

# COMUNE DI SENIGALLIA



PROVINCIA DI ANCONA

PIANO ATTUATIVO INSEDIAMENTO TURISTICO

RICETTIVO AREA BT10 (U) "FINIS AFRICAE"

(Art. 16/h NTA)

## **RELAZIONE COMPATIBILITA' GEOMORFOLOGICA**

GENNAIO 2018

TECNICO ASSEVERANTE

DOTT. ARCH. ROBERTO CURZI

GRUPPO DI LAVORO

GEOM. ANDREA BACCHIOCCHI

DOTT.SSA GIGLIOLA ALESSANDRONI

DOTT. ING. GIACOMO LANDI

## INDICE

<u>1. INTRODUZIONE .....</u>	<u>2</u>
<u>2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE .....</u>	<u>5</u>
<u>2.1 ANALISI RISPETTO AL PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI).....</u>	<u>7</u>
<u>3. METODOLOGIA D'INDAGINE .....</u>	<u>9</u>
<u>4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO .....</u>	<u>10</u>
<u>5. ANALISI LITOSTRATIGRAFICA E IDROGEOLOGICA .....</u>	<u>13</u>
<u>6. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA.....</u>	<u>16</u>
<u>6.1 PARAMETRI FISICO – MECCANICI .....</u>	<u>16</u>
<u>7. CARATTERIZZAZIONE - MODELLAZIONE SISMICA .....</u>	<u>18</u>
<u>7.1 INQUADRAMENTO DELLA SISMOLOGIA STORICA - RECENTE .....</u>	<u>18</u>
<u>7.2 RISPOSTA SISMICA LOCALE .....</u>	<u>26</u>
<u>8. VERIFICHE DI STABILITA' ALLA LIQUEFAZIONE.....</u>	<u>28</u>
<u>9. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE.....</u>	<u>29</u>

## ALLEGATI AL TESTO

TAV.1 Planimetria, scala 1:1.500

TAV.2 Sezione geologica, scala 1:250

TAV.3 Logs litostratigrafici, scala 1:100

## 1. INTRODUZIONE

A seguito d'incarico conferito dal Committente, la presente relazione riferisce sui risultati dello studio geomorfologico a corredo del piano attuativo dell'insediamento turistico-ricettivo "Finis Africae", situato lungo la S.P. Sant'Angelo, 155, Comune di Senigallia, così come prescritto dalle attuali normative di settore (art.89 DPR 380/01).



Figura 1 – Inquadramento area "Finis Africae" (Google Earth, 8/28/2017)

L'area in oggetto dal punto di vista fisiografico s'inquadra nella parte bassa del versante collinare che si raccorda con la fascia valliva del fosso Sant'Angelo.

L'uso attuale dell'area è di tipo turistico-ricettivo, integrata da piscina, campo da tennis e sala polifunzionale.

Il piano attuativo prevede ampliamenti e modifiche alla struttura principale e alla sala polifunzionale esistente, una nuova sala polifunzionale, aree ludico-sportive all'aperto e un nuovo complesso turistico ricettivo, accompagnato da una revisione del sistema dei parcheggi e della viabilità.

Contemporaneamente si prevede il recupero e la valorizzazione paesaggistico-ambientale della fascia di rispetto del fosso Sant'Angelo, in accordo con quanto prescritto all'art.16/h delle NTA del PRG del Comune di Senigallia.

I vari interventi che compongono il piano saranno realizzati per stralci funzionali, secondo priorità aziendale e il piano economico finanziario collegato.

Lo studio è finalizzato alla raccolta degli elementi necessari alla modellazione geologica e sismica oltre a una preliminare caratterizzazione geotecnica dei terreni che costituiscono l'immediato sottosuolo del sito in esame, al fine di accertare l'idoneità dell'area all'attuazione del piano di lottizzazione di progetto.

Lo studio è completato dalle verifiche con la cartografia e le norme di attuazione del PAI (Piano di assetto idrogeologico – Del. CR n.116 del 21/01/2004), che forniscono indicazioni in merito alla pericolosità idraulica e

geomorfologica, relativamente all'eventuale interferenza con aree a rischio idrogeologico.

La tavola di riferimento per la verifica di rischio è aggiornata agli elaborati allegati al Decreto del Segretario dell'Autorità di Bacino Regionale n.49 del 27 luglio 2016 (*LR 25 maggio 1999, n. 13, Delibera del Consiglio regionale n. 116 del 21 gennaio 2004 - Approvazione in linea tecnica degli elaborati relativi al “Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) dei bacini di rilievo regionale – Aggiornamento 2016”*), approvato in prima adozione con DCI n.68 dell'8/08/2016 e DGR n.982 del 08/08/2016 (*Misure di salvaguardia*).

## 2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'area dell'insediamento turistico ricettivo è individuabile nella Carta Tecnica Regionale (ripresa aerea 2000), alla sezione a scala 1:10.000, 281110 Vallone, del Foglio 281 Senigallia e contraddistinta al vigente catasto al Foglio 48 del Comune di Senigallia, particella n.81 parte.

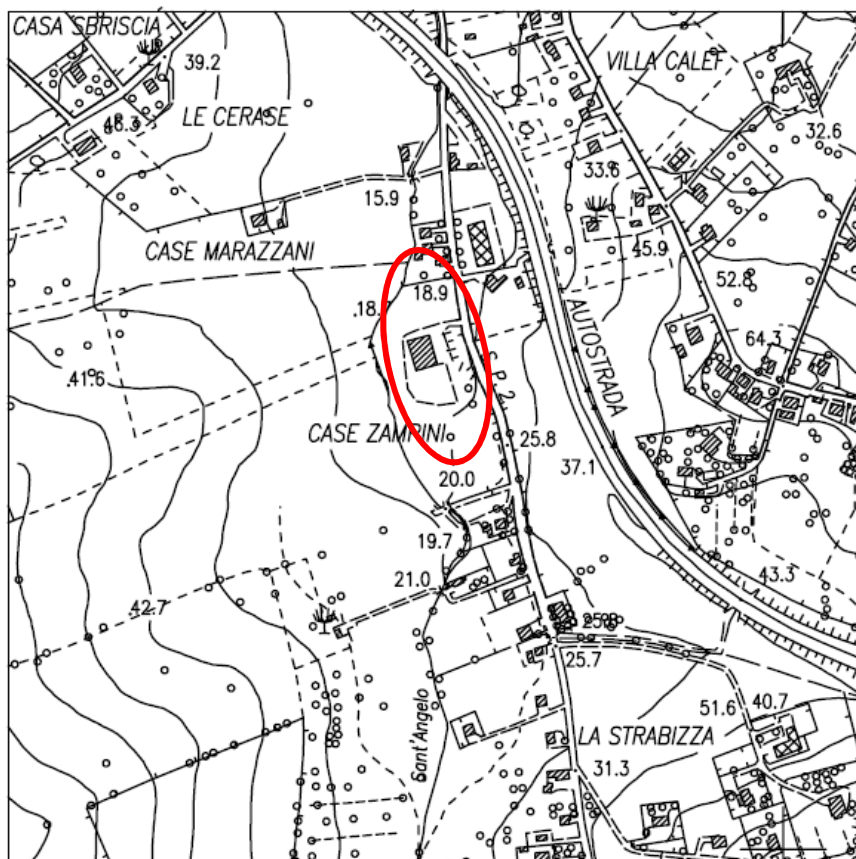


Figura 2 – Stralcio da Sezione CTR 281110 Vallone

Sotto il profilo urbanistico, la proprietà è composta di due diversi azzonamenti per un'estensione complessiva di 25.718 m<sup>2</sup>: l'area interessata dal presente piano attuativo (14.572 m<sup>2</sup>), che comprende la maggior parte delle strutture è individuata negli elaborati grafici del PRG comunale come zona BT10(U), normata dall'art.16/h delle NTA, mentre la restante parte esterna alla BT10 è classificata come zona "E" agricola.

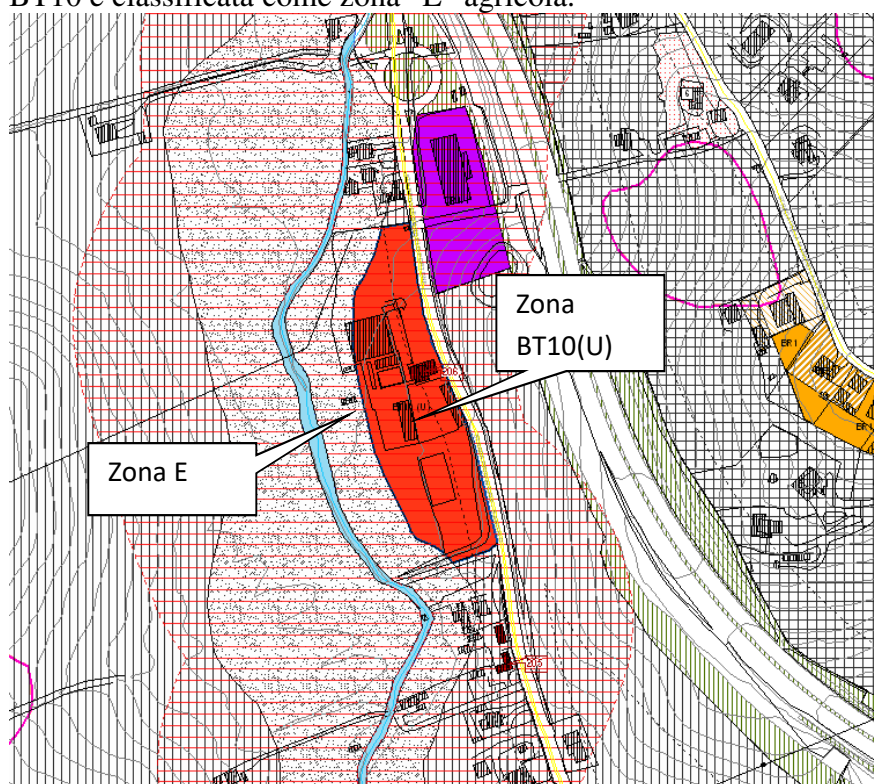


Figura 3 – Stralcio da PRG Comune di Senigallia (approvazione C.C. n.97/2016)

I vincoli individuati dalla cartografia del PRG sono di tre diverse tipologie: vincolo stradale: fascia di rispetto stradale (art. 13 NTA), vincolo paesaggistico sull'intera area dovuto all'ex Legge 431/85 e vincolo

paesaggistico relativo all'ambito di tutela integrale di 35 metri del fosso di Sant'Angelo (art 33 NTA), derivato dal PPAR delle Marche.

## 2.1 ANALISI RISPETTO AL PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI)

La verifica della compatibilità dell'area rispetto al PAI è stata effettuata sulla base della Carta del Rischio Idrogeologico che, come noto, illustra gli elementi di pericolosità geologica per aree di versante in dissesto e a rischio di esondazione, codificati da un grado di pericolosità e di rischio, secondo livelli crescenti.

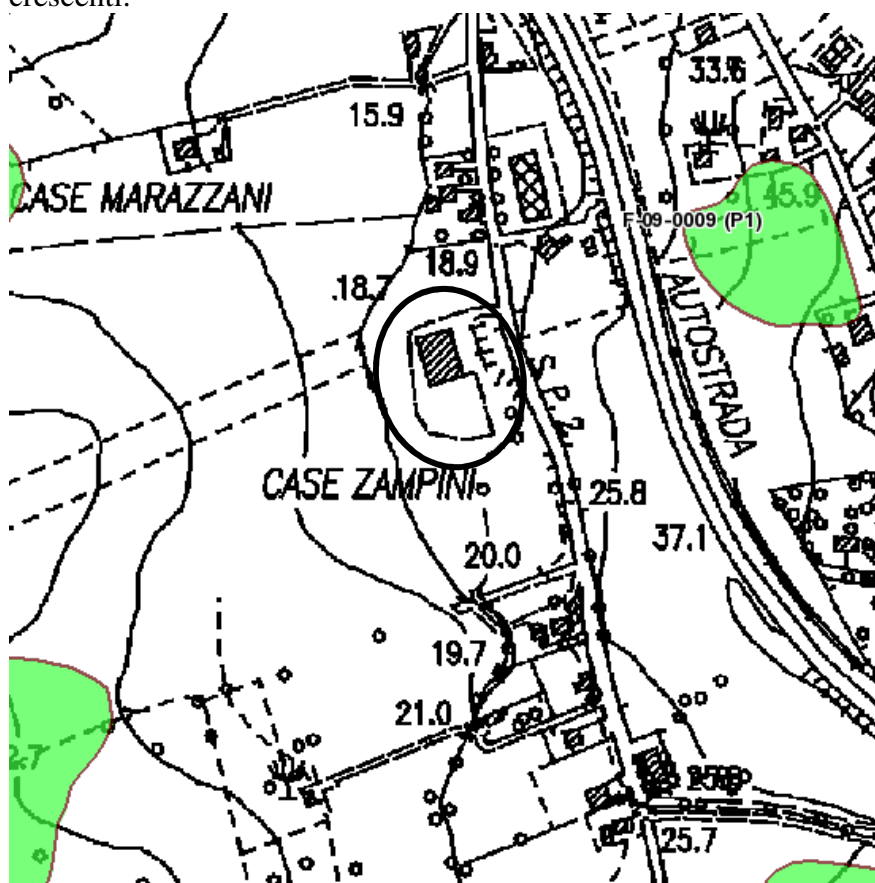




Figura 4 – Stralcio da TAV RI 21d aggiornata al PAI 2016 (sito AdB)

L'area in studio non ricade in alcun ambito a rischio idrogeologico, come mostra la tavola RI 21d aggiornata al decreto del Segretario Generale dell'Autorità di Bacino Regionale n.49/2016, così come ne era esclusa nella cartografia pre-aggiornamento PAI 2016, riportato nella Figura 5 seguente.

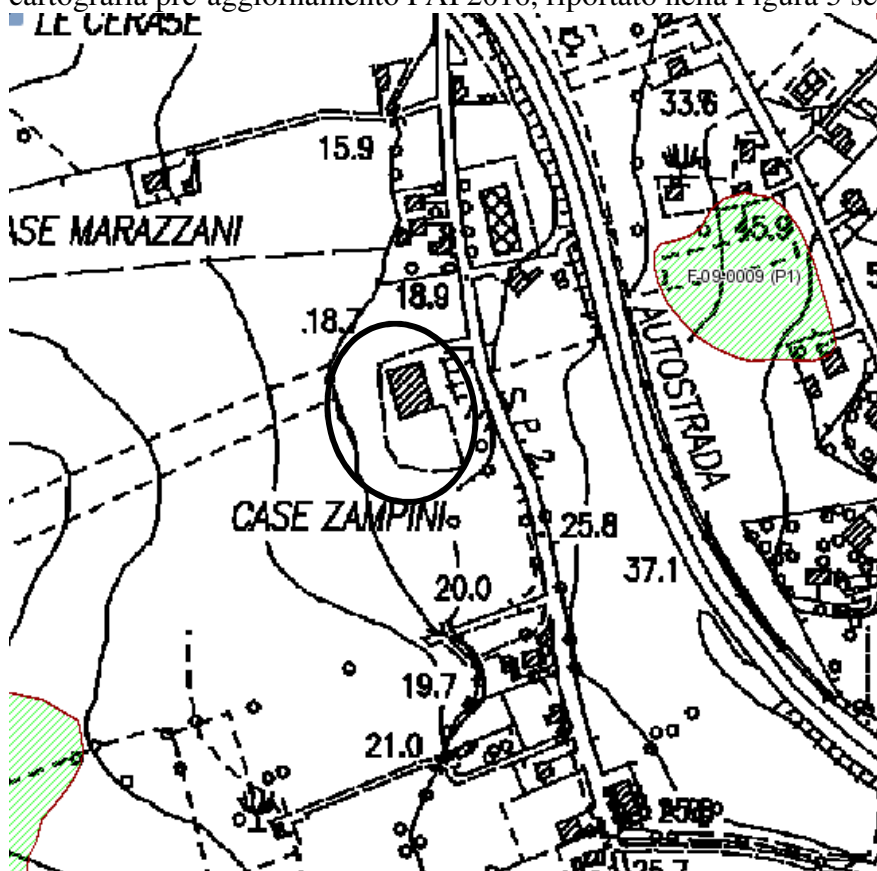


Figura 5 – Stralcio da TAV RI 21d pre-aggiornamento PAI 2016 (sito AdB)

Il rilevamento geomorfologico non ha peraltro evidenziato forme legate a movimenti gravitativi che coinvolgono la zona d'intervento, né sono state

cartografate forme gravitative nella carta geomorfologica del progetto CARG, sezione 281110 e IFFI.

### 3. METODOLOGIA D'INDAGINE

Lo studio si è articolato mediante l'analisi degli aspetti geologici, geomorfologici, idrogeologici e di pericolosità geologica, individuati negli elaborati grafici prodotti nella “*Variante al P.R.G. in adeguamento al P.P.A.R., G.E.A. 1989*”, approvata con atto C.P. n.123 del 29 luglio 1997.

Rispetto all'impostazione geologica, geomorfologica e idrogeologica di piano, sono stati valutati eventuali elementi di evoluzione nel quadro generale, con particolare riferimento alla verifica della compatibilità con il Piano di Assetto idrogeologico, con la cartografia CARG (*Carta Geologica Regionale CTR 281110 Vallone*) e IFFI, cui si è già detto nel paragrafo precedente.

La ricostruzione litostratigrafica generale, le caratteristiche litotecniche e i principali parametri fisico-meccanici si basano sui risultati dell'indagine in sito, effettuata dalla Scrivente per il progetto di realizzazione dell'attuale struttura turistica (1999).

Le indagini consistono in n.7 sondaggi verticali a rotazione (S1÷ S7), spinti fino a una profondità massima di 9 metri, ubicati come nell'allegata planimetria di TAV.1 e rappresentati nei logs litostratigrafici allegati alla TAV.3.

La valutazione della risposta sismica locale ai fini dell'identificazione della categoria del sottosuolo è scaturita dall'analisi dei valori della coesione o resistenza non drenata equivalente, deducibile dall'indagine geognostica di riferimento.

#### 4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

I terreni affioranti nella zona in studio sono riferibili alla formazione delle “*Argille Azzurre*” (FAA), databile come Pliocene inferiore p.p-Pleistocene inferiore p.p., costituite essenzialmente da una successione di peliti, rappresentate da argille e argille marnose di colore grigio-azzurrognolo e subordinatamente nocciola, talora laminate, fossilifere, in strati da sottili a medi; localmente si osservano livelli millimetrici di patine di ossidazione rossastre, livelli di silt anche se raramente e livelli di sabbia fine e medio/fine.

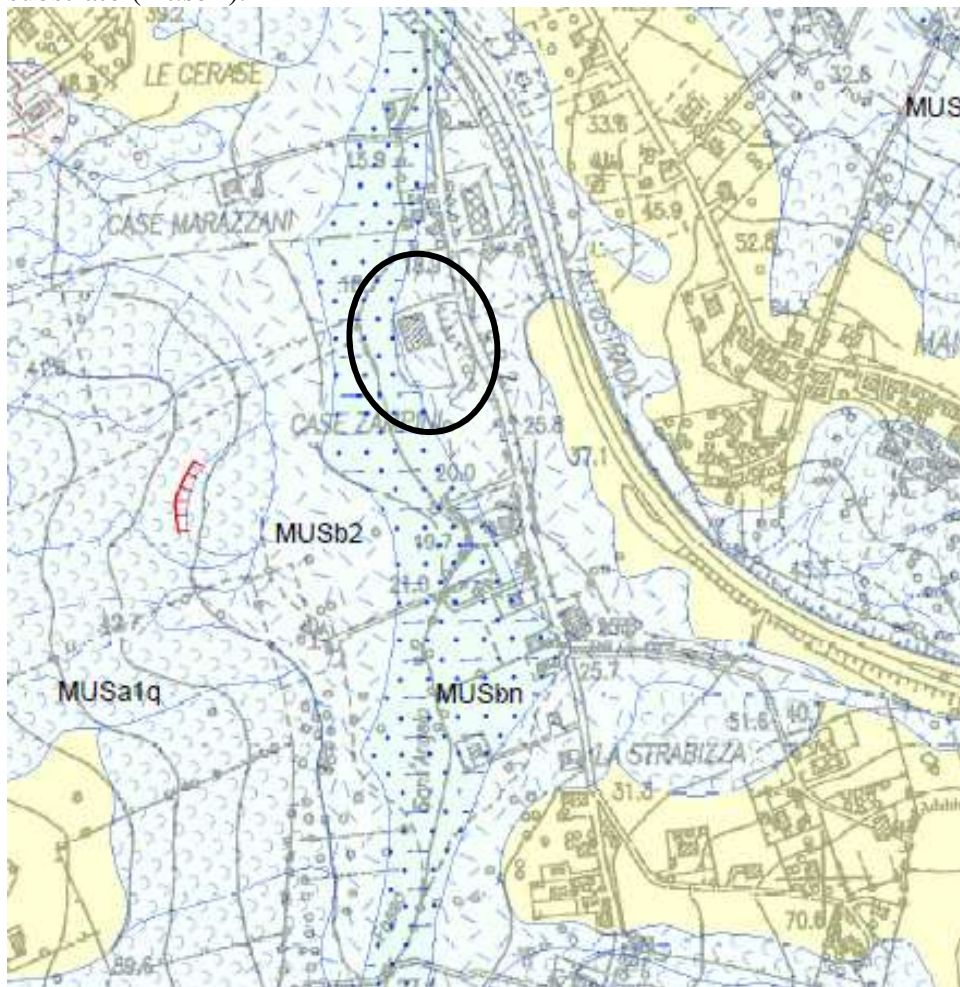
L'ambiente di deposizione è quello dei bacini di mare poco profondo, sviluppatisi ed evolutisi dall'originaria piattaforma carbonatica, in zone sensibili anche a lievi oscillazioni del livello marino oppure a variazioni dell'apporto detritico.

La successione che si è depositata in seguito a trasgressione marina, documentata in tutte le Marche, ha spessori molto consistenti, stimati in circa 1500 metri, come riportato in letteratura.

La presenza di terreni prevalentemente argillosi, facilmente erodibili e degradabili, lungo i versanti determina la formazione e l'accumulo di estese

coltri di alterazione, composte di fini particelle limose e argillose che ricoprono il substrato sottoforma di depositi lenticolari.

Tali coltri costituiscono l'unità della copertura, spesso in continuità con la fascia eluviale, di alterazione strutturale, tessiturale e meccanica del substrato (*Musb2*).



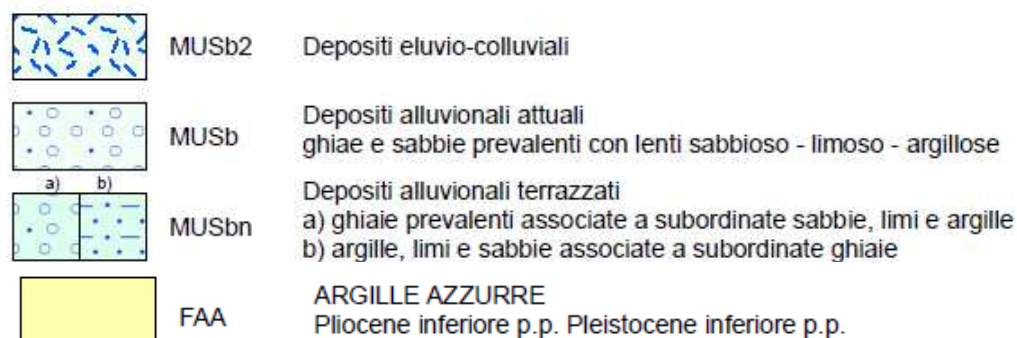


Figura 6 – stralcio da “Carta Geologica Regionale, Sezione 281110 Vallone - ISPRA, Regione Marche, Progetto CARG”

La valle del fosso S. Angelo è caratterizzata da depositi alluvionali, costituiti da limi argillosi variamente sabbiosi, derivanti dall’alterazione e dalla sedimentazione, dopo limitato trasporto, dei materiali che costituiscono i versanti circostanti (*Musbn*).

Sotto il profilo morfologico, la zona in studio è posta a circa 18 metri s.l.m., nella parte terminale del bacino idrografico del fosso S. Angelo, al margine del versante collinare che ne contorna il fianco destro.

L’andamento generale della zona appare piuttosto uniforme, degradante con debolissimi valori di pendenza verso il corso del Fosso.

Nell’ambito del contesto esaminato, non si sono evidenziato forme legate alla dinamica gravitativa.

### 5. ANALISI LITOSTRATIGRAFICA E IDROGEOLOGICA

La situazione stratigrafica locale ricostruita sulla base della correlazione delle indagini effettuate è costituita dal substrato geologico argillo-marnoso, affiorante o ricoperto da una coltre colluviale o alluvionale, come rappresentato nell'allegata sezione geologica di TAV.2.

Il deposito colluviale si è formato per erosione e trasporto di fini particelle da parte delle acque dilavanti e deposizione in lenti, nelle zone di raccordo dei versanti nonché per l'alterazione degli agenti di degradazione chimico-fisica sulla parte superiore del substrato; lo spessore varia da 0,50 a 4,80 m.

Nella zona valliva, il substrato si approfondisce ed è ricoperto dai depositi alluvionali che raggiungono spessori superiori a 10 metri.

La composizione delle coltri è limoso-argillosa, a luoghi debolmente sabbiosa, colore generalmente marrone nelle varie sfumature, con inclusi noduli carbonatici biancastri e tracce organiche nerastre.

L'andamento della successione litologica è di seguito sinteticamente descritto, rimandando ai logs litostratigrafici per l'analisi di dettaglio, suddividendo la zona in due fasce omogenee litologicamente e geologicamente:

- **Fascia 1**, comprendente i sondaggi n.1 ÷ n.5 (colluvioni su substrato);
- **Fascia 2**, i sondaggi n.6 e n.7 (alluvioni).

#### **Fascia 1**

- Terreno di riporto eterogeneo o terreno vegetale argilloso, colore marrone, dello spessore variabile da 0,30 a 2,80 m;
- Limo argilloso, colore marrone chiaro, con piccoli noduli carbonatici biancastri variamente diffusi, talora patine biancastre e tracce di materia organica, dello spessore variabile da 0,50 a 4,30 m e assente nel sondaggio n.4;
- Argilla marnosa, colore nocciola-grigio tendente gradualmente a grigio-nocciola, localmente si osservano patine biancastre a contatto con la coltre.

#### **Fascia 2**

- Terreno vegetale argilloso, colore marrone, dello spessore di 1,20 m;
- Limo argilloso con orizzonti a discreto contenuto sabbioso, colore marrone chiaro con macule grigie e tracce di materia organica, dello spessore fino a termine sondaggio variabile da 4,80 a 7,80 m.

Nell'ambito della **Fascia 1**, durante le perforazioni si è riscontrata un'infiltrazione idrica a -4,50 m in S1, in corrispondenza del litotipo limoso argilloso, colluviale.

Questo litotipo è interessato da noduli carbonatici particolarmente diffusi che determinano un aumento della porosità interstiziale, con diminuzione delle caratteristiche di bassa permeabilità primaria, creandosi le condizioni per una circolazione sotterranea limitata realmente, comunque lenta e di modesta entità.

Nell'ambito della **Fascia 2**, durante le perforazioni si è riscontrata un'infiltrazione idrica tra -2,30/2,60 m, che diventa consistente a -4,20 m circa, in corrispondenza di un aumento della frazione sabbiosa e conseguente aumento della permeabilità locale.



## 6. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

La caratterizzazione geotecnica intende rappresentare sulla base dello schema stratigrafico ricostruito, i principali parametri fisico-meccanici dei terreni compresi nel volume indagato.

Lo schema litostratigrafico è formato dall'unità della copertura, comprendente il litotipo colluviale e alluvionale prevalentemente limoso-argilloso e dall'unità del substrato formata da argille marnose.

Le caratteristiche fisico –meccaniche della coltre non sono omogenee, così come la compattezza e consistenza, con valori suscettibili di variazioni anche nell'ambito di pochi metri.

Il substrato in generale ha buone caratteristiche fisico-meccaniche e sostanziale omogeneità dei valori di resistenza al taglio, talora con vario grado di fessurazione e alterazione nella parte a contatto con la coltre.

### 6.1 PARAMETRI FISICO-MECCANICI

I principali parametri che definiscono le proprietà fisico-meccaniche dei litotipi individuati al paragrafo 5., sono dedotti dalle prove geotecniche in sito e di laboratorio, oltre che da correlazioni con la letteratura tecnica, come riepilogato nelle tabelle 1 e 2 seguenti.

Tabella 1 - unità della copertura: limo argilloso a luoghi a discreto contenuto sabbioso, compatto, a consistenza e plasticità variabile.

Parametri	Minimo	Massimo
Peso di volume $P_{uv}$ (t/cm <sup>3</sup> )	1,90	1,96
Resistenza a compressione semplice $q_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	1,3	5,4
Resistenza non drenata $C_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	0,5	2,1
Resistenza drenata $c'$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	0,26	
Angolo di attrito $\phi'$ (°)	25	

Tabella 2 - unità del substrato: argilla marnosa, molto compatta e molto consistente, di bassa plasticità.

Parametri	Minimo	Massimo
Peso di volume $P_{uv}$ (t/cm <sup>3</sup> )	2,00	
Resistenza a compressione semplice $q_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	5,8	$\geq 6,0$
Resistenza non drenata $C_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	$\geq 2,5$	
Angolo di attrito $\phi$ (°)	24	

## 7. CARATTERIZZAZIONE - MODELLAZIONE SISMICA

La caratterizzazione sismica dell'area in studio si articola attraverso l'inquadramento storico-sismologico e la valutazione della risposta sismica locale.

### 7.1 INQUADRAMENTO DELLA SISMOLOGIA STORICA - RECENTE

Nell'area marchigiana l'attività sismica è concentrata in fasce ben definite dal punto di vista geologico e fisiografico:

- una più interna corrispondente alla zona della catena appenninica, caratterizzata da terremoti frequenti e d'intensità pari al X grado della scala MCS;
- una fascia intermedia corrispondente alla zona pedeappenninica, caratterizzata da una blanda ma diffusa attività sismica;
- la fascia periadriatica caratterizzata da attività sismica generalmente moderata.

I terremoti che periodicamente colpiscono il territorio regionale sono espressione di un campo di sforzi tettonici ancora attivo.

Meccanismi focali di tipo distensivo e asse di massima distensione in direzione SW-NE, caratterizzano l'area appenninica che presenta il più alto livello di sismicità e dove l'attività sismogenetica avviene entro i primi 12 Km di profondità.

Meccanismi focali di tipo compressivo e trascorrente e asse di massima compressione in direzione SW-NE, sono tipici dell'area pedeappenninica e periadriatica e in particolare in quest'ultima l'attività sismica è limitata ai primi 10 Km di profondità.

L'analisi sulla sismicità storica del territorio comunale ha preso in considerazione i dati macrosismici presenti nel Database Macrosismico Italiano che fornisce un set di dati d'intensità sismica relativa ai terremoti italiani, aggiornato all'ultima versione DBMI15 ([www.ingv.it](http://www.ingv.it)), da cui sono stati selezionati gli eventi di maggiore rilevanza che hanno interessato il territorio di Senigallia (cfr. Figura 7).

Storia sismica di Senigallia	[43.714, 13.223]
Numero di eventi: 78	

Effetti	In occasione del terremoto del						
Int.	Anno Mi	Me Se	Gi	Ho	Area epicentrale	NMDP	Io Mw
8	1303	08			Adriatico centrale	4	

Effetti	In occasione del terremoto del					
Int.	Anno Mi	Me Se	Gi Gi	Ho Ho	Area epicentrale	NMDP Io Mw
6	1672 45	04	14	15	Riminese	92 8 5.59
5	1690 20	12	23	00	Costa anconetana	16 8 5.58
F	1698	12			Anconetano	2 6 4.63
5-6	1712	03	28		Appennino umbro-marchigiano	3 6-7 4.86
6	1727 45	12	14	19	Valle del Metauro	32 7 5.24
4	1733 30	10	19	03	Anconetano	4 4-5 3.93
7	1741 20	04	24	09	Fabrianese	135 9 6.17
4-5	1743	02	20		Ionio settentrionale	84 9 6.68
5	1744	05	25		Costa pesarese	5 5 4.59
4-5	1747	04	17		Appennino umbro-marchigiano	63 9 6.05
5	1751	07	27	01	Appennino umbro-marchigiano	66 10 6.38
4	1756	10	06	20	Costa pesarese	7 4-5 3.93
F	1756	10	22		Golfo di Manfredonia	4 5-6 4.40
3	1760	01	12		Valnerina	6 5-6 4.40
3-4	1767 30	06	05	01	Valle Umbra	10 7-8 5.45
3	1779 30	11	23	18	Bolognese	14 5 4.70

Effetti	In occasione del terremoto del					
Int.	Anno Mi	Me Se	Gi Gi	Ho Ho	Area epicentrale	NMDP Io Mw
6	1781	06	03		Cagliese	157 10 6.51
NF	1785 30	05	03	02	Appennino umbro-marchigiano	11 7 5.10
5	1786	12	25	01	Riminese	90 8 5.66
F	1788	04	18		Costa pesarese	2 5-6 4.40
3	1796	10	22	04	Emilia orientale	27 7 5.45
4-5	1828 25	04	11	22	Appennino umbro-marchigiano	22 5-6 4.93
6	1838	06	23		Costa pesarese	4 6 4.63
5	1870	02	08		Anconetano	10 7 5.15
5	1875 51	03	17	23	Costa romagnola	144 8 5.74
4	1887	05	26		Jesi	19 5 4.44
7	1897	09	21		Marche settentrionali	44 7 5.40
3	1897 24 2	12	18	07	Alta Valtiberina	132 7 5.09
2	1898 38	06	27	23	Reatino	186 8 5.50
NF	1898 37 4	08	25	16	Valnerina	67 7 5.03
NF	1904 21	09	02	11	Maceratese	59 5-6 4.63
NF	1904 02	11	17	05	Pistoiese	204 7 5.10

Effetti	In occasione del terremoto del					
Int.	Anno Mi	Me Se	Gi Gi	Ho Ho	Area epicentrale	NMDP Io Mw
NF	1908 59	03	17	03	Marche meridionali	54 5-6 4.61
4	1909 45	01	13	00	Emilia Romagna orientale	867 6-7 5.36
F	1911 18	02	19	07	Forlivese	181 7 5.26
F	1914 22	10	27	09	Lucchesia	660 7 5.63
5-6	1915 52	01	13	06	Marsica	1041 11 7.08
5	1916 50	05	17	12	Riminese	132 8 5.82
2	1917 35	04	26	09	Alta Valtiberina	134 9- 10 5.99
5	1917 47	11	05	22	Costa anconetana	26 6 5.22
2	1920 55	09	07	05	Garfagnana	750 10 6.53
4-5	1922 43	10	11	06	Costa anconetana	20 5 4.34
7-8	1924 55	01	02	08	Senigallia	76 7-8 5.48
4-5	1928 01	05	30	20	Senigallia	17 5 5.02
8-9	1930 13	10	30	07	Senigallia	268 8 5.83
4-5	1931	06	25	05	Senigallia	14 4-5 4.02

Effetti	In occasione del terremoto del						
Int.	Anno Mi	Me Se	Gi	Ho	Area epicentrale	NMDP	Io Mw
	01						
NF	1933 33	09 2	26	03	Maiella	325	9 5.90
4	1934 58	11 2	30	02	Adriatico settentrionale	51	5 5.30
6	1943 37	07	31	04	Senigallia	5	5 4.16
NF	1948 33	06 3	13	06	Alta Valtiberina	142	7 5.04
4	1950 08	09	05	04	Gran Sasso	386	8 5.69
3	1957 40	11	11	21	Costa anconetana	50	5 4.50
3	1962 31	01	23	17	Costa pesarese	49	5 4.35
NF	1971 49	02 2	11	18	Valle del Chiascio	71	6 4.61
6	1972 42	02 1	04	02	Costa anconetana	75	4.57
6	1972 18	02 3	04	09	Costa anconetana	56	4.36
6	1972 08	02 1	05	07	Costa anconetana	6	4.46
5	1972 55	06 5	14	18	Costa anconetana	17	4.68
2-3	1972 56	10 1	25	21	Appennino settentrionale	198	5 4.87



Effetti	In occasione del terremoto del						
Int.	Anno Mi	Me Se	Gi	Ho	Area epicentrale	NMDP	Io Mw
5	1972 25	11 2	30	11	Costa pesarese	30	4.52
4	1973 01	11 0	10	03	Costa anconetana	5	
3-4	1976	05	06	20	Friuli	770	9- 10 6.45
3	1979 35	09 3	19	21	Valnerina	694	8-9 5.83
F	1980 04	02 4	28	21	Valnerina	146	6 4.97
4	1984 02	04 5	29	05	Umbria settentrionale	709	7 5.62
NF	1984 50	05	07	17	Monti della Meta	912	8 5.86
NF	1984 41	05 4	11	10	Monti della Meta	342	7 5.47
NF	1986 10	10	13	05	Monti Sibillini	322	5-6 4.46
NF	1987 21	07 5	03	10	Costa Marchigiana	359	7 5.06
3	1993 16	06 1	05	19	Valle del Topino	326	6 4.72
5	1997 33	09 1	26	00	Appennino umbro-marchigiano	760	7-8 5.66
5-6	1997 40	09 2	26	09	Appennino umbro-marchigiano	869	8-9 5.97
NF	1997	10	03	08	Appennino umbro-marchigiano	490	5.22

Effetti	In occasione del terremoto del						
Int.	Anno Mi	Me Se	Gi	Ho	Area epicentrale	NMDP	Io Mw
	55	2					
2	1997 24	10 5	06	23	Appennino umbro-marchigiano	437	5.47
4	1997 23	10 1	14	15	Valnerina	786	5.62
3-4	2006 03	04 3	10	19	Maceratese	211	5 4.06
4-5	2006 04	10 1	21	07	Anconetano	287	5 4.21

Nel catalogo sono evidenziati 78 eventi di riferimento dal 1303 al 2006, con indicati i parametri relativi all'intensità del sito [MCS], l'area epicentrale del sisma, l'intensità epicentrale e la magnitudo momento.

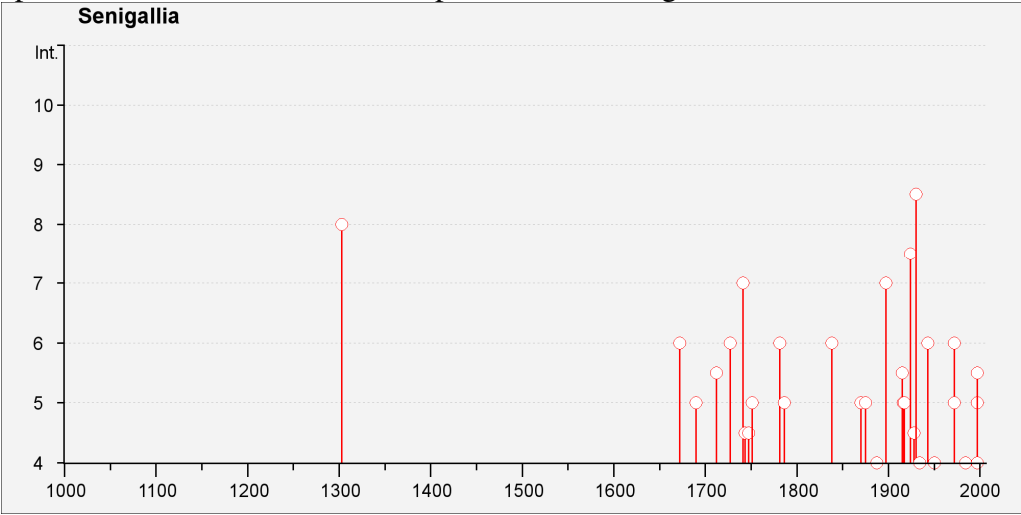


Figura 7 – Eventi sismici relativi al territorio di Senigallia (da: DBMI 2015)

Il territorio comunale di Senigallia è stato epicentro di eventi sismici che hanno generato intensità macrosismica di 7-8 gradi MCS nel terremoto del 1924 (5,48 Mw), 4-5 gradi MCS nel terremoto del 1928 (5,02 Mw) e del 1931 (4,02 Mw), 8-9 gradi MCS nel terremoto del 1930 (5,83 Mw) e 6 gradi MCS nel terremoto del 1943 (4,16 Mw).

Nel territorio si sono risentiti anche eventi sismici avvenuti in aree epicentrali della fascia montuosa e costiera, come riportato nella lista precedente, tra cui si segnala l'evento del 1303 nell'Adriatico centrale (8 gradi MCS), del 1741 nel Fabrianese e del 1897 nelle Marche settentrionali (7 gradi MCS).

Gli eventi sismici del febbraio 1972 nella Costa Anconetana e del settembre 1997 nell'Appennino umbro-marchigiano, hanno prodotto effetti d'intensità macrosismica compresi tra 5 e 6 gradi MCS.

Più recentemente si ricorda la sequenza sismica dell'Aquila nel 2009 e quella iniziata il 24 agosto scorso, ancora in atto che coinvolge la fascia appenninica tra Marche, Abruzzo, Lazio e Umbria, risentita con intensità anche lungo la fascia costiera.

## 7.2 RISPOSTA SISMICA LOCALE

La risposta sismica locale è l'azione sismica quale emerge in “superficie”, vale a dire il piano di riferimento quale definito nel § 3.2.2. delle

NTC 2008, a seguito delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza subite dalle onde sismiche, trasmettendosi dal substrato rigido.

Le modifiche sopra citate sono schematicamente riconducibili a effetti stratigrafici (modifiche dovute alla successione stratigrafica, proprietà meccaniche dei terreni, geometria del contatto tra substrato rigido e terreni sovrastanti, geometria dei contatti tra gli strati di terreno) ed effetti topografici (modifica dovuta alla focalizzazione delle onde sismiche in prossimità della cresta dei rilievi per i fenomeni di riflessione delle onde e l'interazione tra onde incidenti e onde diffratte).

La risposta sismica locale è stata analizzata con il metodo semplificato, separando gli effetti stratigrafici da quelli topografici.

Per valutare gli effetti stratigrafici si è attribuito il sito ad una delle categorie di sottosuolo, definite nella tabella 3.2.II delle NTC 2008, tramite i valori della coesione non drenata equivalente  $c_{w,30}$ , calcolata secondo la seguente espressione:

$$c_{w,30} = \frac{\sum_{i=1,K} h_i}{c_{wi}}$$

$h_i$  = spessore (in metri) dell'i-esimo strato compreso nei primi 30 metri di profondità

$c_{wi}$  = resistenza non drenata nell'i-esimo strato

$K$  = numero di strati di terreni a grana fina compresi nei primi 30 metri di profondità

Dall'elaborazione dell'espressione suddetta, deriva un valore della resistenza  $c_{u,30} = 205 \text{ kPa}$  e, come riportato nel paragrafo 3.2.2 delle NTC, la categoria del sottosuolo è di tipo "C", vale a dire *"Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s,30}$  compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero  $15 < N_{SPT,30} < 50$  nei terreni a grana grossa e  $70 < c_{u,30} < 250 \text{ kPa}$  nei terreni a grana fine")*.

Le condizioni topografiche sono riconducibili alla categoria "TI" della Tabella 3.2.IV delle NTC, vale a dire: *"Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$ "*.

## 8. VERIFICHE DI STABILITA' ALLA LIQUEFAZIONE

Il termine liquefazione indica generalmente la perdita di resistenza dei terreni saturi, sotto sollecitazioni di taglio cicliche o monotoniche, in conseguenza delle quali il terreno raggiunge una condizione di fluidità pari a quella di un liquido viscoso.

Questo avviene quando la pressione dell'acqua nei pori aumenta progressivamente, fino a eguagliare la pressione totale di confinamento, quando gli sforzi efficaci da cui dipende la resistenza al taglio si riducono a zero.

Soprattutto i terreni sabbiosi sono suscettibili di liquefazione, per fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio oppure per accumulo di deformazioni plastiche.

La granulometria argilloso-limosa del materiale della coltre e della formazione è del tipo fine e finissima, non rientrando nel fuso granulometrico dei terreni suscettibili di liquefazione, determinato viceversa da fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio oppure da accumulo di deformazioni plastiche nei terreni saturi, prevalentemente sabbiosi.

## 9. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

L'analisi complessiva degli aspetti geologici, geomorfologici, geotecnici e sismici ha permesso di definire il modello geologico e sismico dell'area in studio.

L'area in oggetto è posta a circa 18 metri s.l.m., nella parte terminale del bacino idrografico del fosso S. Angelo, al margine del versante collinare che ne contorna il fianco destro

L'andamento generale della zona appare piuttosto uniforme, degradante con debolissimi valori di pendenza verso il corso del Fosso.

L'analisi della cartografia PAI e delle principali carte geotematiche (CARG, IFFI), esclude l'area da perimetrazioni a rischio idrogeologico, né il rilevamento geomorfologico ha evidenziato forme legate a movimenti gravitativi, nemmeno attivi.

L'assetto litostratigrafico è costituito dal substrato argillo-marnoso, generalmente con buone caratteristiche geotecniche, ricoperto da una coltre colluvio-alluvionale, prevalentemente limoso-argillosa, con caratteristiche geotecniche variabili.

La categoria del sottosuolo, derivata dai valori della coesione o resistenza non drenata equivalente dei litotipi individuati nel corso dell'indagine geognostica di riferimento, è di tipo "C", mentre le condizioni topografiche sono riconducibili alla categoria "T1".

L'indagine e i sopralluoghi effettuati non hanno evidenziato fattori negativi di ordine geologico e geomorfologico e pertanto si esprime parere favorevole all'attuazione del piano d'insediamento turistico-ricettivo "Finis Africae".