



Comune di Coriano
Provincia di Rimini

VARIANTE SPECIFICA AL PRG'97

ai sensi dell'art. 15, comma 4 lett. c) e comma 7, della L.R. 47/78 e s.m.i.

PER CORREZIONE DI ERRORI MATERIALI, AGGIORNAMENTI NORMATIVI E CARTOGRAFICI,
CANCELLAZIONI DI AMBITI EDIFICABILI E LIMITATE MODIFICHE DI AZZONAMENTO,
CON PARZIALE ADEGUAMENTO DELLA DISCIPLINA DEL TERRITORIO RURALE

EL. 5

RELAZIONE GEOLOGICA

(relativa alle previsioni della scheda cartografica n. 32)

STUDIO DI GEOLOGIA TECNICA

Dott. PIER PAOLO PAZZAGLIA

Via Sonnino, 5 • 47900 • Rimini ☎ 0541/780557
Part. I.V.A. 00 789 100 401 • Cod. Fisc. PZZ PPL 36R20 H294E

COMUNE DI CORIANO

Provincia di Rimini

**Relazione GeologicaGeologico
Variante Urbanistica al PRG
per ampliamento distributore carburanti
frazione Ospedaletto
Via Montescudo n°2**

**Proprietà:
PIVI DANILO**

Gennaio 2017

RELAZIONE

COMUNE DI CORIANO

Provincia di Rimini

**Relazione GeologicaGeologico
Variante Urbanistica al PRG
per ampliamento distributore carburanti
frazione Ospedaletto
Via Montescudo n°2**

INDICE

1) PREMESSA E INQUADRAMENTO	Pag.	1
2) MODELLAZIONE GEOLOGICA	Pag.	4
2.1 Morfologia	Pag.	4
2.2 Geologia	Pag.	5
2.3 Idrogeologia	Pag.	8
3) MODELLAZIONE GEOTECNICA	Pag.	11
3.1 Indagine geognostica di riferimento	Pag.	11
5) SISMICA	Pag.	14
4.1 Generalità sulla zonazione sismica	Pag.	14
4.2 Prima fase: cenni sulla sismicità storica e classificaz. sismica	Pag.	15
4.3 Seconda fase: analisi semplificata (secondo livello d'approfondimento)	Pag.	19
4.4 Seconda fase: analisi approfondita (terzo livello d'approfondimento)	Pag.	24
5) ORIENTAMENTI GEOTECNICI SULL'EDIFICAZIONE	Pag.	25
6) CONCLUSIONI	Pag.	27
6.1 Sintesi su morfologia, geologia e idrogeologia	Pag.	27
6.2 Sintesi sulla zonazione sismica	Pag.	27
6.3 Sintesi geotecnica	Pag.	28

COMUNE DI CORIANO
Provincia di Rimini

Relazione GeologicaGeologico
Variante Urbanistica al PRG
per ampliamento distributore carburanti
frazione Ospedaletto
Via Montescudo n°2

1) PREMESSA E INQUADRAMENTO

La presente Relazione Geologica, redatta per conto e su incarico della Proprietà, riguarda i terreni di un'area sita in Comune di Coriano, frazione Ospedaletto, Via Montescudo (Figg. 1a-1b).



Fig. 1a - Inquadramento geografico (da Google earth)



Fig. 1b - Vista aerea prospettica con evidenziata l'area in variante

L'elaborato è stato redatto a corredo di un'istanza di variante urbanistica che prevede l'ampliamento di un'area destinata a distributore carburanti, ottenuto mediante accorpamento della particella retrostante l'attuale impianto.

Il tutto come meglio rappresentato nella planimetria di PRG (Fig. 2) e come riportato nell'inquadramento catastale (Fig. 3).

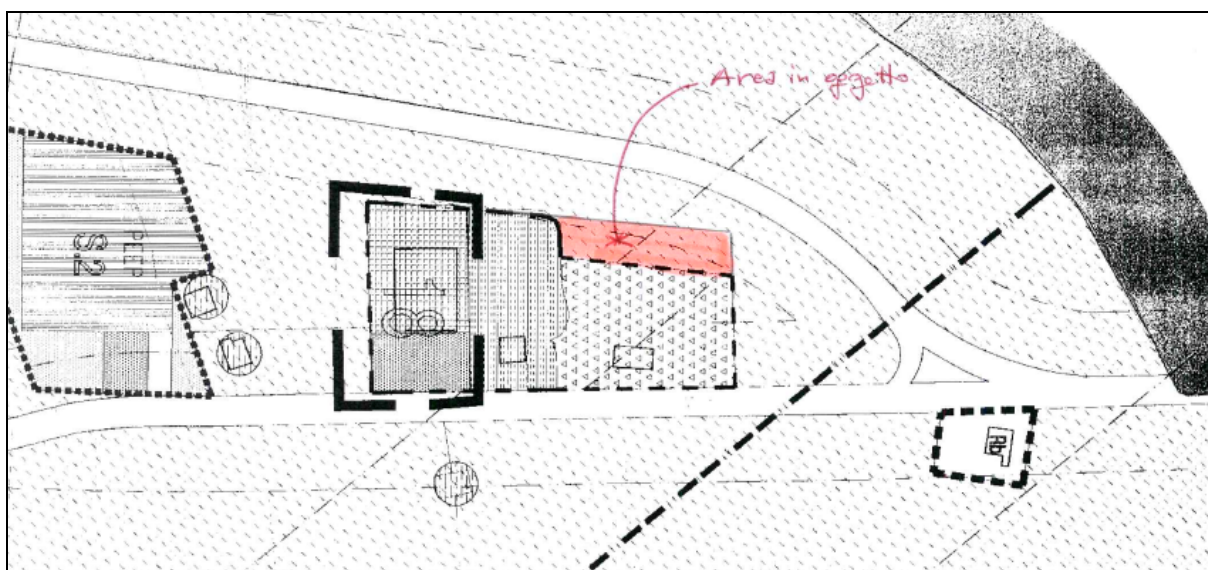


Fig. 2 - Azzonamento di progetto

Lo studio è stato eseguito secondo i dettami previsti nella delibera n°2193 dell'Assemblea Legislativa della Regione Emilia-Romagna del 21 Dicembre 2015 dal titolo “Aggiornamento dell’atto di coordinamento tecnico denominato *Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale ed urbanistica* di cui alla deliberazione dell’Assemblea Legislativa 2 Maggio 2007 n°112”.

Parimenti si è fatto riferimento a quanto riportato nelle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008, pubblicato nella G.U. n°29 del 04/02/2008) e alle istruzioni per l'applicazione delle stesse (Circolare 2 Febbraio 2009 n°617 C.S.LL.PP, pubblicata nella G.U. n°47 del 26/02/2009).

Il lavoro è articolato secondo le seguenti fasi: quadro conoscitivo generale relativo a morfologia, geologia ed idrogeologia; modellazione stratigrafica e caratterizzazione sismica con successiva microzonazione; orientamenti geotecnici relativi alle future realizzazioni (impianto distribuzione metano).

Seguono conclusioni riassuntive finali, comprensive di parere di fattibilità nei riguardi dell'intervento.

2) MODELLAZIONE GEOLOGICA

2.1 Morfologia

La zona d'interesse, in base alla cartografia della Regione Emilia-Romagna, si colloca nella Sezione alla scala 1:10.000 n°267030, toponimo “Cerasolo” (Fig. 4).

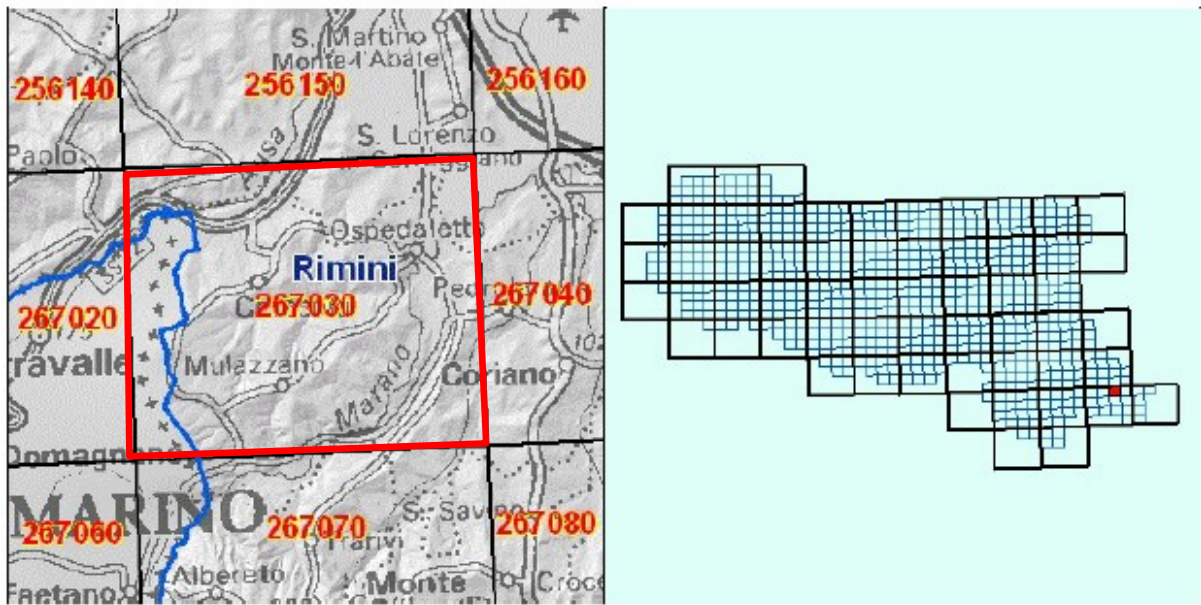


Fig. 4 Quadro d'unione cartografia 1:10000 (Regione Emilia Romagna)

Il terreni indagati sono localizzati in corrispondenza di una porzione di piana alluvionale posta a Nord dell'abitato di Ospedaletto, frazione di Coriano, in via Montescudo (Fig. 5). I punti quotati sulla cartografia ufficiale (C.T.R. Regione Emilia-Romagna) indicano quote topografiche di circa +42.0 m. sul livello del mare medio.

L'origine dei litotipi costituenti il sottosuolo è sedimentaria-continentale e risale a tempi geologici relativamente recenti (Pleistocene superiore - Olocene); trattasi di depositi alluvionali terrazzati di pianura.

Dal punto di vista litologico, si distinguono prevalenti argille e argille limoso-sabbiose, con intercalazioni ghiaiose.

Le modalità di deposizione dei suddetti litotipi, sono da ricercarsi in quelle che sono state le divagazioni laterali (fasi d'acme o di piena) subite dalle aste fluviali e torrentizie provenienti dalla vicina fascia pedecollinare e al successivo abbandono di materiale per perdita d'energia di trasporto (fasi di magra); prima fra tutte l'asta torrentizia del Marano.

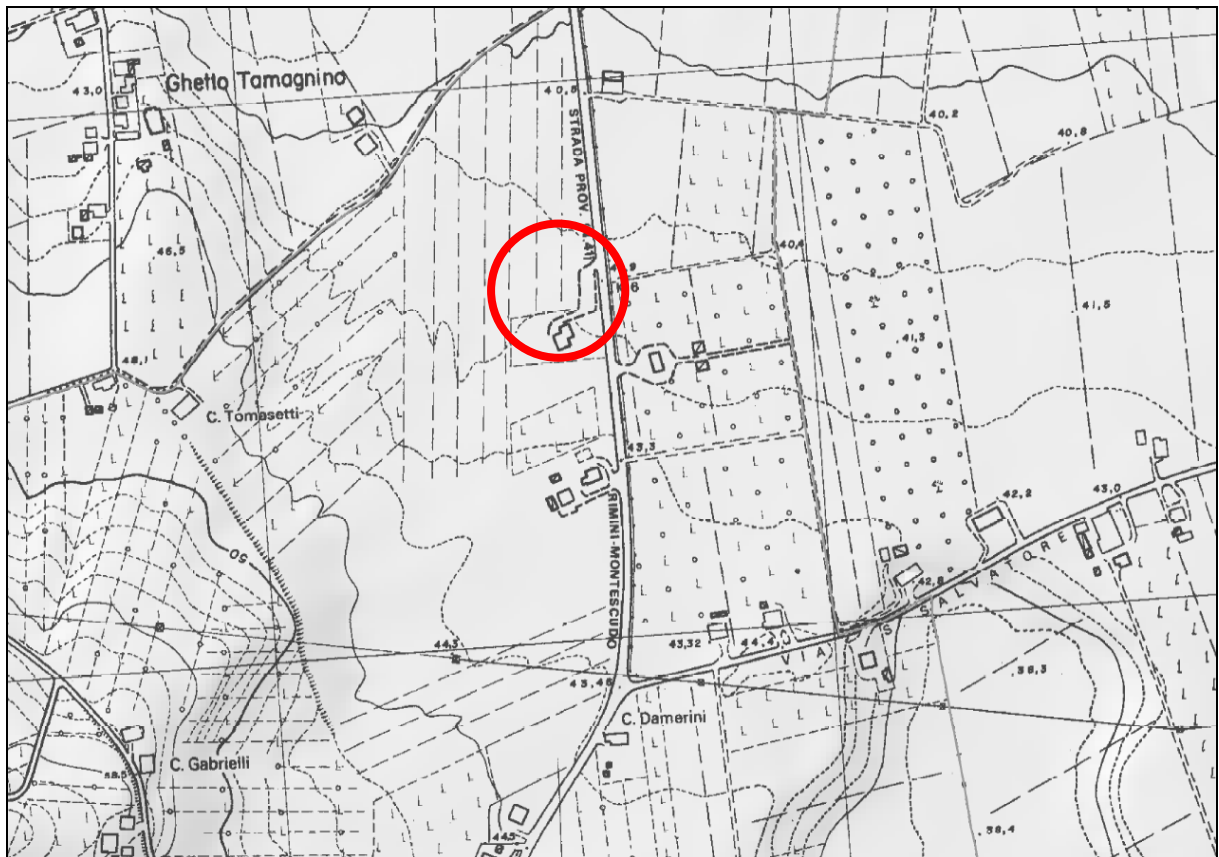


Fig. 5 Corografia generale con ubicazione area di studio

2.2 Geologia

L'assetto geologico-strutturale della pianura del Marano è quello tipico del cosiddetto "margine appenninico": la catena appenninica "morfologica" termina con l'inizio della la pianura, ma quella strutturale "geologica" continua sotto i depositi alluvionali del Quaternario, variamente dislocata da un complesso sistema di linee tettoniche (pieghe, faglie, sovrascorrimenti...).

La struttura del sottosuolo della Pianura Padana, definita con un certo dettaglio solo recentemente grazie ai dati ottenuti con le ricerche petrolifere eseguite dall'AGIP e pubblicate nei lavori di Pieri e Groppi (1981), Dondi e Alii (1982), Dondi (1985), mostra l'immagine di una catena montuosa in evoluzione, sommersa dai depositi alluvionali (Fig. 6).

L'attività tettonica di questa porzione strutturale è iniziata probabilmente già prima del Pliocene (5 milioni d'anni fa) ed è proseguita per quasi tutto il Pliocene superiore, accavallando unità geologiche più antiche (mioceniche ed anche mesozoiche) su termini più giovani (Pliocene inferiore e medio).

In questo quadro, il territorio studiato occupa la parte meridionale della catena sepolta, corrispondente alle cosiddette "Pieghe romagnole" e "Pieghe adriatiche".

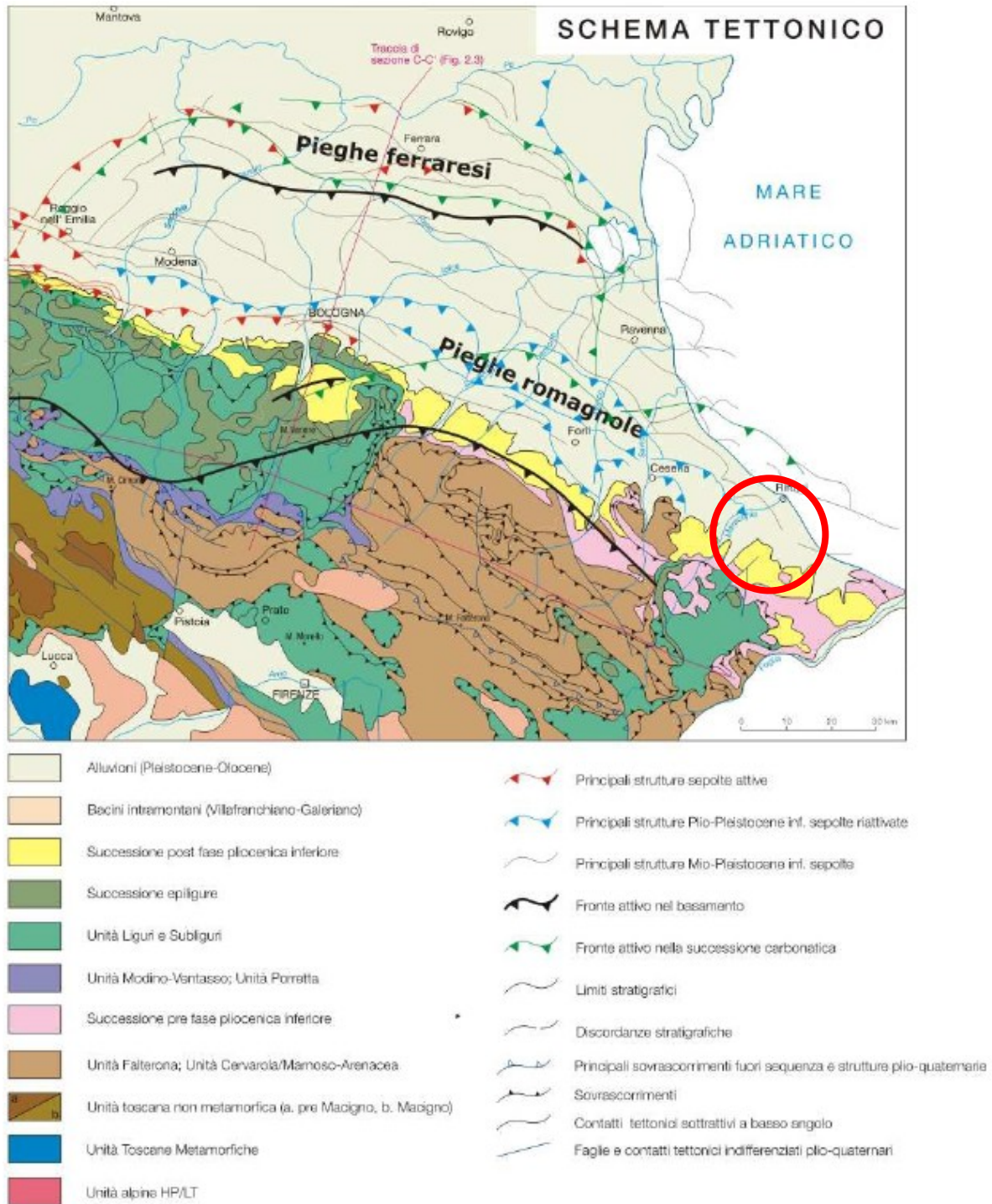


Fig. 6 Schema tettonico della Pianura Padana

L'andamento ad archi e pieghe del "fronte sepolto dell'Appennino", di messa in posto sempre più recente man mano che ci si porta sulle aree più esterne, è da correlarsi al movimento di rotazione dell'Appennino in senso antiorario ed è responsabile della tettonica attuale con conseguente attività sismica.

In base alla *Carta Geologica del Margine appenninico della Regione Emilia-Romagna* (Fig. 7) i litotipi che caratterizzano il sottosuolo appartengono alla *Successione neogenico-quadernaria*. Più precisamente sono riconducibili al cosiddetto **Subsistema di Ravenna (AES8)**. In profondità segue il substrato argilloso pliocenico (**FAA**), che costituisce anche il bedrock sismico.

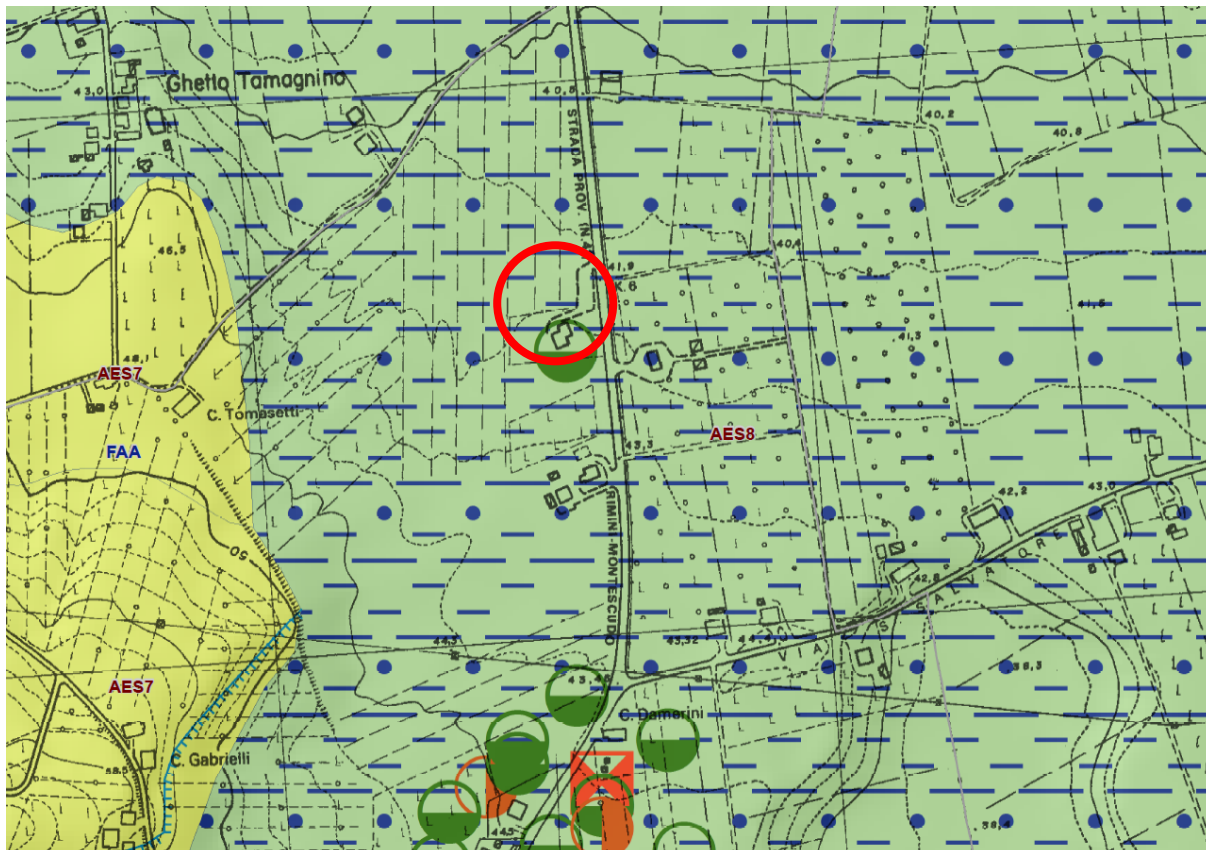


Fig. 7 – Estratto Carta Geologica della Regione Emilia-Romagna

Successione neogenico - quadernaria del margine appenninico padano

AES8 - Subsistema di Ravenna

Depositi alluvionali eterometrici dati da ciottoli, sabbie e limi. Corrisponde nelle aree intravallive ai depositi terrazzati più bassi. Rientrano in questa unità anche le alluvioni attualmente in evoluzione in alveo e quelle del primo terrazzo, talora fissate da arbusti. Limite superiore coincidente con il piano topografico, dato da suoli variabili da non calcarei a calcarei. I suoli non calcarei e scarsamente calcarei hanno, al tetto, colore bruno scuro e bruno scuro giallastro, spessore dell'orizzonte decarbonatato da 0,3 ad 1 m e contengono reperti archeologici di età dal Neolitico al Romano. I suoli calcarei appartengono all'unità AES8a. Limite inferiore coincidente, in affioramento, con una superficie di erosione fluviale o con il contatto delle tracimazioni fluviali sul suolo non calcareo al tetto di AES7.
(Pleistocene sup. - Olocene)

AES7 - Subsistema di Villa Verucchio

Depositi alluvionali terrazzati dati da ciottoli, sabbie e limi. Nella valle del F. Marecchia ghiaie di canale fluviale prevalenti (piana intravalliva e conoide alluvionale) organizzate in un solo ordine di terrazzo con inclinazione di c.a. 10 per mille. Limite superiore dato da un suolo non calcareo spesso fino a 2 m di colore bruno scuro e bruno rossastro. Limite inferiore dato, in affioramento, da una superficie di erosione fluviale che incide

AES6 ed i depositi marini. Spessore massimo circa 10 m in affioramento e 80 m nel sottosuolo della pianura.
(Pleistocene medio - sup.)

FAA - Argille Azzurre

Argille di colore grigio-azzurro con rare intercalazioni di arenarie giallastre in letti da sottili a spessi, e argille marnose e siltose grigie in letti sottili e molto sottili. Sono fossilifere ricche in foraminiferi e macrofossili, spesso bioturbate, a stratificazione poco marcata. Sono talora diffusi slumps con olistoliti di gesso derivati da unità evaporitiche. Limite inferiore netto, probabilmente discontinuo, su FAA2; paraconcordanza su FCO. Limite superiore graduale, per aumento della frazione sabbiosa, con SVG. Depositi di scarpata e base scarpata. Potenza complessiva affiorante di circa 700 m.

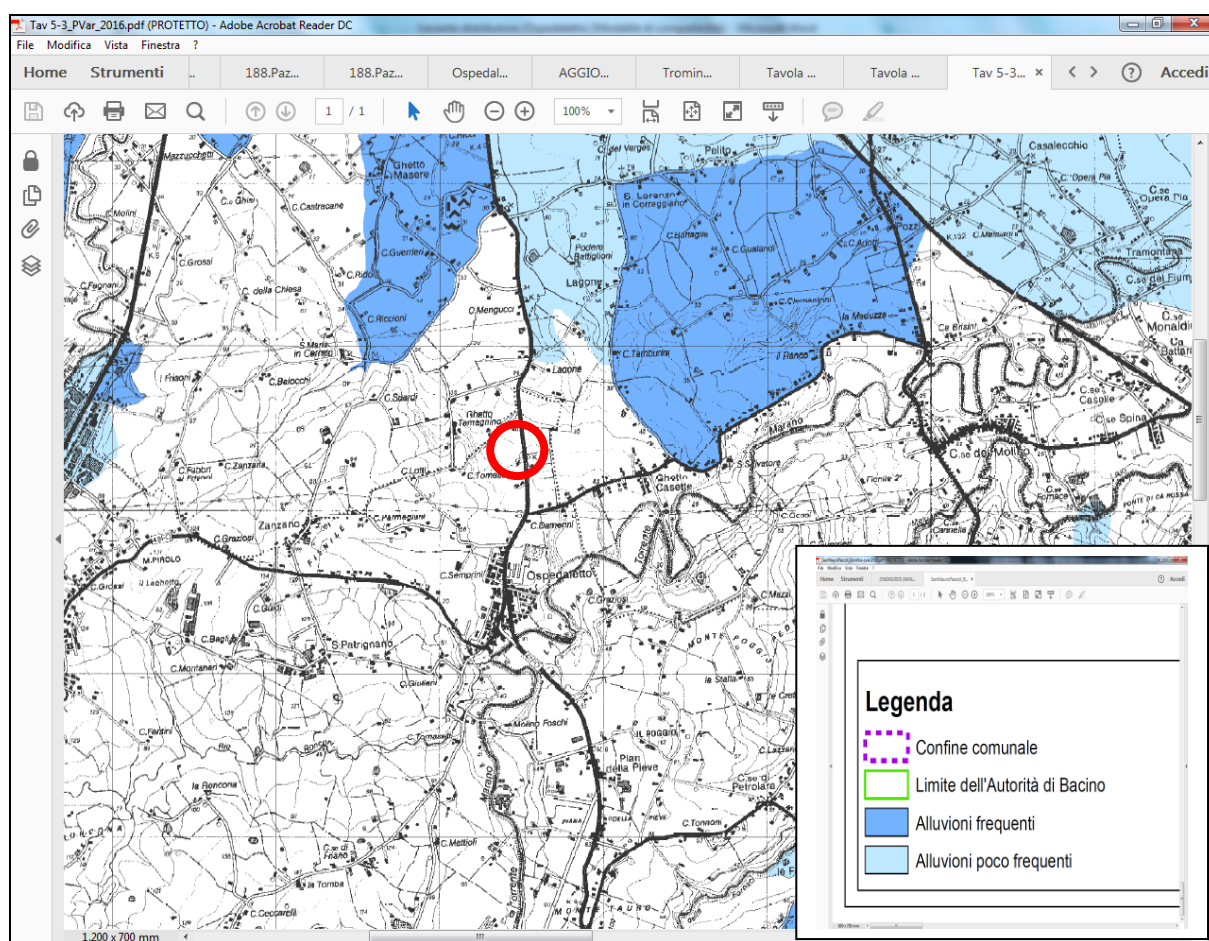
(Piacenziano - Gelasiano (biozone MNN16a-MNN18))

Per l'area in oggetto si è stimato che il tetto del bedrock sismico vero e proprio è attestato ad una profondità di una cinquantina di metri dalla superficie (vedi oltre prova geofisica HVSR), anche se il tetto della formazione argillosa pliocenica comincia ad individuarsi già alla profondità di 10.0/15.0 m, al di sotto delle sovrastanti alluvioni quaternarie che costituiscono il primo sottosuolo.

2.3 Idrogeologia

Come accennato in precedenza, l'area studiata è localizzata in sinistra orografica rispetto l'asta del Torrente Marano; l'attuale quota di base di questo corso d'acqua, unitamente alla distanza dal sito studiato, consente di poter escludere esondazioni.

Se si analizza la carta relativa alle *Mappe di pericolosità del reticolo secondario di pianura* – (Fig. 9) Piano Gestione Rischi Alluvione (P.G.R.A.), riferita al recente progetto di variante 2016 Piano Stralcio per il Rischio Idrogeologico (PAI), si può osservare che la proprietà studiata non rientra all'interno di perimetrazione alcuna (Fig. 8).



**Fig. 8– Mappa di pericolosità del reticolo secondario di pianura
Variante PAI Luglio 2016**

Parimenti dicasi per quanto concerne la cartografia allegata al Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP), Tavola D1, Rischi Ambientali (Fig. 9).



Fig. 9 Carta rischi ambientali PTCP Rimini Tav D1














AMBITI A PERICOLOSITA' IDRAULICA

- Invasi ed alvei di laghi, bacini e corsi d'acqua - reticolo idrografico principale (art. 2.2)
- Invasi ed alvei di laghi, bacini e corsi d'acqua - reticolo idrografico minore (art. 2.2)
- Aree esondabili (art. 2.3)

AMBITI A VULNERABILITA' IDROGEOLOGICA

- Bacino imbrifero del fiume Conca (art. 3.6)
- Aree di ricarica della falda idrogeologicamente connesse all'alveo - ARA (art. 3.4)
- Aree di ricarica diretta della falda - ARD (art. 3.4)
- Aree di ricarica indiretta della falda - ARI (art. 3.5)
- Bacini imbriferi - BI (art. 3.5)

AMBITI A PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA

	Zone instabili per fenomeni di dissesto attivi verificati (art. 4.1 commi 3 e 7)
	Zone instabili per fenomeni di dissesto quiescenti verificati (art. 4.1 commi 6 e 7)
	Aree di possibile influenza di frane di crollo (art. 4.1 commi 3 e 7)
	Zone instabili per fenomeni di dissesto attivi da verificare (art. 4.1 commi 3 e 7)
	Zone instabili per fenomeni di dissesto quiescenti da verificare (art. 4.1 commi 5 e 7)
	Depositi di versante da verificare (art. 4.1 comma 10)
	Depositi di versante verificati (art. 4.1 comma 11)
	Depositi eluvio-colluviali e antropici (art. 4.1 comma 12)
	Abitati da consolidare (art. 4.2)
	Calanchi (art. 4.1 commi 3, 4 e 7)
	Aree potenzialmente instabili (art. 4.1 comma 9)
	Scarpate (art. 4.1 comma 13)
	Aziende a rischio di incidente rilevante (art. 8.6)

3) MODELLAZIONE GEOTECNICA

3.1 Indagine geognostica di riferimento

Allo scopo di definire la natura litologica e le caratteristiche geomeccaniche dei terreni costituenti il sottosuolo, si è fatto riferimento ad un sondaggio penetrometrico statico CPT eseguito nell'area oggetto di variante (Figg. 10-10a).



Fig. 10 Ubicazione penetrometria

La prova statica CPT (Cone Penetration Test) consiste nella misura della resistenza meccanica alla penetrazione di una punta conica (con sovrastante manicotto per misura della resistenza laterale) di dimensioni e caratteristiche standardizzate, infissa a velocità costante nel terreno. Lo sforzo per la penetrazione è applicato per mezzo di un dispositivo di spinta a pistoncini idraulici, che agisce su una batteria di aste alla cui estremità inferiore è collegata la punta.



Fig. 10a Ubicazione penetrometria (vista a livello del suolo dal retro dell'impianto carburanti)

Per l'esecuzione della penetrometria statica si è utilizzato un penetrometro auto-ancorante "Pagani". Detto strumento, mediante centralina a lettura digitale, ha fornito i seguenti parametri ogni 20 cm di profondità (vedi diagrammi allegati):

R_p = *resistenza statica alla punta* (kg/cm^2)

R_l = *resistenza per attrito laterale sul manicotto* (kg/cm^2)

La determinazione litologica del terreno attraversato è stata ottenuta mediante la teoria di *Schmertmann* (1978), facendo riferimento ai valori del rapporto R_p/R_l . ed è riportata nel diagramma che segue.

Intergeo s.r.l. - Servizi Geologici - info@intergeosm.com

Prova Penetrometrica Statica

Prova n.: CPT 1

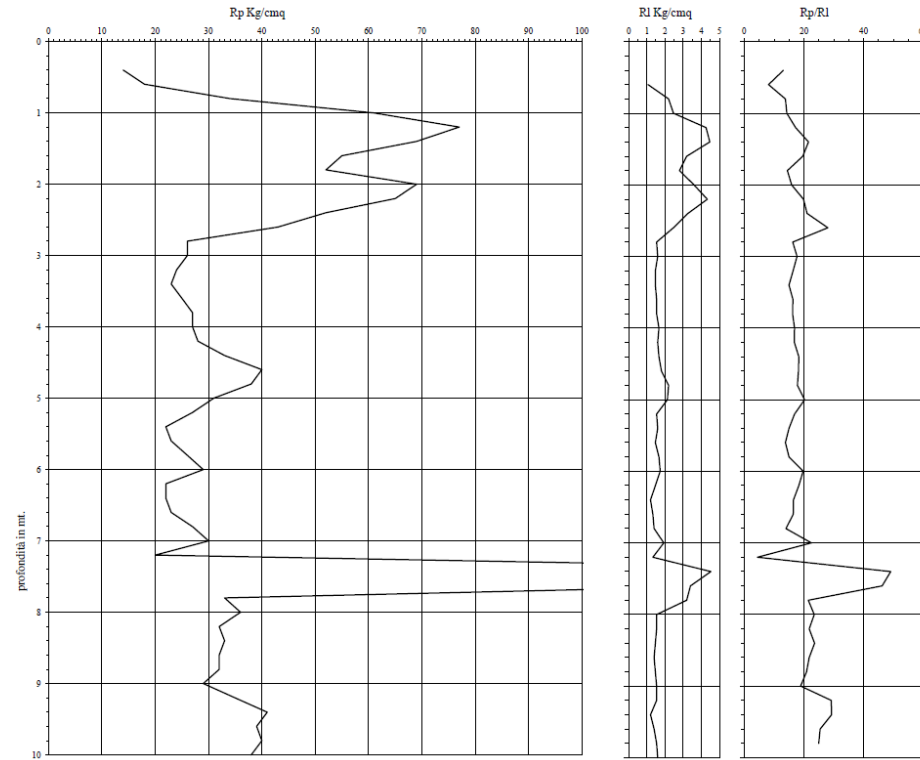
Cantiere: Ospedaletto (RN) - Distributore Q8

Data: Dicembre 2016

Quota inizio: piano campagna

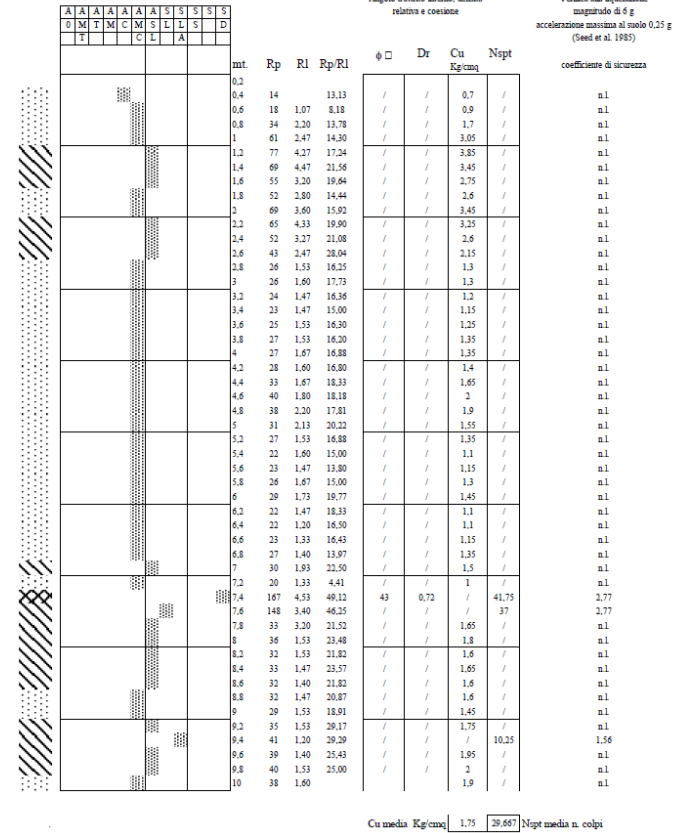
Liv.falda: -5.0 mt

Note:



Caratteristiche strumento penetrometro statico semovente, 200kN spinta
Punta meccanica tipo Begunsm - manicotto laterale superficie 150 cmq

Classificazione orientativa dei terreni (Schniermann - 1978)



Legenda:

argilla
sabbia limosa argillosa
sabbia

AO argilla organica e terreni inerti; AMT argilla molto tenera;
AT argilla tenera; AM argilla media; AC argilla compatta
AMC argilla molto compatta; ASL argilla sabbiosa limosa;
SL sabbia e limo; SLA sabbia limosa argillosa
SS sabbia sciolta; S sabbia; SD sabbia densa

n.l. non liquefificabile

4) SISMICA

4.1 Generalità sulla zonazione sismica

Ai fini della Zonazione Sismica si è fatto riferimento alla delibera n°2193 dell'Assemblea Legislativa della Regione Emilia-Romagna del 21 Dicembre 2015 dal titolo "Aggiornamento dell'atto di coordinamento tecnico denominato *Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale ed urbanistica* di cui alla deliberazione dell'Assemblea Legislativa 2 Maggio 2007 n°112".

Il già citato atto d'indirizzo precisa che "gli studi di risposta sismica locale e microzonazione sismica devono essere condotti a diversi livelli d'approfondimento, secondo le finalità e le applicazioni nonché degli scenari di pericolosità locale."

In linea generale si distinguono due fasi d'analisi con diversi livelli d'approfondimento:

- I. La **prima fase** definisce gli scenari di pericolosità sismica locale; in sostanza, nell'ambito della zona d'interesse, si tratta d'identificare le aree soggette ad effetti locali (amplificazione sismica, instabilità dei versanti, liquefazione del terreno,...). L'individuazione delle suddette aree si basa su osservazioni di tipo geologico e geomorfologico, integrate con le informazioni "storiche" sugli effetti indotti da terremoti pregressi.
- II. La **seconda fase** ha come obiettivo la microzonazione sismica del territorio studiato. Secondo gli scenari individuati nel corso della prima fase, la seconda fase deve essere strutturata secondo due diversi livelli d'approfondimento:
 - **Analisi semplificata (secondo livello di approfondimento)**: possibile esclusivamente nelle aree pianeggianti e sub-pianeggianti, incluse le zone di fondovalle appenniniche, con stratificazione orizzontale e sub orizzontale, e su versanti stabili con acclività $\leq 15^\circ$ in cui il deposito ha spessore costante. Per questo tipo di analisi ci si può basare su prove in sito di tipo standard oltre che sulle osservazioni geologiche e geomorfologiche (con eventuali approfondimenti) già emerse nel corso della prima fase.
 - **Analisi approfondita (terzo livello d'approfondimento)**: questo tipo di analisi, in base agli aggiornamenti introdotti con la recente DGR n°2193/2015 del 21/12/2015, si attua in presenza dei seguenti casi (punto 4.2):
 - aree suscettibili di liquefazione o densificazione;
 - aree di versante instabili e potenzialmente instabili;
 - aree con rapide variazioni della profondità del substrato rigido nelle quali il modello geologico non può essere assimilato ad un modello fisico monodimensionale; in questo caso sono raccomandate analisi bidimensionali;

- aree suscettibili di effetti differenziali (zone di contatto laterale tra litotipi con caratteristiche fisico – meccaniche molto diverse, zone di faglia attiva e capace, zone con cavità sepolte).

4.2 Prima fase: cenni sulla sismicità storica e classificazione sismica

Nel 1999 i diversi gruppi di ricerca che hanno operato negli ultimi venti anni nel settore della sismologia storica e della macrosismica, riconducibili in gran parte ai tre maggiori enti (GNDT, ING e SSN) hanno realizzato un “Catalogo Parametrico Unificato” dei Terremoti Italiani (CPTI), che rappresenta un primo prodotto comune di riferimento per le stime di rischio sismico.

Tale catalogo, pur essendo un prodotto preliminare, successivamente affiancato da una ulteriore versione più aggiornata (2004), rappresenta attualmente un riferimento obbligato per le analisi di pericolosità e per le stime di rischio, pur non cancellando le elaborazioni precedenti.

Restringendo il campo alla sola Regione Emilia-Romagna, si riporta la carta della distribuzione dei terremoti per classe di magnitudo (Fig. 11).

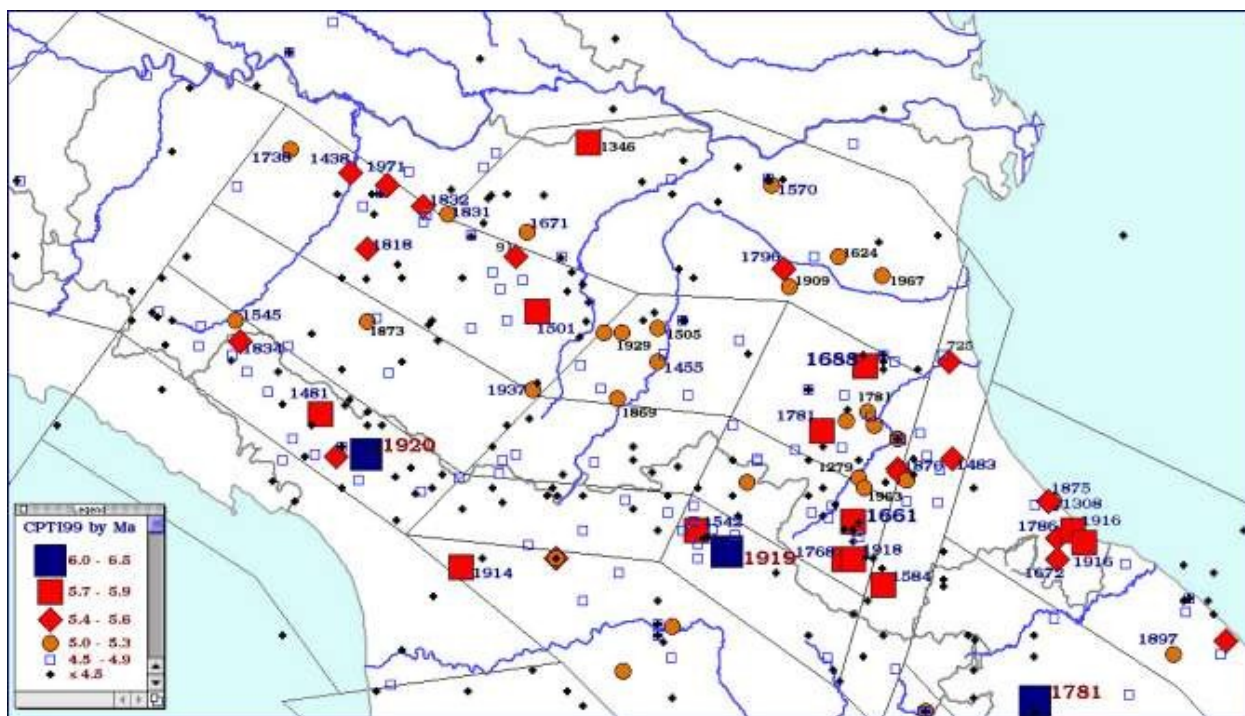


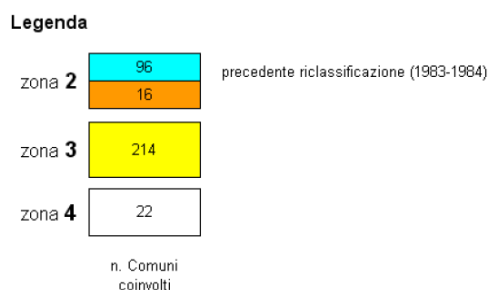
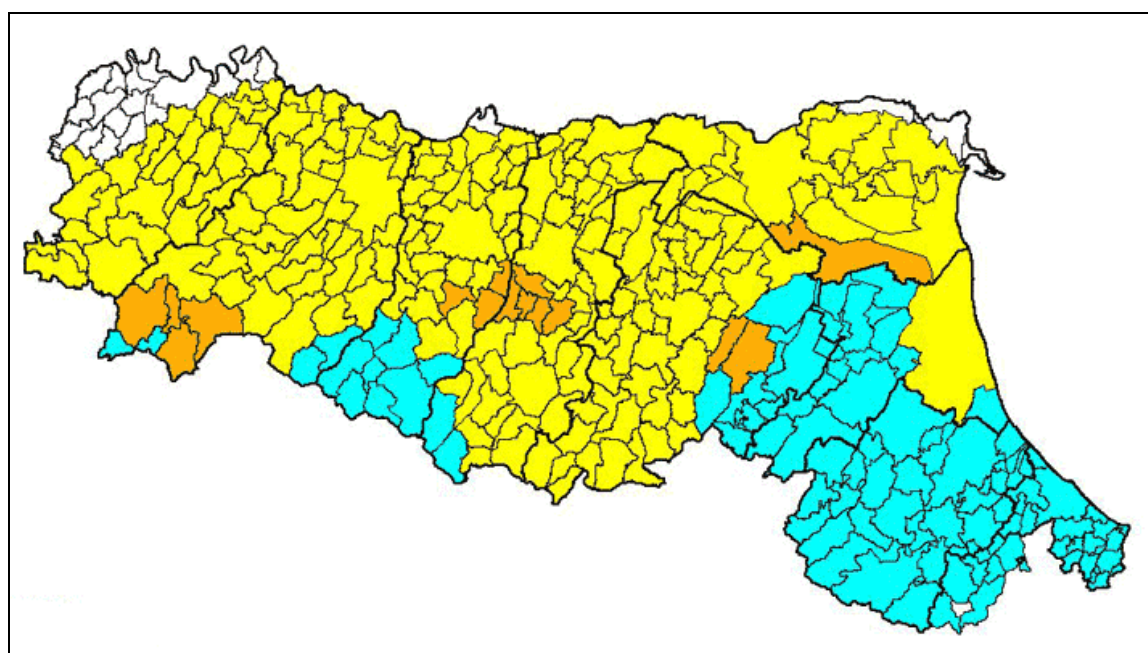
Fig 11 - Carta degli epicentri dei terremoti della Regione Emilia-Romagna per classi di magnitudo (CPTI, 1999)

In base alla vigente Classificazione Sismica Nazionale, il territorio italiano è suddiviso in quattro zone (o categorie) contraddistinte da differenti valori di PGA (accelerazione orizzontale).

Zona	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni
1	>0.25
2	$0.15 - 0.25$
3	$0.05 - 0.15$
4	<0.05

Valori di PGA per le varie Zone Sismiche

Per quanto riguarda la Regione di cui trattasi è stata ricostruita la seguente carta di macrozonazione sismica, basata su confini amministrativi comunali (Fig. 12).



**Fig 12 - Carta macrozonazione sismica Regione Emilia Romagna
(Ordinanza del PCM n. 3274/2003)**

Nello specifico il territorio provinciale di Rimini é classificato “Zona 2” sulla base della seguente distribuzione di eventi storici (Fig. 13).

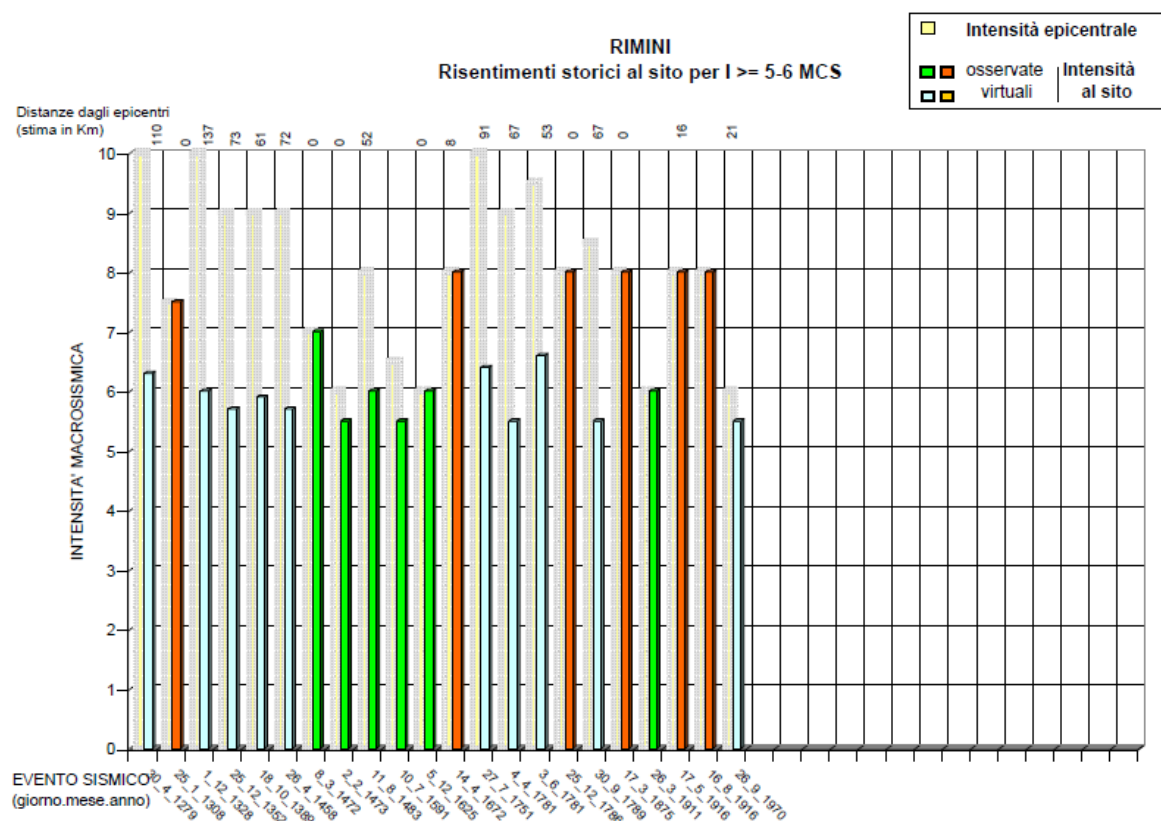


Fig 13 – Risentimenti storici in termini di intensità macrosismica per Rimini (Servizio Geologico e Sismico dei Suoli Regione Emilia-Romagna)

Per l'area in oggetto, pertanto, è ipotizzabile un massimo di sismicità compreso tra 7° e 8° grado della Scala Mercalli-Cancani-Sieberg. In termini di Magnitudo si potrà adottare il valore $M = 6$.

Si fornisce l'elenco riepilogativo delle caratteristiche del territorio che potenzialmente possono determinare effetti di sito e/o instabilità dei terreni in caso di evento sismico, secondo quanto prevede l'atto di indirizzo del 2 Maggio 2007 (Allegato A1); il tutto è riferito alle "categorie del suolo di fondazione" definite nel T.U. "Norme tecniche per le Costruzioni":

1) Terreni che possono determinare amplificazione (spessore $\geq 5m$)

- Detriti di versante (frane, detriti di falda, detriti eluvio-colluviali, depositi morenici, deposito da geliflusso,...); categorie di suolo B, C, D.
- Detriti di conoide alluvionale, categorie di suolo B, C, E.
- Depositi alluvionali terrazzati e di fondovalle; categorie di suolo; C, E.

- d) Accumuli detritici in zona pedemontana (falde di detrito e coni di deiezione); categorie di suolo: B, C.
- e) Depositi fluvio-lacustri; categorie di suolo: D, E, S1.
- f) Riporti antropici poco addensati; categorie di suolo: C, D, S2.
- g) Substrato affiorante alterato o intensamente fratturato (per uno spessore ≥ 5 m.); categorie di suolo: B, C.

2) Elementi morfologici che possono determinare amplificazione

- a) Scarpata subverticale (acclività $> 45^\circ$) con altezza ≥ 10 m.
- b) Cresta rocciosa, cocuzzolo, dorsale allungata con altezza ≥ 30 m. e versanti con acclività $\geq 30^\circ$.
- c) Versanti con acclività $> 15^\circ$.
- d) Cavità sepolte.

3) Zona di contatto laterale tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse.

4) Depositi granulari fini sciolti, nei primi 20 ml. dal p.c., con profondità media stagionale della falda acquifera superiore a 15 ml. dal p.c. (fattori predisponenti al rischio liquefazione e densificazione); categorie di suolo: S2.

5) Zone instabili e potenzialmente instabili:

- a) Zone instabili: zone direttamente interessate da fenomeni franosi attivi (con evidenze di movimenti in atto o recenti)
- b) Zone potenzialmente instabili: zone in cui sono possibili riattivazioni (frane quiescenti) o attivazioni di movimenti franosi (tutti gli accumuli detritici incoerenti, indipendentemente dalla genesi, i pendii costituiti da terreni prevalentemente argillosi e/o intensamente fratturati con acclività $> 15^\circ$, versante con giacitura degli strati a franapoggio con inclinazione minore o uguale a quella del pendio).

6) Depositi (spessore ≥ 5 m.) di terreni granulari sciolti o poco addensati o di terreni coesivi poco consistenti, caratterizzati da valori NSPT < 15 o cu < 70 kPa o Vs30 < 180 m/sec.

4.3 Seconda fase: analisi semplificata (secondo livello d'approfondimento)

Per ciò che concerne lo studio di microzonazione di secondo livello si è fatto riferimento alle procedure indicate nell'Allegato A2 dell'Atto di Indirizzo (analisi semplificata).

Per calcolare i Fattori di Amplificazione (FA) richiesti nell'analisi semplificata deve essere definita sia la profondità del substrato rigido (H), sia la velocità equivalente delle onde di taglio nei primi 30 metri di profondità (V_{s30}) secondo la formula di seguito riportata:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1}^M h_i / V_{si}}$$

Dove:

M è il numero di strati del profilo sismico fino alla profondità di 30 m

h_i = spessore (in metri) dello strato i -esimo (fino alla profondità di 30 m)

V_{si} = velocità (in m/sec) dello strato i -esimo (fino alla profondità di 30 m)

Per definire la profondità del substrato si è fatto riferimento ad una prova HVSR disponibile presso la banca dati del nostro studio per la vicina zona di Ospedaletto, Via Che Guevara, della quale si riportano i risultati nelle seguenti pagine.

Strumento: TRZ-0144/01-11

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 28/06/16 10:40:53 Fine registrazione: 28/06/16 11:00:52

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h20'00".

Analizzato 70% tracciato (selezione manuale)

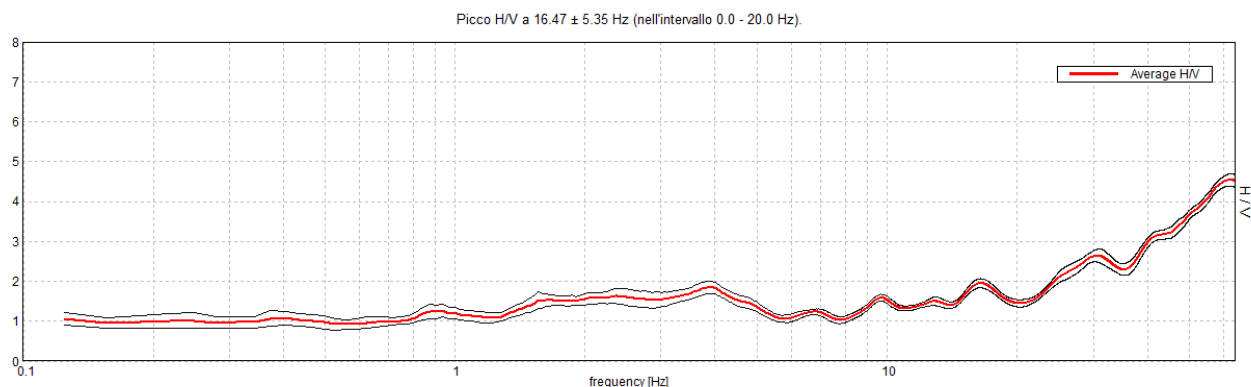
Freq. campionamento: 128 Hz

Lunghezza finestre: 20 s

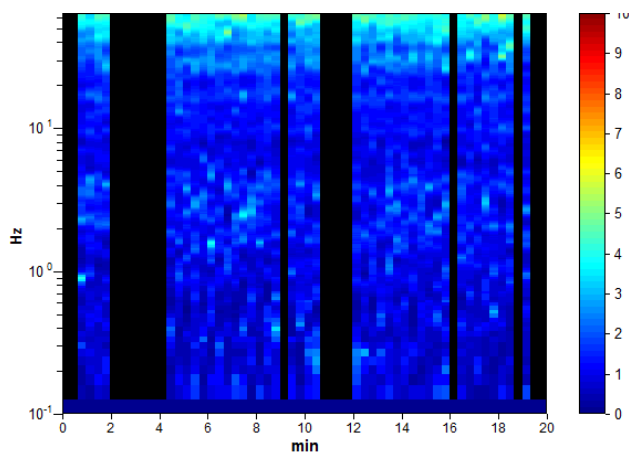
Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

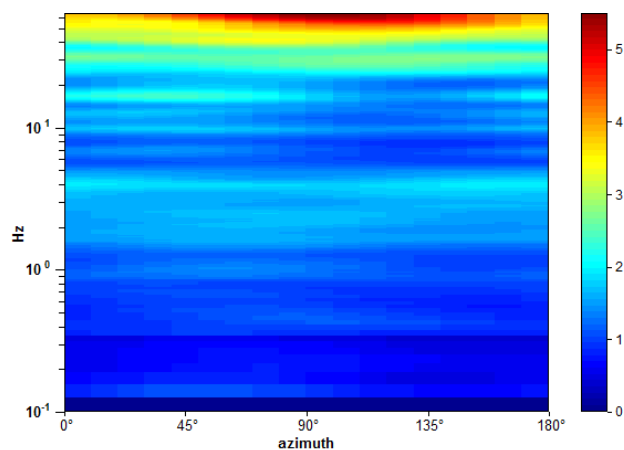
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



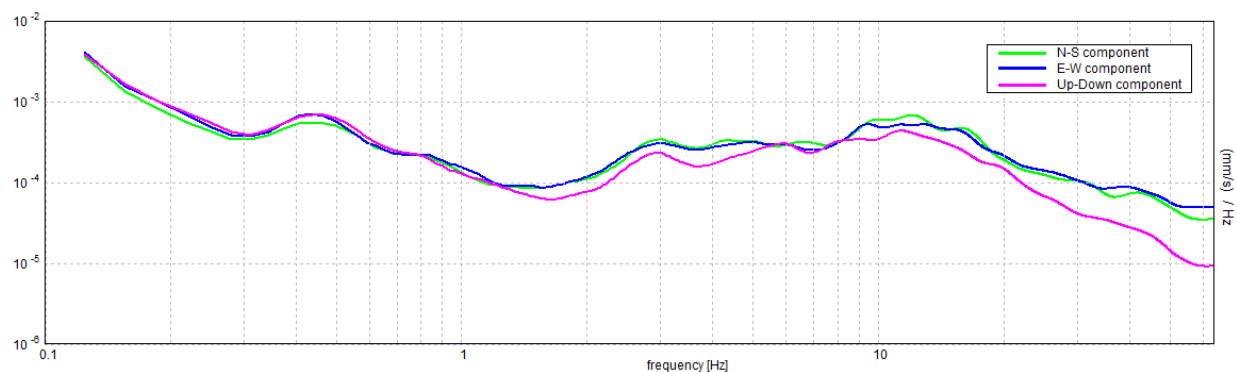
SERIE TEMPORALE H/V



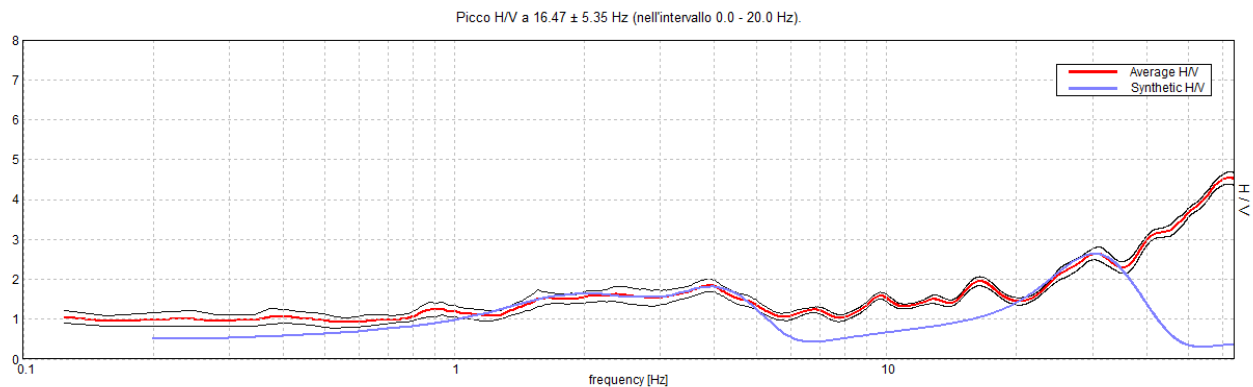
DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

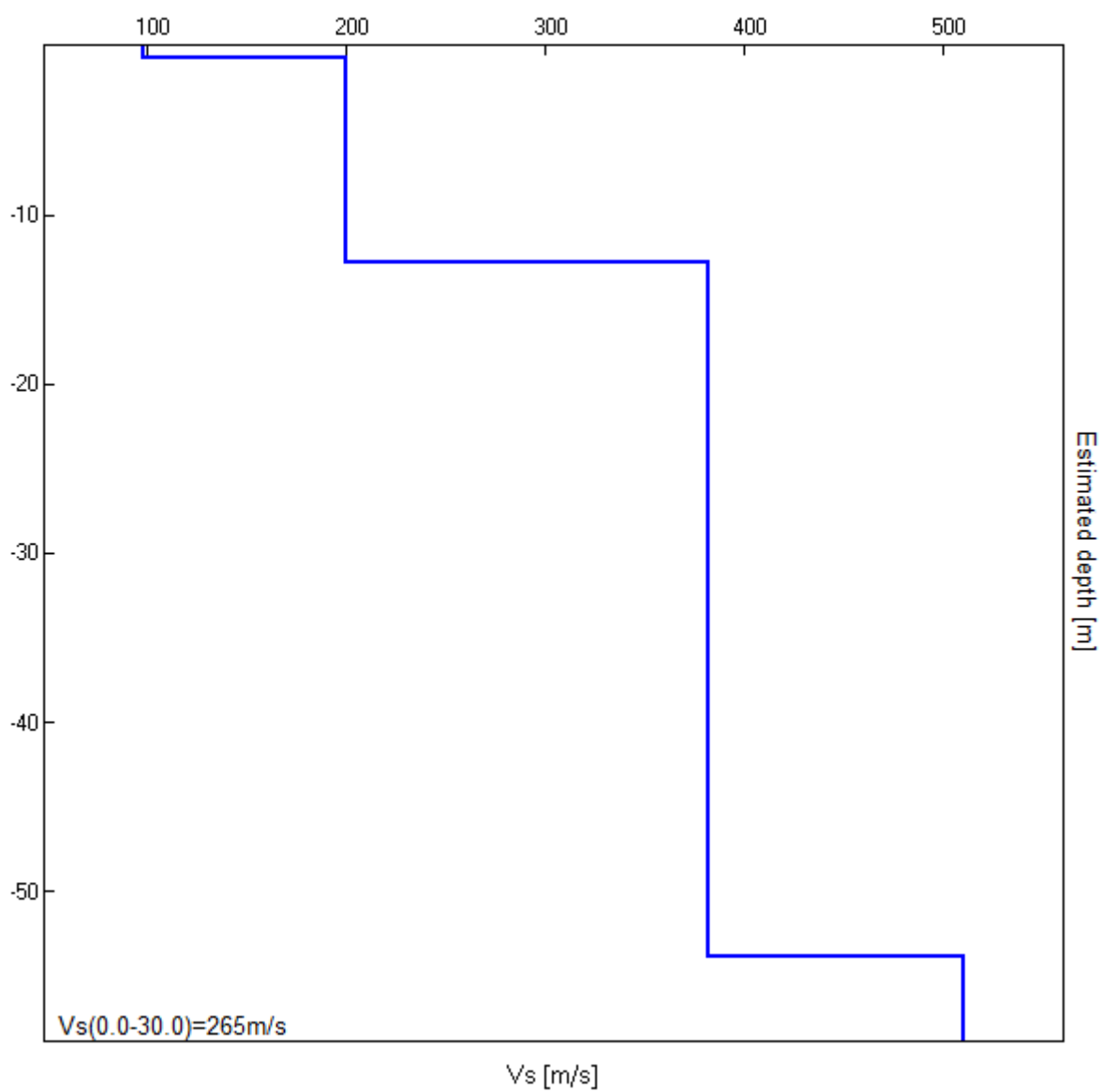


H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
0.79	0.79	98	0.42
12.79	12.00	200	0.42
53.79	41.00	382	0.42
inf.	inf.	510	0.40

$V_s(0.0-30.0)=265\text{m/s}$



Secondo le linee guida SESAME, 2005.

Picco H/V a 16.47 ± 5.35 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$16.47 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$13833.8 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 792	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	$1.95 > 2$		NO
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.3251 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$5.35398 < 0.82344$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.1143 < 1.58$	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$					
Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

Nell'ambito delle molteplici tipologie di sito distinte nell'atto di indirizzo al punto A2.1.2, la proprietà in oggetto ricade nell'ambito PIANURA PADANA E COSTA ADRIATICA, specificatamente nell'ambiente tipo PIANURA 1: *settore di pianura con sedimenti alluvionali prevalentemente fini, alternanze di limi, argille e sabbie, caratterizzato da un'importante discontinuità stratigrafica responsabile di un contrasto di impedenza significativo, tale da essere considerato coincidente con il tetto del substrato rigido, a profondità $\leq 100m$ dal p.c.*

La tabella dei fattori d'amplificazione cui fare riferimento risulta essere:

$V_{s30}(m/s) \rightarrow$	150	200	250	300	350	400
F.A. PGA	1.7	1.7	1.7	1.6	1.6	1.5
F.A. SI1	1.9	1.9	1.9	1.8	1.6	1.5
F.A. SI2	3.0	2.9	2.7	2.5	2.3	2.1
F.A. SI3	3.4	3.2	2.8	2.5	2.2	2.0

Tabella dei fattori di amplificazione PGA, SI1, SI2, SI3

Nella precedente tabella dovranno essere considerati i valori di amplificazione corrispondenti alla velocità delle onde sismiche trasversali ricavata dall'indagine geofisica di riferimento (prova HVSR eseguita in località Ospedaletto, via Che Guevara) e cioè $V_{s30} = 265$ m/s, arrotondata per difetto a $V_{s30} = 250$ m/sec.

Riassumendo, per la configurazione stratigrafico-sismica del sito, avremo i seguenti fattori di amplificazione::

Ambiente tipo PIANURA 1		
PGA	SI1 ($0.1s \leq T_0 \leq 0.5s$)	SI2 ($0.5s \leq T_0 \leq 1.0s$)
1.7	1.9	2.7

4.4 Seconda fase: analisi approfondita (terzo livello d'approfondimento)

Per l'area specifica sono da escludersi le quattro condizioni precedentemente elencate che richiedono un'analisi sismica approfondita di terzo livello. Più precisamente risulta che:

a) Liquefazione e densificazione

Con il termine "liquefazione" s'intende la perdita di resistenza dei terreni saturi sotto sollecitazioni statiche o dinamiche, in conseguenza delle quali il terreno raggiunge una condizione di fluidità pari a quella di una massa viscosa.

Sulla base di un'estesa osservazione delle caratteristiche dei depositi che sono stati sede di fenomeni di liquefazione, vari autori hanno ricavato delle relazioni tra parametri geotecnici e parametri sismici che, o in forma d'equazioni o di carte, permettono di confrontare un profilo ottenuto elaborando i dati penetrometrici con un analogo profilo di valori che nel sito in esame sono da ritenersi critici per la sismicità.

E' noto che i terreni suscettibili di liquefazione sono quelli in cui la resistenza alla deformazione è mobilizzata per attrito fra le particelle, in particolare i terreni incoerenti saturi prevalentemente costituiti da sabbie sciolte fini.

I parametri che condizionano il fenomeno della liquefazione sono: composizione e uniformità granulometrica, grado d'addensamento, stato tensionale e di consolidazione cui sono sottoposti i terreni, presenza di falda.

I litotipi costituenti il sottosuolo possono sicuramente essere classificati "non liquefacibili" in quanto trattasi di terreni prettamente coesivi che, anche se saturi, non sono suscettibili al fenomeno liquefazione.

Parimenti è da escludersi la possibilità di densificazioni in quanto non ci troviamo in presenza di terreni granulari poco addensati e/o terreni coesivi scarsamente consolidati,

b) Stabilità

La stabilità dei luoghi appare buona e garantita: trattandosi di pianura, mancano totalmente i gradienti topografici necessari all'innescio di fenomeni d'instabilità gravitativa.

c) Variazioni di profondità del substrato rigido

Le contenute dimensioni dell'area in superficie in rapporto alla profondità del substrato rigido escludono variazioni apprezzabili delle coperture.

d) Effetti differenziali

L'area è del tutto estranea a zone di contatto laterale tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse, zone di faglia attiva e capace, zone con cavità sepolte.

5) ORIENTAMENTI GEOTECNICI SULL'EDIFICAZIONE

Le caratteristiche geotecniche del terreno sono compatibili con l'impiego di fondazioni dirette.

Per ciò che concerne le fondazioni, le NTC 2008 impongono verifiche di sicurezza, sia allo stato limite ultimo (SLU), sia allo stato limite d'esercizio (SLE); nel primo rientra la verifica alla rottura generale. Nel secondo rientra la verifica dei cedimenti.

Secondo la norme vigenti, affinché una fondazione possa resistere al carico di progetto nei riguardi della rottura generale deve essere soddisfatta la seguente disuguaglianza per tutte le combinazioni di carico relative allo SLU (Stato Limite Ultimo):

$$R_d \geq E_d$$

Con:

R_d valore di progetto della resistenza del terreno allo stato limite ultimo (SLU)

E_d valore di progetto delle azioni allo stato limite ultimo (SLU).

La verifica della suddetta condizione può essere effettuata utilizzando varie combinazioni di gruppi di coefficienti parziali, rispettivamente definiti per le azioni (A1 e A2), per i parametri geotecnici (M1 e M2) e per le resistenze (R1, R2 e R3), la cui combinazione dipende dall'approccio progettuale scelto:

Approccio 1 Combinazione 2 (A2+M2+R2) GEO

Approccio 2 Combinazione unica (A1+M1+R3)

Allo stato attuale delle conoscenze lo scrivente non è a conoscenza della tipologia/geometria delle fondazioni che si andranno ad impiegare, né delle azioni trasmesse da queste al sottostante terreno.

In questa sede, pertanto, ci si limita a fornire una stima del carico ammissibile unitario (q_a), ipotizzando l'impiego di fondazioni dirette impostate sul terreno naturale individuato con la penetrometria.

Il valore di pressione ammissibile, in prima approssimazione, può essere ricavato direttamente dall'indagine geognostica eseguita in funzione della resistenza statica " R_p ":

$$q_a = R_p/10$$

Sulla base dei dati penetrometrici, quindi, si può fare riferimento a una pressione ammissibile $q_a = 150 \text{ kPa}$.

Quanto ai cedimenti, si precisa che i coefficienti di compressibilità tipici del terreno in oggetto sono tali da far supporre assestamenti massimi nella norma. Anche l'omogeneità litotecnica del sottosuolo in senso orizzontale lascia supporre assestamenti differenziali contenuti.

Resta comunque inteso che, sia per la portanza, sia per gli assestamenti, dovranno essere approntate le opportune verifiche geotecniche previste da normativa in sede di progettazione definitiva delle strutture.

6) CONCLUSIONI

7.1 Sintesi su morfologia, geologia e idrogeologia

- Il sito ricade in corrispondenza di terreni alluvionali a composizione prevalentemente argillosa e argilloso-limosa, con subordinate intercalazioni ghiaiose, corrispondenti alla *Successione neogenico-quadernaria del margine appenninico padano*. La morfologia pianeggiante esclude fenomeni gravitativi e rende l'area stabile a tutti gli effetti.
- E' stata individuata presenza di falda freatica alla profondità -5.0 ml. dall'attuale piano campagna. I valori registrati non sono da intendersi in senso assoluto, in quanto possono subire oscillazioni stagionali connesse all'intensità e alla frequenza degli eventi.
- La zona specifica di studio non è compresa all'interno delle "aree a rischio idrogeologico" definite dall'Autorità di Bacino Fiumi Marecchia - Conca e recepite in sede di Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale.
- In base alla carta relativa alle *Mappe di pericolosità del reticolo secondario di pianura*, Piano Gestione Rischi Alluvione (P.G.R.A.), riferita al recente progetto di variante 2016 Piano Stralcio per il Rischio Idrogeologico (PAI), la proprietà non rientra all'interno di perimetrazione alcuna.

7.2 Sintesi sulla zonazione sismica

- Il rischio sismico dell'area è stato analizzato, secondo quanto previsto dalla delibera n°2193 dell'Assemblea Legislativa della Regione Emilia-Romagna del 21 Dicembre 2015 dal titolo "Aggiornamento dell'atto di coordinamento tecnico denominato *Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale ed urbanistica* di cui alla deliberazione dell'Assemblea Legislativa 2 Maggio 2007 n°112".
- Come previsto dal suddetto, è stata approntata una prima fase di studio cui ha fatto seguito una seconda fase (secondo livello di approfondimento), espletata mediante analisi semplificata. Non è stato eseguito il terzo livello d'approfondimento in quanto non sussistono le condizioni previste dall'atto suddetto.
- Sulla base dei dati storici disponibili per il riminese è ipotizzabile un massimo di sismicità compreso tra 7° e 8° grado della Scala Mercalli-Cancani-Sieberg. In termini di Magnitudo si potrà fare riferimento al valore M=6.
- Ai sensi della vigente Classificazione Sismica Nazionale (ordinanza PCM 3274/2003 e successive modifiche e integrazioni), il territorio comunale è classificato "Zona 2".

- Il sottosuolo dell'area rientra nella "Categoria C" dell'elenco di suoli di fondazione riportato nel T.U. "Norme Tecniche per le costruzioni" D.M. 14 Settembre 2005 dell'OPCM.
- Il comparto in oggetto ricade in ambito stratigrafico di PIANURA PADANA E COSTA ADRIATICA, specificatamente nell'ambiente tipo PIANURA 1: La tabella dei fattori d'amplificazione cui fare riferimento risulta essere:

Ambiente tipo PIANURA 1 (velocità onde sismiche di riferimento $V_s = 250$ m/sec)		
PGA	SI1 ($0.1s \leq T_0 \leq 0.5s$)	SI2 ($0.5s \leq T_0 \leq 1.0s$)
1.7	1.9	2.7

7.3 Sintesi geotecnica (da svilupparsi in sede di progettazione strutturale definitiva)

- Le caratteristiche geotecniche del terreno consentono l'utilizzo di fondazioni dirette.
- A titolo puramente indicativo, per fondazioni superficiali, si può fare riferimento ad un carico ammissibile del terreno dell'ordine di $q_a = 150$ kPa. In sede di progettazione strutturale definitiva è indispensabile approntare verifiche geotecniche specifiche sulla base della geometria di fondazione impiegata, condotte ai sensi delle vigenti norme.
- I coefficienti di compressibilità tipici del terreno sono tali da far supporre assestamenti massimi nella norma. Anche l'omogeneità litotecnica del sottosuolo in senso orizzontale depone per assestamenti differenziali contenuti. Sempre in sede di progettazione strutturale definitiva, noti i carichi d'esercizio effettivamente trasmessi dalle sovrastrutture, dovranno essere specificatamente analizzati gli aspetti relativi ai cedimenti.

In conclusione, sulla base del complesso degli elementi acquisiti, limitatamente agli aspetti di specifica competenza del sottoscritto e a condizione che vengano rispettate le indicazioni esposte in relazione, si esprime favorevole giudizio di fattibilità nei confronti dell'intervento urbanistico previsto.