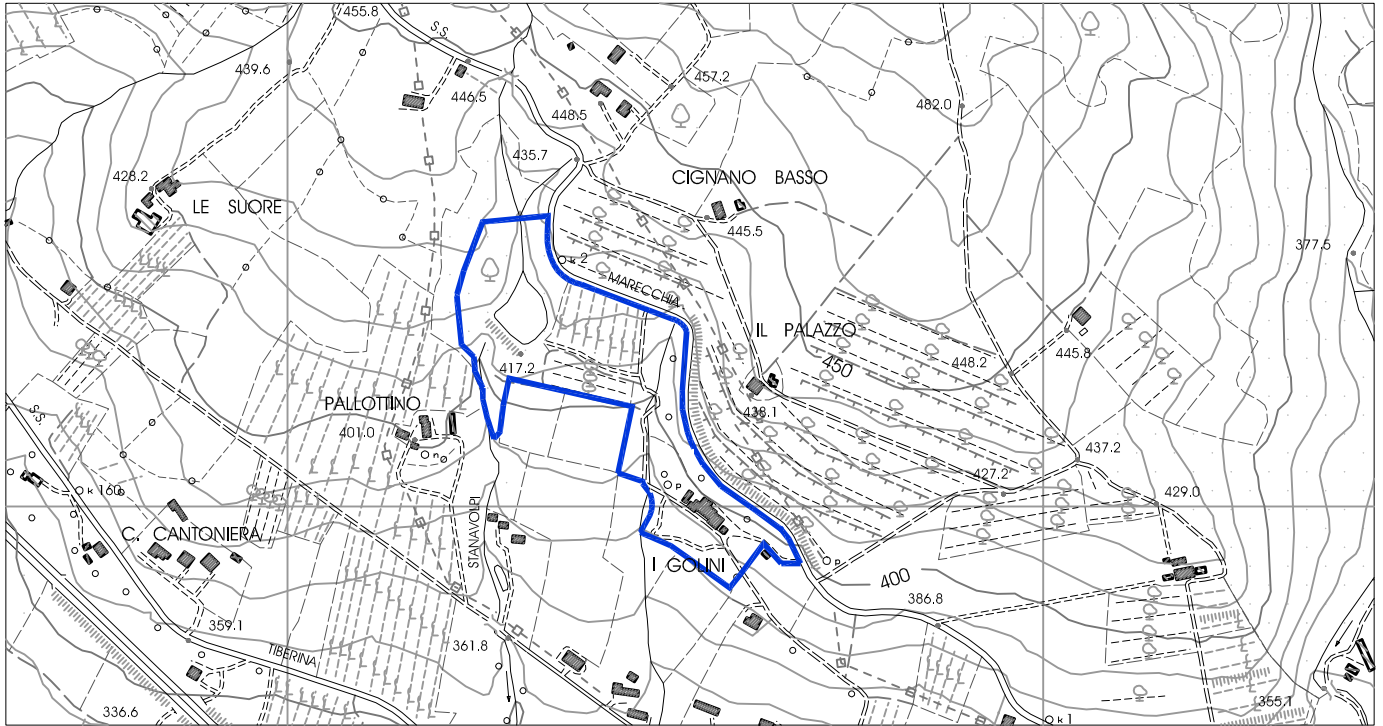


ARKPROJECT CAMAITI

Via Niccolò Aggiunti n° 4
52037 Sansepolcro (AR)
Tel./Fax 0575/733873
p.iva 02014970517
www.arkcamaiti.it
info@arkcamaiti.it



PROGETTO | PIANO DI RECUPERO DI INIZIATIVA PRIVATA "I GOLINI"

PROPRIETA' | Angiolucci Liana-Giorni Alessandra-Giorni Giorgio-Giorni Mirella

OGGETTO | RELAZIONE E INDAGINE GEOLOGICHE
DI FATTIBILITA' D'INTERVENTO

ELABORATO

B.6

PROGETTISTI | ARCH. BRUGONI GIULIA

GEOM. CAMAITI SIMONE

PROPRIETARI | ANGIOLUCCI LIANA

GIORNI ALESSANDRA

GIORNI GIORGIO

GIORNI MIRELLA

SOMMARIO

0. PREMESSA
1. UBICAZIONE DELL'AREA D'INTERVENTO
2. QUADRO NORMATIVO
3. ESTENSIONE E DEFINIZIONE DELL'INDAGINE
4. QUADRO CONOSCITIVO DI RIFERIMENTO
 - 4.1. PIANO STRUTTURALE E REGOLAMENTO URBANISTICO COMUNALE
 - 4.2. ANALISI DELLE CARTE GEOLOGICHE UFFICIALI
 - 4.3. ANALISI DELLA CARTOGRAFIA DEL PIANO DI BACINO

RELAZIONE GEOLOGICA

5. INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE
6. INQUADRAMENTO GEOLOGICO DEL LUOGO
 - 6.1. DETERMINAZIONI GEOLOGICHE DI SINTESI
7. ANALISI GEOMORFOLOGICA
 - 7.1. FORME E PROCESSI GEOMORFOLOGICI DELL'AREA D'INTERVENTO
 - 7.2. CONDIZIONI DI STABILITÀ DEL PENDIO
8. ANALISI IDROGEOLOGICA DELL'AREA D'INTERVENTO
9. ANALISI IDROLOGICO-IDRAULICA DELL'AREA D'INTERVENTO
 - 9.1. PROCESSI DOVUTI ALLE ACQUE CORRENTI SUPERFICIALI
10. INDAGINI GEOFISICHE
 - 10.1. INDAGINE SISMICA CON TECNICA A RIFRAZIONE IN ONDE P
 - 10.2. INDAGINI SISMICHE CON ONDE SUPERFICIALI -TECNICA MASW
 - 10.3. ANALISI DEI MICROTREMORI CON LA TECNICA HVSR
11. ELABORATI CARTOGRAFICI
 - 11.1. CARTA GEOLOGICA
 - 11.2. CARTA LITOLOGICO-TECNICA
 - 11.3. CARTA GEOMORFOLOGICA
 - 11.4. CARTA DELLE AREE ALLAGABILI
 - 11.5. CARTA DELLA DINAMICA COSTIERA
 - 11.6. CARTA IDROGEOLOGICA
 - 11.7. CARTA DELLE AREE A PERICOLOSITÀ GEOLOGICA
 - 11.8. CARTA DELLE AREE A PERICOLOSITÀ IDRAULICA
 - 11.9. CARTA DELLE AREE CON PROBLEMATICHE IDROGEOLOGICHE
 - 11.10. CARTA DELLE AREE CON PROBLEMATICHE DI DINAMICA COSTIERA
 - 11.11. CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (MOPS)
 - 11.12. CARTA DELLA FATTIBILITÀ IN RELAZIONE AGLI ASPETTI GEOLOGICI
 - 11.13. CARTA DELLA FATTIBILITÀ IN RELAZIONE AGLI ASPETTI IDRAULICI
 - 11.14. CARTA DELLA FATTIBILITÀ IN RELAZIONE AGLI ASPETTI SISMICI

TUTTI I DIRITTI DI MEMORIZZAZIONE ELETTRONICA E DI RIPRODUZIONE SONO RISERVATI.

NESSUNA PARTE DI QUESTA RELAZIONE PUÒ ESSERE RIPRODOTTA IN ALCUNA FORMA, COMPRESSE LE COPIE FOTOSTATICHE, NÉ MEMORIZZATA TRAMITE ALCUN MEZZO, SENZA IL PERMESSO SCRITTO DELL'AUTORE.

DATA: **31 Maggio 2012**

IL GEOLOGO

0. PREMESSA

Nel mese di Maggio dell'anno 2012 lo Scrivente ha eseguito, *per incarico ricevuto dai Sig.ri Angiolucci Liana, Giorni Alessandra, Giorni Giorgio e Giorni Mirella*, delle Indagini Geologiche di supporto al PIANO DI RECUPERO DI INIZIATIVA PROVATA "I GOLINI".

L'individuazione dell'area interessata dal Piano di Recupero e le relative planimetrie dello stato dei luoghi, sono state redatte e messe a disposizione dal Progettista; pertanto lo scrivente declina ogni eventuale responsabilità per quanto riguarda la precisione e la conformità delle stesse.

Nelle cartografie allegate sono state distinte sia l'area complessiva interessata dal Piano di Recupero sia l'UTOE direttamente interessata da previsioni insediative ed infrastrutturali.

1. UBICAZIONE DELL'AREA D'INTERVENTO

L'area d'intervento è ubicata alla periferia NW di Sansepolcro, **presso il vocabolo "Villa I Golini"**; ci troviamo quindi nella Provincia di Arezzo della Regione Toscana.

Nella nuova carta topografica d'Italia alla scala 1:25000, l'area è ben individuabile all'interno del Foglio 289 sezione IV "Sansepolcro" mentre nella Cartografia Tecnica Regionale alla scala di 1:10000 nell'elemento n°289020.

2. QUADRO NORMATIVO

Lo studio geologico-tecnico e le relative indagini sono state effettuate in conformità alle seguenti disposizioni legislative:

- ◆ **Regione Toscana, Programma VEL – Istruzioni Tecniche per le indagini Geologiche, Geofisiche, Geognostiche e Geotecniche per la valutazione degli effetti locali nei comuni classificati sismici**
- ◆ **Decreto del Presidente della Giunta Regionale 25 Ottobre 2011, n.53/R (Regolamento di attuazione dell'art.62 della L.R. 03/01/2005 n.1)**
- ◆ **Piano Strutturale e Regolamento Urbanistico comunale**

3. ESTENSIONE E DEFINIZIONE DELL'INDAGINE

Lo studio dell'area d'intervento, di seguito esposto, è stato portato a termine attraverso accurati rilevamenti geologici e geomorfologici di campagna integrati da una serie di dati acquisiti mediante indagini geofisiche in grado di garantire un'adeguata ricostruzione del modello litostratigrafico e sismo stratigrafico.

È stata inoltre utilizzata la banca dati del Programma Regionale V.E.L. Valtiberina.

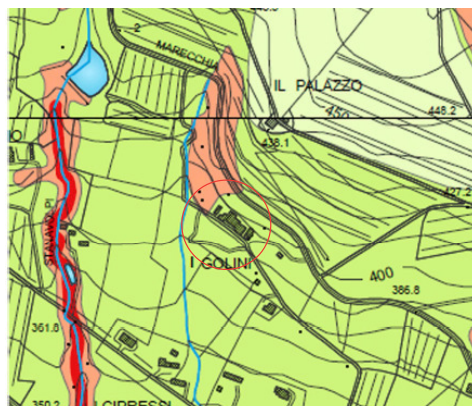
4. QUADRO CONOSCITIVO DI RIFERIMENTO

4.1. Piano Strutturale e Regolamento Urbanistico Comunale

Preso visione delle cartografie relative ai supporti geologici del Piano Strutturale e del Regolamento Urbanistico è emerso quanto segue:

4.1.1. Pericolosità

La carta di pericolosità geologica prevede, per l'area d'intervento, una classe G2.



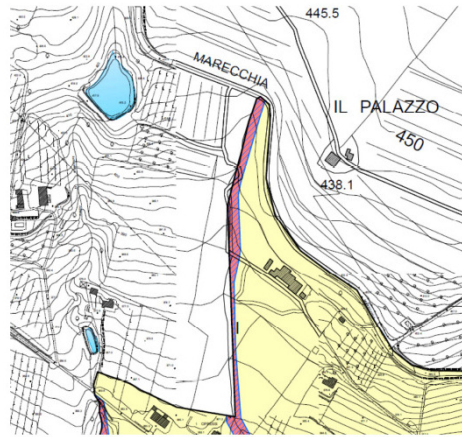
G.3 - Pericolosità geomorfologica elevata

Are in cui sono presenti fenomeni quiescenti; aree con indizi di instabilità connessi alla glacitura, 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

G.2 - Pericolosità geomorfologica media

Are in cui sono presenti fenomeni franosi inattivi stabilizzati (naturalmente o artificialmente); aree con elementi geomorfologici, litologici e glaciali dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto

La carta di pericolosità idraulica prevede, per l'area d'intervento, una classe I2.



I.2 - Pericolosità Idraulica media

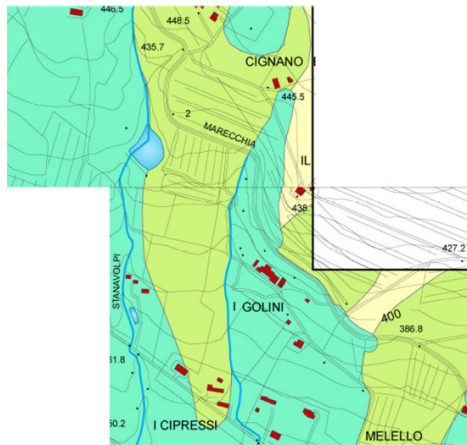
▲ Aree interessate da allagamenti per eventi con $200 < tr \leq 500$ anni

I.4 - Pericolosità Idraulica molto elevata

▨ Aree interessate da allagamenti per eventi con $tr \leq 20$ anni

■ Aree interessate da allagamenti per eventi con $tr \leq 30$ anni

La carta delle ZMPSL prevede, per l'area d'intervento, una classe S3.



S.4 - Pericolosità sismica locale molto elevata

■ Aree in cui sono presenti fenomeni di instabilità attivi e che pertanto potrebbero subire una accentuazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici

S.3 - Pericolosità sismica locale elevata

■ Aree in cui sono presenti fenomeni di instabilità quiescenti e che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici, zone potenzialmente franose o esposte a rischio frana per le quali non si escludono fenomeni di instabilità indotta dalla sollecitazione sismica; zone con possibile amplificazione sismica connesse a zone di bordo della valle e/o aree di raccordo con il versante; zone con possibile amplificazione per effetti stratigrafici; zone di contatti tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse; presenza di faglie e/o contatti tettonici

S.2 - Pericolosità sismica locale media

■ Zone con fenomeni franosi inattivi

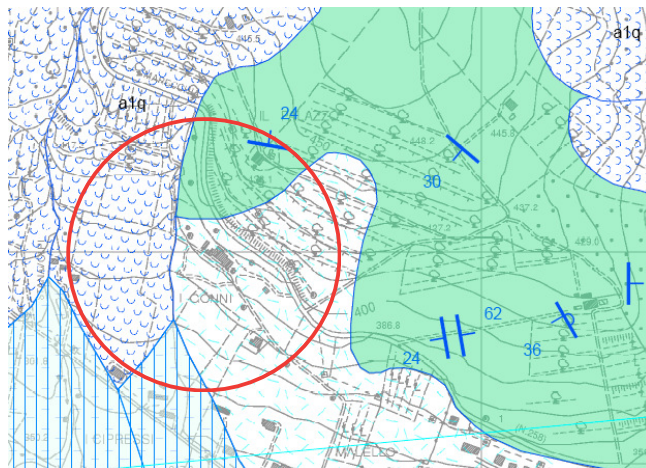
S.1 - Pericolosità sismica locale bassa

■ Aree caratterizzate dalla presenza di formazioni litoidi e dove non si ritengono probabili fenomeni di amplificazione o instabilità indotta dalla sollecitazione sismica

4.2. Analisi delle Carte Geologiche ufficiali

◆ Stralcio della Carta Geologica Regionale

La Carta Geologica Regionale indica, nell'area d'intervento, la presenza di un deposito colluviale (b2), di una frana quiescente senza indizi di evoluzione (a1q) ed un substrato affiorante costituito dalla Formazione di Sillano (SIL).



■ b2

Colluvio eluvio colluviale
Depositi caratterizzati da clasti centimetrici o decimetrici a spigoli vivi o subangolari immersi in abbondante matrice limo-argillosa, raramente detritici, massivi o mal stratificati in accumuli di modesti spessori. I depositi colluviali ed i depositi eluviali, quasi ovunque associati, sono difficilmente distinguibili.
PLEISTOCENE SUPERIORE? - OLOCENE

■ a1q

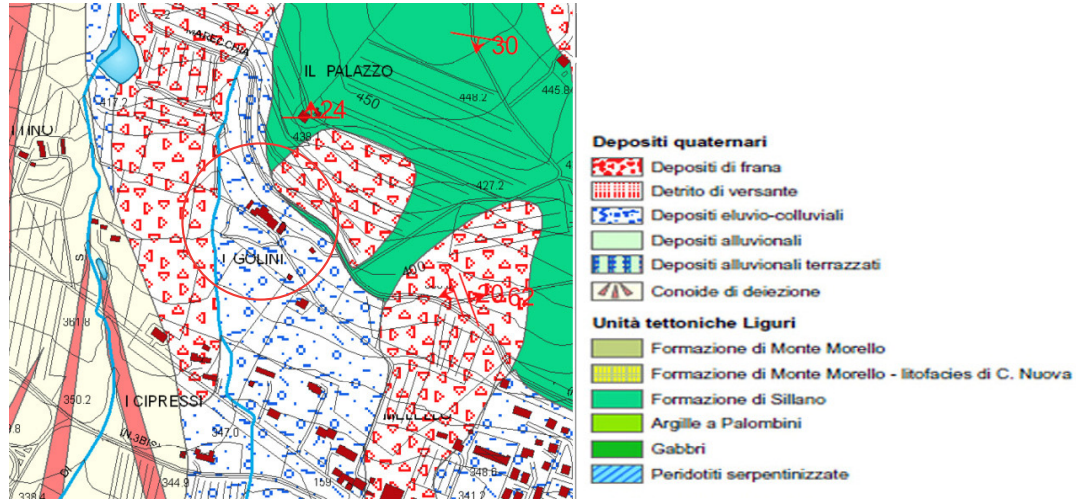
Corpo di frana senza indizi di evoluzione
PLEISTOCENE SUPERIORE - OLOCENE

■ SIL

FORMAZIONE DI SILLANO
Nella parte superiore torbiditi calcareo-marnose di colore grigio-verdastro, localmente nocciola, di spessore sottile o medio, con tracce di elmintoidi, alternate a torbiditi arenaceo-calcaree, grigie, di spessore sottile e a peliti rossastre. Nella parte inferiore marne argillose ed argilliti rosso violacee alternate a sporadiche torbiditi calcareo-marnose grigio-verdastre di spessore sottile o medio. Spessore massimo circa 200 m.
Biozone a nanofossili CC25 NP1. Per la presenza di abbondanti *Watznaueria bamesae* e rare *Arkangesiella cymbiformis* e di *Cruciplacolithus* sp. e di *Sphenolithus* sp.
MAASTRICHTIANO - DANIANO

♦ **Stralcio della Carta Geologica del Piano Strutturale**

La Carta Geologica del Piano Strutturale indica, nell'area d'intervento, la presenza dei depositi eluvio-colluviali, un deposito di frana e la formazione di Sillano.



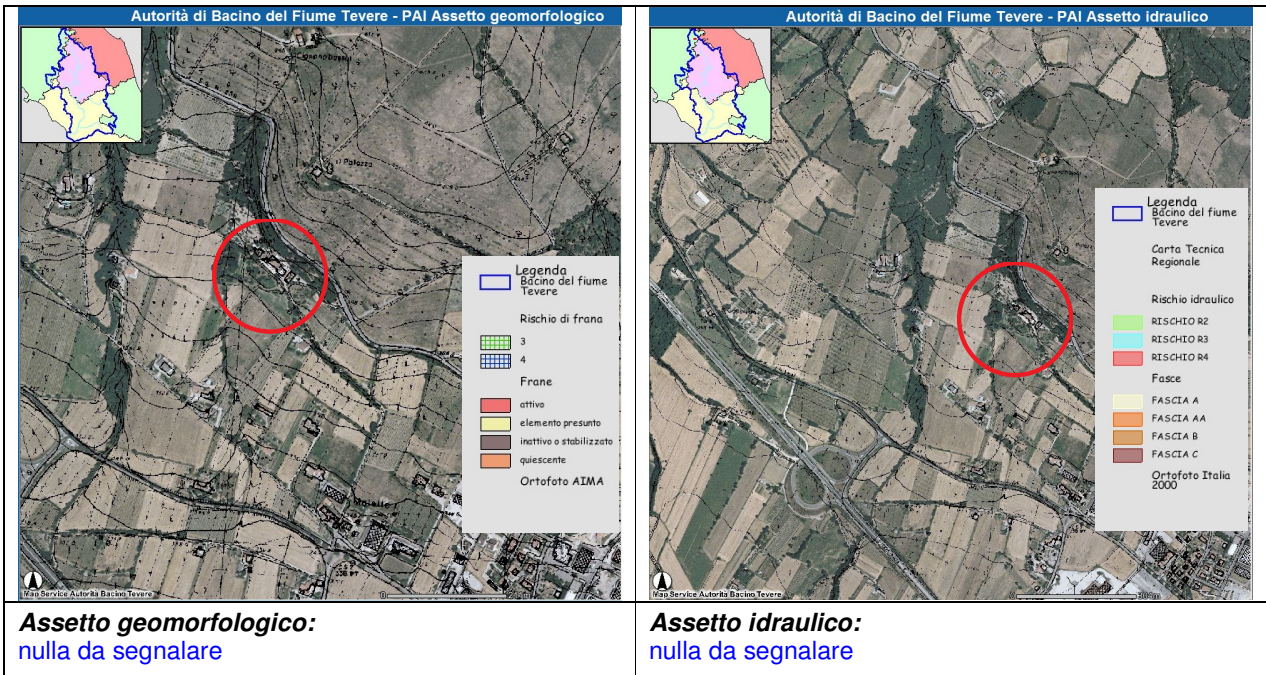
4.3. Analisi della Cartografia del Piano di Bacino

Dal consulto della cartografia del **Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico -PAI-** redatta dall'Autorità di Bacino del Fiume Tevere, Assetto Geomorfologico (vedi stralcio cartografico seguente), non è emersa la presenza di frane per le quali, in ogni caso, non sussistono prescrizioni o vincoli.

Dalla stessa cartografia si evince che l'area di progetto è esterna alle zone individuate a rischio per fenomeni franosi (R2, R3) per le quali sussistono vincoli e prescrizioni.

Anche dal consulto della cartografia **Assetto Idraulico** (vedi stralcio cartografico seguente) risulta evidente che l'area non risulta assoggettata a rischi connessi a fenomeni di esondazione anche di carattere straordinario (Tr=500 anni).

Pertanto, dal consulto della cartografia PAI, fermo restando l'assenza di vincoli e prescrizioni, si desume che il sito d'intervento non risulta inserito in un contesto idrogeologico con elevata propensione al dissesto.



RELAZIONE GEOLOGICA

5. INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE

L'Appennino Settentrionale, quindi anche il territorio amministrativo del comune di Sansepolcro, è un segmento orogenico appartenente al complesso sistema degli orogeni mesozoici-terziari dell'area perimediterranea, che rappresentano il ramo occidentale del più ampio sistema alpino-himalaiano.

Esso è formato da una pila di unità tettoniche embricate con senso di trasporto da Ovest verso Est.

Le unità tettoniche sopraindicate, sono composte da terreni riferibili a due principali domini: quello del bacino oceanico ligure-piemontese (ubicato ad Ovest) e quello del margine continentale toscano-umbro-marchigiano (ubicato ad Est).

Come noto i sedimenti depositi nel Bacino Ligure Piemontese sono successivamente sovrascorsi su quelli dell'unità toscano-umbro-marchigiana.

In una fase successiva, quando a seguito dell'embriciatura delle unità si formarono numerosi bacini di sedimentazione secondari (bacini di piggy-back) ebbe inizio, in discordanza, la deposizione dei sedimenti del Dominio Epiligure.

Più tardi, mentre il fronte compressivo verge sempre più verso il margine adriatico, quindi a cominciare dall'area tirrenica e spostandosi progressivamente nel tempo verso E, si realizzano una serie di ulteriori bacini ad andamento NW-SE e NS.

Si tratta di bacini sedimentari strettamente connessi con le fasi tettoniche prevalentemente distensive.

E' in questo periodo, in particolare nel Quaternario, che volgono al termine i complessi processi tettonico-strutturali che hanno determinato l'assetto geologico dell'area studiata.

La geologia della zona in oggetto è quindi caratterizzata dalla presenza di estesi lembi di unità Liguri ed Epiliguri sovrastanti tettonicamente le unità Toscane e Umbro-Marchigiano-Romagnole.

Sopra queste unità tettoniche, in particolare nelle zone caratterizzate da bassi strutturali, vi è stata una frequente deposizione di sedimenti fluvio-lacustri e alluvio-colluviali quaternari.

6. INQUADRAMENTO GEOLOGICO DEL LUOGO

A seguito del rilevamento geologico di dettaglio (svolto facendo riferimento alla legenda del programma VEL) e delle verifiche attinenti al quadro conoscitivo di riferimento, si è appurato che in questa ristretta porzione dell'Alta Val Tiberina, vale a dire l'area oggetto del presente studio, sono presenti, in via esclusiva, le formazioni geologiche dell'Unità Tettonica Morello, pertanto del Dominio alloctono Ligure esterno.

Si è inoltre rilevato che il substrato Pre-Quaternario è talora ricoperto da sedimenti sciolti riconducibili ai depositi Olocenici alluvio-colluviali.

In sintesi, schematizzando quanto sopraindicato, vengono di seguito elencati sia i terreni riferibili alle coperture sia le formazioni del substrato roccioso presenti nell'hinterland dell'area d'intervento, come riportato nell'allegata carta geologica:

◆ **Depositi Plio-Quaternari**

- **Depositi eluvio-colluviali (b_a)**

Depositi costituiti da elementi eterometrici a granulometria minore del detrito di versante, in abbondante matrice sabbioso-limoso, derivanti dall'alterazione del substrato ed accumulati in posto o dopo breve trasporto per ruscellamento e per gravità.

◆ **Corpi di Frana**

- **Corpi di frana stabilizzati (a1sn)**

Accumuli generalmente eterogenei ed eterometrici di materiali litoidi e non, in matrice composta da argilla limo e sabbia e assetto disorganizzato, non più attivabili in quanto stabilizzati artificialmente (a1sa) o naturalmente (a1sn), ove distinti.

◆ **Dominio Ligure Esterno (Unità Tettonica Morello)**

- **Formazione di Sillano (SIL)** (Sinonimi: Argille Varicolori, Conti 1994; Arg. Var. della Val Marecchia, Bettelli et al., 1994.)

Argilliti e siltiti fogliettate, di colore grigio scuro, nerastro, marrone, ocre o verdastro, talora rossastro, intercalate a calcari, spesso silicei, e calcari marnosi a grana fine e finissima, in strati da sottili a molto spessi, di colore nocciola, giallastri o verdini in superficie alterata, grigio chiari in superficie fresca. I livelli calcarei si presentano talora con fratturazione ad incudine. Sono frequenti anche strati gradati calcarenitici, da sottili a spessi, di colore grigio scuro e marrone all'alterazione. Rapporto argilla/calcare >1 o >>1. Tutti i litotipi presenti sono intensamente deformati con foliazione estremamente pervasiva nelle argilliti, mentre i livelli più competenti si presentano sotto forma di *boudins* e cerniere sradicate. *Cretaceo Sup.-Eocene Inf.*

6.1. Determinazioni Geologiche di Sintesi

Alla luce delle considerazioni sopraindicate, cercando di delineare nel dettaglio la geologia stratigrafica e strutturale che caratterizza l'intorno significativo dell'area d'intervento, si evidenzia quanto segue:

.....

- ◆ Come si evince dalla carta geologica allegata, l'area oggetto del presente studio è ubicata all'interno delle strutture geologiche alloctone dell'Unità Tettonica Ligure;
- ◆ Il **Substrato geologico** dell'area in studio, come ben evidenziato sia dal rilevamento di campagna sia dalle indagini geofisiche, è formato dalla presenza delle litologie argillitiche della Formazione di Sillano (SIL);
- ◆ Certamente nell'area che contraddistingue L'UTOE interessata dalle previsioni insediative e infrastrutturali e, viste le evidenze geomorfologiche, ugualmente nei terreni circostanti, sono presenti anche **rilevanti quantità di sedimenti sciolti di copertura**, costituiti da argille limose sabbiose variamente consistenti con inclusi clasti eterometrici ed eterogenei.
- ◆ Tali sedimenti possono essere certamente ascritti ai Depositi colluviali (b8).
- ◆ Nell'area NW del Piano di Recupero, internamente alla quale non sono previste infrastrutture, è presente un vasto ed articolato corpo di frana relitta, ben evidenziabile unicamente tramite fotointerpretazione.

7. ANALISI GEOMORFOLOGICA

L'area in esame è ubicata lungo il versante vergente a SW, in un tratto caratterizzato da valori clivometrici mediamente moderati degradante verso il margine della piana alluvionale di sinistra idrografica del Fiume Tevere.

7.1. Forme e Processi Geomorfologici dell'Area d'Intervento

La zona in oggetto si presenta, nel contesto generale, moderatamente acclive e significativamente antropizzata.

Sono infatti presenti scarpate antropiche e numerose opere di sostegno.

L'intorno significativo dell'area d'intervento presenta la seguente acclività d'insieme:

- **inclinazione media:** $9^\circ < I < 12^\circ$;

- **pendenza media:** $15.8\% < P < 21.3\%$.

La quota altimetrica è: **Altitudine = 340 - 410 m slm.**

Nell'insieme il quadro paesaggistico risulta di tipicamente collinare, con forme complessivamente arrotondate riconducibili, in larga misura, ai movimenti tettonici più recenti, subordinatamente alle azioni della dinamica esogena.

Al momento non sono stati rilevati processi attivi connessi con i depositi gravitativi di versante e/o con le acque correnti superficiali.

7.2. Condizioni di Stabilità del Pendio

7.2.1. Considerazioni Generali sulla Stabilità

Il luogo d'intervento insiste, come detto, all'interno di un vasto versante e risulta pertanto caratterizzato da acclività, per quanto moderata.

All'interno dell'intorno significativo dell'area in oggetto e nelle immediate adiacenze della stessa non sono presenti dissesti in atto e/o zone con propensione al dissesto.

L'area si presenta apparentemente stabile.

La circolazione idrica sotterranea è certamente presente ma profonda.

Inoltre, analizzando accuratamente i dati raccolti ed evidenziati nei paragrafi soprastanti, esattamente il contesto geologico, geomorfologico ed idrogeologico dell'area, con particolare riguardo alla stratigrafia ed alle caratteristiche geomeccaniche dei terreni presenti, non emergono elementi che possano essere considerati inerenti a potenziali dissesti gravitativi.

Le indagini geologiche e geotecniche di dettaglio che dovranno necessariamente essere effettuate in sede di progettazione esecutiva delle opere dovranno in ogni caso consentire ed essere finalizzate ad una dettagliata e puntuale verifica di stabilità globale dell'area di progetto.

8. ANALISI IDROGEOLOGICA DELL'AREA D'INTERVENTO

Le condizioni idrogeologiche dell'area rilevata, in merito alla circolazione nel sottosuolo delle acque meteoriche, sono tutt'altro che buone.

Se si escludono le aree dove la sovrapposizione di rocce lapidee intensamente fratturate su quelle impermeabili consentono la formazione di falde freatiche emergenti come sorgenti di strato, altrove non si verificano quasi mai condizioni geoidrologiche favorevoli alla costituzione di livelli acquiferi di una certa importanza.

Infatti la frammentarietà tettonica delle serie litostratigrafiche rende di solito talmente discontinui i rapporti tra gli orizzonti permeabili ed impermeabili che le acque meteoriche, sebbene la piovosità faccia rilevare medie annue piuttosto elevate, si disperdono in profondità per un fenomeno di permeabilità secondaria in grande o defluiscono superficialmente per l'impermeabilità del substrato litoide.

Dai dati acquisiti non risultano essere presenti livelli piezometrici superficiali; nell'area limitrofa ai fabbricati è presente un pozzo con livello statico a -20.0 m dal p.c..

9. ANALISI IDROLOGICO-IDRAULICA DELL'AREA D'INTERVENTO

L'area di progetto è collocata in posizione di altro morfologico, alla quota minima di 390 m slm mentre il fondo valle è collocato alla quota di 340 m slm (dislivello 50 m).

Ad W-NW dalla UTOE sono presenti due fossi che non possono rivestire un ruolo significativo nei confronti delle problematiche inerenti il "rischio idraulico" e l'esondabilità del sito, se non limitatamente all'asta torrentizia.

9.1. Processi dovuti alle acque correnti superficiali

Allo stato attuale non sono stati rilevati processi legati all'azione del dilavamento idrico superficiale; risultano pertanto assenti significativi fenomeni erosivi e/o di sedimentazione in grado di interagire con l'intorno significativo dell'area di progetto.

10. INDAGINI GEOFISICHE

Allo scopo sia di acquisire dati attendibili sulle caratteristiche geomeccaniche e sismiche dei terreni sia di ottenere delle sezioni sismostratigrafiche e litostratigrafiche di dettaglio dell'area oggetto di Piano di Recupero, sono state eseguite *n°1 prospezione sismica con onde di superficie MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves)* e *n°1 indagine con tecnica dei rapporti spettrali o HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio - Nakamura, 1989)*.

12.1.2. Prospezioni Sismiche con Onde Superficiali -Tecnica MASW (con "Onde di Rayleigh")

◆ STRUMENTAZIONE USATA

Per le Prospezioni Sismiche in Array (masw) è stato utilizzato un **Sismografo DoReMi della Sara electronic instruments**, provvisto delle seguenti caratteristiche tecniche:



Architettura:

- Classe strumentale: sismografo multicanale per geofisica
- Topologia: rete differenziale RS485 half-duplex multipoint
- Lunghezza massima della rete: 1200 metri senza ripetitori (virtualmente illimitata con ripetitori)
- Numero massimo di canali per tratta: 255

Dinamica del sistema

- Risoluzione con guadagno 10x: 7.600 μ V
- Risoluzione con guadagno 1000x: 0.076 μ V
- Dinamica di base: 96dB (16 bit)
- Dinamica massima del preamplificatore: 80dB
- Signal to Noise Ratio RMS fra 0.5 e 30Hz: >90dB
- Full range a 10x: 0.5V p-p
- Risoluz. RMS a 1000x e 4000SPS: 0.0000002V
- Dinamica totale teorica: 155dB
- Dinamica totale senza postprocessing: > 127dB
- Dinamica totale in postprocessing: 140dB

Campionamento

- Memoria: 64 kByte (>30000 campioni)
- Frequenze in Hz: 200, 300, 400, 500, 800, 1000, 2000, 3000, 4000, 8000, 10000, 20000
- pari ad intervalli in ms di: 5, 3.33, 2.5, 2, 1.25, 1, 0.5, 0.33, 0.25, 0.125, 0.1, 0.05

Convertitore A/D

- Tipologia: SAR
- Risoluzione: 16 bit
- Dinamica: 96 dB

Preamplificatore

- Tipologia: ultra-low noise con ingresso differenziale
- Filtri: 3Hz p. alto 1 polo, 200Hz p. basso 4 poli
- Guadagni: da 10x a 8000x
- Reiezione di modo comune: >80dB
- Impedenza d'ingresso: >100k Ω

L'utilizzo dei metodi di prospezione sismica che sfruttano le onde superficiali è cresciuto notevolmente negli ultimi anni, data la necessità di identificare le caratteristiche dei terreni in condizioni dinamiche insieme al profilo verticale della velocità delle onde di taglio VS facendo ricorso a tecniche poco costose e non invasive.

Anche le recenti NTC, riprendendo l'Eurocodice 8, prescrivono la classificazione sismica del sottosuolo in base al parametro VS30 per la progettazione in zona sismica.

Nel presente lavoro è stato eseguito il metodo di prospezione sismica MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves), una metodologia che consente di ottenere un modello verticale delle VS, a partire dalle modalità di propagazione delle onde di superficie, in particolare le onde di Rayleigh.

I metodi di prospezione sismica che utilizzano le onde di superficie sono distinti fra loro in base al tipo di sorgente con la quale viene prodotta la perturbazione sismica da osservare.

A tale proposito si parla di:

- ◆ **metodi attivi (MASW)**, nei quali il terreno è energizzato con una sorgente artificiale appositamente creata per registrarne la perturbazione
- ◆ **metodi passivi (REMI)** i quali, al contrario, non usano alcuna sorgente di energizzazione ma registrano un segnale di maggiore durata, in sostanza i microtremori generati dall'ambiente e in superficie.

L'indagine MASW viene presentata nel 1999 in seguito agli studi effettuati dal Kansas Geological Survey (Park et al., 1999), il REMI è un metodo di prospezione sismica sviluppato presso l'Università di Reno in Nevada (Louie, 2001), ed è classificato come metodo passivo in quanto utilizza il rumore ambientale.

La fase di acquisizione deve essere effettuata con una serie di accorgimenti e precauzioni tali da consentire una registrazione di dati contenenti la miglior informazione possibile riguardo alla propagazione delle onde di Rayleigh con buon rapporto segnale rumore.

Per quanto riguarda la scelta dei parametri di acquisizione è importante ricordare che gli stessi andranno ad influenzare in modo significativo il risultato finale.

Al riguardo si può assumere, a grandi linee, che la massima profondità di indagine MASW per la quale calcolare il valore Vs può essere paragonata alla metà della lunghezza d'onda l_{max} misurata dai ricevitori (Park et al., 1999), la quale è generalmente considerata circa pari alla lunghezza L dello stendimento.

È noto, infatti, che la propagazione delle onde, nel caso di mezzi stratificati e trasversalmente isotropi, avviene in maniera diversa rispetto al caso di mezzi omogenei; non esiste più una unica velocità ma ogni frequenza è caratterizzata da una diversa velocità di propagazione a sua volta legata alle varie lunghezze d'onda.

Queste interessano il terreno a diverse profondità e sono influenzate dalle caratteristiche elastiche, appunto variabili con la profondità.

Questo comportamento viene definito dispersione in frequenza ed è fondamentale nello sviluppo dei metodi sismici che utilizzano le onde di superficie.

Ovviamente le lunghezze d'onda più grandi corrispondono alle frequenze più basse e vanno ad interessare il terreno più in profondità; al contrario le lunghezze d'onda più piccole, poiché sono associate alle frequenze più alte, rimangono nelle immediate vicinanze della superficie.

I metodi di prospezione sismica che utilizzano le onde di superficie si basano su modelli fisico-matematici nei quali il sottosuolo viene schematizzato come una serie di strati sovrapposti con caratteristiche elastiche lineari.

In definitiva, a partire le proprietà dispersive delle onde di Rayleigh e quindi dalla curva di dispersione rilevata, si arriva al modello di stratificazione del terreno con i relativi parametri meccanici e sismici.

La procedura utilizzata può essere suddivisa in tre fasi:

- ◆ **Acquisizione:** registrazione e osservazione dei dati sismici "grezzi" contenenti le onde di Rayleigh per un intervallo sufficientemente ampio di frequenze;
- ◆ **Processing:** trattamento dei dati attraverso filtraggio e altre tecniche finalizzate all'estrazione delle caratteristiche di dispersione, in particolare espresse come velocità di fase in funzione della frequenza;
- ◆ **Inversione:** uso di un modello del terreno che permette di ricavare un profilo monodimensionale della velocità delle onde S ed altri parametri in funzione della profondità.

Tutto ciò è quindi possibile sfruttando le relazioni che legano le proprietà meccaniche alla dispersione frequenziale.

In conclusione le tecniche di processing utilizzate in questo studio prevedono il calcolo dello spettro e la successiva fase di selezione dei punti sullo spettro stesso (picking) che vanno a formare la curva di dispersione sperimentale.

Nella successiva fase di inversione si è proceduto alla stima dei parametri del modello rappresentativo che hanno condotto alla definizione del profilo verticale delle onde di taglio.

◆ **SISTEMA E PARAMETRI DI ACQUISIZIONE**

Le condizioni del sito hanno permesso di posizionare un array sismico per indagine **MASW di lunghezza** pari a **46.00 m** assumendo una **distanza intergeofonica** di **2.00 m**.

Il profilo è stato allineato con la curva di livello, quindi con profilo orizzontale.

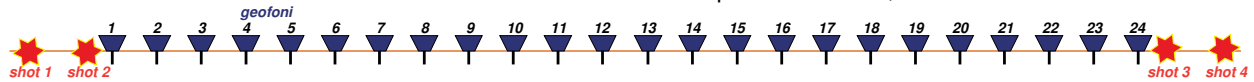
L'acquisizione è stata svolta a **24 canali**, utilizzando **geofoni** verticali di tipo elettromagnetico, a bobina mobile, ad alto guadagno, con frequenza propria di 4.50 Hz, prodotti della ditta americana "Geospace".



Per la **MASW** si è energizzato, sul piano verticale, tramite **massa battente** (mazza da 10 kg); l'energia prodotta si è rilevata sufficiente allo scopo, vista anche la contenuta ampiezza del rumore sismico e la lunghezza ridotta dello stendimento.

Come sistema di **trigger** per fornire il tempo zero all'acquisitore è stato utilizzato un interruttore piezoelettrico.

Sono stati realizzati **n.4 shot** sia a **2.00 m** sia a **4.00 m** dal primo ricevitore, nei due lati dello stendimento.



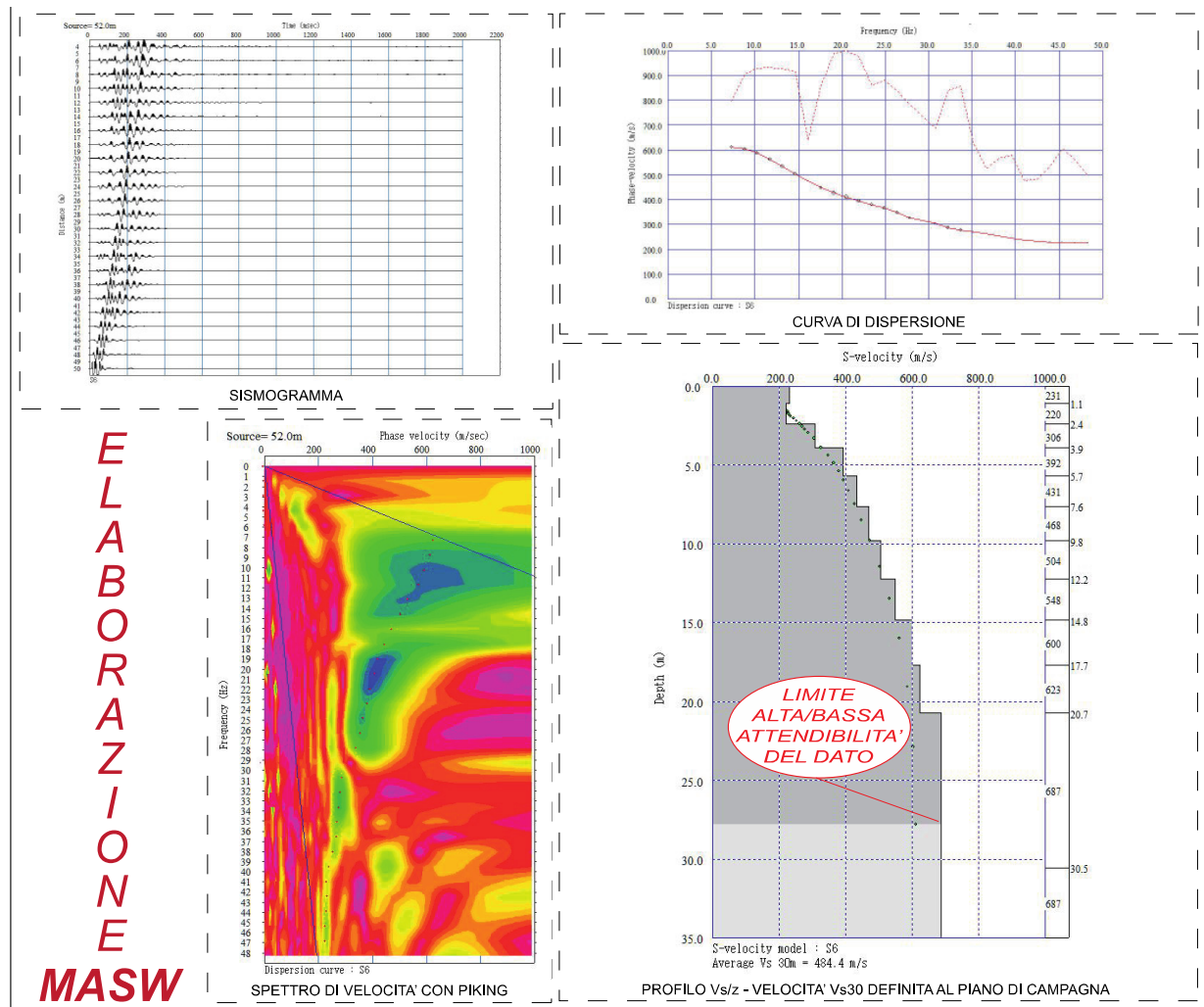
I parametri di campionamento adottati sono i seguenti:

MASW – periodo = 333 ms (frequenza = 3000 Hz); tempo di registrazione 1.5 e 2.0 s;

◆ **INTERPRETAZIONE**

I dati sismici migliori, tra gli acquisiti, sono stati successivamente elaborati utilizzando il software **SeisImager/2D™/SW** (Surface Wave Anlisi Wizard™) della OYO/Geometrics.

Come si evince dal grafico seguente (profilo Vs/z) ed in particolare dalla diversa tonalità di grigio, l'elaborazione MASW ha permesso di ottenere un dato di Vs altamente attendibile fino alla profondità di circa 27.0 m dal p.c.:



Le onde sismiche superficiali non evidenziano elevati contrasti di velocità; siamo quindi in presenza di un aumento graduale del "gradiente di velocità" delle onde seconde le quali, inoltre, non identificano un bedrock sismico di riferimento ($V_s > 800$ m/s) nei primi 30 m di profondità.

10.2. Analisi dei Microtremori con la tecnica HVSR

Per le indagini con tecnica dei rapporti spettrali o **HVSR** è stata utilizzata una **Scheda di Acquisizione SR04 SEISMOGRAPH a 24 Bit** dotata di un **Sensore SS45 SENSOR PACK** della Sara electronic instruments provvisti delle seguenti caratteristiche tecniche:



Specifiche della scheda SR04

- Numero canali: 3
- Convertitore A/D: 24 bit sigma delta
- Dinamica: 124dB at 100 SPS
- Sincronizzazione: ricevitore GPS incluso
- Protocollo: proprietà binarie supportate da SEISLOG e SEISMOWIN
- Campionamento simultaneo nei tre canali (1 a/d per ch)
- Frequenze di campionamento: 10, 20, 25, 50, 100, 200 SPS
- Temperatura di utilizzo: -20/+50 °C

Specifiche del sensore SS45

- Frequenza naturale: 4.5 Hz (+/-5%)
- Banda utilizzabile: 0.2-1000 Hz
- Sensibilità nominale: 80 V/m/s

La tecnica dei rapporti spettrali o HVSR (Nakamura, 1989) è completamente non invasiva, molto rapida, si può applicare ovunque e non necessita di nessun tipo di perforazione, né di stendimento di cavi, né di energizzazioni esterne diverse dal rumore ambientale.

Tale tecnica costituisce una parte importante nella valutazione del rischio sismico di un determinato sito perché permette di calcolarne la frequenza fondamentale o frequenza di risonanza.

La frequenza caratteristica di risonanza di un sito rappresenta un parametro fondamentale per il corretto dimensionamento delle strutture in termini di risposta sismica locale.

Si dovranno quindi adottare adeguate precauzioni nel costruire strutture aventi la medesima frequenza di vibrazione del terreno per evitare effetti di “**doppia risonanza**”, estremamente pericolosi.

La frequenza fondamentale di risonanza, per esempio di un edificio, può essere misurata eseguendo le misurazioni all'interno dello stesso.

In seguito sarà possibile confrontarla con quella del terreno su cui sorge per comprendere al meglio il rischio sismico a cui è sottoposto l'edificio in caso di sisma.

Le vibrazioni sismiche ambientali (rumore sismico) sono onde sismiche di bassa energia con ampiezze dell'ordine di 10^{-4} - 10^{-2} mm (Okada, 2003).

In riferimento al contenuto in frequenza, il rumore sismico è anche chiamato microtremore se contiene alte frequenze (in genere maggiori di 0.5 Hz) e microsisma per basse frequenze.

Per quanto riguarda l'origine del rumore sismico, è certo che le sorgenti dei microsismi sono le perturbazioni atmosferiche sugli oceani che si propagano come onde superficiali sui continenti, mentre le sorgenti dei microtremori sono le attività antropiche come il traffico veicolare, le attività industriali etc. e si propagano come onde superficiali di Rayleigh.

Le misure puntuali di rumore sismico possono essere utilizzate per la stima sia degli effetti di sito (funzione di amplificazione), sia degli effetti sulle costruzioni nel rispetto della normativa che ne stabilisce la soglia massima (UNI9916).

In relazione agli effetti di sito, l'analisi delle misure di rumore sismico può essere condotta con tre metodi:

- ◆ *Spettri di Fourier*
- ◆ *Rapporti spettrali*
- ◆ *Rapporti spettrali H/V*

Tra questi quello che sembra fornire i risultati migliori è quello dei Rapporti spettrali H/V noto anche come metodo HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) o metodo di Nakamura .

La tecnica dei rapporti spettrali H/V consiste nel calcolo del rapporto degli spettri di Fourier del rumore nel piano orizzontale H (generalmente lo spettro H viene calcolato come media degli spettri di Fourier delle componenti orizzontali NS ed EW) e della componente verticale V.

Il metodo è applicabile alle misure di rumore registrate in una singola stazione posta su sedimenti.

Il metodo è stato introdotto da scienziati giapponesi agli inizi degli anni '70, tra i quali Nogoshi e Igarashi (1971) e Shiono et al. (1979), che indagarono sul significato fisico del rapporto H/V e mostrarono la sua relazione diretta con la curva di ellitticità delle onde di Rayleigh.

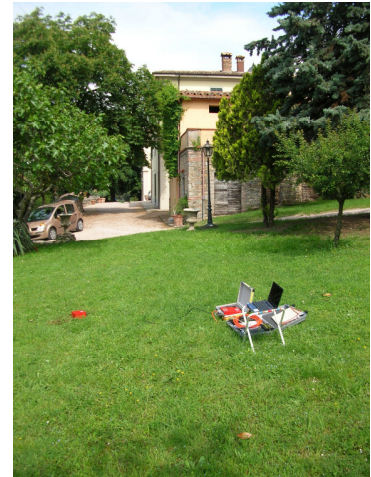
Essi conclusero che il picco massimo di ampiezza si verifica alla frequenza di risonanza fondamentale della copertura di terreni.

Nel 1989, Nakamura propose in inglese il rapporto H/V come stima affidabile della funzione di trasferimento delle onde S per un dato sito.

Le argomentazioni usate da Nakamura sono estremamente qualitative e si basano sull'ipotesi che i microtremori siano originati da sorgenti molto locali, come il traffico vicino al sismometro, e siano onde di Rayleigh che si propagano in un solo strato su un semispazio.

Tale tecnica, ampiamente utilizzata da anni nel settore sismologico, di recente viene sempre più impiegata in campo geotecnico / ingegneristico per derivare i seguenti parametri :

- ◆ la frequenza fondamentale di risonanza F_0 dei terreni presenti nel sottosuolo;
- ◆ la stima del profilo del terreno in termini delle velocità V_s e V_p e della densità e quindi delle velocità V_{s30} nei primi 30 m dal piano campagna, attraverso opportuni metodi di inversione;
- ◆ la frequenza fondamentale di risonanza di una struttura e i relativi modi di vibrare;
- ◆ **ACQUISIZIONE ED INTERPRETAZIONE**



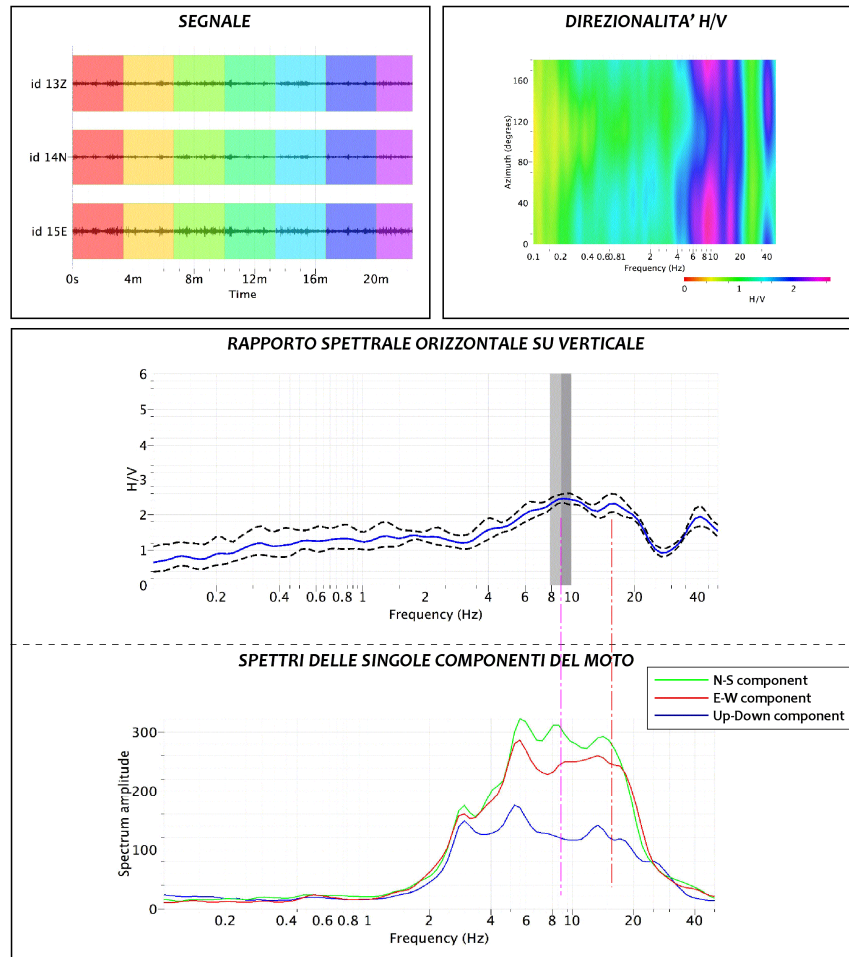
Nel caso in esame è stata svolta n°1 acquisizione nell'area di maggior interesse, ovvero l'UTOE interessata dalle previsioni insediative e infrastrutturali.

Le registrazioni del rumore sismico sono state successivamente elaborate seguendo la procedura proposta dal progetto "SESAME" ed utilizzando il relativo software "GEOPSY".

Al fine di definirne la qualità, è stata effettuata la "classificazione della misura H/V" sulla base sia dei Criteri SESAME (2004) sia di quanto definito da Albarello et alii (Il contributo della sismica passiva nella microzonazione di due macroaree abruzzesi).

SISMICA PASSIVA
Indagine a Stazione Singola
Horizontal to Vertical Spectral Ratio

Località: Villa I Golini di Sansepolcro (AR); HVSR n° 1 - Durata della Registrazione: 0h 22' 24";
 Frequenza di campionamento: da 0.1 a 50 Hz; Lunghezza finestre: 50-200 s; Finestre analizzate: 7;
 Tipo di liscio: Konno & Ohmachi; Liscio: 25;
 Frequenza del picco max H/V: $f_0=8.9 \pm 1.00$ Hz; Ampiezza media alla frequenza $f_0: A_0=2.45$ (2.33-2.58)
 Classe: B (Albarello et alii)
 NOTE: moderata direzionalità; altro picco a $f_1=40.5$ Hz - $A_1=1.91$.



L'elaborazione evidenzia una curva H/V che non presenta picchi chiari, con valori in ampiezza che superano di poco la soglia di 2 nell'intervallo compreso tra 8 Hz e 20 Hz (frequenza di risonanza $f_0=8.9$ Hz –

profondità riflettore stimata 5-10 m), evidenziando la presenza di una transizione di velocità delle onde di taglio graduale; il criterio 5 di Albarello et Alii (*robustezza statistica*) risulta in ogni caso verificato e la misura è di fatto perfettamente attendibile.

Un secondo picco stratigrafico è presente alla frequenza $f=40.5$ Hz, riconducibile ad uno strato soffice con spessore stimato <2 m, quindi correlabile con la presenza di terreno areato e riporto.

In estrema sintesi, sebbene la relazione tra l'ampiezza dei massimi della curva H/V e l'entità del relativo contrasto d'impedenza sismica sia di tipo non lineare si può stimare, in prima approssimazione, che il sito di progetto è suscettibile di moderata amplificazione stratigrafica locale poiché caratterizzato da un ridotto contrasto di impedenza sismica.

Si precisa che queste considerazioni andranno comunque adottate con estrema cautela, perché solo un contatto netto tra litotipi diversi dal punto di vista meccanico genera picchi nitidi, mentre le transizioni graduali (per es. roccia fratturata su roccia sana), come quelle presenti nell'area di progetto, generano molto spesso amplificazioni in una banda larga di frequenze che, per quanto non superino talvolta i criteri SESAME, non stanno a dimostrare che non ci sono risonanze importanti ma unicamente che non ci sono picchi singoli ben definiti.

Ricordiamo infatti che i criteri SESAME (2004), di carattere puramente empirico, considerano significativi solo i picchi con ampiezza $H/V > 2$, il che non significa che i massimi con picchi di $H/V < 2$ non siano fisicamente significativi, ma unicamente che l'interpretazione delle curve va eseguita con estrema cautela ed utilizzando procedure di inversione molto raffinate.

Per quanto riguarda la valutazione dei fenomeni di risonanza dovuti alla coincidenza tra le frequenze dominanti del segnale sismico in ingresso e quelle naturali del sottosuolo, ed alla conseguente possibile "doppia risonanza", cioè la corrispondenza tra la frequenza fondamentale del segnale sismico così come trasmesso in superficie e quelle del fabbricato in progetto si precisa quanto segue:

- ◆ La frequenza fondamentale per il sito di progetto è risultata essere $f_0=8.9$ Hz, pertanto potenzialmente pericolosa per le strutture con n°1 impalcato.

(si ricorda che per edifici in cemento armato senza particolari irregolarità o asimmetrie dello schema strutturale, il periodo fondamentale "T" è all'incirca $0.1 N$ sec (N =numero di impalcati), ciò significa che "T" $\approx 10/N$ Hz).

◆ PROCESSO DI INVERSIONE

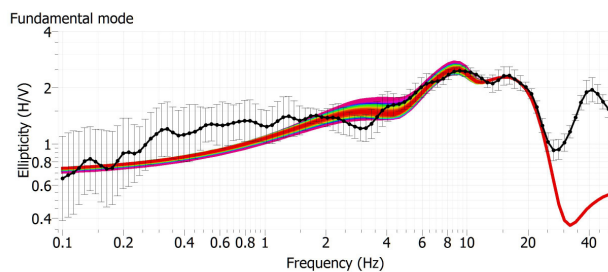
Sulla base di quanto sopraindicato è stato definito un modello iniziale con "fit vincolato" sulle indicazioni del profilo di V_s ottenuto dalla prova indipendente "in array attivo" (MASW), che è stato successivamente sottoposto ad inversione al fine di generare una serie di modelli della velocità di fase delle onde di Rayleigh dai quali si possono ottenere una serie di profili V_s/z inclusi in un determinato intervallo di misfit.

In questo caso l'approccio misto della tecnica in array e tecnica a stazione singola si è rivelato molto utile, poiché la prova in array ha fornito il vincolo per il fit della prova H/V anche in assenza di indagini dirette (sondaggi, ecc.) e la prova H/V ha permesso di ottenere un profilo di V_s fino a profondità maggiori di quelle raggiungibili dalla sola prova in array attivo (in questo caso 50 m).

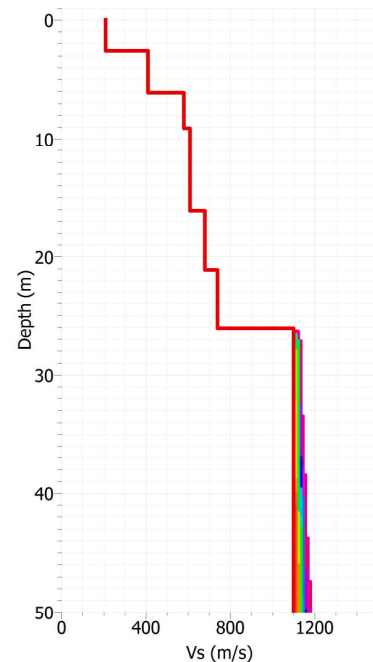
Per l'inversione dei dati è stato utilizzato il codice di calcolo "DINVER".

Il modello riportato in rosso corrisponde al minimo della funzione di misfit.

Analizzando l'insieme dei modelli elaborati si stima la presenza di un bedrock sismico ad una profondità di circa 27.0 m dal p.c.



Misfit value



Misfit value

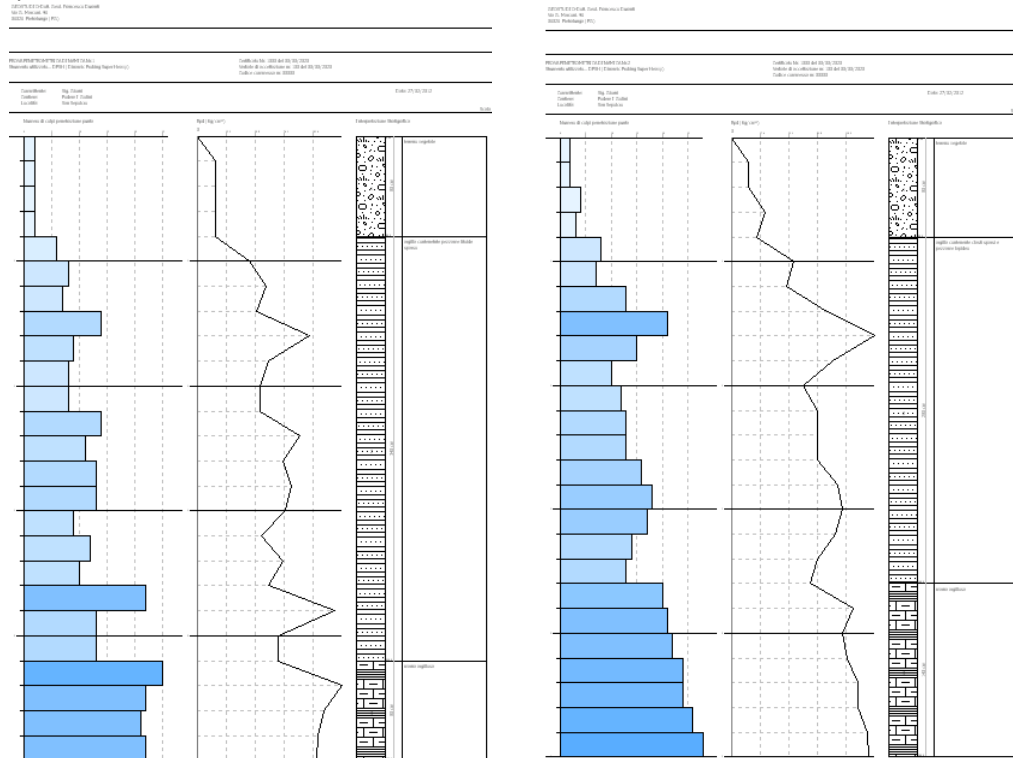
11. PROVE PENETROMETRICHE

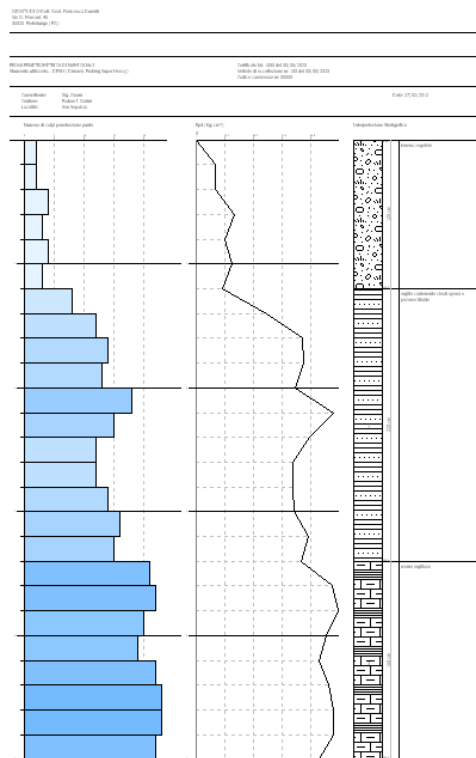
Al fine di caratterizzare dal punto di vista stratigrafico e geotecnico i terreni affioranti è stata realizzata una indagine geognostica mediante 3 prove penetrometriche dinamiche tipo DPSH.

La prova penetrometrica consiste nell'infissione di una punta conica nel terreno mediante battitura utilizzando un penetrometro superpesante con maglio da 63,5 kg ed altezza di caduta di 75 cm.

Le prove sono state spinte fino ad una profondità di 5 m dal p.c. ritenuta sufficiente in base all'andamento della resistenza meccanica riscontrato ed al contesto geologico dell'area.

L'elevato valore di N_{spt} evidenzia l'affioramento di terreni caratterizzati da elevata resistenza meccanica e bassa comprimibilità.





11. ELABORATI CARTOGRAFICI

La presente relazione è corredata dai seguenti elaborati cartografici, redatti secondo le direttive emanate dal Regolamento Regionale di attuazione dell'Art.62 della L.R. 3 gennaio 2005 n.1:

Cartografie di Analisi

- ◆ Carta Geologica;
- ◆ Carta Litologico-Tecnica e dei dati di base
- ◆ Carta Geomorfologica
- ◆ Carta delle Aree Allagabili
- ◆ Carta della Dinamica Costiera
- ◆ Carta Idrogeologica
- ◆ Carta delle Aree a Pericolosità Geologica
- ◆ Carta delle Aree a Pericolosità idraulica
- ◆ Carta delle Aree con Problematiche Idrogeologiche
- ◆ Carta delle Aree con Problematiche di Dinamica Costiera
- ◆ Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS)

Cartografie di Sintesi

- ◆ Carta della Fattibilità in relazione agli aspetti geologici;
- ◆ Carta della Fattibilità in relazione agli aspetti Idraulici;
- ◆ Carta della Fattibilità in relazione agli aspetti Sismici;

11.1. Carta Geologica

Come indicato al § 6.0, è stata redatta una cartografia geologica di dettaglio dell'area interessata dalla variante urbanistica compreso ampio raggio all'intorno.

La zona è superficialmente caratterizzata dalla prevalente presenza dei sedimenti colluviali (b8) e subordinatamente dal corpo di frana relitta (a1sn).

La carta geologica è stata successivamente corredata da un profilo geologico-tecnico di dettaglio (sezione geologica).

11.2. Carta Litologico-Tecnica

Sulla base degli elementi geologici evidenziati al § 6.0, è stata redatta una cartografia che raggruppa i vari litotipi in unità litotecniche.

La stesura della carta è stata effettuata sulla base della legenda e delle direttive del "Programma VEL ed è stata evidenziata la presenza delle seguenti U.L.T. della Copertura e del Substrato:

COPERTURA

Unità Litologico Tecnica: **F**

MATERIALE CON CONSISTENZA LIMITATA O NULLA

- Granulometria dominante: **F1 s4 t1 t2** = limo argilloso coesivo consistente con presenza di frammenti di dimensioni maggiori (t1) e frazione sabbiosa (t2).

SUBSTRATO

Unità Litologico Tecnica: **B**

MATERIALE LAPIDEO STRATIFICATO O COSTITUITO DALL'ALTERNANZA DI DIVERSI LITOTIPI

- Strutturalmente ordinati: **B5** = alternanza regolare di roccia lapidea-pelitica con rapporto r/p>75%.

11.3. Carta Geomorfologica

L'area in oggetto è stata rilevata anche per quanto riguarda gli aspetti geomorfologici, analizzando tutte le forme ed i processi in grado di generare determinate condizioni di rischio, con particolare riguardo alla dinamica del versante.

La legenda adottata è quella della cartografia geomorfologica del "Programma VEL Valtiberina".

L'area oggetto di variante urbanistica non è direttamente interessata da elementi geomorfologici significativi.

11.4. Carta delle Aree Allagabili

L'area in oggetto è collocata in posizione di alto morfologico, non presenta contropendenze morfologiche significative.

Fatta eccezione per l'area collocata a valle di un laghetto collinare, non sussistono e non sono state pertanto evidenziate possibilità di allagamento, né per fenomeni di inondazione da corsi d'acqua né per fenomeni di insufficienza di drenaggio.

11.5. Carta della Dinamica Costiera

Il territorio di Sansepolcro è notoriamente un territorio montano lontano da aree marittime.

Tale cartografia non è stata pertanto presa in considerazione.

11.6. Carta Idrogeologica

La presente perizia ha preso in considerazione anche gli aspetti relativi alla ricostruzione dell'assetto idrogeologico dell'area in oggetto, con particolare riguardo alla individuazione dei corpi idrici sotterranei.

Sono state inoltre analizzati e, dove possibile, definiti, gli schemi della circolazione idrica sotterranea e le eventuali interconnessioni sia con gli acquiferi limitrofi sia con le acque correnti superficiali.

Le varie indagini condotte all'interno dell'area hanno evidenziato la presenza di terreni fini, quindi dotati di bassa permeabilità.

11.7. Carta delle Aree a Pericolosità Geologica

Sulla base del rilevamento geo-morfologico di dettaglio è stata redatta la carta del "Rischio Geologico".

L'area in oggetto è caratterizzata dal seguente contesto geo-morfologico di sintesi:

- ◆ Area di versante a pendenza <25%:
- ◆ Presenza di copertura (strato colluviale e corpo di frana relitta) sovrastante substrato geologico:
Per tali motivi si può definire il seguente grado di pericolosità:
 - Pericolosità Geologica Media (G.2): per le aree caratterizzate dalla presenza dei depositi colluviali (b8);
 - Pericolosità Geologica Elevata (G.3): per le aree caratterizzate dalla presenza della frana relitta (a1sn);

11.8. Carta delle Aree a Pericolosità Idraulica

Come più volte ricordato l'area è ubicata in posizione di alto morfologico; fatta eccezione per l'area sottesa al laghetto collinare sono pertanto da escludersi fenomeni alluvionali.

Per tali motivi si può definire il seguente grado di pericolosità:

- Pericolosità Idraulica Bassa (I.1): tutta l'UTOE e gran parte dell'area di Piano di Recupero;

- **Pericolosità Idraulica Elevata (I.3):** limitatamente all'area sottesa il laghetto collinare

11.9. Carta delle Aree con Problematiche Idrogeologiche

Il contesto idrogeologico dell'area in oggetto è stato attentamente valutato al fine di evitare che gli interventi diretti possano in qualche modo generare degli squilibri sulla risorsa idrica.

Le indagini condotte non hanno evidenziato particolari problematiche.

11.10. Carta delle Aree con Problematiche di Dinamica Costiera

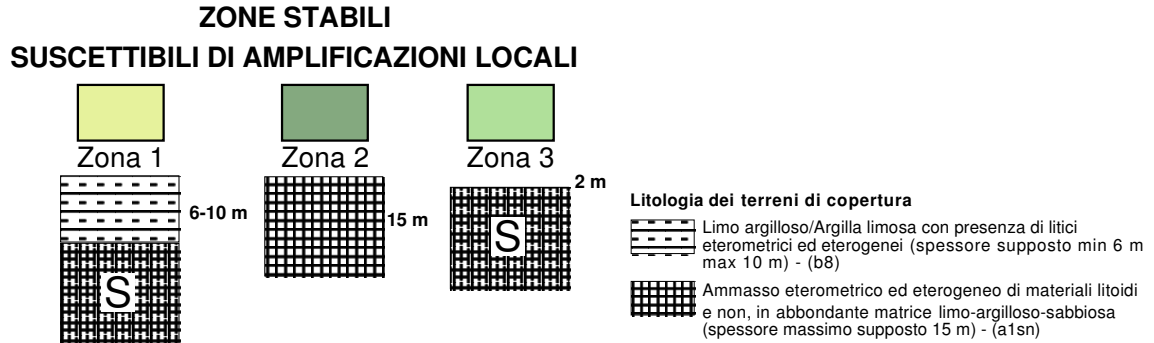
Come indicato al paragrafo 12.5. il territorio di Sansepolcro è notoriamente un territorio montano lontano da aree marittime.

Tale cartografia non è stata pertanto presa in considerazione.

11.11. Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS)

Dall'analisi e dalla valutazione delle conoscenze acquisite tramite il rilevamento geologico e le indagini geofisiche è stato possibile determinare il grado preliminare di pericolosità sismica dell'area.

In particolare sono stati evidenziati i seguenti effetti locali o di sito:



Tale contesto consente di definire, per l'area in oggetto, la seguente condizione di Pericolosità:

- **Pericolosità Sismica Locale Media (S.2)**

11.12. Carta della Fattibilità in relazione agli aspetti Geologici

All'interno dell'area in oggetto è stata riscontrata una Pericolosità Geologica Media (G.2) ed Elevata (G.3). Pertanto, viste le previsioni urbanistiche, si possono definire i seguenti gradi di Fattibilità:

- **Fattibilità Geologica con normali vincoli (F2.G.):** per le aree caratterizzate dalla presenza dei depositi colluviali (UTOE).
- **Fattibilità Geologica condizionata (F3.G.):** per le aree caratterizzate dalla presenza della frana relitta.

11.13. Carta della Fattibilità in relazione agli aspetti Idraulici

All'interno dell'area è stata riscontrata una Pericolosità Idraulica Bassa (I.1) e, limitatamente all'area sottesa il laghetto collinare, una Pericolosità Idraulica Elevata (I.3).

Per tale motivo si possono definire i seguenti gradi di Fattibilità:

- **Fattibilità Idraulica senza particolari limitazioni (F1.I.):** tutta l'UTOE e gran parte dell'area di Piano di Recupero.
- **Fattibilità Idraulica elevata (F3.I.):** limitatamente all'area sottesa il laghetto collinare.

11.14. Carta della Fattibilità in relazione agli aspetti Sismici

All'interno dell'area in oggetto è stata riscontrata una Pericolosità Sismica locale Media (S.2). Per tale motivo, viste le previsioni urbanistiche, si può definire il seguente grado di Fattibilità:

- **Fattibilità Sismica con normali vincoli (F2.S.):** situazioni caratterizzate da pericolosità sismica media dove non è necessario indicare condizioni di fattibilità specifiche per la fase attuativa o per la valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.

La presente relazione è composta da n. 16 pagine più allegati.

31 Maggio 2012

IL GEOLOGO

