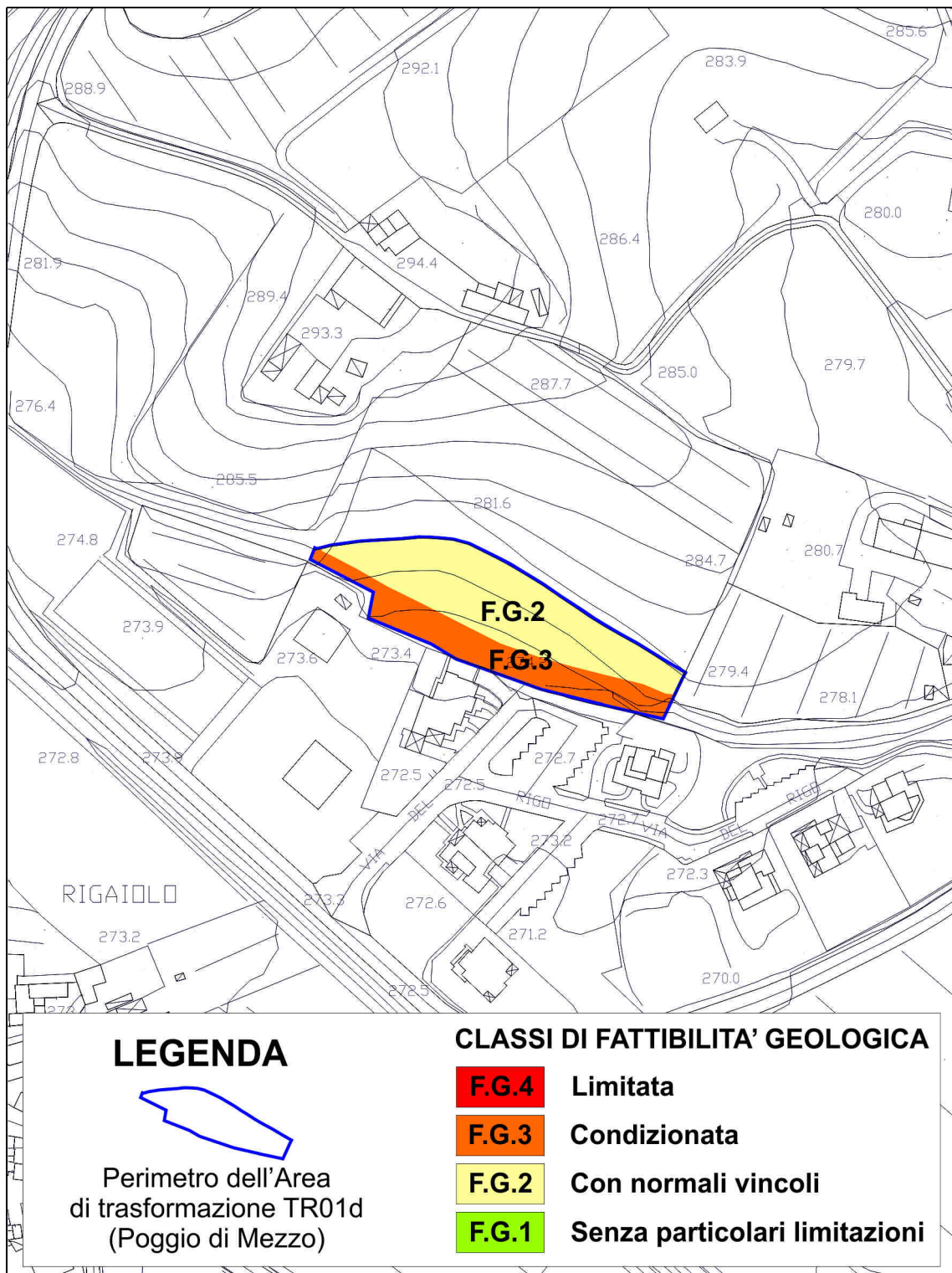


Figura 13: Carta della fattibilità in relazione agli aspetti geologici (scala 1:2.000).

Loc. S. Lucia n. 110 - Castiglion F.no (AR)
 Tel.: 0575651243
 C.F.:MLGMRC82A28A390W

E-mail: geologo.milighetti@gmail.com
 Cell.: 3333614161
 P.IVA: 02040990513

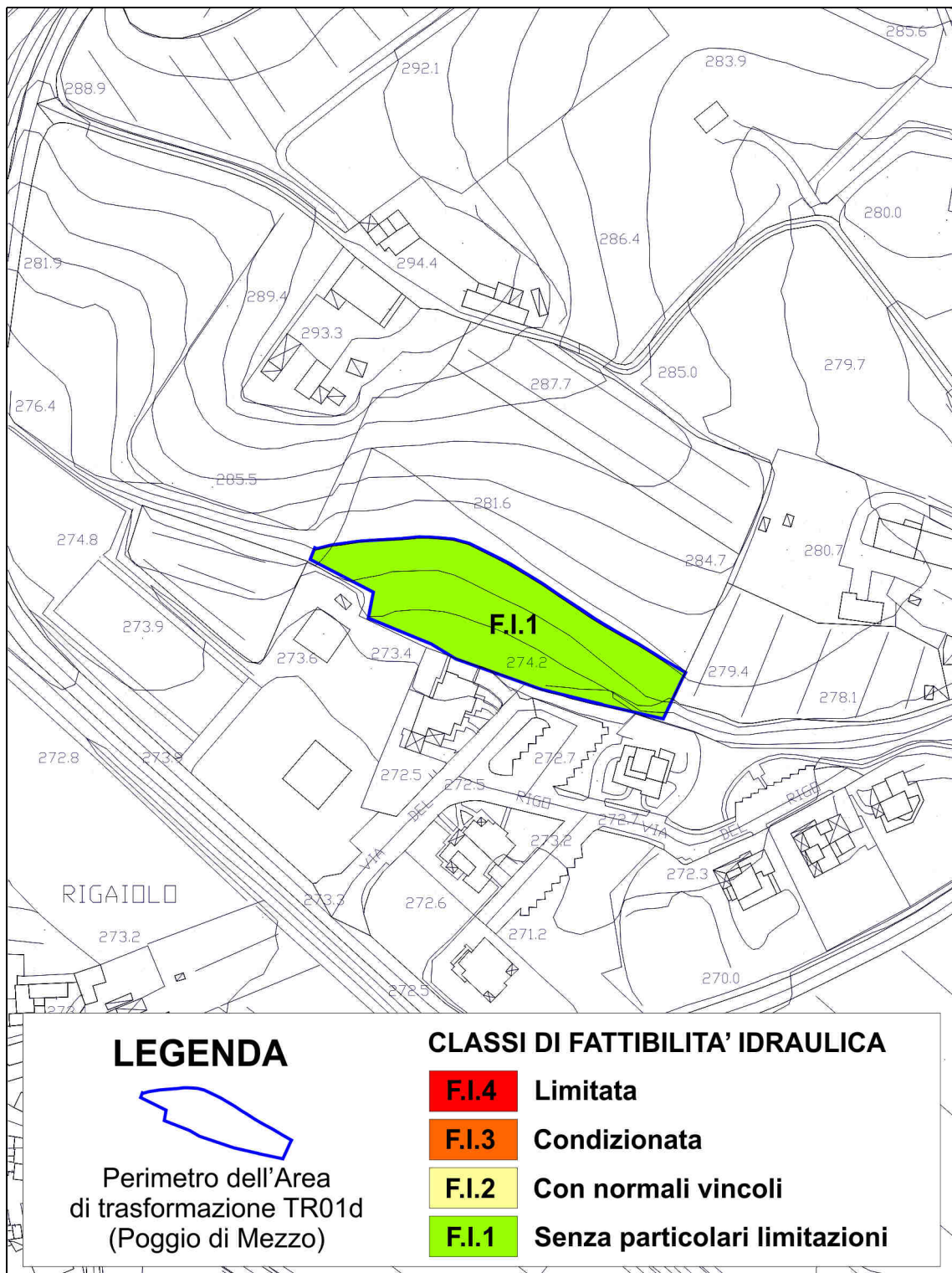


Figura 14: Carta della fattibilità in relazione agli aspetti idraulici (scala 1:2.000).

Loc. S. Lucia n. 110 - Castiglion F.no (AR)
 Tel.: 0575651243
 C.F.:MLGMRC82A28A390W

E-mail: geologo.milighetti@gmail.com
 Cell.: 3333614161
 P.IVA: 02040990513

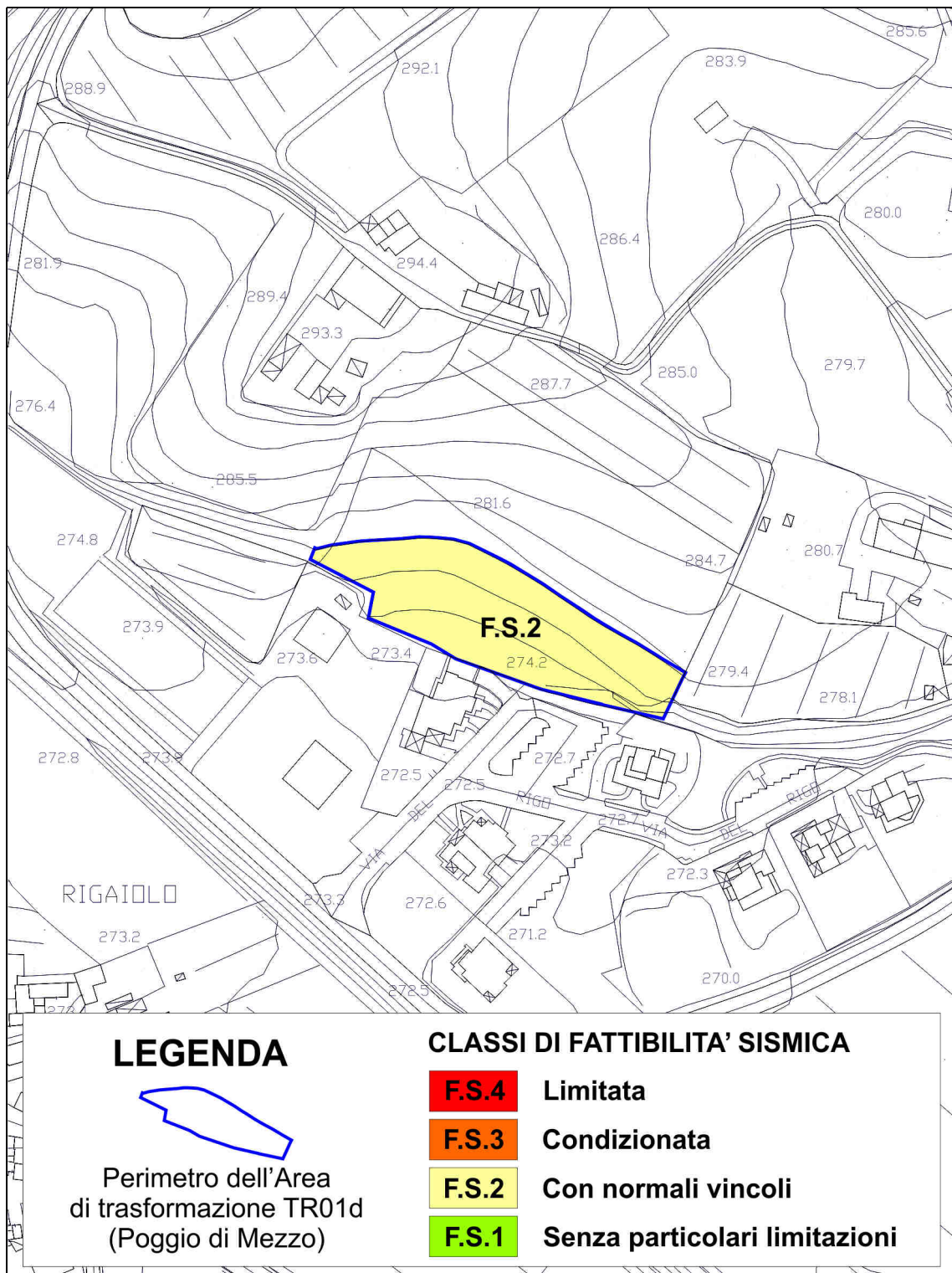


Figura 15: Carta della fattibilità in relazione agli aspetti sismici (scala 1:2.000).

Loc. S. Lucia n. 110 - Castiglion F.no (AR)
Tel.: 0575651243
C.F.:MLGMRC82A28A390W

E-mail: geologo.milighetti@gmail.com
Cell.: 3333614161
P.IVA: 02040990513

6 CONCLUSIONI

Viste le caratteristiche geologiche, litologico-tecniche, morfologiche, idrauliche, idrogeologiche e di pericolosità dell'area ubicata presso Sinalunga, in località Rigaiolo (Provincia di Siena), considerando i dati di base disponibili e le indagini eseguite si ritiene che gli interventi previsti all'interno del lotto siano attuabili alle condizioni espresse nella presente relazione.

Le indagini svolte non hanno apportato modifiche sostanziali al quadro conoscitivo attualmente vigente in merito alle pericolosità definite nei vari piani di settore, introducendo e definendo per l'area di progetto la fattibilità relativa agli aspetti geologici (F.G.2 ed F.G.3), idraulici (F.I.1) e sismici (F.S.2).

In fase esecutiva si dovrà definire il modello geotecnico di riferimento ai fini della progettazione strutturale di ciascun edificio.

Castiglion Fiorentino, 23 febbraio 2019

Dott. Geol. Marco Milighetti

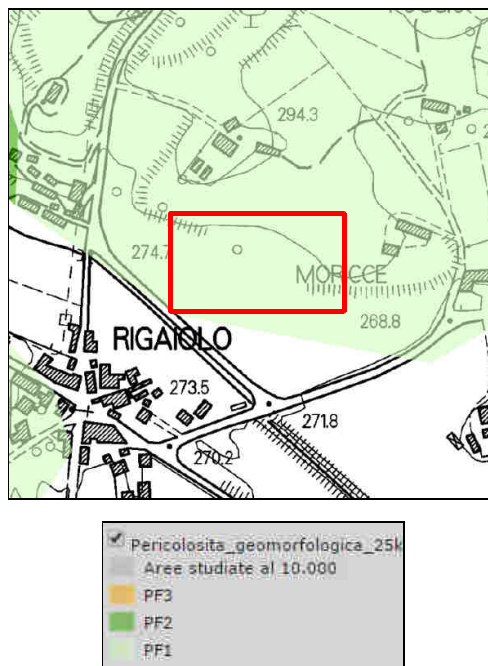



Loc. S. Lucia n. 110 - Castiglion F.no (AR)
 Tel.: 0575651243
 C.F.:MLGMRC82A28A390W

E-mail: geologo.milighetti@gmail.com
 Cell.: 3333614161
 P.IVA: 02040990513

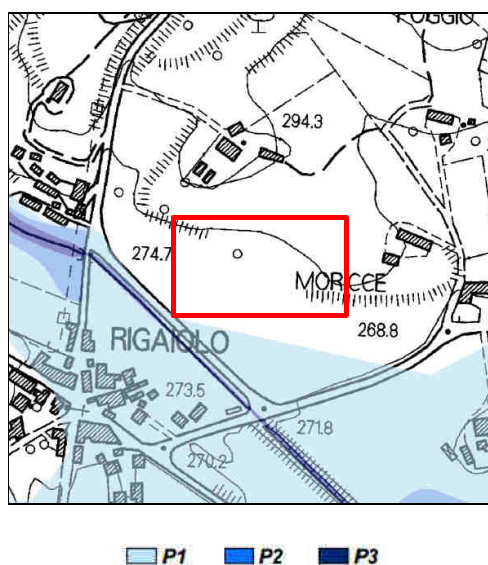
7 ALLEGATI

7.1 Perimetrazione delle aree con pericolosità da fenomeni geomorfologici di versante - P.A.I. del Fiume Arno



Dettaglio non in scala del P.A.I. (scala originale 1:25.000), con ubicazione del comparto in studio (rettangolo rosso).

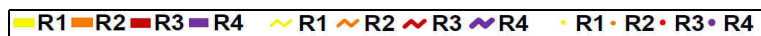
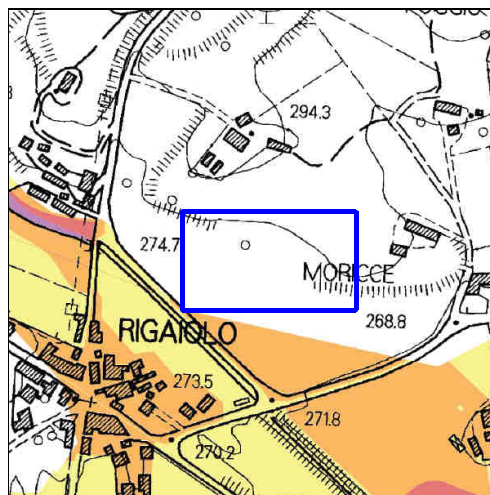
7.2 Piano di Gestione del Rischio Alluvioni - mappe di pericolosità e rischio da alluvione fluviale



Dettaglio non in scala della mappa della pericolosità da alluvione fluviale del P.G.R.A. con ubicazione del comparto in studio (rettangolo rosso).

Loc. S. Lucia n. 110 - Castiglion F.no (AR)
Tel.: 0575651243
C.F.:MLGMRC82A28A390W

E-mail: geologo.milighetti@gmail.com
Cell.: 3333614161
P.IVA: 02040990513

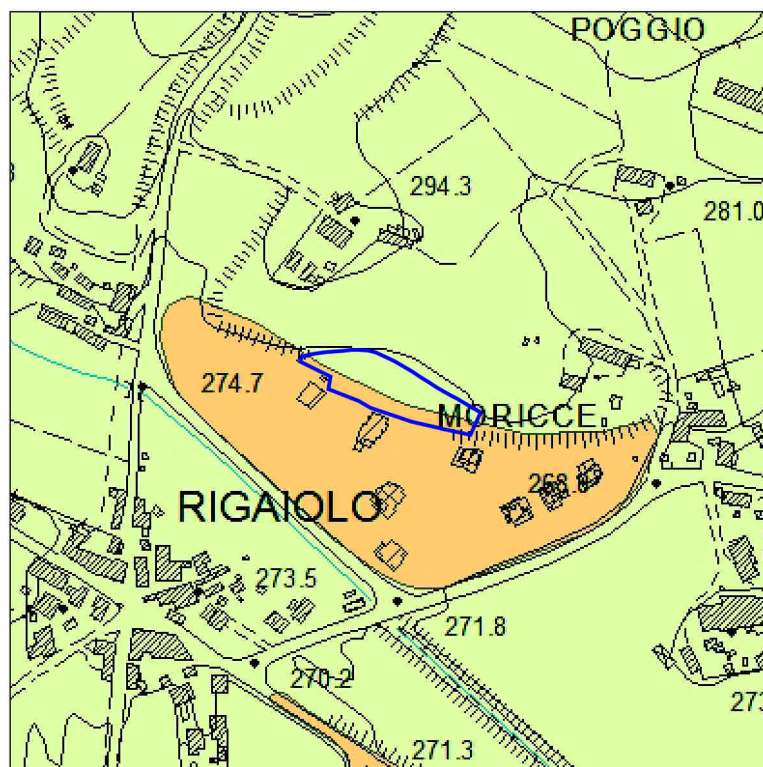


Dettaglio non in scala della mappa del rischio di alluvione del P.G.R.A. con ubicazione del comparto in studio (rettangolo blu).

Loc. S. Lucia n. 110 - Castiglion F.no (AR)
 Tel.: 0575651243
 C.F.:MLGMRC82A28A390W

E-mail: geologo.milighetti@gmail.com
 Cell.: 3333614161
 P.IVA: 02040990513

7.3 Carte di pericolosità - Piano Strutturale e Regolamento Urbanistico del Comune di Sinalunga



AREE A PERICOLOSITA' GEOLOGICA (secondo DPGR 53/R del 25.10.2011)



Aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, giaciture non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di processi morfoevolutivi.

CLASSE G.2 : Pericolosità geologica media



Aree in cui sono presenti fenomeni franosi inattivi e stabilizzati (naturalmente o artificialmente); aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciture dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto; corpi detritici su versanti con pendenze inferiori al 25%

CLASSE G.3 : Pericolosità geologica elevata



Aree in cui sono presenti fenomeni quiescenti; aree con potenziale instabilità connessa alla giacitura, all'acclività, 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 scadenti caratteristiche geotecniche; corpi detritici su versanti con pendenze superiori al 25%

CLASSE G.4 : Pericolosità geologica molto elevata

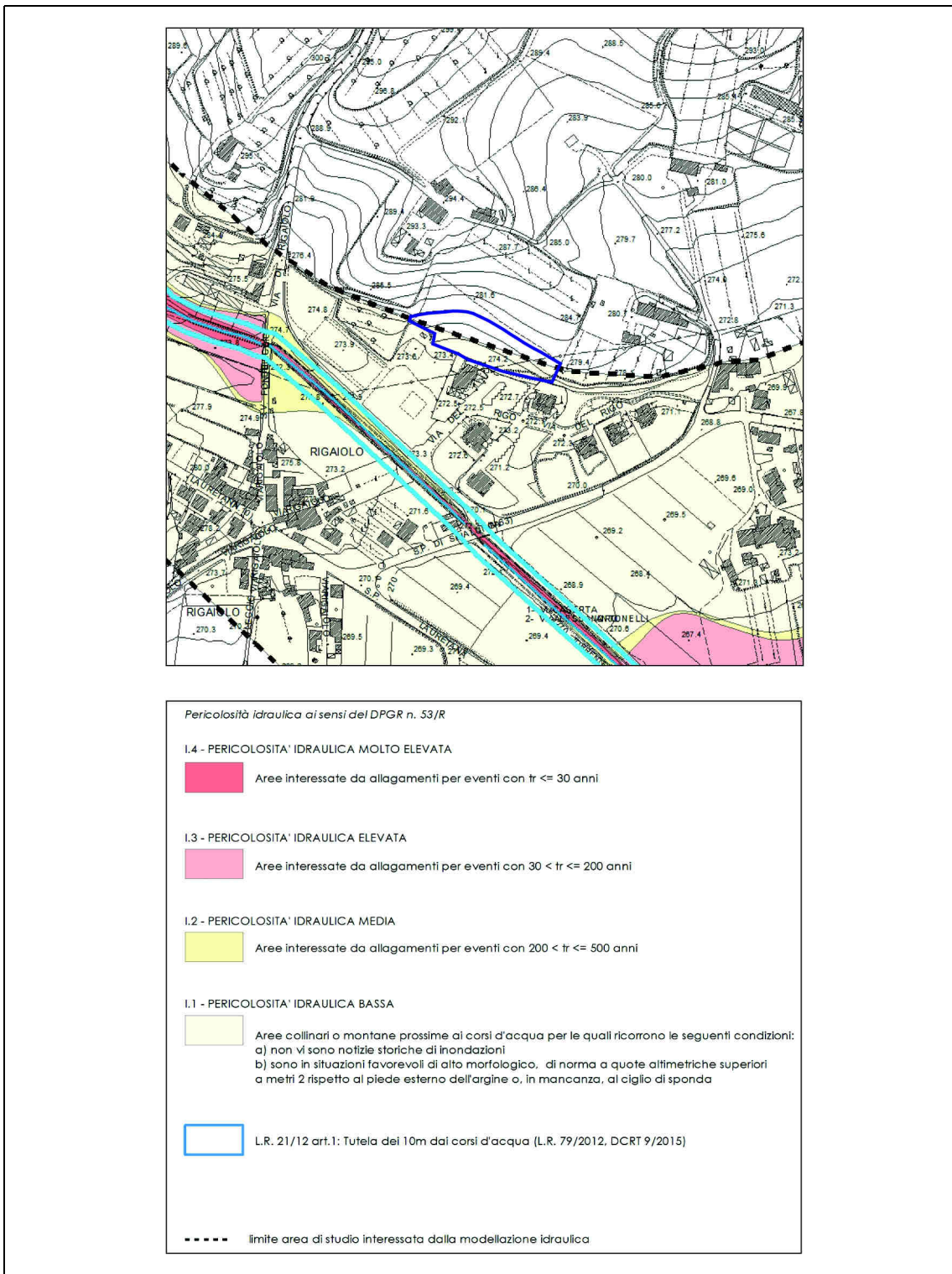


Aree in cui sono presenti fenomeni attivi e relative aree di influenza, aree interessate da soliflussi

Estratto in scala 1:5.000 della tavola GEO09b-sud del Piano Strutturale del Comune di Sinalunga ("Carta delle aree a Pericolosità geologica", scala originale 1:10.000). Il comparto in studio è individuato dal perimetro blu.

Loc. S. Lucia n. 110 - Castiglion F.no (AR)
 Tel.: 0575651243
 C.F.:MLGMRC82A28A390W

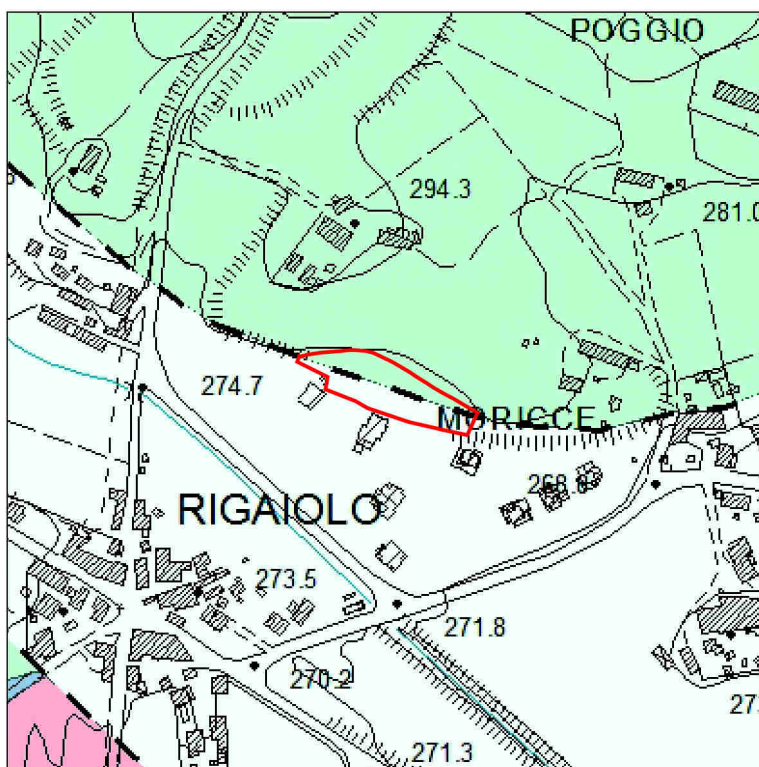
E-mail: geologo.milighetti@gmail.com
 Cell.: 3333614161
 P.IVA: 02040990513



Estratto in scala 1:5.000 della tavola GEO 11.5 OVEST del Piano Strutturale del Comune di Sinalunga (“Carta delle aree a pericolosità idraulica (da modellazione)”, scala originale 1:5.000). Il comparto in studio è individuato dal perimetro blu.

Loc. S. Lucia n. 110 - Castiglion F.no (AR)
 Tel.: 0575651243
 C.F.:MLGMRC82A28A390W

E-mail: geologo.milighetti@gmail.com
 Cell.: 3333614161
 P.IVA: 02040990513



Pericolosità idraulica ai sensi del DPGR n. 53/R

I.4 - PERICOLOSITA' IDRAULICA MOLTO ELEVATA



Are di fondovalle non protette da opere idrauliche per le quali ricorrono contestualmente le seguenti condizioni:
 a) vi sono notizie storiche di inondazioni
 b) sono morfologicamente in situazione sfavorevole di norma a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a metri 2 sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza, sopra il ciglio di sponda

I.3 - PERICOLOSITA' IDRAULICA ELEVATA



Are di fondovalle per le quali ricorrono almeno una delle seguenti condizioni:
 a) vi sono notizie storiche di inondazioni
 b) sono morfologicamente in situazione sfavorevole di norma a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a metri 2 sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza, sopra il ciglio di sponda

I.2 - PERICOLOSITA' IDRAULICA MEDIA



Are di fondovalle per le quali ricorrono le seguenti condizioni:
 a) non vi sono notizie storiche di inondazioni
 b) sono in situazione di alto morfologico rispetto alla piana alluvionale adiacente, di norma a quote altimetriche superiori a metri 2 rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza, al ciglio di sponda

I.1 - PERICOLOSITA' IDRAULICA BASSA



Are collinari o montane prossime ai corsi d'acqua per le quali ricorrono le seguenti condizioni:
 a) non vi sono notizie storiche di inondazioni
 b) sono in situazioni favorevoli di alto morfologico, di norma a quote altimetriche superiori a metri 2 rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza, al ciglio di sponda

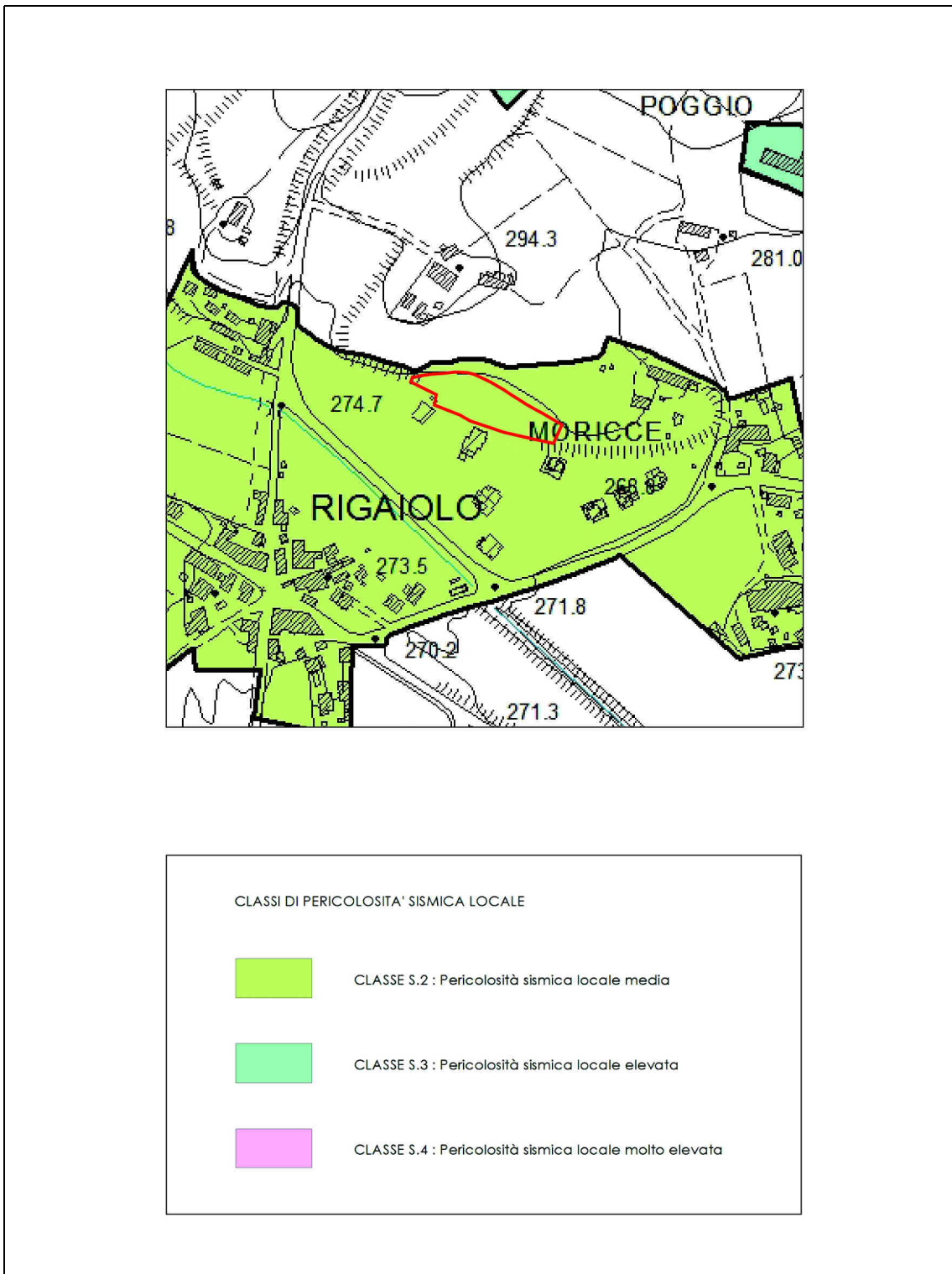


Are la cui pericolosità è definita in base ai risultati di modellazioni idrauliche eseguite per tempi di ritorno Tr 30, Tr 200, Tr 500 anni

Estratto in scala 1:5.000 della tavola GEO11b-sud del Piano Strutturale del Comune di Sinalunga ("Carta delle aree a pericolosità idraulica (dati storici inventariali)", scala originale 1:10.000). Il comparto in studio è individuato dal perimetro rosso.

Loc. S. Lucia n. 110 - Castiglion F.no (AR)
 Tel.: 0575651243
 C.F.:MLGMRC82A28A390W

E-mail: geologo.milighetti@gmail.com
 Cell.: 3333614161
 P.IVA: 02040990513



Estratto in scala 1:5.000 GEO10b-sud del Piano Strutturale del Comune di Sinalunga ("Carta delle aree a pericolosità sismica locale", scala originale 1:10.000). Il comparto in studio è individuato dal perimetro rosso.

Loc. S. Lucia n. 110 - Castiglion F.no (AR)
Tel.: 0575651243
C.F.:MLGMRC82A28A390W

E-mail: geologo.milighetti@gmail.com
Cell.: 3333614161
P.IVA: 02040990513

7.4 Schede tecniche dei pozzi

 ISPRA <small>Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale</small>	 Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente	Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale
---	---	---

Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (Legge 464/1984)

Dati generali	Ubicazione indicativa dell'area d'indagine
----------------------	---

Codice: 155138
Regione: TOSCANA
Provincia: SIENA
Comune: SINALUNGA
Tipologia: PERFORAZIONE
Opera: POZZO PER ACQUA
Profondità (m): 110,00
Quota pc slm (m): 290,00
Anno realizzazione: 2003
Numero diametri: 2
Presenza acqua: SI
Portata massima (l/s): 1,200
Portata esercizio (l/s): 0,200
Numero falde: 1
Numero filtri: 1
Numero piezometrie: 1
Stratigrafia: SI
Certificazione(*): NO
Numero strati: 6
Longitudine WGS84 (dd): 11,734889
Latitudine WGS84 (dd): 43,204019
Longitudine WGS84 (dms): 11° 44' 05.05" E
Latitudine WGS84 (dms): 43° 12' 14.14" N

 (*)Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia



DIAMETRI PERFORAZIONE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0,00	110,00	110,00	350

FALDE ACQUIFERE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)
1	97,00	101,00	4,00

POSIZIONE FILTRI

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	90,00	100,00	10,00	ND

MISURE PIEZOMETRICHE

Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
gen/2003	25,00	32,00	7,00	1,000

STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	1,00	1,00	PLIOCENE	TERRENO VEGETALE
2	1,00	6,00	5,00	PLIOCENE	SABBIE
3	6,00	70,00	64,00	PLIOCENE	ARGILLE SABBIOSE
4	70,00	97,00	27,00	OLIGOCENE	ARENARIE E MARNE
5	97,00	101,00	4,00	OLIGOCENE	ARENARIE CON ACQUA
6	101,00	110,00	9,00	OLIGOCENE	ARENARIE E MARNE

 ISPRA <small>Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale</small>	 Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente	Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale
---	---	---

Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (Legge 464/1984)

Dati generali	Ubicazione indicativa dell'area d'indagine
----------------------	---

Codice: 207390
Regione: TOSCANA
Provincia: SIENA
Comune: SINALUNGA
Tipologia: PERFORAZIONE
Opera: POZZO PER ACQUA
Profondità (m): 65,00
Quota pc slm (m): ND
Anno realizzazione: 1996
Numero diametri: 1
Presenza acqua: SI
Portata massima (l/s): 1,200
Portata esercizio (l/s): 0,300
Numero falde: 1
Numero filtri: 1
Numero piezometrie: 1
Stratigrafia: SI
Certificazione(*): NO
Numero strati: 4
Longitudine WGS84 (dd): 11,735169
Latitudine WGS84 (dd): 43,202350
Longitudine WGS84 (dms): 11° 44' 06.06" E
Latitudine WGS84 (dms): 43° 12' 08.08" N

 (*)Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia



DIAMETRI PERFORAZIONE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0,00	65,00	65,00	400

FALDE ACQUIFERE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)
1	45,00	48,00	3,00

POSIZIONE FILTRI

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	45,00	55,00	10,00	ND

MISURE PIEZOMETRICHE

Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
gen/1996	4,00	10,00	6,00	1,000

STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	1,00	1,00		TERRENO VEGETALE
2	1,00	45,00	44,00		ARGILLA SABBIOSA
3	45,00	48,00	3,00		GHIAINO CON ACQUA
4	48,00	65,00	17,00		ARGILLA

 ISPRA <small>Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale</small>	 Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente	Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale
---	---	---

Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (Legge 464/1984)

Dati generali	Ubicazione indicativa dell'area d'indagine
----------------------	---

Codice: 207397
Regione: TOSCANA
Provincia: SIENA
Comune: SINALUNGA
Tipologia: PERFORAZIONE
Opera: POZZO PER ACQUA
Profondità (m): 59,00
Quota pc slm (m): 280,00
Anno realizzazione: 1995
Numero diametri: 1
Presenza acqua: SI
Portata massima (l/s): 0,910
Portata esercizio (l/s): 0,910
Numero falde: 2
Numero filtri: 1
Numero piezometrie: 1
Stratigrafia: SI
Certificazione(*): SI
Numero strati: 6
Longitudine WGS84 (dd): 11,737950
Latitudine WGS84 (dd): 43,203181
Longitudine WGS84 (dms): 11° 44' 16.16" E
Latitudine WGS84 (dms): 43° 12' 11.11" N

 (*)Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia



DIAMETRI PERFORAZIONE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0,00	59,00	59,00	360

FALDE ACQUIFERE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)
1	7,00	8,00	1,00
2	38,00	59,00	21,00

POSIZIONE FILTRI

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	38,00	59,00	21,00	200

MISURE PIEZOMETRICHE

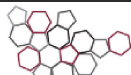
Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
lug/1995	8,50	16,00	7,50	0,910

STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	3,00	3,00		TERRENO VEGETALE
2	3,00	22,00	19,00		CONGLOMERATO POLIGENICO ED ETEROMETRICO IN MATRICE LIMOSO ARGILLOSA
3	22,00	38,00	16,00	PLIOCENE	ARGILLA CON LENTI SABBIOSE
4	38,00	42,00	4,00	PLIOCENE	SABBIA QUARZOSA
5	42,00	55,00	13,00	PLIOCENE	CONGLOMERATO POLIGENICO ED ETEROMETRICO IN MATRICE LIMOSO-SABBIOSA
6	55,00	59,00	4,00	OLIGOCENE	ARENARIA QUARZOSA "MACIGNO"



ISPRA
Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale



Sistema Nazionale
per la Protezione
dell'Ambiente

**Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca
Ambientale**

Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (Legge 464/1984)

Dati generali

Ubicazione indicativa dell'area d'indagine

Codice: 207563
Regione: TOSCANA
Provincia: SIENA
Comune: SINALUNGA
Tipologia: PERFORAZIONE
Opera: POZZO PER ACQUA
Profondità (m): 45,00
Quota pc slm (m): 280,00
Anno realizzazione: 1999
Numero diametri: 1
Presenza acqua: SI
Portata massima (l/s): ND
Portata esercizio (l/s): ND
Numero falde: 1
Numero filtri: 1
Numero piezometrie: 1
Stratigrafia: SI
Certificazione(*): NO
Numero strati: 4
Longitudine WGS84 (dd): 11,738500
Latitudine WGS84 (dd): 43,202631
Longitudine WGS84 (dms): 11° 44' 18.18" E
Latitudine WGS84 (dms): 43° 12' 09.09" N

(*):Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia



DIAMETRI PERFORAZIONE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0,00	45,00	45,00	400

FALDE ACQUIFERE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)
1	19,00	21,00	2,00

POSIZIONE FILTRI

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	18,00	23,00	5,00	200

MISURE PIEZOMETRICHE

Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
ott/1999	18,00	ND	ND	ND

STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	2,00	2,00		TERRENO DI COPERTURA
2	2,00	20,00	18,00		PUDDINGHE GIALLASTRE IN MATRICE PREVALENTEMENTE SABBIOSA
3	20,00	23,00	3,00		SABBIE ARGILLOSE GRIGIASTRE
4	23,00	45,00	22,00		ARGILLE E ARGILLE SABBIOSE DI COLORE GRIGIASTRO

 ISPRA <small>Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale</small>	 Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente	Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale
---	---	---

Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (Legge 464/1984)

Dati generali	Ubicazione indicativa dell'area d'indagine
----------------------	---

Codice: 207734
Regione: TOSCANA
Provincia: SIENA
Comune: SINALUNGA
Tipologia: PERFORAZIONE
Opera: POZZO PER ACQUA
Profondità (m): 75,00
Quota pc slm (m): 275,00
Anno realizzazione: 2005
Numero diametri: 1
Presenza acqua: SI
Portata massima (l/s): 1,000
Portata esercizio (l/s): 0,100
Numero falde: 1
Numero filtri: 1
Numero piezometrie: 1
Stratigrafia: SI
Certificazione(*): NO
Numero strati: 4
Longitudine WGS84 (dd): 11,737389
Latitudine WGS84 (dd): 43,202350
Longitudine WGS84 (dms): 11° 44' 14.14" E
Latitudine WGS84 (dms): 43° 12' 08.08" N

 (*)Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia



DIAMETRI PERFORAZIONE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0,00	75,00	75,00	250

FALDE ACQUIFERE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)
1	60,00	63,00	3,00

POSIZIONE FILTRI

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	55,00	65,00	10,00	160

MISURE PIEZOMETRICHE

Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
ott/2005	3,00	12,00	9,00	1,000

STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	2,00	2,00		RIPORTO
2	2,00	60,00	58,00		SABBIE ARGILLOSE ASCIUTTE
3	60,00	63,00	3,00		DETRITO DI ARENARIA CON ACQUA
4	63,00	75,00	12,00		ARENARIE E MARNE

 ISPRA <small>Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale</small>	 Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente	Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale
---	---	---

Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (Legge 464/1984)

Dati generali	Ubicazione indicativa dell'area d'indagine
----------------------	---

Codice: 207861
Regione: TOSCANA
Provincia: SIENA
Comune: SINALUNGA
Tipologia: PERFORAZIONE
Opera: POZZO PER ACQUA
Profondità (m): 49,00
Quota pc slm (m): 271,00
Anno realizzazione: 1997
Numero diametri: 1
Presenza acqua: SI
Portata massima (l/s): 1,000
Portata esercizio (l/s): 0,800
Numero falde: 3
Numero filtri: 3
Numero piezometrie: 1
Stratigrafia: SI
Certificazione(*): NO
Numero strati: 8
Longitudine WGS84 (dd): 11,737950
Latitudine WGS84 (dd): 43,202069
Longitudine WGS84 (dms): 11° 44' 16.16" E
Latitudine WGS84 (dms): 43° 12' 07.07" N

 (*)Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia



DIAMETRI PERFORAZIONE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0,00	49,00	49,00	400

FALDE ACQUIFERE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)
1	10,00	12,00	2,00
2	25,00	26,00	1,00
3	35,00	38,00	3,00

POSIZIONE FILTRI

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	10,00	12,00	2,00	200
2	25,00	26,00	1,00	200
3	35,00	38,00	3,00	200

MISURE PIEZOMETRICHE

Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)

mar/1997	9,00	25,00	16,00	1,000	
STRATIGRAFIA					
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	2,00	2,00		TERRENO DI RIPORTO
2	2,00	10,00	8,00		ARGILLA MARRONE CHIARO
3	10,00	12,00	2,00		GHIAIA GROSSOLANA CON SABBIA
4	12,00	25,00	13,00		ARGILLA MARRONE ROSSASTRA
5	25,00	26,00	1,00		GHIAIA GROSSOLANA CON ACQUA
6	26,00	35,00	9,00		ARGILLA GRIGIA
7	35,00	38,00	3,00		GHIAIA MINUTA CON LIMO
8	38,00	49,00	11,00		ARGILLA GRIGIA

Loc. S. Lucia n. 110 - Castiglion F.no (AR)
Tel.: 0575651243
C.F.:MLGMRC82A28A390W

E-mail: geologo.milighetti@gmail.com
Cell.: 3333614161
P.IVA: 02040990513

7.5 Indagini geofisiche: relazione sismica

Loc. S. Lucia n. 110 - Castiglion F.no (AR)
Tel.: 0575651243
C.F.:MLGMRC82A28A390W

E-mail: geologo.milighetti@gmail.com
Cell.: 3333614161
P.IVA: 02040990513

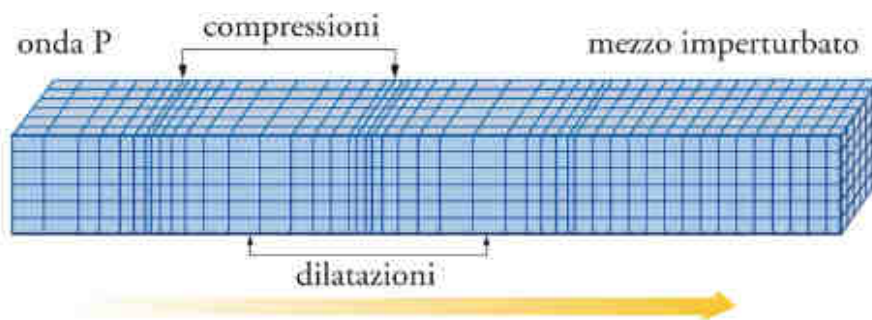
PREMESSA

Su incarico del Sig. Luca Briganti e della Sig.ra Elena Ruspolini, a supporto del "Progetto unitario convenzionato su area TR01d" (località Rigaiolo, Comune di Sinalunga - SI), sono state eseguite dallo scrivente indagini geofisiche volte all'ottenimento di un modello sismostratigrafico valido da impiegare ai fini dell'assegnazione della categoria di sottosuolo ai sensi del Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018. Le acquisizioni (sismica a rifrazione in onde P lungo 2 differenti stendimenti, MASW in onde R - componente verticale ed HVSr) sono state effettuate in data 15 febbraio 2019. Si riporta di seguito (su planimetria in scala 1:2.000) la posizione degli stendimenti e del punto in cui è stata eseguita l'indagine HVSr.

CENNI TEORICI

Sismica a rifrazione in onde P

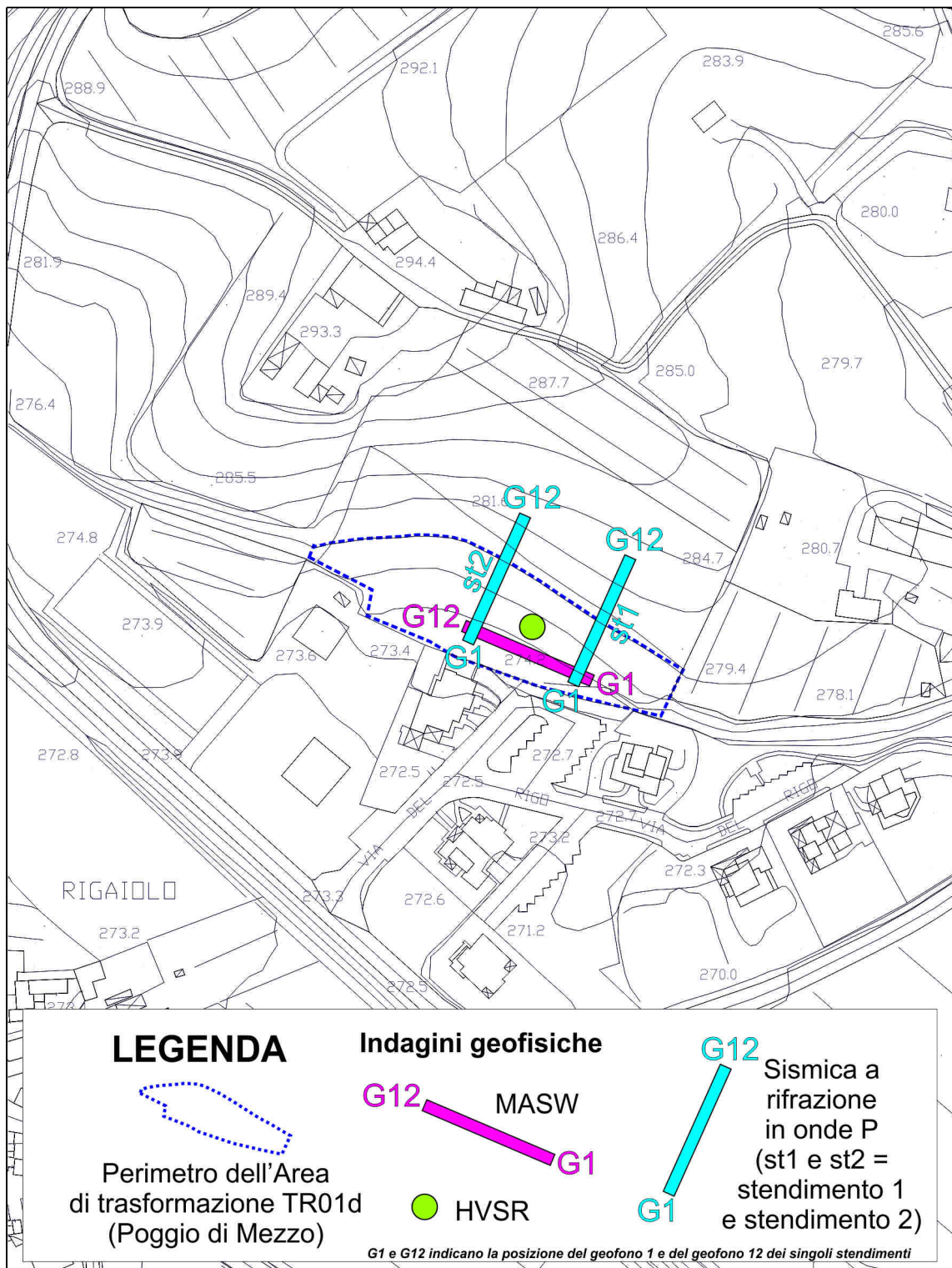
Mediante la metodologia della sismica a rifrazione si studia il comportamento di onde rifratte (nel caso in esame di onde P), al fine di ricostruire la geometria degli strati presenti nel sottosuolo. Le onde P (o primarie) sono onde longitudinali, in quanto perturbano il mezzo attraversato (compressioni e dilatazioni) parallelamente alla loro direzione di propagazione.



La velocità di propagazione cambia a seconda delle caratteristiche fisico-elastiche del mezzo attraversato. Pertanto un sismostrato non coinciderà necessariamente con un orizzonte litologico, in quanto la velocità di propagazione delle onde può variare nell'ambito di un medesimo litotipo per differenze dovute a presenza di fratture, grado di compattazione, porosità ecc.; l'onda - viaggiando all'interfaccia fra due mezzi a differente velocità - manda in superficie una serie di segnali che vengono registrati dai geofoni che formano lo stendimento.

Loc. S. Lucia n. 110 - Castiglion F.no (AR)
 Tel.: 0575651243
 C.F.:MLGMRC82A28A390W

E-mail: geologo.milighetti@gmail.com
 Cell.: 3333614161
 P.IVA: 02040990513

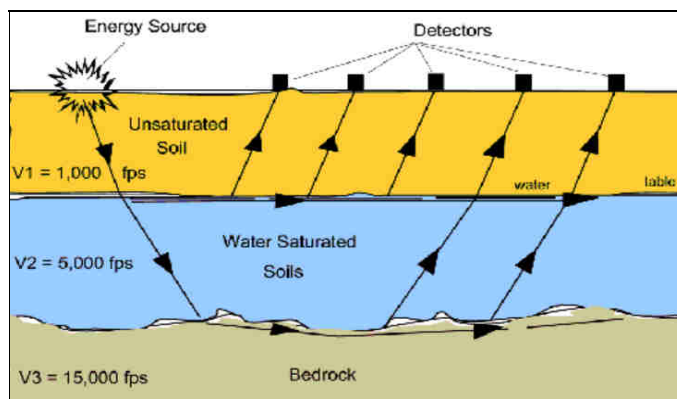


Ubicazione dell'area in studio, degli stendimenti e della stazione di misura HVSR.

Loc. S. Lucia n. 110 - Castiglion F.no (AR)
 Tel.: 0575651243
 C.F.:MLGMRC82A28A390W

E-mail: geologo.milighetti@gmail.com
 Cell.: 3333614161
 P.IVA: 02040990513

A ciascun ricevitore corrisponderà una traccia registrata (l'insieme costituisce il sismogramma) ed in ognuna dovrà essere individuato il primo arrivo al fine di ottenere la curva di propagazione o dromocrona. A piccole distanze dal punto di scoppio il primo arrivo è rappresentato dalle onde dirette: l'ampiezza è grande e lo scostamento (variazione tempo/distanza o *moveout*) è costante a tutte le distanze. Allontanandosi dal punto di scoppio il primo arrivo comincia ad essere quello dell'onda rifratta ed è caratterizzato da una piccola ampiezza d'onda e da uno scostamento costante ma minore di quello dell'onda diretta. L'ultimo arrivo registrato da ogni geofono è quello dell'onda riflessa (con scostamento che tende ad aumentare con la distanza secondo una funzione iperbolica).



L'interpretazione delle dromocrone (grafici tempo-distanza) permette di ricavare il numero di rifrattori, le velocità di ciascuno e la loro geometria. Le metodologie di interpretazione più semplici (metodo delle intercette e metodo reciproco) richiedono un numero di scoppi limitato, mentre il metodo reciproco generalizzato (G.R.M.) e le tomografie necessitano di almeno 5-7 scoppi. Il limite principale della sismica a rifrazione risiede nel fatto che è richiesto un incremento costante di velocità con la profondità, motivo per cui l'indagine in esame deve essere accompagnata sempre da altre indagini (geofisiche e geotecniche) che permettano di rilevare eventuali inversioni di velocità.

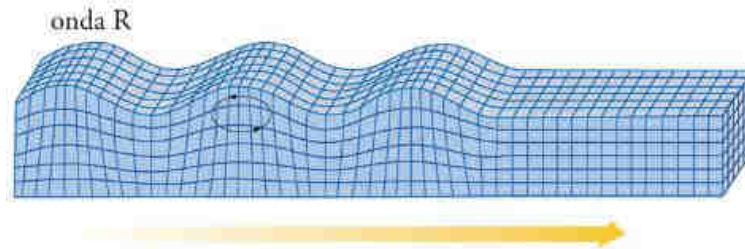
MASW in onde R (componente verticale)

Le indagini MASW (*Multichannel Analysis of Surface Waves*) consentono di analizzare le onde superficiali registrate contemporaneamente per mezzo di geofoni posti in linea

Loc. S. Lucia n. 110 - Castiglion F.no (AR)
 Tel.: 0575651243
 C.F.:MLGMRC82A28A390W

E-mail: geologo.milighetti@gmail.com
 Cell.: 3333614161
 P.IVA: 02040990513

collegati ad un sismografo multicanale, con lo scopo di ottenere profili V_s -z (velocità delle onde di taglio - profondità). Ai fini del presente elaborato è stata analizzata la componente verticale delle onde di Rayleigh (o onde R). Queste ultime sono generate dall'interferenza costruttiva di onde P e onde Sv (onde S polarizzate sul piano verticale) incidenti sulla superficie libera del terreno.



Sono onde con polarizzazione ellittica su un piano verticale parallelo alla direzione di propagazione (*ground roll*). Il rapporto fra le componenti orizzontali e verticali del moto (rapporto H/V o ellitticità) varia con la frequenza di vibrazione e dipende dalle caratteristiche della sorgente e da quelle del sottosuolo (quindi anche del profilo di velocità delle onde S).

L'ampiezza delle onde R diminuisce esponenzialmente con la profondità e la rapidità di questa attenuazione dipende dalla lunghezza d'onda associata, all'aumentare della quale aumenta la profondità della parte interessata dalla perturbazione. A parità di velocità, la profondità cresce all'aumentare del periodo (in quanto direttamente proporzionale alla lunghezza d'onda) e - quindi - al diminuire della frequenza. Ciò significa che - al crescere del periodo - aumenta la sensibilità dell'onda a caratteristiche del terreno sempre più profonde. Pertanto è ragionevole aspettarsi che, in presenza di variazioni delle velocità di propagazione con la profondità, le velocità di propagazione delle onde superficiali cambino in funzione della relativa lunghezza d'onda, quindi del periodo e della frequenza (**fenomeno della dispersione**). L'andamento delle velocità di fase (ma anche delle velocità di gruppo) in funzione della lunghezza d'onda (o della frequenza o del periodo) è detta **curva di dispersione**, il cui andamento fornisce informazioni sul profilo di velocità del sottosuolo. L'effetto della stratigrafia (spessore del singolo strato e V_s associata) sull'andamento della curva di dispersione può essere studiato mediante procedure di tipo numerico. Nei mezzi stratificati l'interferenza delle onde di volume alla superficie può essere molto articolata e le onde superficiali possono presentare

Loc. S. Lucia n. 110 - Castiglion F.no (AR)
Tel.: 0575651243
C.F.:MLGMRC82A28A390W

E-mail: geologo.milighetti@gmail.com
Cell.: 3333614161
P.IVA: 02040990513

diversi modi di propagazione, ciascuno dei quali darà origine ad una propria curva di dispersione. Se nei mezzi con velocità crescenti all'aumentare della profondità il modo fondamentale solitamente è quello dominante, con altre configurazioni (per esempio in presenza di inversioni di velocità o di forti contrasti di impedenza sismica) i modi superiori possono giocare un ruolo importante. Per tale ragione è importante definire una **curva di dispersione effettiva**, combinazione delle diverse curve modali “pesate”, che può essere modellata teoricamente. Nel caso di profili normalmente dispersivi la curva di dispersione effettiva coincide con la curva relativa al modo fondamentale (in questo caso il più energetico), mentre con altre configurazioni (per esempio in presenza di inversioni di velocità o di forti contrasti di impedenza sismica), la curva di dispersione effettiva risulta frutto di una combinazione dei diversi modi in funzione della relativa energia.

Nello studio delle onde superficiali è necessario tenere di conto che i forti contrasti di impedenza sismica tendono a produrre effetti di intrappolamento dell'energia fra le interfacce dove questi contrasti sono presenti (per esempio alla superficie ed alla base delle coperture) dando origine al fenomeno della **risonanza sismica**. Un altro fenomeno indotto dalla stessa situazione è quello della **canalizzazione** delle onde superficiali all'interno dello strato lento. Poiché la profondità interessata dalla propagazione delle onde di Rayleigh dipende dalla loro lunghezza d'onda, nel caso di presenza di forti contrasti di impedenza sismica l'analisi della curva di dispersione al di sopra della frequenza di risonanza fornisce informazioni sul profilo di velocità delle onde S al di sopra del basamento risonante.

L'esistenza delle onde di Rayleigh in un semispazio stratificato è stata studiata attraverso diverse metodologie, tra le quali spiccano i transfer matrix method di Thomson (1950) e di Haskell (1953) ed il dynamic stiffness matrix method di Kausel & Roesset (1981).

Indagine HVSR

Le tecniche di sismica passiva sono basate sulla misura e sull'analisi delle vibrazioni del terreno indotte da sorgenti non controllate (“rumore sismico ambientale”). Gli spostamenti in gioco sono dell'ordine di 10^{-4} - 10^{-3} cm, in un intervallo di frequenze molto al di sotto della soglia di percezione umana. Le vibrazioni ambientali si classificano in

Loc. S. Lucia n. 110 - Castiglion F.no (AR)
Tel.: 0575651243
C.F.:MLGMRC82A28A390W

E-mail: geologo.milighetti@gmail.com
Cell.: 3333614161
P.IVA: 02040990513

base ai seguenti domini di frequenza:

- Bassa frequenza ($< 0,5$ Hz) - Sono di origine essenzialmente naturale (microsismi), con sorgenti di grandi dimensioni spaziali (onde oceaniche, grandi perturbazioni atmosferiche, ecc.); hanno carattere stazionario (ovvero le loro proprietà statistiche non cambiano nel tempo) alla scala delle ore e dei giorni. Secondo osservazioni sperimentali largamente condivise, le onde marine di lungo periodo generano vibrazioni ambientali a causa dei battimenti generati sulla linea di costa, generando (come dei percussori) treni di onde che si propagano all'interno della crosta.
- Alta frequenza (> 1 Hz) - Microtremori, di origine essenzialmente antropica (traffico veicolare e pedonale, attività industriale, ecc.) e - talvolta - naturale ma a scala locale (vento su edifici e piante, ecc.); mostrano significative variazioni alla scala delle attività antropiche (giorno/notte, festivi/feriali, ecc.).
- Frequenza intermedia (< 1 Hz e $> 0,5$ Hz) - A seconda delle caratteristiche del sottosuolo, sia sorgenti naturali che antropiche possono condizionare le vibrazioni ambientali, con un livello di stazionarietà variabile da caso a caso.

Quando sono misurate, le vibrazioni ambientali mostrano un andamento molto irregolare ed esibiscono quindi una natura essenzialmente stocastica. Lo studio di questo tipo di fenomeno - pertanto - richiede un approccio sostanzialmente diverso da quello tipico della sismica, molto legato ad una visione deterministica: l'attenzione si sposta dallo studio delle singole fasi a quello delle proprietà medie del segnale. Se gli spettri medi delle vibrazioni ambientali sono calcolati per un intervallo di tempo sufficientemente lungo (tale da poter includere una molteplicità di sorgenti distribuite uniformemente attorno al sito) e se queste sollecitano in modo statisticamente uguale le componenti orizzontali e verticali del moto, allora i rapporti spettrali medi H/V (HVSr - *Horizontal to Vertical Spectral Ratio*) sono funzione delle sole caratteristiche medie (nelle diverse direzioni) del sottosuolo. Quindi da misure di rumore risulta possibile risalire alle proprietà del mezzo, al netto del contributo delle diverse sorgenti. Poiché è possibile stabilire delle relazioni fra la forma dello spettro medio e la struttura del sottosuolo, allora è anche possibile utilizzare il campo di rumore ambientale per la caratterizzazione dinamica (nel dominio delle piccole deformazioni) dei terreni in posto. In sintesi il metodo consiste nel calcolo del rapporto (tipicamente indicato come H/V)

Loc. S. Lucia n. 110 - Castiglion F.no (AR)
 Tel.: 0575651243
 C.F.:MLGMRC82A28A390W

E-mail: geologo.milighetti@gmail.com
 Cell.: 3333614161
 P.IVA: 02040990513

della media delle componenti orizzontali rispetto alla componente verticale dello spettro di Fourier del rumore ambientale, registrato in un unico sito da un sensore tridimensionale. L'evidenza empirica, supportata da simulazioni numeriche, indica che il massimo del rapporto spettrale H/V si registra - generalmente - a livello o vicino alla frequenza di risonanza fondamentale del sito, a condizione che vi sia un contrasto d'impedenza sufficientemente forte in profondità. Le frequenze caratteristiche di risonanza di sito sono correlabili ai contrasti di impedenza presenti nel sottosuolo. La curva HVSR mostra come massimi relativi le frequenze di risonanza dei vari strati e ciò - unitamente alla stima delle velocità - è in grado di fornire dati utili relativi allo spessore degli stessi. Questa informazione è per lo più contenuta nella componente verticale del moto ma il segnale può essere normalizzato rapportando lo spettro verticale con quelli orizzontali.

STRUMENTAZIONE IMPIEGATA

Per effettuare le acquisizioni (Sismiche a rifrazione in onde P e MASW in onde R - componente verticale) è stato utilizzato un sismografo DoReMi della SARA electronic instruments s.r.l. - in dotazione allo scrivente - avente le seguenti caratteristiche tecniche:

Classe strumentale:	sismografo multicanale per geofisica
Topologia:	rete differenziale RS485 half-duplex multipunto
Lunghezza max rete:	virtualmente illimitata con l'uso di ripetitori
N. max canali per tratta:	255
Dimensioni elemento:	80x55x18 mm
Peso:	250 g (per elemento con cavo di 5 metri)
Cavo:	per geofisica 1x2x0.5 + 1x2x0.25 twisted pair schermato
Memoria:	60 kBytes (30000 campioni)
Frequenze selezionabili:	da 500 a 20000 Hz (passi di campionamento da 2 a 0.05 ms)
Convertitore:	tipo SAR a 16 bit (96 dB)
Amplificatore:	ultra-low noise con ingresso differenziale
Banda passante:	2Hz - 200Hz
Reiezione modo comune:	>80dB
Diafonia (crosstalk):	zero, la trasmissione è digitale
<i>Dinamica del sistema</i>	
Risoluzione:	7.6 μ V @ 27dB; 0.076 μ V @ 60dB
Dinamica di base:	96dB (16 bit)
S/N ratio fra 0.5 e 30Hz:	>94dB (> 150dB con l'uso del PGA)
<i>Alimentazione</i>	
Alimentazione:	batteria ricaricabile interna operativa 10-15Vdc
Consumo di energia:	Interfaccia 80 mA, canale 30mA per una stringa da 12 canali: < 500mA

Il sistema in uso ai fini delle indagini suddette è costituito da 12 canali muniti di digitalizzatore per ciascuno dei geofoni verticali a 4,5 Hz impiegati.

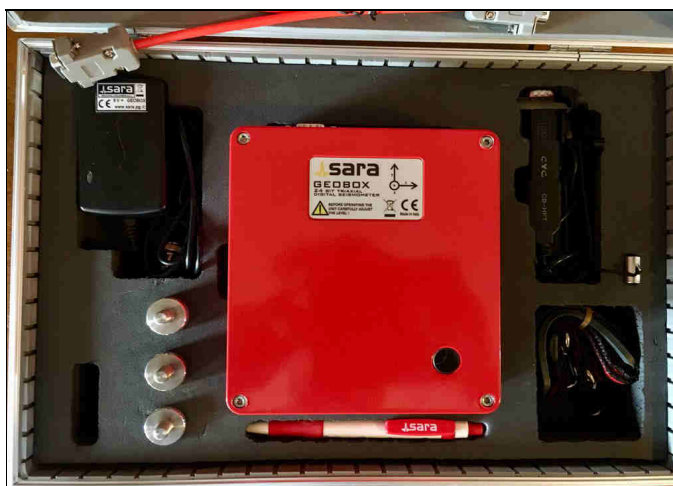
Loc. S. Lucia n. 110 - Castiglion F.no (AR)
 Tel.: 0575651243
 C.F.:MLGMRC82A28A390W

E-mail: geologo.milighetti@gmail.com
 Cell.: 3333614161
 P.IVA: 02040990513



L'indagine HVSR è stata eseguita mediante lo strumento denominato GeoBox della SARA electronic instruments s.r.l. - in dotazione allo scrivente - contraddistinto dalle seguenti caratteristiche tecniche:

Alimentazione:	batteria interna ricaricabile, consumo minore di 1W
Numero canali ed a/d converter:	3 ($\Sigma\Delta$) dinamica di 144dB (24 bit effettivi fra 0.1 e 10Hz, ENOB)
Sensibilità:	con velocimetri da 4.5Hz: < 1 nanometro/secondo per count
Campionamento:	simultaneo sui tre canali a 10,20,50,100,200,300,400,480,600Hz
Real Time Clock:	Sincronizzato da GPS via PPS modulato (su richiesta)
Precisione RTC:	+/-10ppm fra -20/+50°C (+/-40 μ s rispetto ad UTC)
Antenna GPS:	esterna con 10mt di cavo e connettore BNC
Interfaccia dati:	RS232 con cavo da 8 metri e adattatore USB in dotazione
Contenitore:	Monoblocco in alluminio IP66
Dimensioni e peso:	155x140x110 mm 3.1kg con sensori da 4.5Hz
Temperatura operativa:	-20/+50°C
Conformità:	CE



Loc. S. Lucia n. 110 - Castiglion F.no (AR)
Tel.: 0575651243
C.F.:MLGMRC82A28A390W

E-mail: geologo.milighetti@gmail.com
Cell.: 3333614161
P.IVA: 02040990513

SOFTWARE UTILIZZATI

Per l'interpretazione dei dati sono stati impiegati i seguenti software:

- Sismacon della Program Geo (per indagini sismiche a rifrazione in onde P);
- GeoMASW della Program Geo (per indagine MASW in onde R - componente verticale);
- Geoplotter (per indagine HVSR).

Lo scrivente è in possesso delle licenze dei software sopra elencati.

GEOMETRIA DELLO STENDIMENTO E IMPOSTAZIONI DEL CAMPIONAMENTO

- Numero di geofoni verticali: 12;
- Distanza intergeofonica: 4 m;
- Offset per rifrazione: scoppi reciproci a distanza di 4 m dai geofoni esterni e battuta a metà stendimento;
- Offset per MASW: 4 m;
- Frequenza di campionamento (rifrazione in onde P): 5.000 Hz;
- Frequenza di campionamento (MASW): 1.000 Hz;
- Energizzazione: mazza da 10 kg.



Immagine relativa allo stendimento st1 - sismica a rifrazione in onde P (punto di presa dal geofono 1).

Loc. S. Lucia n. 110 - Castiglion F.no (AR)
Tel.: 0575651243
C.F.:MLGMRC82A28A390W

E-mail: geologo.milighetti@gmail.com
Cell.: 3333614161
P.IVA: 02040990513



Immagine relativa allo stendimento st2 - sismica a rifrazione in onde P (punto di presa dal geofono 1).



Immagine relativa allo stendimento MASW in onde R - componente verticale (punto di presa dal geofono 1).



Immagine relativa al punto in cui è stata effettuata la registrazione mediante Geobox (indagine HVSR).

Loc. S. Lucia n. 110 - Castiglion F.no (AR)
Tel.: 0575651243
C.F.:MLGMRC82A28A390W

E-mail: geologo.milighetti@gmail.com
Cell.: 3333614161
P.IVA: 02040990513

REPORT DELLE ELABORAZIONI

Loc. S. Lucia n. 110 - Castiglion F.no (AR)
Tel.: 0575651243
C.F.:MLGMRC82A28A390W

E-mail: geologo.milighetti@gmail.com
Cell.: 3333614161
P.IVA: 02040990513

Sismica a rifrazione in onde P (stendimento st1)

Loc. S. Lucia n. 110 - Castiglion F.no (AR)
 Tel.: 0575651243
 C.F.:MLGMRC82A28A390W

E-mail: geologo.milighetti@gmail.com
 Cell.: 3333614161
 P.IVA: 02040990513

Geometria dello stendimento				
<i>N.geofono</i>	<i>Ascisse X (m)</i>	<i>Ordinate Y (m)</i>	<i>Elemento</i>	
1	0	10	0	
2	4	10,86	1	
3	8	11,76	1	
4	12	12,75	1	
5	16	13,5	1	
6	20	14,26	1	
7	24	14,97	1	
8	26	15,37	0	
9	28	15,73	1	
10	32	16,47	1	
11	36	17,22	1	
12	40	17,92	1	
13	44	18,6	1	
14	48	19,29	1	
15	52	19,98	0	

LEGENDA ELEMENTI: 1 = GEOFONO - 0 = SORGENTE

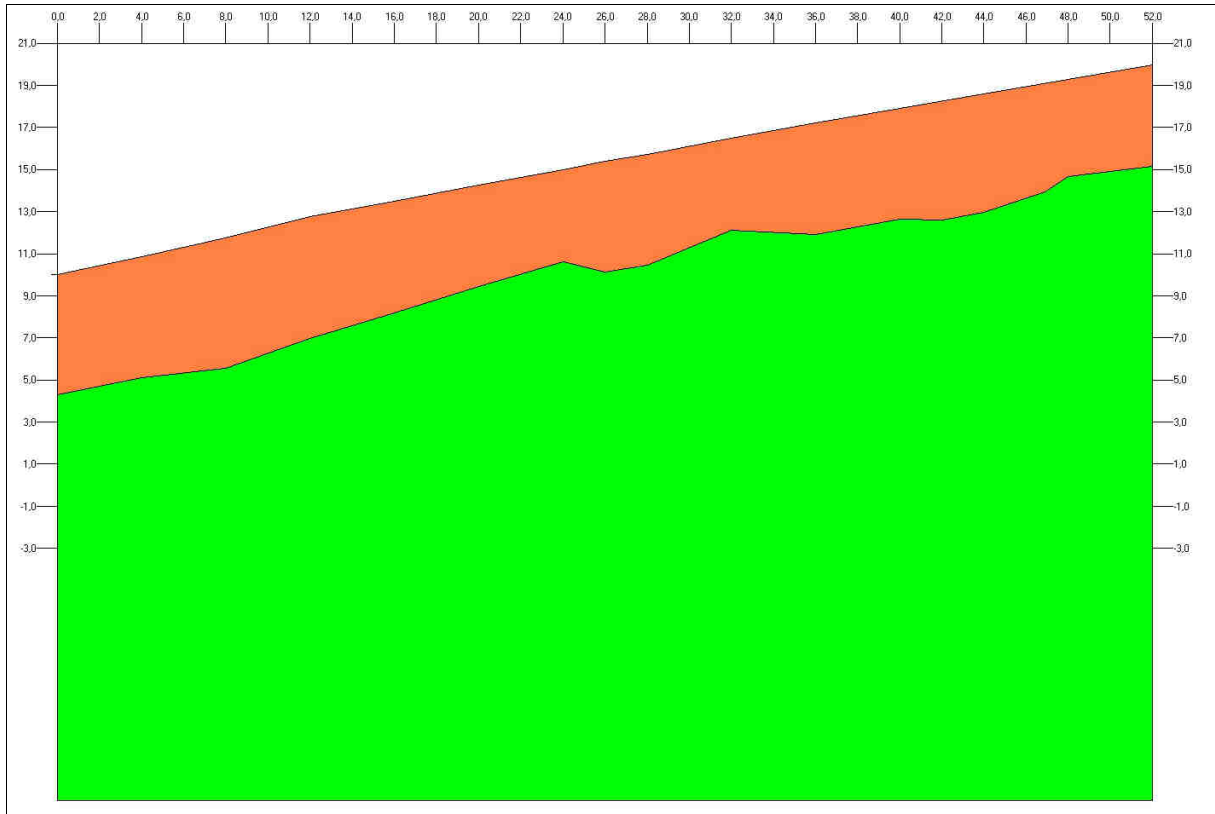
Coordinate del profilo topografico		
<i>Ascisse X (m)</i>	<i>Ordinate Y (m)</i>	
0	10	
4	10,86	
8	11,76	
12	12,75	
16	13,5	
20	14,26	
24	14,97	
26	15,37	
28	15,73	
32	16,47	
36	17,22	
40	17,92	
44	18,6	
48	19,29	
52	19,98	

Tabella tempi di arrivo (max 3 sorgenti)			
<i>Elemento</i>	<i>S1</i>	<i>S2</i>	<i>S3</i>
S1			
G1	12	26	49
G2	16	21	46
G3	19	18	42
G4	21	14	39
G5	24	9	35
G6	26	5	32
S2			
G7	31	5	29
G8	32	12	26
G9	35	18	25
G10	37	20	23
G11	42	22	20
G12	43	25	15
S3			

LEGENDA ELEMENTI: G = GEOFONO - S = SORGENTE

Loc. S. Lucia n. 110 - Castiglion F.no (AR)
Tel.: 0575651243
C.F.:MLGMRC82A28A390W

E-mail: geologo.milighetti@gmail.com
Cell.: 3333614161
P.IVA: 02040990513



Loc. S. Lucia n. 110 - Castiglion F.no (AR)
Tel.: 0575651243
C.F.:MLGMRC82A28A390W

E-mail: geologo.milighetti@gmail.com
Cell.: 3333614161
P.IVA: 02040990513

Sismica a rifrazione in onde P (stendimento st2)

Loc. S. Lucia n. 110 - Castiglion F.no (AR)
 Tel.: 0575651243
 C.F.:MLGMRC82A28A390W

E-mail: geologo.milighetti@gmail.com
 Cell.: 3333614161
 P.IVA: 02040990513

Geometria dello stendimento				
<i>N.geofono</i>	<i>Ascisse X (m)</i>	<i>Ordinate Y (m)</i>	<i>Elemento</i>	
1	0	10	0	
2	4	10,92	1	
3	8	11,39	1	
4	12	11,84	1	
5	16	12,46	1	
6	20	13,19	1	
7	24	13,92	1	
8	26	14,29	0	
9	28	14,65	1	
10	32	15,36	1	
11	36	15,96	1	
12	40	16,53	1	
13	44	17,09	1	
14	48	17,67	1	
15	52	18,24	0	

LEGENDA ELEMENTI: 1 = GEOFONO - 0 = SORGENTE

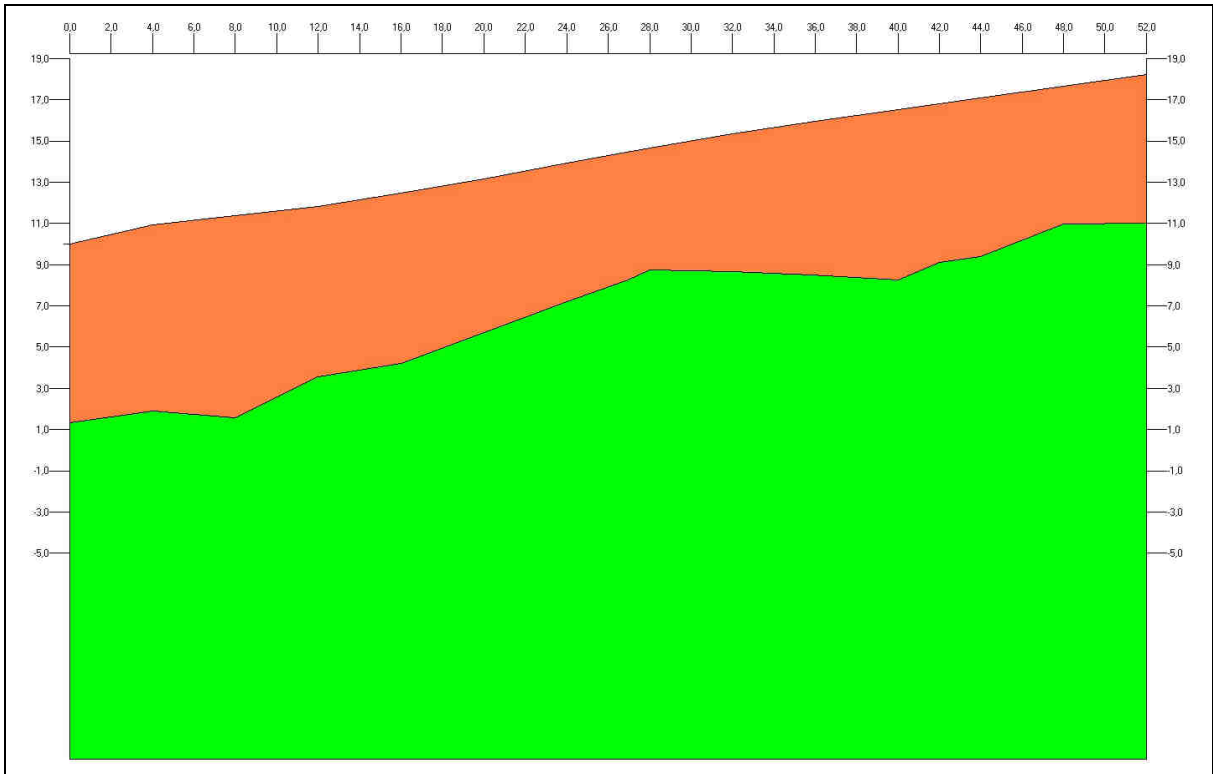
Coordinate del profilo topografico		
<i>Ascisse X (m)</i>	<i>Ordinate Y (m)</i>	
0	10	
4	10,92	
8	11,39	
12	11,84	
16	12,46	
20	13,19	
24	13,92	
26	14,29	
28	14,65	
32	15,36	
36	15,96	
40	16,53	
44	17,09	
48	17,67	
52	18,24	

Tabella tempi di arrivo (max 3 sorgenti)			
<i>Elemento</i>	<i>S1</i>	<i>S2</i>	<i>S3</i>
S1			
G1	10	23	48
G2	14	22	45
G3	17	20	40
G4	19	16	38
G5	20	12	36
G6	22	6	33
S2			
G7	24	6	30
G8	28	12	27
G9	33	16	25
G10	35	21	22
G11	39	24	19
G12	40	27	15
S3			

LEGENDA ELEMENTI: G = GEOFONO - S = SORGENTE

Loc. S. Lucia n. 110 - Castiglion F.no (AR)
Tel.: 0575651243
C.F.:MLGMRC82A28A390W

E-mail: geologo.milighetti@gmail.com
Cell.: 3333614161
P.IVA: 02040990513



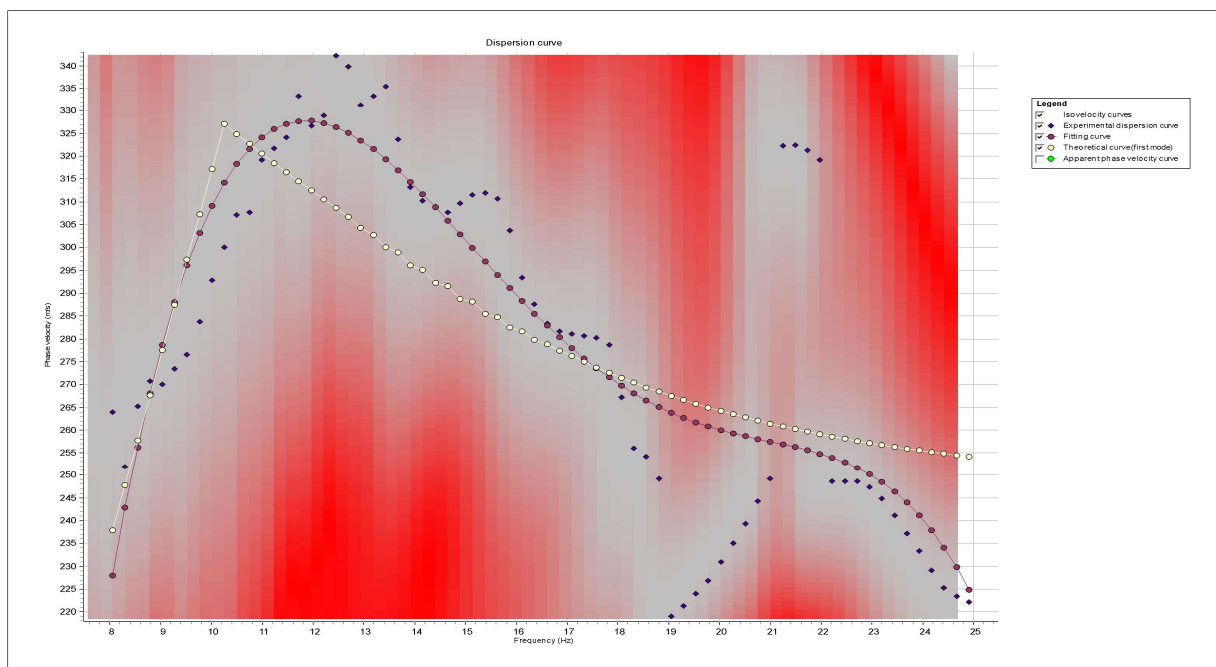
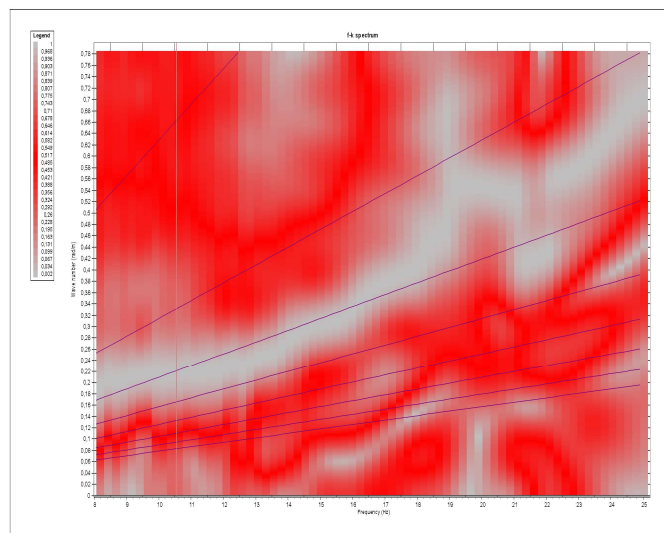
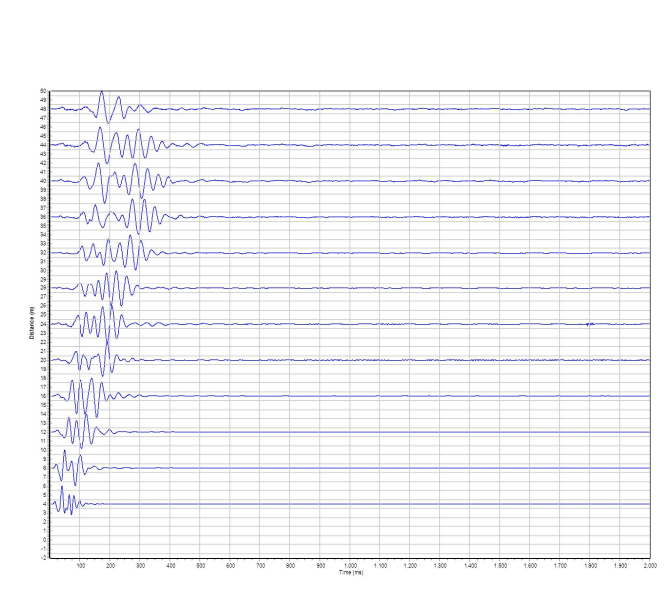
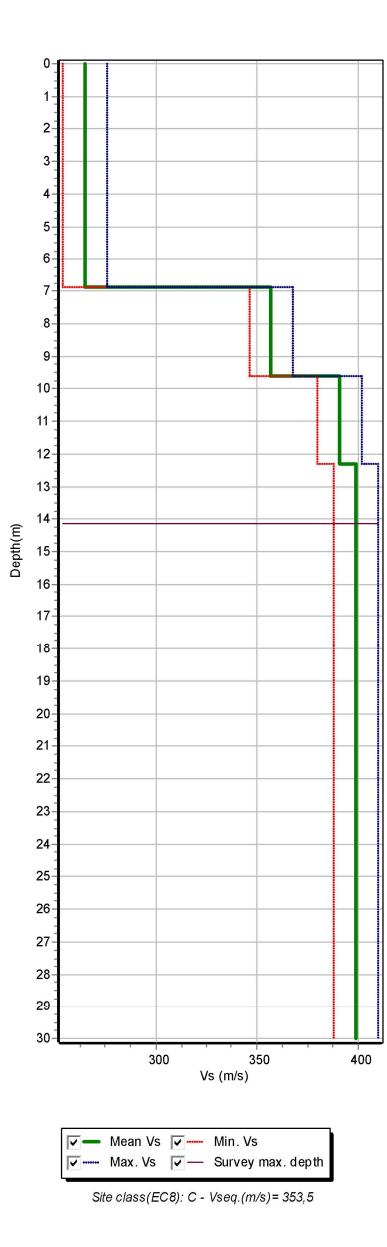
Loc. S. Lucia n. 110 - Castiglion F.no (AR)
Tel.: 0575651243
C.F.:MLGMRC82A28A390W

E-mail: geologo.milighetti@gmail.com
Cell.: 3333614161
P.IVA: 02040990513

MASW in onde R (componente verticale)

Multichannel Analysis of Surface Waves: M1

N.	H(m)	Vs(m/s)
1	6,9	265,0
2	9,6	357,0
3	12,3	391,0
4	30,0	399,0



Loc. S. Lucia n. 110 - Castiglion F.no (AR)
Tel.: 0575651243
C.F.:MLGMRC82A28A390W

E-mail: geologo.milighetti@gmail.com
Cell.: 3333614161
P.IVA: 02040990513

Indagine HVSR

STATION INFORMATION

Station code: Rigaiolo

Model: SARA GEOBOX

Sensor: 4.5 Hz sensors

Notes: -

PLACE INFORMATION

Place ID: Comune Sinalunga (SI)

Address: Località Rigaiolo - Poggio di Mezzo

Latitude: 43.202579

Longitude: 11.736940

Coordinate system: WGS84

Elevation: 275 m s.l.m.

Weather: Soleggiato

Notes: -

SIGNAL AND WINDOWING

Sampling frequency: 300 Hz

Recording start time: 2019/02/15 15:49:42

Recording length: 30 min

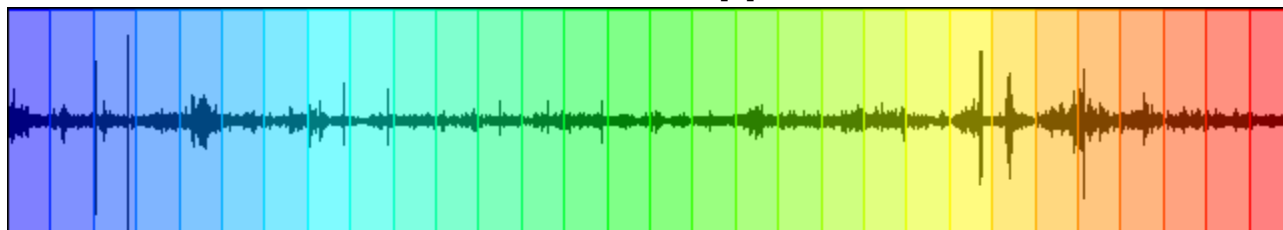
Windows count: 30

Average windows length: 60

Signal coverage: 100%

5598 Counts

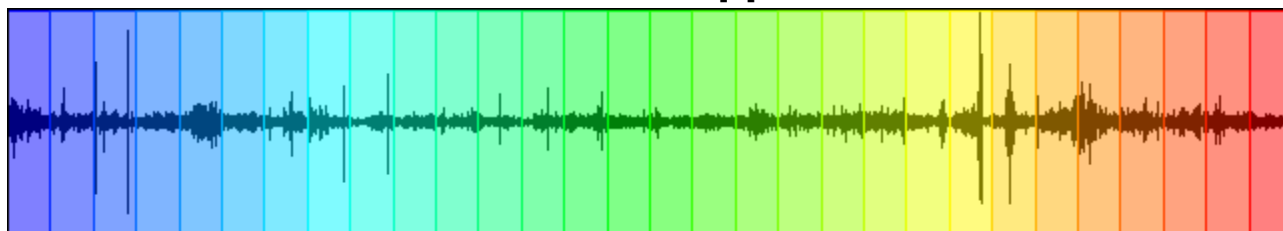
CHANNEL #1 [V]



-7365 Counts

8495 Counts

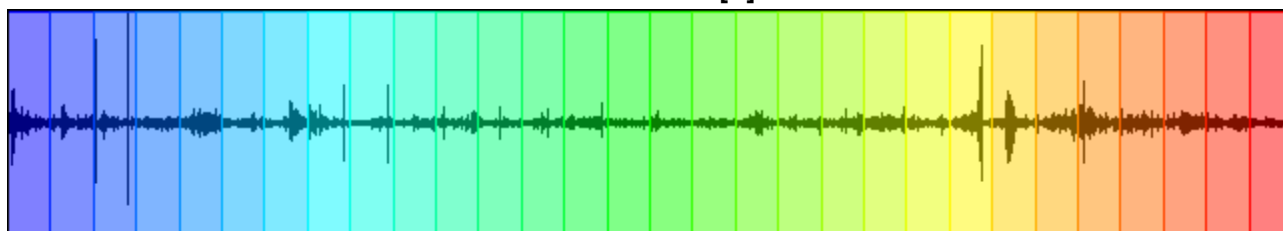
CHANNEL #2 [N]



-6964 Counts

14062 Counts

CHANNEL #3 [E]



-10281 Counts

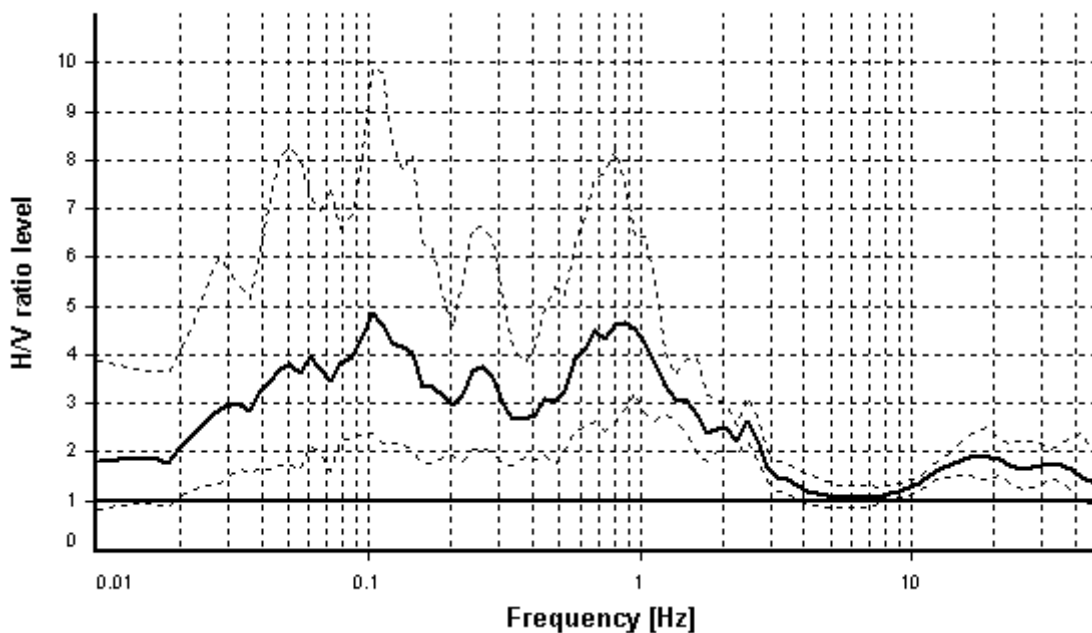
HVSR ANALYSIS

Tapering: Enabled (Bandwidth = 5%)

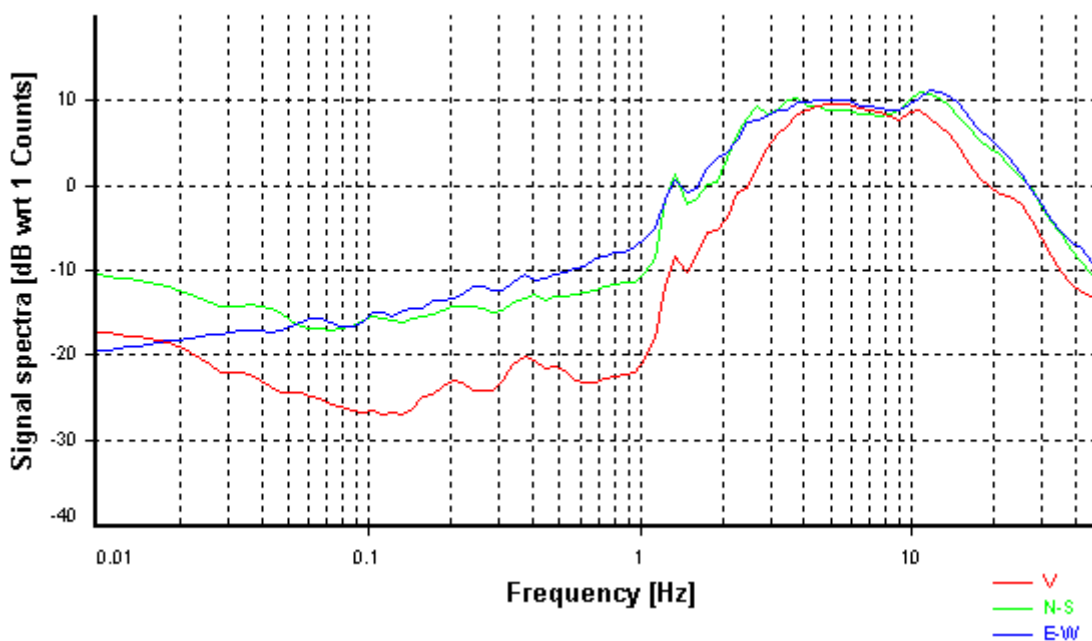
Smoothing: Konno-Ohmachi (Bandwidth coefficient = 40)

Instrumental correction: Disabled

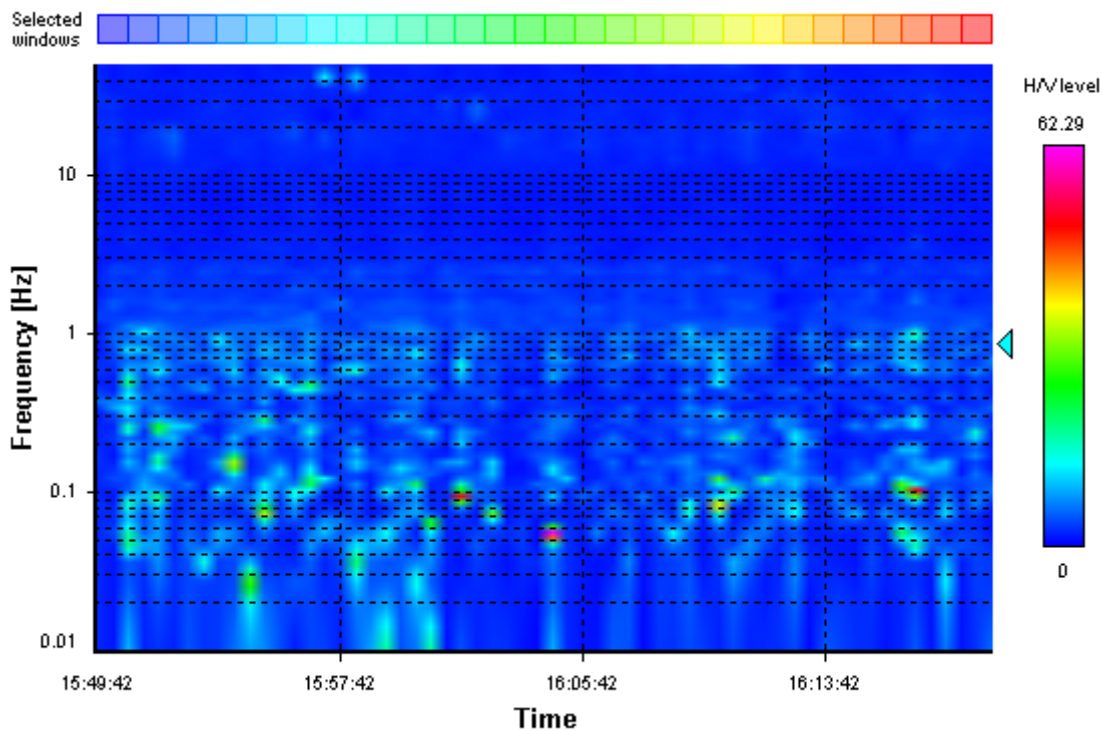
HVSR average



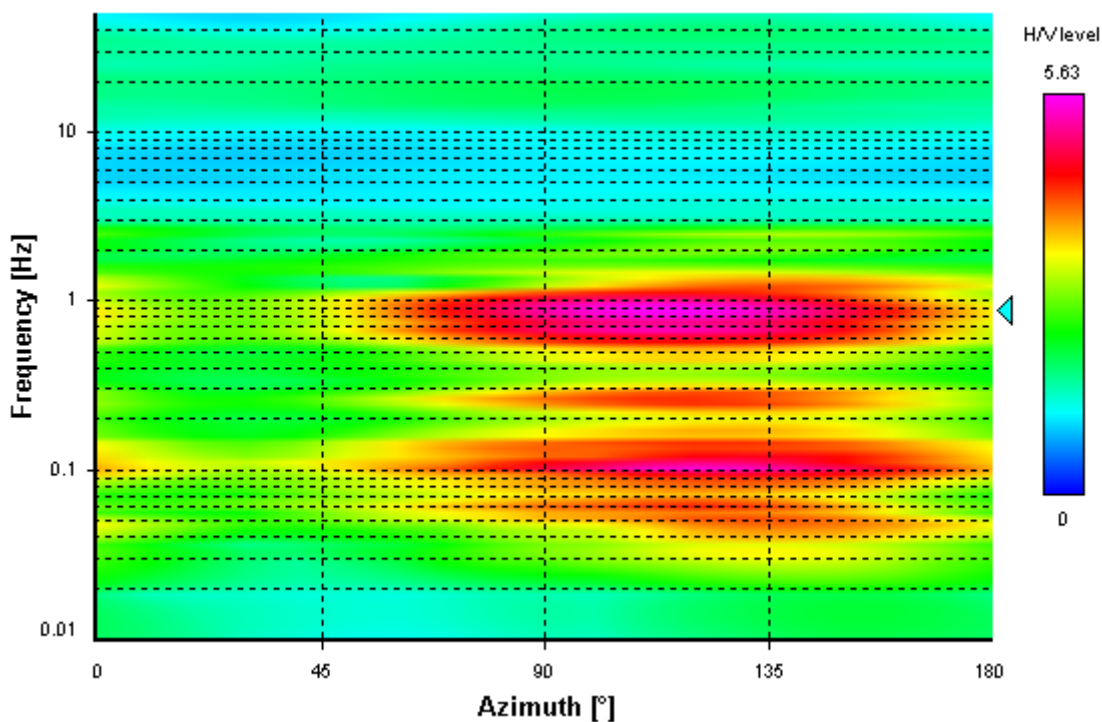
Signal spectra average



HVSR time-frequency analysis (30 seconds windows)



HVSR directional analysis



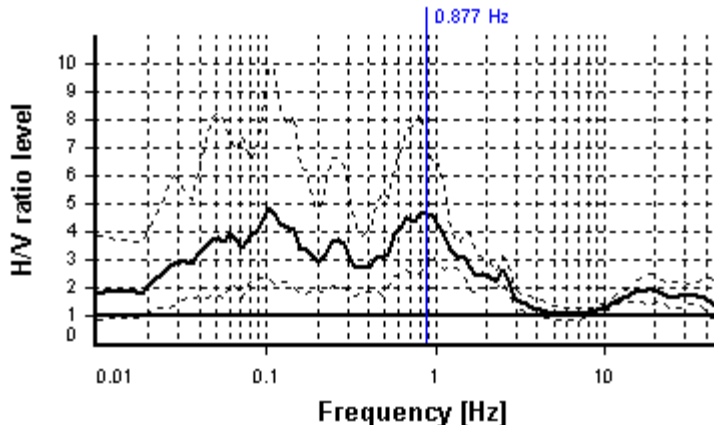
SESAME CRITERIA

Selected f_0 frequency

0.877 Hz

A_0 amplitude = 4.673

Average f_0 = 0.855 ± 0.168



HVSR curve reliability criteria		
$f_0 > 10 / L_w$	30 valid windows (length > 11.41 s) out of 30	OK
$n_c(f_0) > 200$	1578.21 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$	Exceeded 0 times in 17	OK
HVSR peak clarity criteria		
$\exists f$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f) < A_0/2$	0 Hz	NO
$\exists f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	2.25886 Hz	OK
$A_0 > 2$	4.67 > 2	OK
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	8.98% > 5%	NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.16818 >= 0.13152	NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.61178 < 2	OK
Overall criteria fulfillment		NO

Loc. S. Lucia n. 110 - Castiglion F.no (AR)
Tel.: 0575651243
C.F.:MLGMRC82A28A390W

E-mail: geologo.milighetti@gmail.com
Cell.: 3333614161
P.IVA: 02040990513

CONCLUSIONI

Le elaborazioni dei dati acquisiti in campagna mediante i rilievi geofisici hanno evidenziato che le velocità delle onde di taglio dei terreni affioranti è inferiore a 300 m/s. A partire da profondità comprese tra 6 m e 10 m da piano campagna è presente un sismostrato in cui la velocità aumenta leggermente (tra 360 m/s e 400 m/s). I dati ricavati mediante l'indagine MASW in onde R (componente verticale) sono confrontabili con quelli ottenuti mediante le indagini di sismica a rifrazione in onde P: sono presenti due differenti sismostrati, con un orizzonte superficiale di spessore piuttosto regolare (circa 6-7 m) lungo gli stendimenti MASW ed st1. La potenza del suddetto sismostrato è leggermente maggiore in corrispondenza dello stendimento st2 (circa 10 m).