



DOTT. NICOLA D'UBALDO  
**GEOLOGO**

Cell. 338 2417768  
*nicola.dubaldo@gmail.com*

## RELAZIONE DI FATTIBILITA' GEOLOGICA

PROGETTO	LOTTIZZAZIONE PER ATTIVITA' PRODUTTIVE COMPARTO TR03c DEL REGOLAMENTO URBANISTICO
COMMITTENTE	SOC. BANDITA DI BETTOLLE S.r.l. e SOC. IMM. CRISTIAN sas
COMUNE	SINALUNGA (SI)
UBICAZIONE	Loc. Bisciano
DATA	Novembre 2020



P.P.V.  
IL PROGETTISTA

DOTT. NICOLA D'UBALDO  
GEOLOGO

La seguente relazione è composta da:  
Parole 6964 - Pagine 34  
Committente: SOC. BANDITA DI BETTOLLE S.r.l. e SOC. IMM.  
CRISTIAN sas

INDICE	PREMESSA.....	3
	1 – UBICAZIONE.....	3
	2 – VINCOLI.....	3
	2.1 – VINCOLO IDROGEOLOGICO.....	3
	2.2 – RISCHIO IDRAULICO.....	3
	3 – INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO.....	4
	4 – INQUADRAMENTO GEOLOGICO.....	5
	5 – CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE.....	6
	6 – ANALISI SISMICA.....	7
	VERIFICHE SESAME.....	14
	7 – STABILITA' NEI CONFRONTI DELLA LIQUEFAZIONE.....	17
	8 – ANALISI CARTOGRAFICA.....	21
	8.1 – CARTA GEOLOGICA.....	21
	8.2 – CARTA GEOMORFOLOGICA.....	21
	8.3 – CARTA LITOTECNICA.....	22
	8.4 – CARTA IDROGEOLOGICA.....	22
	8.5 – CARTA PERICOLOSITÀ IDRAULICA.....	23
	8.6 – CARTA PERICOLOSITÀ GEOLOGICA.....	24
	8.7 – CARTA DELLE PROBLEMATICHE IDROGEOLOGICHE.....	25
	8.8 – CARTA EFFETTI SISMICI.....	25
	8.9 – CARTA GEOLOGICA-TECNICA PER LA MICROZONAZIONE SISMICA.....	26
	8.10 – CARTA DELLE FREQUENZE FONDAMENTALI DEI DEPOSITI.....	26
	8.11 – CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (MOPS).....	27
	8.12 – CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE.....	27
	8.13 – CRITERI GENERALI DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA.....	29
	8.14 – CRITERI GENERALI DI FATTIBILITÀ SISMICA.....	31
	8.15 – CRITERI GENERALI DI FATTIBILITÀ IDRAULICA.....	31
	9 – CONCLUSIONI.....	33

## PREMESSA

Ad evasione dell'incarico ricevuto dalla SOC. BANDITA DI BETTOLLE S.r.l. e SOC. IMM. CRISTIAN sas è stato eseguito uno studio di fattibilità geologica dei terreni situati in Loc. Bisciano nel comune di SINALUNGA (SI). La seguente relazione studia il grado di fattibilità geologica per una LOTTIZZAZIONE PER ATTIVITA' PRODUTTIVE COMPARTO TR03c DEL REGOLAMENTO URBANISTICO.

## 1 – UBICAZIONE

L'area oggetto di studio è inserita topograficamente nel CTR 298030, in prossimità del toponimo Loc. Bisciano nel comprensorio comunale di SINALUNGA (SI).

Cartograficamente l'area è individuabile secondo le seguenti coordinate:

COORDINATE WGS84	11.8047332, 43.2224975
------------------	------------------------

## 2 – VINCOLI

### 2.1 – VINCOLO IDROGEOLOGICO

L'area di progetto NON è soggetta a normativa in tema di vincolo idrogeologico.

### 2.2 – RISCHIO IDRAULICO

L'area oggetto di studio non è soggetta a normativa in tema di rischio idraulico molto elevata.

### 3 – INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

Dal punto di vista geomorfologico la zona è inserita nell'ambito di un sistema collinare costituito da formazioni plioceniche, con asse morfologico N.O.-S.E.

In particolare l'area d'intervento si trova in prossimità del toponimo Loc. Bisciano ad una quota topografica di circa 249m s.l.m.

La zona di studio si trova all'interno del bacino neoautoctono della Val di Chiana delimitato ad occidente dalla dorsale Medio-Toscana e nella parte orientale dalla struttura anticlinale Cetona-Rapolano. La Val di Chiana fa parte di un sistema tettonico ad "Horst - Graben" con direzione appenninica formatosi a partire dal Tortoniano superiore con l'instaurarsi di un regime tettonico prevalentemente distensivo.

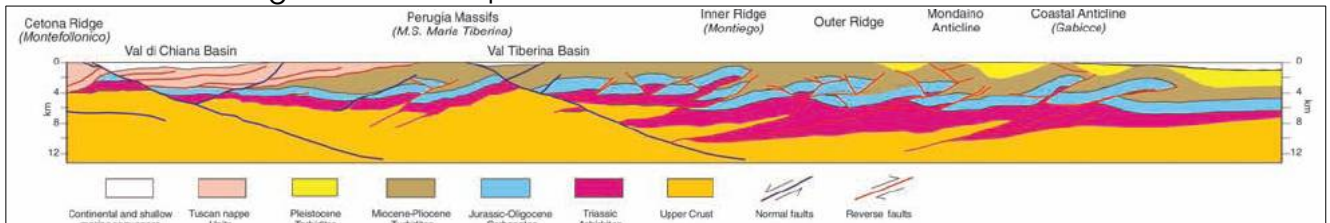


Fig. 3 - Geological interpretation of the seismic reflection line CROP 03, from the M. Cetona to the Adriatic Sea (modified after BARCHI *et alii*, 1998a).  
 - Interpretazione geologica del profilo sismico a riflessione CROP 03, nel tratto compreso tra il M. Cetona ed il Mare Adriatico (da BARCHI *et alii*, 1998a, modificato).

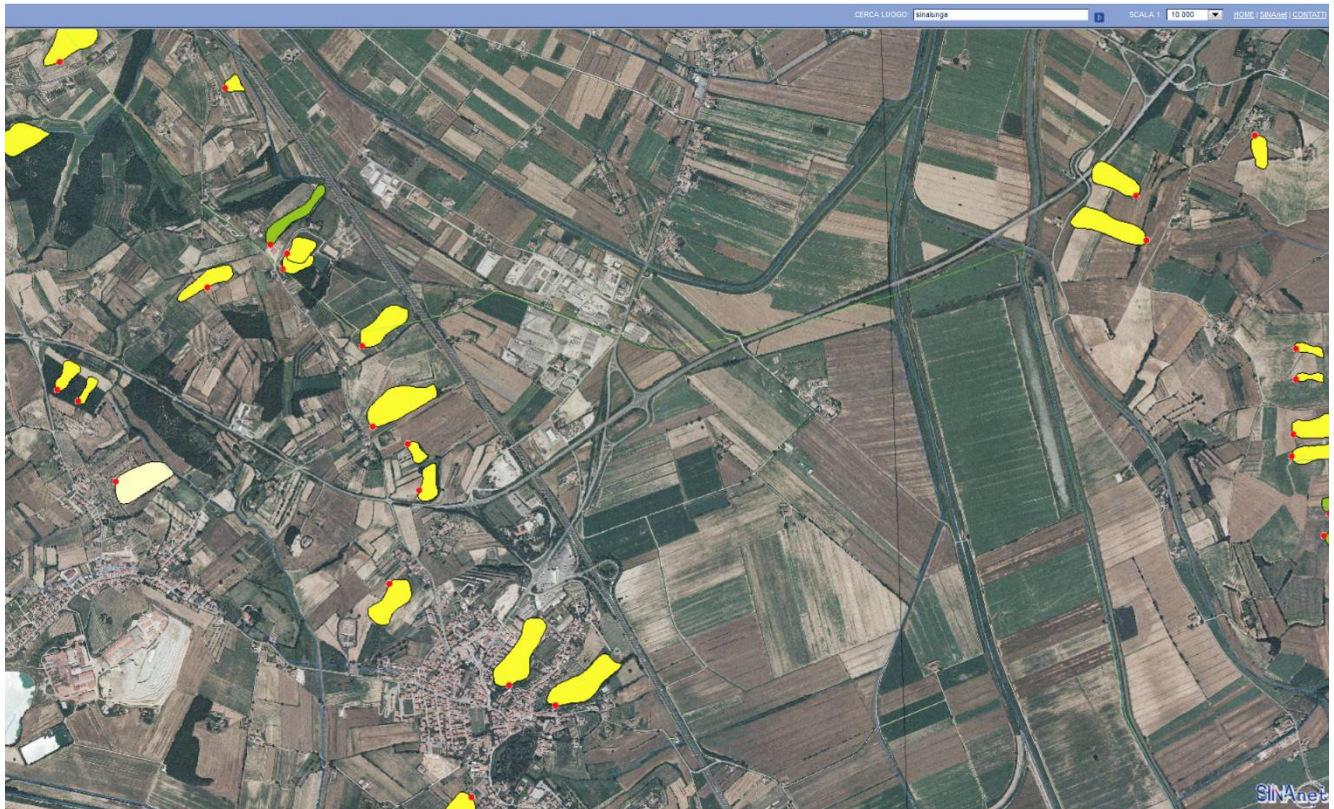
In particolare l'area presenta una pendenza di circa 5° e non sono stati rilevati dissesti geomorfologici durante il sopralluogo, l'area presenta una bassa propensione al dissesto geomorfologico come indicato nella cartografia IFFI.

La pericolosità geomorfologica dell'area di studio risulta essere media in classe 2. Nella cartografia del Progetto IFFI non è indicata la presenza di dissesti in stato quiescente e/o attivo.



Inquadramento morfologico da immagine satellitare radar SRTM





#### 4 – INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Il bacino Neoautoctono della Val di Chiana delimitato ad occidente dalla dorsale Medio-Toscana ed a oriente dalla dorsale Cetona-Rapolano, fa parte di un sistema Horst-Graben con fosse tettoniche allungate con direzione appenninica, formatesi a partire dal Tortoniano superiore con l'instaurarsi di una tettonica prevalentemente distensiva.

L'area di studio è caratterizzata dalla presenza di depositi alluvionali terrazzati appoggiati sulla formazione denominata Sabbie di Podere Colombaiolo (f2) costituita da sabbie con granulometria da fine a media, laminate, in strati di spessore prevalentemente decimetrico, con colore da grigio scuro a tabacco, alternati a strati argillosi grigi laminati o massivi di spessore millimetrico e con chiusura laterale. Le sabbie presentano frequenti ciottoli arrotondati, dello spessore millimetrico o decimetrico, nella matrice sabbiosa. Al tetto della successione questi ciottoli sono organizzati in livelli decimetrici. Localmente livelli millimetrici di calcilutiti bianche. Al tetto poggiano, per contatto erosivo, i Ciottolami e sabbie di Podere Molinello. Lo spessore affiorante varia da 5-9 metri a oltre 30 metri.

A contatto in posizione di letto è presente la formazione denominata Argille di Fornace di Monte Martino, costituita da argille ed argille siltose grige, massive con rari livelli di siltiti di colore giallo con spessore variabile da millimetrico a centimetrico. Sono presenti fustoli di carbone e di ceneri grige. Il passaggio con l'unità superiore è discordante, le siltiti poggiano sulle argille lungo una unconformity segnata da livelli di ciottolami poligenici e da superfici di erosione. Lo spessore complessivo è di oltre 15m.

Nello stretto contesto edificatorio non sono presenti lineamenti tettonici o famiglie di faglie legate a tettonica recente e/o attiva.

## **5 – CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE**

L'area di studio si trova all'interno del bacino imbrifero della Val di Chiana, che presenta un pattern di tipo antropico ed è caratterizzato da valori di portata medi, mentre le caratteristiche idrografiche della zona sono individuabili per la presenza di fossi/canali utilizzati per scopi agronomici e per regolarizzare il deflusso idrico dell'area.

Nelle aree collinari sono presenti impluvi a carattere stagionale, che convogliano le acque meteoriche di ruscellamento verso l'area valliva.

L'ipotizzata circolazione idrica ipogea, vista la presenza di sedimenti con forte contrasto di permeabilità, si imposta a contatto tra le litologie a più alta permeabilità le Sabbie grossolane e quelle che generano una barriera orizzontale di permeabilità cioè le Argille/Argille siltose.

La presenza di queste strutture sedimentarie lenticolari forma un sistema idrogeologico composto da più falde sospese "multifalda". Durante l'indagine penetrometrica è stata rilevata la presenza di falda alla profondità di circa -2,5m.

In prossimità dell'area la regimazione delle acque meteoriche è tenuta in PESSIMO stato di funzionalità e servizio, al fine di ottimizzare l'efficienza di smaltimento delle acque di corrivazione, evitando fenomeni di concentrazione di liquidi superficiali e l'innescò di fenomeni che potrebbero coinvolgere il fabbricato, si consiglia di ottimizzare il sistema di canalizzazione delle acque di corrivazione superficiale (canalette e/o fossi drenanti dall'adeguata sezione idraulica).

## 6 – ANALISI SISMICA

Al fine di redigere la cartografia MOPS e quindi effettuare lo studio di Microzonazione Sismica di livello 1 per l'area oggetto d'intervento è stato eseguito uno studio del rumore sismico spettrale HVSR.

### REPORT INDAGINE SISMICA HVSR

La tecnica HVSR (*Horizontal to Vertical Spectral Ratios*) è basata sulla misura dei rapporti medi fra le ampiezze spettrali delle componenti orizzontali e verticale del rumore sismico ambientale.

Le frequenze di risonanza corrispondono ai massimi della funzione che rappresenta rapporti spettrali medi in funzione della frequenza (funzione  $H/V$ ). L'ampiezza di questi massimi è proporzionale (anche se non linearmente) all'entità del contrasto di impedenza sismica esistente alla base della copertura.

La misura della funzione  $H/V$  richiede l'acquisizione del rumore sismico ambientale in un punto per tempi dell'ordine di diverse decine di minuti. Questa durata ha lo scopo di garantire la misura del campo di rumore generato da una molteplicità di sorgenti dalle diverse direzioni dello spazio. La misura va effettuata utilizzando un sistema di acquisizione tri-direzionale caratterizzato da sufficiente sensibilità. I dati raccolti vanno analizzati per determinare i rapporti medi fra le componenti spettrali del rumore misurate sul piano orizzontale e verticale. A questo scopo, la serie di rumore ambientale viene suddivisa in segmenti di durata simile (tipicamente qualche decina di secondi) per ciascuna delle quali viene determinato lo spettro del moto. Dopo un opportuno lisciamento, le ordinate spettrali del moto sul piano orizzontale, ottenuto mediando opportunamente i valori ottenuti nelle due direzioni principali, vengono divise per quelle ottenute nella direzione verticale. L'andamento dei rapporti spettrali viene ottenuto mediando i valori ottenuti per le diverse finestre temporali considerate. Per definire la qualità delle misure vengono anche valutate le variazioni temporali e azimutali dei rapporti spettrali nel corso della sessione di misura.

## Dati generali

Committente: SOC. BANDITA DI BETTOLLE S.r.l. e SOC. IMM. CRISTIAN sas

Data: 10/04/2019



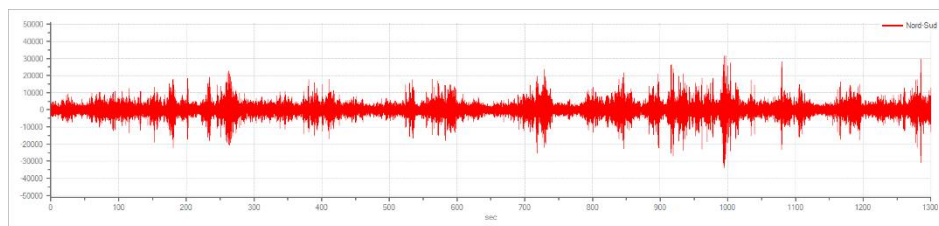
## Tracce in input

### Dati riepilogativi:

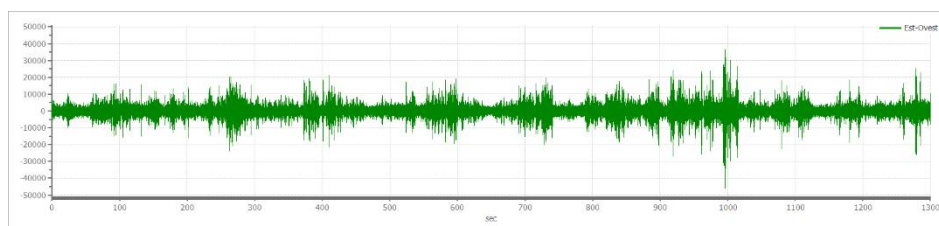
Numero tracce:	3
Durata registrazione:	1300 s
Frequenza di campionamento:	300.00 Hz
Numero campioni:	390000
Direzioni tracce:	Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.



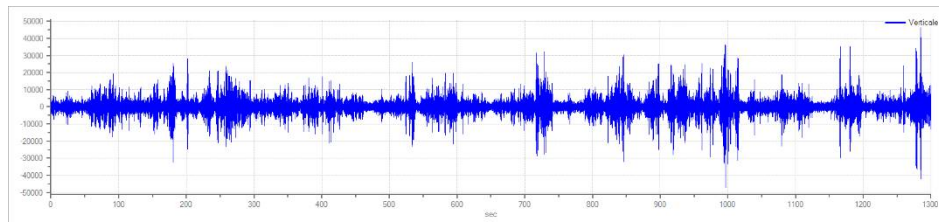
Grafici tracce:



Traccia in direzione Nord-Sud



Traccia in direzione Est-Ovest



Traccia in direzione Verticale

## Finestre selezionate

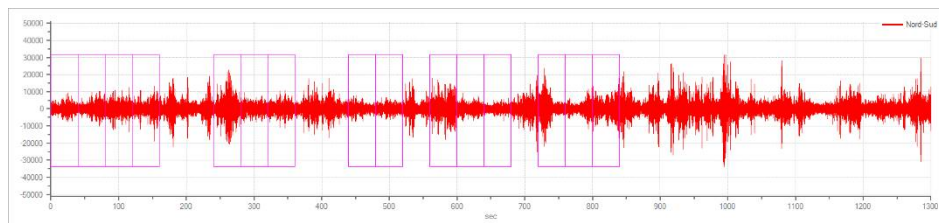
### Dati riepilogativi:

Numero totale finestre selezionate: 15  
 Numero finestre incluse nel calcolo: 15  
 Dimensione temporale finestre: 40.000 s  
 Tipo di lisciamento: Triangolare proporzionale  
 Percentuale di lisciamento: 10.00 %

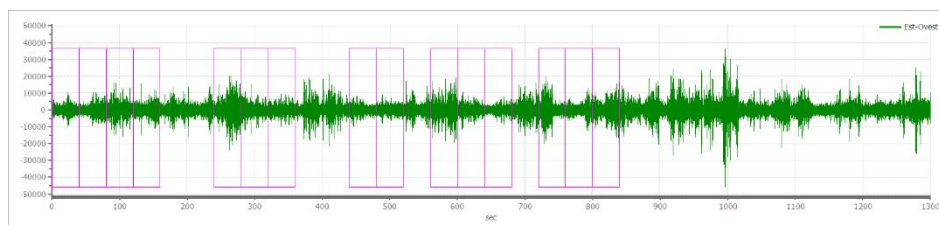
Tabella finestre:

Numero finestra	Istante iniziale	Istante finale	Selezione
1	0	40	Inclusa
2	40	80	Inclusa
3	80	120	Inclusa
4	120	160	Inclusa
5	240	280	Inclusa
6	280	320	Inclusa
7	320	360	Inclusa
8	440	480	Inclusa
9	480	520	Inclusa
10	560	600	Inclusa
11	600	640	Inclusa
12	640	680	Inclusa
13	720	760	Inclusa
14	760	800	Inclusa
15	800	840	Inclusa

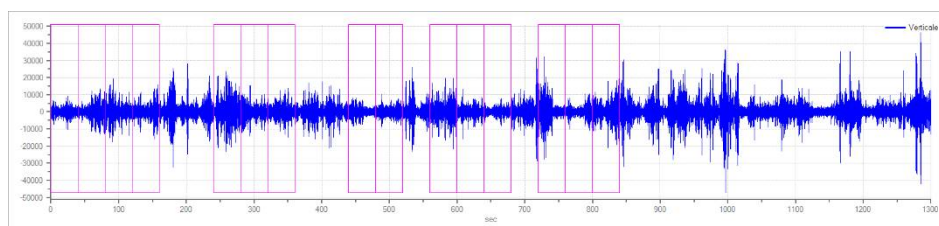
Grafici tracce con finestre selezionate:



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud

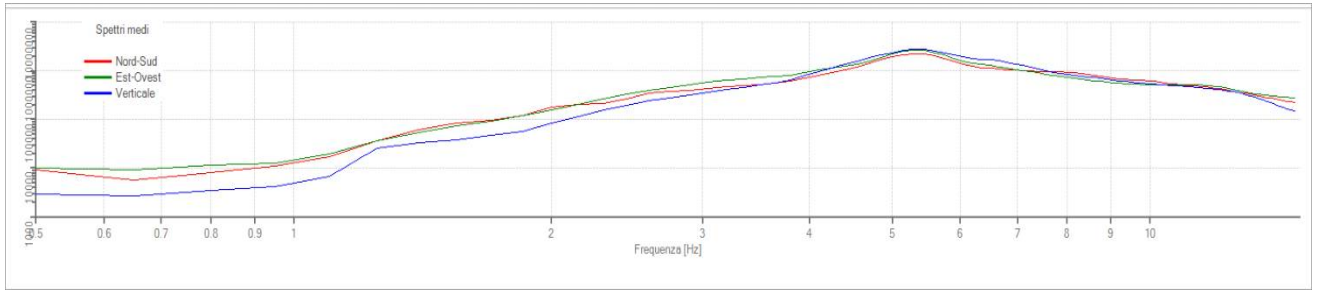


Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest

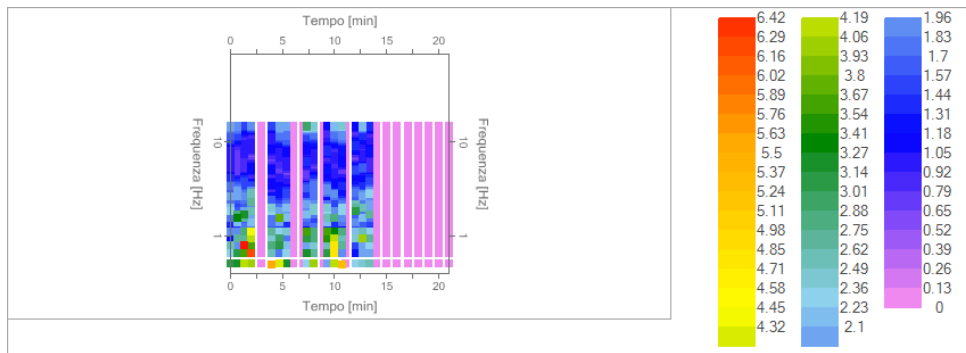


Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale

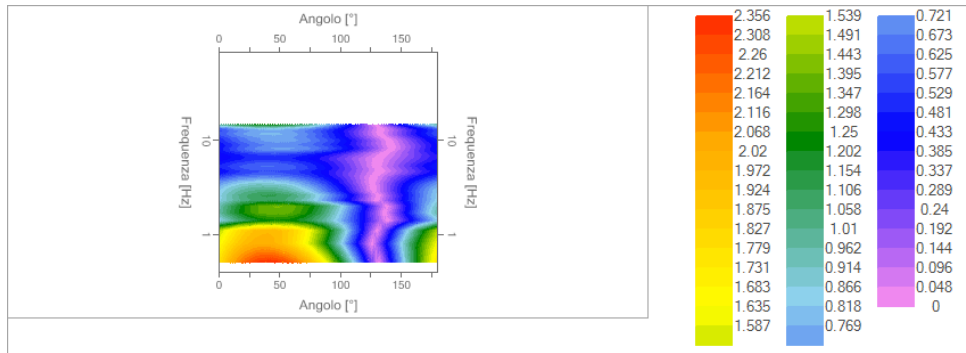
### GRAFICI DEGLI SPETTRI



Spettri medi nelle tre direzioni



Mappa della stazionarietà degli spettri



Mappa della direzionalità degli spettri



## Rapporto spettrale H/V

### Dati riepilogativi:

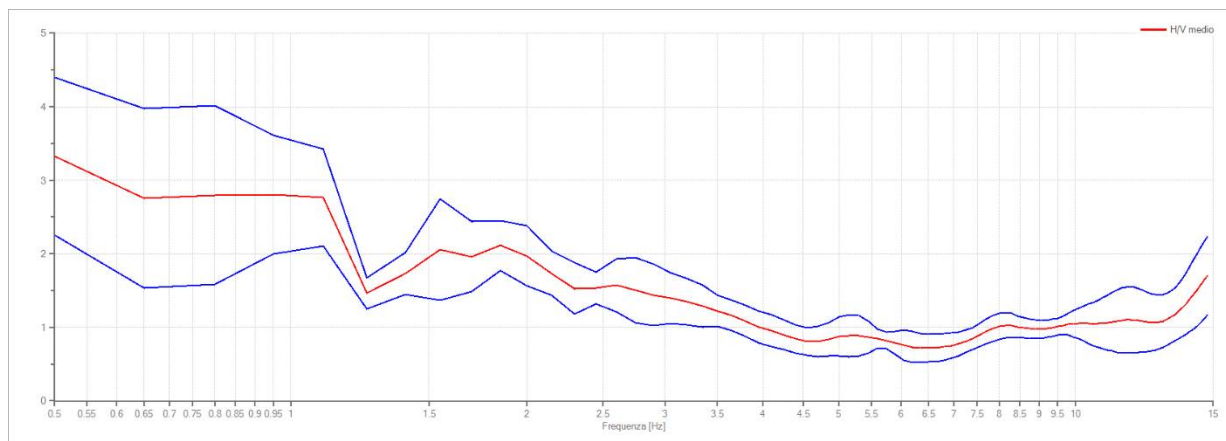
Frequenza massima: 15.00 Hz  
 Frequenza minima: 0.50 Hz  
 Passo frequenze: 0.15 Hz  
 Tipo lisciamento: Triangolare proporzionale  
 Percentuale di lisciamento: 10.00 %  
 Tipo di somma direzionale: Media aritmetica

### Risultati

Frequenza del picco del rapporto H/V: 0.5 Hz  $\pm$  0.32 Hz

L'indagine non ha evidenziato forti contrasti d'impedenza sismica nei primi 30m.

GRAFICO RAPPORTO SPETTRALE H/V



Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia

## VERIFICHE SESAME

<input type="checkbox"/> Affidabilità curva H/V - VERIFICATA	
$f_0 > 10/l_w$	Ok
$n_c(f_0) > 200$	Ok
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$	
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Ok
Comlessivo	Ok
<input type="checkbox"/> Affidabilità picco - VERIFICATA	
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	Ok
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	Ok
$A_0 > 2$	Ok
$f_{peak} [A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Ok
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	Ok
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	Ok
Comlessivo (5/6):	Ok

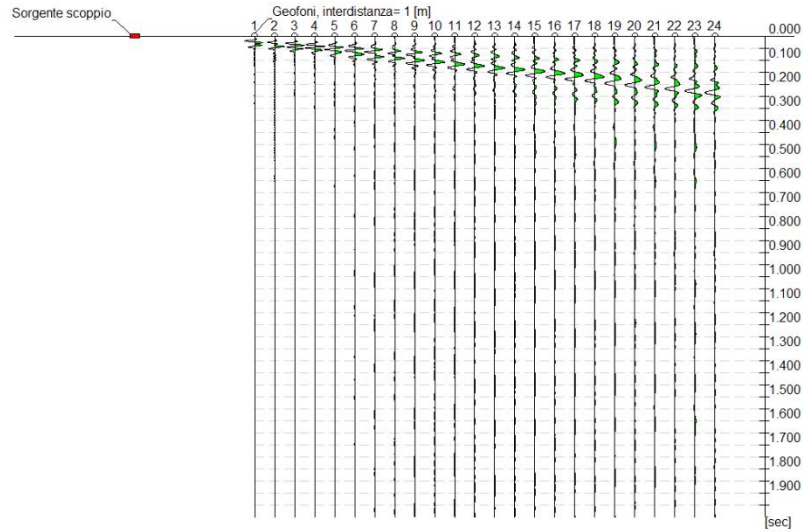
## REPORT INDAGINE SISMICA MASW

La seguente elaborazione è stata eseguita mediante il software EasyMasw di Geostru vers. 2018.26.5.428; sono stati utilizzati geofoni da 4,5Hz con interdistanza di 1m.



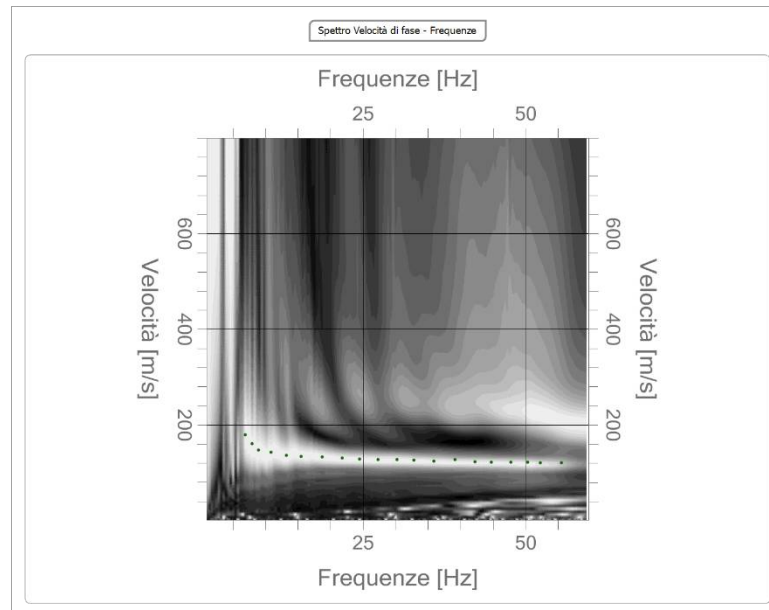
### Tracce

**N. tracce** | 24  
**Durata acquisizione [msec]** | 2000  
**Interdistanza geofoni [m]** | 1.0  
**Periodo di campionamento [msec]** | 0,333



### Analisi spettrale

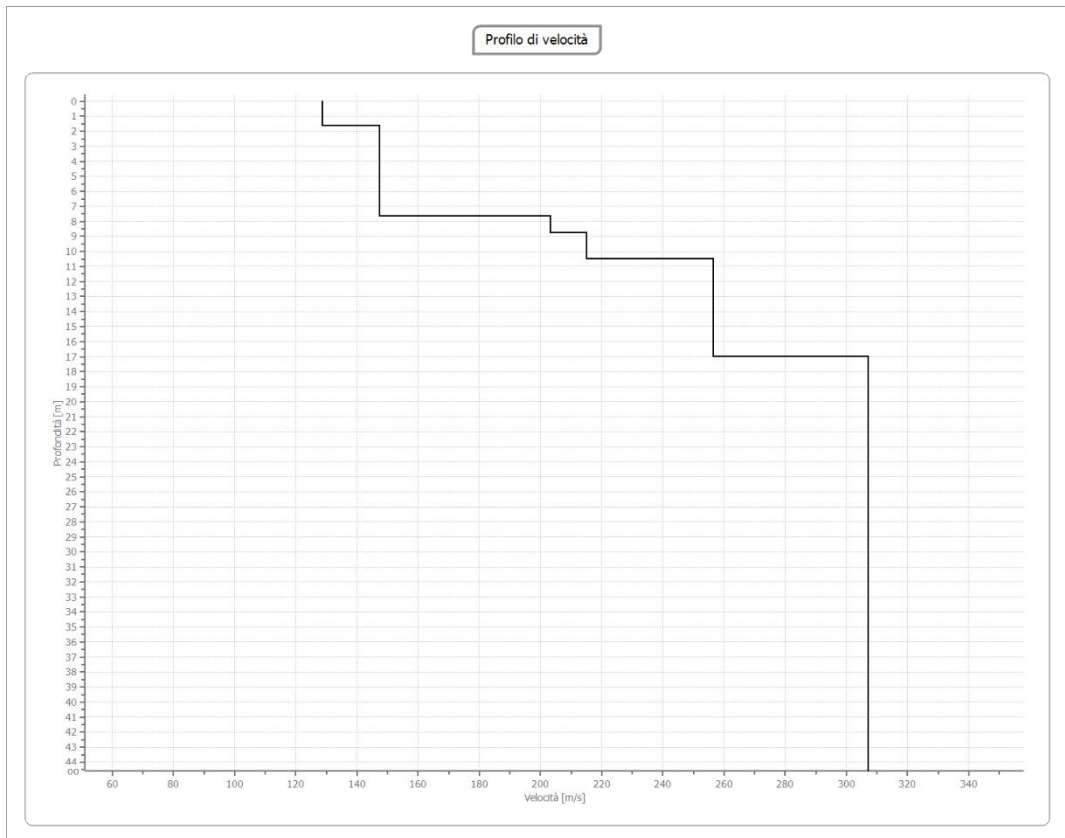
**Frequenza minima di elaborazione [Hz]** | 1  
**Frequenza massima di elaborazione [Hz]** | 60  
**Velocità minima di elaborazione [m/sec]** | 1  
**Velocità massima di elaborazione [m/sec]** | 800  
**Intervallo velocità [m/sec]** | 1



Inversione								
n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1		1.63	1.63	1800.0	0.3	No	240.6	128.6
2		7.63	6.00	1800.0	0.3	No	275.7	147.4
3		8.77	1.14	1800.0	0.3	No	380.2	203.2
4		10.51	1.74	1800.0	0.3	No	402.2	215.0
5		17.02	6.51	1800.0	0.3	No	479.9	256.5
6		oo	oo	1800.0	0.3	No	574.7	307.2

Percentuale di errore 0.011 %

Fattore di disadattamento della soluzione 0.010



### Risultati

Profondità piano di posa [m] | 0  
Vs,eq [m/sec] | 222

Suolo di tipo C: Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina 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.

AZIONE SISMICA			
CATEGORIA DI SOTTOSUOLO	AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA		CATEGORIA TOPOGRAFICA
	Ss	Cc	
C	1,48	1,6	T1
			1,0



## 7 – STABILITA' NEI CONFRONTI DELLA LIQUEFAZIONE

### Andrus e Stokoe (1998)

Il 'metodo di Andrus e Stokoe' è basato sulle misure provenienti da prove sismiche a rifrazione, ( $V_s$ ).  
La velocità delle onde di taglio viene corretta dalla sovrappressione, usando l'equazione (Robertson et alii, 1992):

$$V_{S1} = V_s \left( \frac{P_a}{\sigma'_{vo}} \right)^{0,25}$$

dove

$V_{S1}$  velocità delle onde di taglio corretta dalla sovrappressione;

$V_s$  velocità delle onde di taglio misurate in situ;

$P_a$  pressione atmosferica (circa 100 kPa);

$\sigma'_{vo}$  pressione effettiva iniziale nelle stesse unità di misura della  $P_a$ .

Per il calcolo della resistenza alla liquefazione, Andrus e Stokoe hanno proposto la seguente relazione:

$$CRR = 0,03 \left( \frac{V_{S1}}{100} \right)^2 + 0,9 \left[ \frac{1}{(V_{S1})_{CS} - V_{S1}} - \frac{1}{(V_{S1})_{CS}} \right]$$

dove la presenza di fini FC (%) interviene nel modello di calcolo tramite le seguenti indicazioni:

$(V_{S1})_{CS} = 220$	per $FC \leq 5\%$
$220 < (V_{S1})_{CS} \leq 200$	per $5\% < FC \leq 35\%$
$(V_{S1})_{CS} = 200$	per $FC > 35\%$

Il Rapporto di Tensione Ciclica per eventi sismici di magnitudo 7,5 ( $CSR_{7,5}$ ) si determina dalla seguente espressione:

$$\frac{\tau_{av}}{\sigma'_{vo}} = CSR_{7,5} = 0,65 \frac{a_{max}}{g} \frac{\sigma'_{vo}}{\sigma'_{vo}} r_d$$

dove  $a_{max}$  rappresenta l'accelerazione orizzontale massima attesa in superficie contenente gli effetti amplificativi di sito. Utilizzando le raccomandazioni del NCEER, per magnitudo diverse occorre introdurre il fattore correttivo MSF (Magnitudo Scaling Factor) (vedi Tabella 1)

$$CSR = \frac{CSR_{7,5}}{MSF}$$

Tabella 1- Fattore di scala della magnitudo derivato da diversi ricercatori

Magnitudo	Seed H.B. & Idriss I.M. (1982)	Ambraseys N.N (1988).	NCEER (Seed R. B. et alii) (1997; 2003)
5,5	1,43	2,86	2,21
6,0	1,32	2,20	1,77
6,5	1,19	1,69	1,44
7,0	1,08	1,30	1,19
7,5	1,00	1,00	1,00
8,0	0,94	0,67	0,84
8,5	0,89	0,44	0,73

Per determinare il valore del coefficiente riduttivo  $r_d$  vengono utilizzate le formule raccomandate da un gruppo di esperti del NCEER (National Center for Earthquake Engineering Research):  
per  $z < 9,15$  m

$$r_d = 1,0 - 0,00765 z$$

per  $9,15 \leq z < 23$  m

$$r_d = 1,174 - 0,00267 z$$



Il fattore di sicurezza alla liquefazione **FS** viene determinato dalla relazione:

$$FS = \frac{CRR}{CSR}$$

mentre l'indice e il rischio di liquefazione vengono calcolati con il metodo di **Iwasaki et alii (1978; 1984)**.

**DATI GENERALI**

Data	10/04/2019
Normativa: Norme Tecniche Costruzioni, Circolare 2 febbraio 2009, n.617	
Fattore sicurezza normativa	1.25
<b>FALDA</b>	
Profondità falda idrica	2.5 m
<b>DATI SIMICI</b>	
Accelerazione Bedrock	0.149
Fattore amplificazione	2.456
Tipo Suolo: C-Sabbie, ghiaie mediamente addensate, argille di media consistenza Vs30=180-360	
Morfologia: T1-Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media i<=15°	
Coefficiente amplificazione stratigrafica (SS)	1.480434
Coefficiente amplificazione topografica (ST)	1
Magnitudo momento sismico (Mw)	6.5
Distanza epicentro	30 Km
Peak ground acceleration (PGA)	0.2205847

**PARAMETRI GEOTECNICI**

Strato Nr	Descrizione	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso unità volume (KN/mc)	Peso unità volume saturo (KN/mc)	Numero colpi medio (Nspt)	D50 granuli (mm)	Resistenza qc (KPa)	Resistenza attrito laterale fs (KPa)	Velocità onde di taglio Vs (m/s)
1		0	1.6	18	19	0	0	0	0	128
2		1.6	7.6	18	19	0	0	0	0	147
3		7.6	8.7	18	19	0	0	0	0	203
4		8.7	10.5	18	19	0	0	0	0	215
5		10.5	16	18	19	0	0	0	0	256

Frazione fine (%)	Validità
40	Valido
40	Valido
60	Non valido
60	Non valido
30	Non valido

Correzione per la magnitudo (MSF) 1.44

Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Velocità normalizzata Vs1 (m/s)	Valore critico di Vs1 (Vs1c) (m/s)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza Fs	Suscettibilità di liquefazione	Indice di liquefazione	Rischio
2.70	48.800	46.839	177.691	200.000	0.979	0.131	0.101	1.29	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
2.90	52.600	48.677	175.989	200.000	0.978	0.126	0.105	1.20	Terreno suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
3.10	56.400	50.516	174.365	200.000	0.976	0.122	0.108	1.12	Terreno suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
3.30	60.200	52.355	172.814	200.000	0.975	0.118	0.111	1.06	Terreno suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
3.50	64.000	54.193	171.329	200.000	0.973	0.115	0.114	1.01	Terreno suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
3.70	67.800	56.032	169.906	200.000	0.972	0.112	0.117	0.96	Terreno suscettibile di liquefazione	1.40	Basso
3.90	71.600	57.871	168.540	200.000	0.970	0.109	0.119	0.92	Terreno suscettibile di liquefazione	2.95	Basso
4.10	75.400	59.709	167.227	200.000	0.969	0.107	0.122	0.88	Terreno suscettibile di liquefazione	4.46	Basso
4.30	79.200	61.548	165.964	200.000	0.967	0.105	0.124	0.85	Terreno suscettibile di liquefazione	5.93	Alto
4.50	83.000	63.387	164.747	200.000	0.966	0.102	0.126	0.82	Terreno suscettibile di liquefazione	7.38	Alto

4.70	86.800	65.225	163.574	200.000	0.964	0.100	0.128	0.79	suscettibile di liquefazione	8.80	Alto
4.90	90.600	67.064	162.441	200.000	0.963	0.099	0.129	0.76	Terreno suscettibile di liquefazione	10.19	Alto
5.10	94.400	68.903	161.346	200.000	0.961	0.097	0.131	0.74	Terreno suscettibile di liquefazione	11.56	Alto
5.30	98.200	70.741	160.287	200.000	0.959	0.095	0.132	0.72	Terreno suscettibile di liquefazione	12.90	Alto
5.50	102.000	72.580	159.262	200.000	0.958	0.094	0.134	0.70	Terreno suscettibile di liquefazione	14.23	Alto
5.70	105.800	74.419	158.269	200.000	0.956	0.092	0.135	0.68	Terreno suscettibile di liquefazione	15.53	Molto alto
5.90	109.600	76.257	157.307	200.000	0.955	0.091	0.136	0.67	Terreno suscettibile di liquefazione	16.81	Molto alto
6.10	113.400	78.096	156.372	200.000	0.953	0.089	0.138	0.65	Terreno suscettibile di liquefazione	18.08	Molto alto
6.30	117.200	79.935	155.465	200.000	0.952	0.088	0.139	0.64	Terreno suscettibile di liquefazione	19.32	Molto alto
6.50	121.000	81.773	154.584	200.000	0.950	0.087	0.140	0.62	Terreno suscettibile di liquefazione	20.55	Molto alto
6.70	124.800	83.612	153.727	200.000	0.949	0.086	0.141	0.61	Terreno suscettibile di liquefazione	21.76	Molto alto
6.90	128.600	85.451	152.893	200.000	0.947	0.085	0.142	0.60	Terreno suscettibile di liquefazione	22.95	Molto alto
7.10	132.400	87.289	152.082	200.000	0.946	0.084	0.143	0.59	Terreno suscettibile di liquefazione	24.13	Molto alto
7.30	136.200	89.128	151.291	200.000	0.944	0.083	0.143	0.58	Terreno suscettibile di liquefazione	25.29	Molto alto
7.50	140.000	90.967	150.521	200.000	0.943	0.082	0.144	0.57	Terreno suscettibile di liquefazione	26.43	Molto alto
7.70	143.800	92.805						0	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
7.90	147.600	94.644						0	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
8.10	151.400	96.483						0	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
8.30	155.200	98.321						0	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
8.50	159.000	100.160						0	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
8.70	162.800	101.999						0	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
8.90	166.600	103.837						0	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
9.10	170.400	105.676						0	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
9.30	174.200	107.515						0	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
9.50	178.000	109.353						0	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
9.70	181.800	111.192						0	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
9.90	185.600	113.031						0	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
10.10	189.400	114.870						0	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
10.30	193.200	116.708						0	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
10.50	197.000	118.547						0	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
10.70	200.800	120.386						0	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
10.90	204.600	122.224						0	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
11.10	208.400	124.063						0	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
11.30	212.200	125.902						0	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso

11.50	216.000	127.740	0	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
11.70	219.800	129.579	0	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
11.90	223.600	131.418	0	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
12.10	227.400	133.256	0	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
12.30	231.200	135.095	0	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
12.50	235.000	136.934	0	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
12.70	238.800	138.772	0	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
12.90	242.600	140.611	0	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
13.10	246.400	142.450	0	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
13.30	250.200	144.288	0	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
13.50	254.000	146.127	0	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
13.70	257.800	147.966	0	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
13.90	261.600	149.804	0	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
14.10	265.400	151.643	0	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
14.30	269.200	153.482	0	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
14.50	273.000	155.320	0	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
14.70	276.800	157.159	0	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
14.90	280.600	158.998	0	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
15.10	284.400	160.836	0	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
15.30	288.200	162.675	0	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
15.50	292.000	164.514	0	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
15.70	295.800	166.352	0	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
15.90	299.600	168.191	0	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso

IPL (Iwasaki)=7.88 Zcrit=20 m Rischio=Basso PLS=4.34%



## **8 – ANALISI CARTOGRAFICA**

### **8.1 – CARTA GEOLOGICA**

L'area risulta coperta da cartografia geologica regionale alla scala 1:10.000, è stata utilizzata come base dello studio geologico tale elaborazione.

*L'area in esame è posta in una zona caratterizzata dalla presenza di depositi alluvionali poggiati su depositi pliocenici.*

### **8.2 – CARTA GEOMORFOLOGICA**

E' stato tenuto conto di eventuali e specifici indirizzi tecnici dettati dalla pianificazione di bacino, sono analizzati le forme ed i processi geomorfologici legati alla dinamica di versante ed alla dinamica fluviale valutandone il relativo stato di attività:

- attivo (qualora siano presenti evidenze morfologiche di movimento che, non avendo esaurito la loro evoluzione, possono considerarsi recenti, riattivabili nel breve periodo con frequenza e/o con carattere stagionale);
- quiescente (qualora siano presenti evidenze morfologiche che, non avendo esaurito la loro evoluzione, hanno la possibilità di riattivarsi);
- inattivo (qualora gli elementi morfologici siano riconducibili a condizioni morfoclimatiche diverse dalle attuali o non presentino condizioni di riattivazione o di evoluzione).

Nelle zone di versante sono stati in particolare approfonditi gli aspetti relativi ai fenomeni franosi.

Per ogni frana, nel seguente studio non sono presenti, è stata evidenziata la zona di distacco, la zona di scorrimento (visibile o ipotizzata) e la zona di accumulo (se presente).

Nelle zone di pianura sono in particolare approfonditi gli aspetti legati alle forme di erosione e di accumulo fluviale, lacustre, marino, eolico.

Per quanto riguarda l'ambiente fluviale, sono evidenziati anche gli elementi antropici quali le opere di difesa idraulica, in quanto elementi in interazione diretta con la dinamica d'alveo.

In particolare è stato considerato per i movimenti morfologici: per le frane a cinematica lenta come gli scorrimenti, gli scorrimenti-colata e le colate lente, le aree di possibile

evoluzione possono essere generalmente limitate alle immediate vicinanze delle frane stesse.

Per le frane a cinematica veloce (crolli, cadute massi, ribaltamenti, scivolamenti in roccia) le aree di possibile evoluzione possono comprendere le pareti rocciose o i tratti di versanti molto acclivi e le sottostanti aree di accumulo di detrito (coni detritici).

Per le frane a cinematica rapida (colate di detrito o di terra) le aree di possibile evoluzione possono coincidere con gli impluvi di ordine inferiore.

*L'area in esame non risulta essere caratterizzata da particolari problematiche geomorfologiche, le seguenti considerazioni risultano valide per tutte le ipotesi progettuali.*

### **8.3 – CARTA LITOTECNICA**

Per i terreni di copertura sono acquisite le informazioni relative allo spessore ed al grado di cementazione e/o di consistenza/addensamento, nonché le informazioni relative alle caratteristiche geotecniche per i casi più scadenti quali: le torbe, i terreni con consistenti disomogeneità verticali e laterali, i terreni granulari non addensati, i terreni argillosi soggetti a fenomeno di ritiro e rigonfiamento, i riporti e i riempimenti.

*L'area in esame risulta essere caratterizzata da depositi formati da argille limose - sabbie limose, la natura litotecnica prevalente è granulare/coesiva.*

### **8.4 – CARTA IDROGEOLOGICA**

Con particolare riferimento alle aree potenzialmente interessate da previsioni insediative e infrastrutturali, la ricostruzione dell'assetto idrogeologico (assetto strutturale e stratigrafico) è finalizzata all'individuazione dei corpi idrici sotterranei, alla definizione della loro configurazione, degli schemi della circolazione idrica sotterranea, delle eventuali interconnessioni tra acquiferi limitrofi e acque superficiali. A tal fine, possono essere utilizzati gli elementi presenti nel PIT, negli altri atti di pianificazione regionale, nonché i dati e gli elementi elaborati dalle Autorità di bacino competenti per territorio o dalle amministrazioni provinciali nell'ambito delle specifiche competenze. La ricostruzione è effettuata in maniera commisurata al grado di approfondimento ritenuto necessario ed alle caratteristiche idrogeologiche della parte di territorio studiata. Sono inoltre indicati gli eventuali disequilibri in atto anche conseguenti ad azioni antropiche sulla risorsa (subsidenza, modifiche

morfologiche quali scavi o sbancamenti), nonché le potenziali situazioni di criticità (acquiferi di subalveo, zone di ricarica degli acquiferi).

*L'area in esame risulta essere caratterizzata da litotipi con media permeabilità primaria costituiti da limi – sabbie limose, le seguenti considerazioni risultano valide per tutte le ipotesi progettuali.*

### **8.5 – CARTA PERICOLOSITÀ IDRAULICA**

*La caratterizzazione delle aree a pericolosità da alluvioni è effettuata secondo la seguente classificazione:*

- Aree a pericolosità per alluvioni frequenti (P3), come definite dall'articolo 2, comma 1, lettera d) della l.r.41/2018; (lo scenario di cui all'articolo 6, comma 2, lettera c), del d.lgs. 49/2010, individuato negli atti di pianificazione di bacino e definito dai medesimi atti con riferimento al tempo di ritorno non inferiore a trenta anni)*
- Aree a pericolosità per alluvioni poco frequenti (P2), come definite dall'articolo 2, comma 1, lettera e) della l.r.41/2018; (lo scenario di cui all'articolo 6, comma 2, lettera b). del d.lgs. 49/2010, individuato negli atti di pianificazione di bacino e definito dai medesimi atti con riferimento al tempo di ritorno non inferiore a duecento anni)*
- Aree a pericolosità da alluvioni rare o di estrema intensità (P1), come classificate negli atti di pianificazione di bacino in attuazione del d.lgs.49/2010.*

*In base alla cartografia del vigente Regolamento Urbanistico, ritenuta essere la modellazione maggiormente recente ed attendibile, la zona rientra in pericolosità idraulica 1 P.I.1.*

## 8.6 – CARTA PERICOLOSITÀ GEOLOGICA

La caratterizzazione delle aree a pericolosità geologica comprende, oltre agli elementi geologici in senso stretto, anche gli elementi geomorfologici e quelli relativi alla dinamica costiera, secondo la classificazione, di seguito indicata.

- Pericolosità geologica molto elevata (G.4): aree in cui sono presenti fenomeni franosi attivi e relative aree di evoluzione, ed aree in cui sono presenti intensi fenomeni geomorfologici attivi di tipo erosivo
- Pericolosità geologica elevata (G.3): aree in cui sono presenti fenomeni franosi quiescenti e relative aree di evoluzione; aree con potenziale instabilità connessa a giacitura, ad acclività, a litologia, alla presenza di acque superficiali e sotterranee e relativi processi di morfodinamica fluviale, nonché a processi di degrado di carattere antropico; aree interessate da fenomeni di soliflusso, fenomeni erosivi; aree caratterizzate da terreni con scadenti caratteristiche geomeccaniche; corpi detritici su versanti con pendenze superiori a 15 gradi.
- Pericolosità geologica media (G.2): aree in cui sono presenti fenomeni geomorfologici inattivi; aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciturali dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto; corpi detritici su versanti con pendenze inferiori a 15 gradi.
- Pericolosità geologica bassa (G.1): aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, giaciturali non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di processi morfoevolutivi.

*L'area in esame, tenendo presente il rilevamento eseguito, non risulta essere direttamente affetta da problematiche di carattere geologico, la relativa pericolosità risulta essere G2. Si conferma la pericolosità del Piano Strutturale. I valori di pericolosità risultano essere uguali per tutte le ipotesi progettuali.*

### **8.7 – CARTA DELLE PROBLEMATICHE IDROGEOLOGICHE**

Sono evidenziate le aree che presentano situazioni sulle quali porre attenzione al fine di non generare squilibri idrogeologici.

Particolare attenzione è posta anche alla individuazione delle aree in cui la risorsa idrica è esposta o presenta un basso grado di protezione (falda libera in materiali permeabili e prossima al piano campagna; aree di affioramento di terreni litoidi molto fratturati; aree interessate da acquiferi in materiali carbonatici a carsismo sviluppato).

*In considerazione dell'intervento previsto non si prevedono alterazioni della falda sotterranea.*

### **8.8 – CARTA EFFETTI SISMICI**

Gli elementi prioritari da evidenziare per la valutazione degli effetti locali e di sito in relazione all'obiettivo della riduzione del rischio sismico, sono quelli utili alle successive fasi di caratterizzazione sismica dei terreni e di parametrizzazione dinamica riferite alla realizzazione o verifica dell'edificio. A tal fine, oltre all'acquisizione di ogni informazione esistente finalizzata alla conoscenza del territorio sotto il profilo geologico e geomorfologico, risulta indispensabile acquisire tutti gli elementi per una ricostruzione e successiva rappresentazione del modello geologico-tecnico di sottosuolo, sia in termini di geometrie sepolte e di spessori delle litologie presenti, sia in termini di parametrizzazione dinamica del terreno principalmente in relazione alla misura diretta delle  $V_{sh}$  (velocità di propagazione delle onde di taglio polarizzate orizzontalmente), secondo le modalità e i criteri meglio specificati nelle Istruzioni tecniche regionali del Programma VEL. I comuni interessati dal Programma VEL (comuni a maggior rischio sismico tra quelli classificati in zona 2), fanno riferimento alle conoscenze acquisite nell'ambito di tale progetto.

*L'area in esame è formata da depositi alluvionali. Tali depositi in considerazione della granulometria eterogenea e dalle caratteristiche geotecniche non sono soggetti a fenomeni di liquefazione. L'area risulta soggetta a fenomeni di cedimento differenziale.*

### **8.9 – CARTA GEOLOGICA-TECNICA PER LA MICROZONAZIONE SISMICA**

Si precisa che tale cartografia deriva essenzialmente da una revisione a scala di dettaglio delle cartografie geologiche e geomorfologiche esistenti unitamente a tutti i dati litologici, stratigrafici e litotecnici acquisiti. Nell'ambito di tale revisione particolare attenzione è stata posta nella mappatura dei depositi di copertura (con particolare riferimento a quelli con spessore maggiore di 3m), nella ricostruzione dettagliata di tutte le forme geomorfologiche, dei fenomeni gravitativi di versante e/o delle aree instabili e nell'individuazione del substrato roccioso mediante l'identificazione degli affioramenti significativi.

*L'area di progetto è formata da litologie limo argillose. Tali depositi sono formati da sabbie limose alternate ad argille sabbiose, prive di dissesti geomorfologici.*

### **8.10 – CARTA DELLE FREQUENZE FONDAMENTALI DEI DEPOSITI**

Tale elaborato, in scala 1:10.000, è stato realizzato a partire dalle misure speditive di rumore ambientale mediante tecnica a stazione singola (HVSR sulle vibrazioni ambientali o se disponibili da registrazioni di terremoti). Per ogni prova è stato riportato nei capitoli precedenti lo spettro, il valore  $f_0$  del picco fondamentale e di eventuali picchi secondari. Per le modalità di realizzazione delle prove e la definizione delle classi di affidabilità dello studio per il controllo sulla qualità dei dati acquisiti si fa riferimento allo studio redatto da: "Albarello et alii – Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola". Sulla scorta delle misure di frequenza effettuate, è stata realizzata la cartografia della distribuzione delle frequenze naturali dei terreni. Nella cartografia, è stata riportata l'ubicazione di tutti i punti con i valori della frequenza fondamentale ( $f_0$ ), è stato suddiviso il territorio in base a classi di frequenza allo scopo di distinguere qualitativamente aree caratterizzate da assenza di fenomeni di risonanza significativi (per esempio con nessun massimo relativo significativo di  $f_0$  nell'intervallo 0,1-10Hz) da aree caratterizzate dalla presenza di fenomeni di risonanza, distinguendo almeno tra spessori attesi compresi tra 30 e 10m (indicativamente  $2\text{Hz} < f_0 < 8\text{Hz}$ ) e spessori minori di 10m (indicativamente con  $f_0 > 8$ ). Inoltre, sulla base della stima dell'ampiezza del picco fondamentale, è stato distinto, in via del tutto qualitativa, le zone caratterizzate da alti contrasti di impedenza ad aree caratterizzate da un minore contrasto.



*L'indagine HVSR non ha evidenziato particolari picchi nei primi 30m, il picco massimo è stato rilevato alla frequenza di 0,5Hz con valore di H/V pari 3,3.*

### **8.11 – CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (MOPS)**

La carta indicherà le aree suscettibili di eventuali problematiche a seguito di un evento sismico in modo tale da poter evidenziare le situazioni di criticità sulle quali porre attenzione al fine di effettuare una corretta pianificazione da disciplinare in maniera specifica nel regolamento urbanistico in funzione della destinazione d'uso prevista.

*L'area è posta in una zona caratterizzata dalla presenza di depositi alluvionali formati da sabbie limose e argille limose con spessore maggiore di 40m.*

### **8.12 – CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE**

La sintesi di tutte le informazioni derivanti dagli studi di MS di livello 1, 2 o 3 ove presente, secondo quanto previsto dal par. B.6, consente la valutazione delle condizioni di pericolosità sismica locale delle aree studiate all'interno del territorio urbanizzato secondo la seguente classificazione:

#### **Pericolosità sismica locale molto elevata (S.4):**

- aree interessate da deformazioni legate alla presenza di faglie attive e capaci, in grado di creare deformazione in superficie;
- terreni suscettibili di liquefazione dinamica accertati mediante indagini geognostiche oppure notizie storiche o studi preesistenti;
- aree interessate da instabilità di versante attive e relativa area di evoluzione, tali da subire un'accentuazione del movimento in occasione di eventi sismici;

#### **Pericolosità sismica locale elevata (S.3):**

- aree con terreni di fondazione particolarmente scadenti che possono dar luogo a cedimenti rilevanti;
- aree potenzialmente suscettibili di liquefazione dinamica, caratterizzate da terreni per i quali, sulla base delle informazioni disponibili, non è possibile escludere a priori il rischio di liquefazione;
- zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse;

- zone stabili suscettibili di amplificazioni locali, connesse con un alto contrasto di impedenza sismica atteso entro alcune decine di metri dal piano di campagna;
- zone stabili suscettibili di amplificazioni locali con fattore di amplificazione ( $F_x$ )  $> 1.4$ ;
- aree interessate da instabilità di versante quiescente, relative aree di evoluzione, nonché aree potenzialmente franose, di seguito, denominate "APF", e, come tali, suscettibili di riattivazione del movimento in occasione di eventi sismici;

#### **Pericolosità sismica locale media (S.2):**

- zone stabili suscettibili di amplificazioni locali connessi con contrasti di impedenza sismica attesa oltre alcune decine di metri dal piano campagna e con frequenza fondamentale del terreno indicativamente inferiore a 1hz;
- zone stabili suscettibili di amplificazioni locali con fattore di amplificazione ( $F_x$ )  $< 1.4$ ;
- zone stabili suscettibili di amplificazione topografica (pendii con inclinazione superiore a 15 gradi);
- zone stabili suscettibili di amplificazioni locali, non rientranti tra quelli previsti nelle classi di pericolosità sismica S.3;

#### **Pericolosità sismica locale bassa (S.1):**

- zone stabili caratterizzate dalla presenza di litotipi assimilabili al substrato rigido in affioramento con morfologia pianeggiante o poco inclinata (pendii con inclinazione inferiore a 15 gradi), dove non si ritengono probabili fenomeni di amplificazione o instabilità indotta dalla sollecitazione sismica.

Si specifica che, per "alto contrasto di impedenza sismica", sono da intendersi situazioni caratterizzate da rapporti tra le velocità di propagazione delle onde di taglio ( $V_s$ ) del substrato sismico di riferimento e delle coperture sismiche sovrastanti - oppure all'interno delle coperture stesse - almeno pari a 2, come stimato dalle indagini sismiche. In alternativa, la medesima situazione è individuabile mediante il valore relativo all'ampiezza del picco di frequenza fondamentale delle misure passive di rumore ambientale a stazione singola, che deve essere almeno pari a 3.

*In considerazione della carta delle MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA e alle indagini sismiche eseguite è possibile affermare che la pericolosità sismica locale è pari a 2 (P.S.2), tale classe deriva dal fatto di non aver rilevato con le indagini sismiche alti contrasti di impedenza ( $H/V$  superiore a 3) nei primi 30 m dal p.c..*

### 8.13 – CRITERI GENERALI DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA

Le condizioni di attuazione delle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali sono differenziate secondo le seguenti categorie di fattibilità:

Nelle aree caratterizzate da **pericolosità geologica molto elevata** (G4) è necessario rispettare i criteri generali di seguito indicati, oltre a quelli già previsti dalla pianificazione di bacino.

a) nelle aree soggette a fenomeni franosi attivi e relative aree di evoluzione la fattibilità degli interventi di nuova costruzione ai sensi della l.r. 41/2018 o nuove infrastrutture a sviluppo lineare e a rete è subordinata alla preventiva esecuzione di interventi di messa in sicurezza e relativi sistemi di monitoraggio sull'efficacia degli stessi. Gli interventi di messa in sicurezza, che sono individuati e dimensionati in sede di piano operativo sulla base di studi, rilievi e indagini geognostiche e geofisiche e opportuni sistemi di monitoraggio propedeutici alla progettazione, sono tali da:

- a.1) non pregiudicare le condizioni di stabilità nelle aree adiacenti;
- a.2) non limitare la possibilità di realizzare interventi definitivi di stabilizzazione dei fenomeni franosi;
- a.3) consentire la manutenzione delle opere di messa in sicurezza.

La durata del monitoraggio relativo agli interventi di messa in sicurezza è definita in relazione alla tipologia del dissesto ed è concordata tra il comune e la struttura regionale competente.

a bis) nelle aree soggette a intensi fenomeni geomorfologici attivi di tipo erosivo, la fattibilità degli interventi di nuova costruzione ai sensi della l.r. 41/2018 o nuove infrastrutture a sviluppo lineare e a rete è subordinata alla preventiva esecuzione di interventi di messa in sicurezza. Gli interventi di messa in sicurezza, sono individuati e dimensionati in sede di piano operativo sulla base di studi, rilievi e indagini geognostiche e geofisiche e sono tali da:

- a bis.1) non pregiudicare le condizioni di stabilità nelle aree adiacenti;
- a bis.2) non limitare la possibilità di realizzare interventi definitivi di stabilizzazione dei fenomeni in atto;
- a bis.3) consentire la manutenzione delle opere di messa in sicurezza.

b) la fattibilità degli interventi sul patrimonio edilizio esistente che comportano la demolizione e ricostruzione, o aumenti di superficie coperta o di volume, e degli interventi

di ampliamento e adeguamento di infrastrutture a sviluppo lineare e a rete è subordinata alla valutazione che non vi sia un peggioramento delle condizioni di instabilità del versante e un aggravio delle condizioni di rischio per la pubblica incolumità.

Nelle aree caratterizzate da **pericolosità geologica elevata** (G3) è necessario rispettare i criteri generali di seguito indicati, oltre a quelli già previsti dalla pianificazione di bacino.

La fattibilità degli interventi di nuova edificazione o nuove infrastrutture a sviluppo lineare e a rete è subordinata all'esito di studi, rilievi e indagini geognostiche e geofisiche, effettuate in fase di piano attuativo e finalizzate alla verifica delle effettive condizioni di stabilità. Qualora dagli studi, dai rilievi e dalle indagini ne emerga l'esigenza, la fattibilità degli interventi di nuova edificazione o nuove infrastrutture a sviluppo lineare e a rete è subordinata alla preventiva realizzazione degli interventi di messa in sicurezza.

Gli interventi di messa in sicurezza, che sono individuati e dimensionati in sede di piano attuativo oppure, qualora non previsto, a livello edilizio diretto, sono tali da:

- a.1) non pregiudicare le condizioni di stabilità nelle aree adiacenti;
- a.2) non limitare la possibilità di realizzare interventi definitivi di stabilizzazione dei fenomeni franosi;
- a.3) consentire la manutenzione delle opere di messa in sicurezza.

La durata del monitoraggio relativo agli interventi di messa in sicurezza è definita in relazione alla tipologia del dissesto ed è concordata tra il comune e la struttura regionale competente.

Il raggiungimento delle condizioni di sicurezza costituisce il presupposto per il rilascio di titoli abilitativi.

La fattibilità degli interventi sul patrimonio edilizio esistente che comportano la demolizione e ricostruzione, o aumenti di superficie coperta o di volume, e degli interventi di ampliamento e adeguamento di infrastrutture a sviluppo lineare e a rete è subordinata alla valutazione che non vi sia un peggioramento delle condizioni di instabilità del versante e un aggravio delle condizioni di rischio per la pubblica incolumità.

Nelle aree caratterizzate da **pericolosità geologica media** (G2), le condizioni di attuazione sono indicate in funzione delle specifiche indagini da eseguirsi a livello edificatorio, al fine di non modificare negativamente le condizioni ed i processi geomorfologici presenti nell'area.

Nelle aree caratterizzate da **pericolosità geologica bassa** (G1), non è necessario dettare condizioni di attuazione dovute a limitazioni di carattere geomorfologico.

#### **8.14 – CRITERI GENERALI DI FATTIBILITÀ SISMICA**

Nelle aree caratterizzate da **pericolosità sismica media** (S2) non è necessario indicare condizioni di attuazione per la fase attuativa o progettuale degli interventi.

Limitatamente a quelle connesse con contrasti di impedenza sismica attesa oltre alcune decine di metri dal piano campagna e con frequenza fondamentale del terreno indicativamente inferiore ad 1herz, la fattibilità degli interventi di nuova edificazione tiene conto dell'analisi combinata della frequenza fondamentale del terreno e del periodo proprio delle tipologie edilizie, al fine di verificare l'eventuale insorgenza di fenomeni di doppia risonanza terreno-struttura nella fase della progettazione edilizia.

Nelle aree caratterizzate da **pericolosità sismica locale bassa** (S1), non è necessario indicare condizioni di fattibilità specifiche per la fase attuativa o per la valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.

#### **8.15 – CRITERI GENERALI DI FATTIBILITÀ IDRAULICA**

Nelle aree caratterizzate da pericolosità per alluvioni frequenti e poco frequenti la fattibilità degli interventi è perseguita secondo quanto disposto dalla l.r. 41/2018, oltre a quanto già previsto dalla pianificazione di bacino.

La fattibilità degli interventi è subordinata alla gestione del rischio di alluvioni rispetto allo scenario per alluvioni poco frequenti, con opere idrauliche, opere di sopraelevazione, interventi di difesa locale, ai sensi dell'articolo 8, comma 1 della l.r.41/2018.

Nei casi in cui, la fattibilità degli interventi non sia condizionata dalla l.r.41/2018 alla realizzazione delle opere di cui all'articolo 8, comma 1, ma comunque preveda che non sia superato il rischio medio R2 e che siano previste le misure preventive atte a regolarne l'utilizzo in caso di eventi alluvionali, la gestione del rischio alluvioni può essere perseguita attraverso misure da individuarsi secondo criteri di appropriatezza, coniugando benefici di natura economica, sociale ed ambientale, unitamente ai costi ed ai benefici.

In particolare, sono da valutare le possibili alternative nella gestione del rischio alluvioni dalle misure maggiormente cautelative che garantiscono assenza degli allagamenti fino alle misure che prevedono eventuali allagamenti derivanti da alluvioni poco frequenti.

Nel caso di interventi in aree soggette ad allagamenti, la fattibilità è subordinata a garantire, durante l'evento alluvionale l'incolumità delle persone, attraverso misure quali opere di sopraelevazione, interventi di difesa locale e procedure atte a regolare l'utilizzo dell'elemento esposto in fase di evento. Durante l'evento sono accettabili eventuali danni minori agli edifici e alle infrastrutture tali da essere rapidamente ripristinabili in modo da garantire l'agibilità e la funzionalità in tempi brevi post evento.

Nelle aree di fondovalle poste in situazione morfologica sfavorevole, come individuate al paragrafo B4, la fattibilità degli interventi è condizionata alla realizzazione di studi idraulici finalizzati all'aggiornamento e riesame delle mappe di pericolosità di alluvione di cui alla l.r. 41/2018.

In considerazione dei livelli di pericolosità accertati si definiscono le seguenti fattibilità suddivise per problematiche:

INTERVENTO	FATTIBILITÀ		
	GEOLOGICA	SISMICA	IDRAULICA
<b>EDIFICI</b>	II	II	I
<b>AREA A VERDE</b>	I	I	I
<b>PARCHEGGI - VIABILITÀ</b>	II	II	I

In considerazione del livello di fattibilità accertata, con il quale vengono confermate le pericolosità del Piano Strutturale, per il progetto esecutivo si prescrive l'esecuzione di idonee indagini geognostiche ottemperanti alla relativa classe d'indagine prevista nella normativa 36/R/2009 e la redazione di una relazione geologica e geotecnica.



## 9 – CONCLUSIONI

CONCLUSIONI RELAZIONE GEOLOGICA	
<b>MODELLO GEOLOGICO</b>	Depositi Alluvionali
<b>DISSESTI GEOMORFOLOGICI</b>	Non sono presenti gravi lineamenti di dissesto geomorfologico attivo e/o quiescente
<b>MODELLO GEOLOGICO-STRUTTURALE</b>	Non sono presenti lineamenti tettonici e/o strutture sepolte legate a tettonica attiva
<b>FALDA</b>	Falda permanente a profondità di circa 2,5m
<b>Sulle base delle informazioni raccolte si può asserire che non esistono controindicazioni alla realizzazione dell'intervento.</b>	

RELAZIONE DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA - CONCLUSIONI			
INTERVENTO	FATTIBILITÀ		
	GEOMORFOLOGICA	SISMICA	IDRAULICA
<b>EDIFICI</b>	II	II	I
<b>AREA A VERDE</b>	I	I	I
<b>PARCHEGGI - VIABILITÀ</b>	II	II	I
<p>In considerazione del livello di fattibilità accertata, con il quale vengono confermate le pericolosità del Piano Strutturale, per il progetto esecutivo si prescrive l'esecuzione di idonee indagini geognostiche ottemperanti alla relativa classe d'indagine prevista nella normativa 36/R/2009 e la redazione di una relazione geologica e geotecnica.</p>			

# ALLEGATI