



# CITTA' DI SANTARCANGELO DI ROMAGNA

SETTORE TERRITORIO

SERVIZIO QUALIFICAZIONE CITTÀ PUBBLICA E OPERE STRATEGICHE

PIAZZA GANGANELLI, 1 - 47822 SANTARCANGELO DI ROMAGNA - TEL. 0541 356356 - EMAIL [urp@comune.santarcangelo.rn.it](mailto:urp@comune.santarcangelo.rn.it)



OGGETTO:

**LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA DELL'INCROCIO FRA  
LA VIA P. TOSI, LA VIA ANTICA EMILIA E LA S.P. 136  
"SANTARCANGELO MARE" MEDIANTE LA REALIZZAZIONE  
DI NUOVA ROTATORIA STRADALE ED OPERE CONNESSE  
Foglio 7 Santarcangelo di R. / Foglio 41 Rimini**

PROGETTO DI FATTIBILITA'  
TECNICA ED ECONOMICA

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO ESECUTIVO

DIRIGENTE DEL SETTORE TERRITORIO:  
**ING. NATASCIA CASADEI**

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO:  
**ING. ROBERTO SIGNOROTTI**

PROGETTISTI:  
**DOTT. GEOL. FABIO VANNONI**

ELABORATO:

**RELAZIONE GEOLOGICA**

ALLEGATO:

TAVOLA:

**3**

DATA:

**19/04/2021**

SCALA:

-



NOME FILE:

L:\01-Commesse\2020\20-0155-ROTATORIA\_VIA\_TOLEMAIDE\3-Progettazione\50-PD\410-INF-Tav\0001-Tav\PD-03\_Rel Geologica.dwg

## I N D I C E

1	PREMESSA.....	pag. 2
2	INQUADRAMENTO GEOLOGICO.....	pag. 2
	2.1. Considerazioni generali.....	pag. 2
	2.2. Modello geologico.....	pag. 3
3	ANALISI GEOLOGICA.....	pag. 5
	3.1. Inquadramento geografico e geomorfologia.....	pag. 5
	3.2. Geologia e stratigrafia.....	pag. 5
	3.3. Idrografia e idrogeologia.....	pag. 7
	3.3.1 Tutela assetti idraulici e idrogeologici.....	pag. 9
4.	INDAGINI GEOGNOSTICHE.....	pag.11
	4.1. Prove in sito.....	pag.11
	4.2. Litologia e caratteristiche geotecniche dei terreni.....	pag.11
5.	INDAGINI GEOFISICHE.....	pag.13
	5.1. Prova HVSR, strumentazione utilizzata e modalità esecutive.....	pag.13
	5.2. Procedure di analisi dati per stazioni singole HVSR - elaborati e risultati.....	pag.14
6.	PERICOLOSITA' SISMICA.....	pag.15
	6.1. Sismicità dell'area.....	pag.15
	6.2. Azione sismica.....	pag.18
	6.3. Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche.....	pag.19
	6.3.1 Definizione e individuazione categoria di suolo.....	pag.19
	6.3.2 Definizione e individuazione della condizione topografica.....	pag.20
7	VALUTAZIONI DI MICROZONAZIONE SISMICA.....	pag.21
	7.1. Premesse normative.....	pag.21
	7.2. Verifiche e valutazioni di microzonazione sismica.....	pag.22
8	PROBLEMATICHE CONNESSE ALL'INTERVENTO.....	pag. 25
	8.1. Considerazioni generali.....	pag. 25
	8.2. Problematiche realizzative.....	pag. 27
	8.3. Caratteristiche dei terreni superficiali di sottofondo per sovrastrutture stradali.....	pag. 28
9	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE.....	pag. 29

## ALLEGATI NEL TESTO

- ALLEGATO N. 1 - Inquadramento geografico
- ALLEGATO N. 2 - Profili stratigrafici e prove in sito di riferimento
- ALLEGATO N. 3 - Planimetria con ubicazione prove in sito
- ALLEGATO N. 4 - Profili penetrometrici

## **1 PREMESSA**

La relazione geologica redatta su incarico del SETTORE TERRITORIO PROGRAMMAZIONE OPERE PUBBLICHE del Comune di Santarcangelo di Romagna si redige la presente relazione geologica completa delle indagini geognostiche, analisi di laboratorio terre e rocce da scavo a supporto di LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA DELL'INCROCIO FRA LA VIA P.TOSI, LA VIA ANTICA EMILIA E LA SP 136 "SANTARCANGELO MARE", MEDIANTE REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA ROTATORIA STRADALE ED OPERE CONNESSE NEI TERRITORI DEL COMUNE DI SANTARCANGELO DI ROMAGNA E DEL COMUNE DI RIMINI (RN).

L'area di studio è compresa nella Tavola 256 S.O. Santarcangelo di Romagna alla scala 1: 25.000, (allegato n. 1) inoltre è individuabile nell'Elemento 101 (Casale San Vito) del Foglio 256 (RIMINI) della Carta Tecnica Regione Emilia Romagna (allegato n. 1).

L'indagine Geologica è realizzata in ottemperanza alla Circolare regionale n. 1288 del 11/02/1983 a titolo "Indicazioni metodologiche sulle indagini geologiche da produrre a corredo dei Piani Urbanistici Comunali". Inoltre essa è redatta in linea con il paragrafo 6.2.1. ("Caratterizzazione e modellazione geologica del sito") delle Norme tecniche per le costruzioni D.M. 17 gennaio 2018 (GU Serie Generale n.42 del 20-02-2018 - Suppl. Ordinario n. 8) e relativa Circolare n. 7 del 21-01-2019 a cura del Consiglio Superiore Lavori Pubblici. La relazione geologica è stata articolata nelle seguenti fasi:

- rilevamento geolitologico, geomorfologico e delle condizioni idrogeologiche;
- ricostruzione del modello geologico generale del sito attraverso il materiale bibliografico (sezioni geologiche e prove geognostiche della pianura emiliano romagnola a cura del Servizio geologico e sismico dei suoli della Regione Emilia Romagna (<http://geo.regione.emilia-romagna.it>);
- realizzazione di n. 1 penetrometria statica C.P.T. con punta meccanica;
- definizione delle caratteristiche geolitologiche dell'area di intervento in relazione all'intervento da realizzare;
- valutazione degli elementi di pericolosità geologica;
- valutazioni per la microzonazione sismica finalizzata alla pianificazione territoriale ed urbanistica;
- Individuazione delle problematiche di carattere geomorfologico, geologico e idrogeologico connesse all'intervento.

Tale studio è finalizzato sia alla valutazione da parte dell'Ufficio Difesa del Suolo della Provincia di Rimini ai sensi dell'art. 5 della L.R. 19/2008 e degli aspetti urbanistico – ambientali sia, al pari di tutti gli atti di pianificazione urbanistica, alla riduzione del rischio sismico così come specificato nell'art. 2, comma 4, dell'allegato alla L.R. 20/2000. Al proposito, con Delibera della Giunta Regionale n. n. 630 del 29/04/2019 la Regione Emilia - Romagna ha approvato l'Atto di coordinamento tecnico sugli studi di microzonazione sismica per la pianificazione territoriale e urbanistica (artt. 22 e 49 della L.R. n. 24/2017).

Infine si dichiara di aver preso visione della pianificazione territoriale urbanistica comunale e di quella sovraordinata esistenti e delle eventuali prescrizioni di carattere geologico.

## **2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO**

### **2.1 Inquadramento tettonico**

L'assetto geologico del territorio oggetto di studio è il prodotto di processi genetico-evolutivi che hanno costituito il rilievo dell'Appennino Settentrionale.

L'evento strutturale primario è rappresentato dallo scorrimento della "Coltre della Val Marecchia" ("Colata di Montefeltro" o "Caotico della Val Marecchia" A.A.) al di sopra della successione umbro – marchigiano - romagnola. La messa in posto della coltre è collegata alla tettonica compressiva che ha riacorciato in pieghe e scaglie il suo substrato; essa va inquadrata nell'insieme di falde e sovrascorrimenti il cui impilamento ha dato luogo all'Appennino Settentrionale (Conti et al., 1987).

All'interno della catena appenninica principale che presenta uno stile tettonico ad ampie strutture (pieghe fagliate e accavallamenti) con vergenza adriatica (nord-est), si individuano, quindi, due zone con differenti caratteristiche ma in cui è evidente una tettonica di tipo compressivo: la prima è rappresentata dal substrato della Coltre della Val Marecchia, comprendente i depositi della successione umbro – marchigiano - romagnola, la seconda, caratteristica dell'area oggetto di studio, è rappresentata dai terreni plio – pleistocenici post-coltre.

Alla tettonica compressiva responsabile della formazione dei principali elementi strutturali dell'area della Val Marecchia va strettamente collegata una tettonica trascorrente (direttrice antiappenninica) i cui effetti sono riscontrabili in una serie di strutture secondarie (pieghe en - echelon con direzione N 100° – 145° e faglie trascorrenti con direzione N 10° - 40°). La faglia della Val Marecchia rappresenta al proposito l'elemento tettonico più rappresentativo della zona e sembra giocare un ruolo importante nel condizionare la sedimentazione della successione marchigiano - romagnola e nel guidare la messa in posto della coltre alloctona.

## **2.2 Evoluzione paleogeografica e dell'idrografia superficiale**

Uno sguardo d'insieme rivolto all'idrografia della “fascia adriatica” dell'Appennino romagnolo mostra come i fiumi attraversino ortogonalmente le strutture appenniniche e giungano in mare mantenendo, tra loro, un certo parallelismo (vedi Fiume Marecchia e Torrente Uso). Ciò è in gran parte imputabile alla storia tettonica dell'area in cui si modella il paesaggio.

L'andamento generale dei principali corsi d'acqua adriatici si è organizzato, durante il Pliocene, con aste parallele agli assi strutturali, alimentate da corsi di acqua minori di tipo “cataclinale” (diretti lungo l'originario pendio topografico delle strutture) e spesso allineati lungo elementi tettonici trasversali la cui attività si è a lungo protratta nel tempo.

Durante il Quaternario l'area romagnola ha subito notevoli e ripetuti cambiamenti climatici; queste variazioni e il progressivo sollevamento hanno originato più generazioni (ordini) di depositi alluvionali terrazzati. L'incisione dei depositi suddetti si è realizzata progressivamente nel corso dell'Olocene quando il ringiovanimento dei versanti ha determinato il modellamento dei caratteri morfologici attuali.

## **2.3 Caratteri geomorfologici e idrogeologici del conoide del Fiume Marecchia**

Il conoide del Fiume Marecchia ha dal punto di vista morfologico il suo apice alla stretta del Ponte Verucchio e per base il tratto compreso tra il porto – canale di Rimini e lo sbocco a mare dello Scolo Pedrera Grande con limite Nord del Comune di Rimini (Zaghini, 1993; “Il conoide del Fiume Marecchia” in quaderni del circondario n. 4).

Rispetto ai conoidi limitrofi, dell'Uso e dell'Ausa, il conoide del Marecchia si differenzia per la più grande estensione e per il maggior accumulo di materiale alluvionale che supera i 300 mt di spessore in corrispondenza della costa. Tale maggiore spessore è dovuto essenzialmente a cause di ordine tettonico cioè alla formazione durante il sollevamento della dorsale appenninica di sistemi di faglie trasversali (sistema Fiume Rubicone – Fiume Marecchia).

Il conoide marecchiese si può suddividere, dal punto di vista geomorfologico, in maniera schematica, in un conoide “antico” (Pleistocenico o pre-pleistocenico) nettamente terrazzato ed un conoide “recente” (Olocenico) caratterizzato da ampie divagazioni dell'alveo ed in cui è difficile ricostruire il limite dei terrazzi. Il conoide recente, in cui ricade l'area in studio, si spinge poi sino a mare o meglio oltre l'attuale linea di costa, dove si rinvengono i massimi spessori di sedimenti e forme morfologiche di depositi terrazzati meno nette e spesso non facilmente distinguibili dai depositi sedimentari di piana alluvionale.

Dal punto di vista idrogeologico a valle dell'abitato di Corpò si assiste ad un rapido aumento delle spessore del materasso alluvionale che supera i 20 mt all'altezza dell'abitato di S.Martino dei Molini. Ed è proprio in questo punto che è possibile individuare l'inizio "idrogeologico" del conoide del Fiume Marecchia. A valle di questa soglia naturale si diramano come digitazioni i vari strati ghiaiosi che, con diversa pendenza, si espandono sotto la bassa pianura. Tale distribuzione dei corpi a "granulometria grossolana" è evidenziata dalle prospezioni sismiche effettuate dal Consorzio Uso conca e Agroriminese nell'ambito degli studi e ricerche per il ravvenamento artificiale della falda (1977). Pertanto la struttura idrogeologica dell'acquifero appare regolata dalla diffusione dei materiali sabbiosi e ghiaiosi la cui presenza condiziona fortemente sia in senso verticale che orizzontale la permeabilità.

La presenza di letti a granulometria fine "limo - argillosa" intercalati ai depositi grossolani fa sì che la conoide marecchiese assuma i caratteri di un tipico acquifero multifalda (Toni e Zaghini, 1988; Idrogeologia e Geotecnica del Fiume Marecchia). Il corpo idrogeologico del conoide è in sintesi costituito da molteplici lenti e letti a varia granulometria che definiscono una distribuzione degli acquiferi varia. La diffusione dei materiali fini e quelli grossolani consentono una notevole permeabilità sia verticale che orizzontale con conseguente comunicazione tra i livelli più superficiali della falda acquifera e valorizzazione delle portate in emunzione. Le falde acquifere assumono caratteri di spiccata freaticità per i primi 20 mt di profondità dal p.c. e semiartesianità fino a circa 50 mt di profondità dal p.c. quando i depositi fini vengono ad assumere una certa consistenza e continuità laterale.

## 2.2 Modello geologico

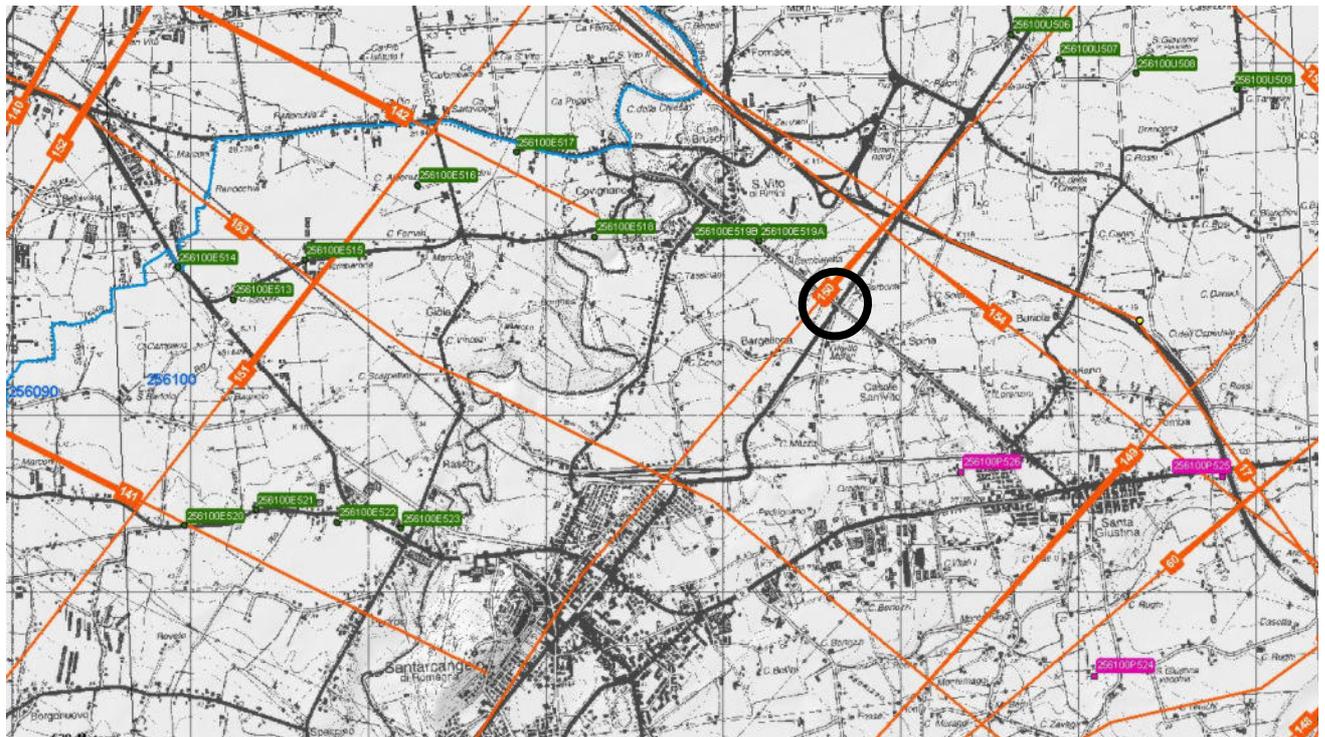
Il D.M. 17/01/2018 (Norme Tecniche sulle costruzioni) entrato in vigore dal 22/03/2018 nella progettazione geotecnica (capitolo n. 6) riprende il concetto di modello geologico del sito (già evidenziato nel D.M. 14-01-2008). Al paragrafo 6.2.1 si specifica che *"La caratterizzazione e la modellazione geologica del sito deve comprendere la ricostruzione dei caratteri litologici, stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici e, più in generale, di pericolosità geologica del territorio, descritti e sintetizzati dal modello geologico di riferimento"*.

La definizione della "pericolosità geologica del territorio" deve costituire elemento indispensabile cui tenerne conto nella progettazione geotecnica. Mentre *"il modello geologico deve essere sviluppato in modo da costituire elemento di riferimento per il progettista per inquadrare i problemi geotecnici e per definire il programma delle indagini geotecniche"* (paragrafo 6.2.1).

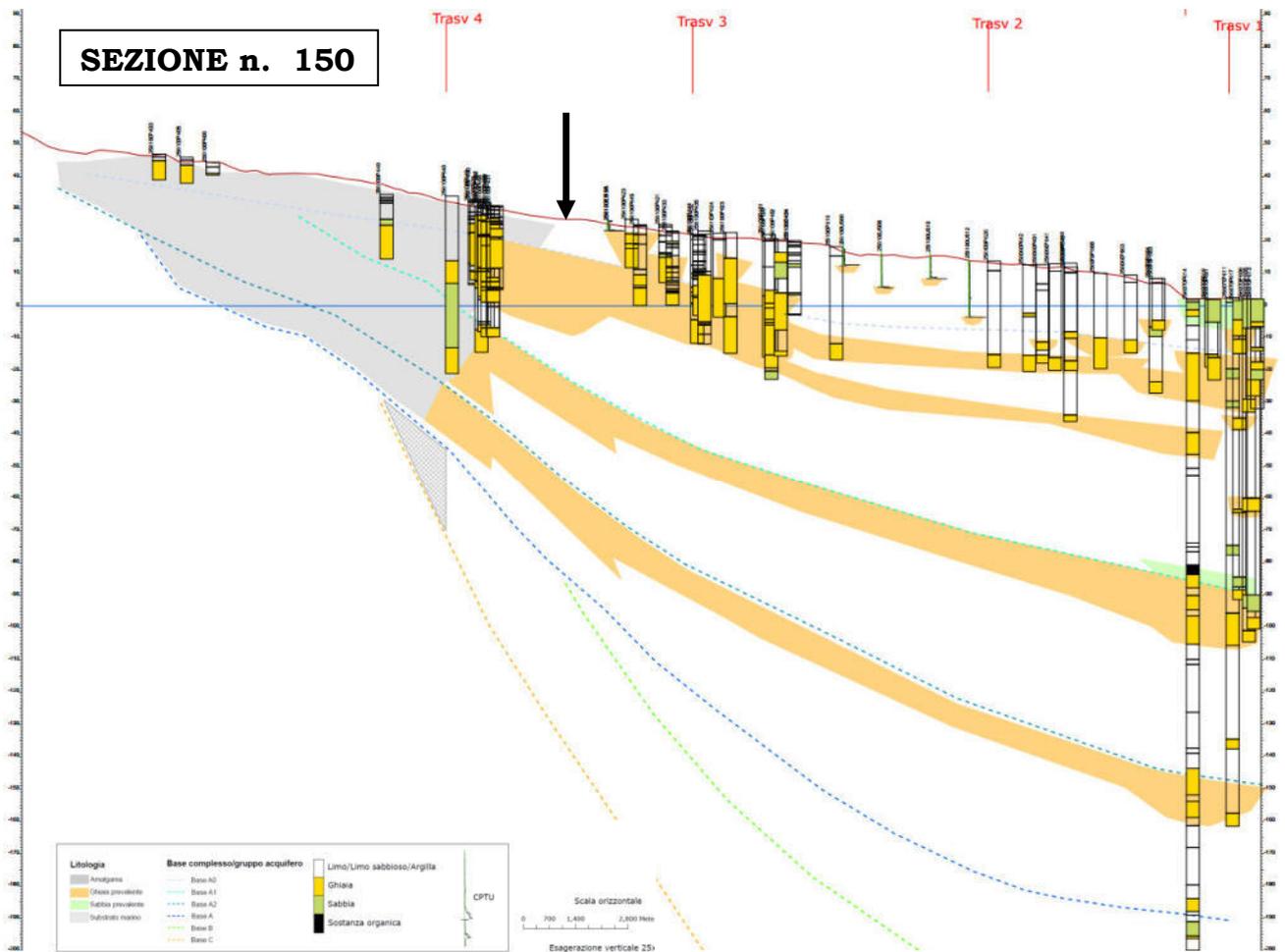
L'area ricade nella parte meridionale della pianura alluvionale padana in vicinanza ai primi rilievi collinari di età pleistocenica. Una ricostruzione del modello geologico è possibile attraverso la consultazione della Carta delle Sezioni Geologiche e Prove Geognostiche della Pianura Emiliano Romagnola.

In particolare i dati disponibili a breve distanza dal sito di intervento sono una sezione parallela ed una perpendicolare alla costa (n. "150" e "154", per ubicazione vedi stralcio planimetrico sottostante) le cui tracce corrono ad una distanza rispettivamente di 300 mt e 500 mt dal sito oggetto di studio.

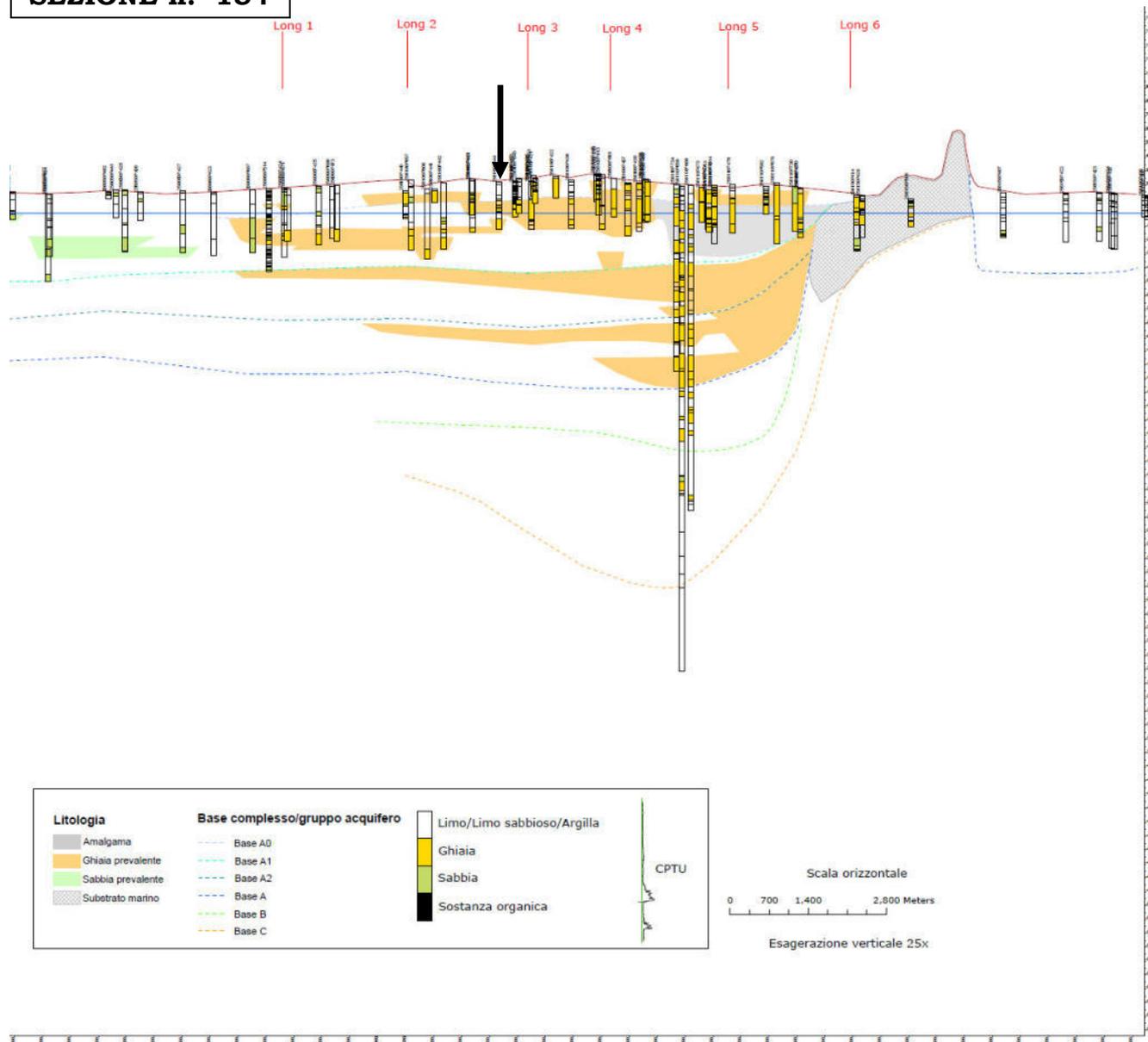
Per quanto attiene la caratterizzazione geolitologica, si è fatto riferimento sia alle sezioni geologiche profonde n. 154 (parallela alla fascia costiera) e 150 (perpendicolare) ricostruite dal Servizio Geologico della Regione Emilia Romagna nell'ambito del progetto CARG, che ai dati stratigrafici profondi provenienti da studi di geologia del sottosuolo della conoide del Fiume Marecchia. Le sezioni geologiche si ubicano come da stralcio planimetrico seguente.



Tali sezioni, che di seguito vengono riportate, si incrociano all'altezza dell'area di studio. Tramite correlazioni con stratigrafie di pozzi profondi e sondaggi vicini, arrivano ad indagare uno spessore di circa 370 mt.



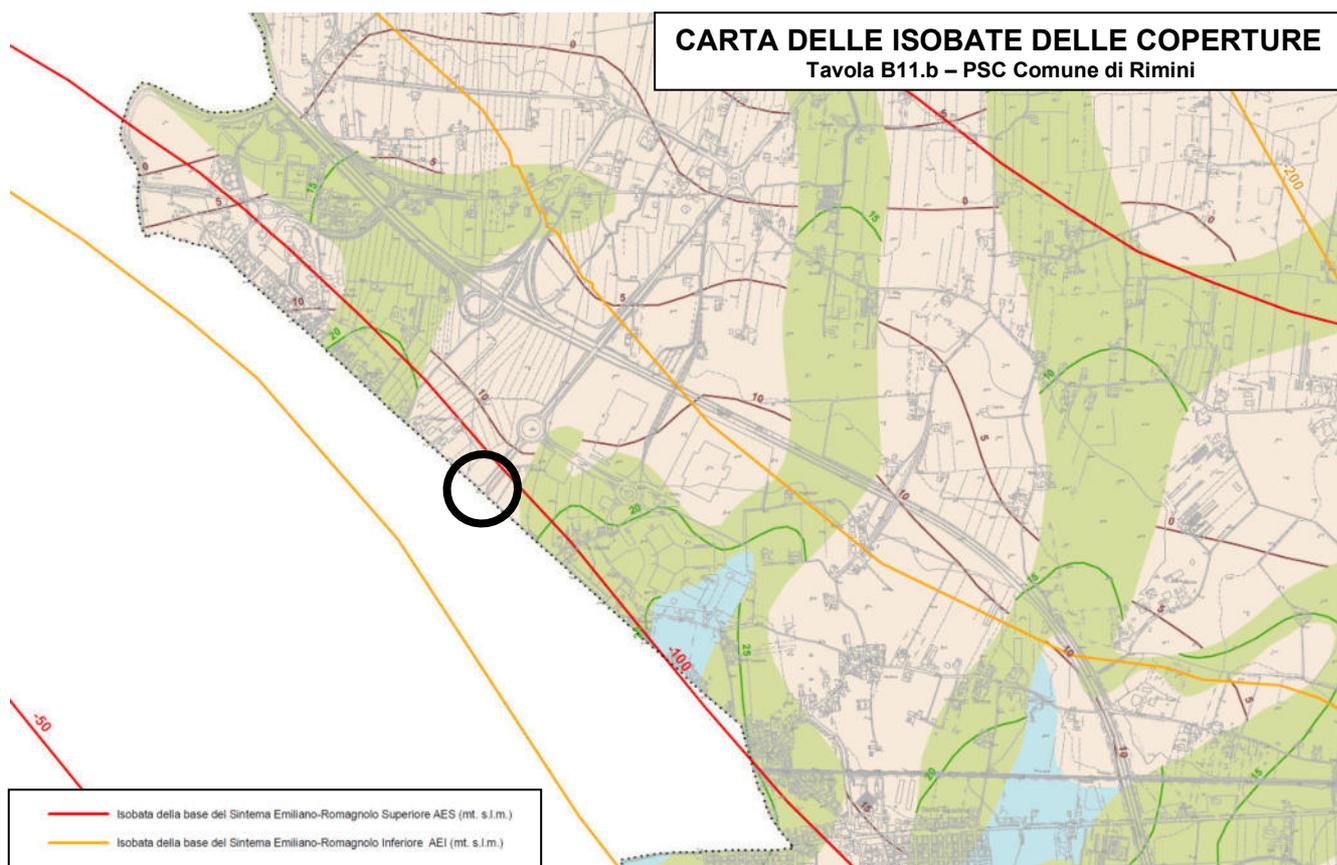
**SEZIONE n. 154**



Dalle informazioni litostratigrafiche disponibili è possibile desumere, quindi, uno spessore medio di alcuni metri del primo consistente pacco di ghiaie, rilevato con continuità ed il cui tetto si pone alla profondità variabile da 12.0 a 15.0 mt dal p.c..

Il limite basale della conoide deposizionale, lungo la verticale, viene individuato tra i -100 /-150 mt di profondità, sui depositi formazionali marini. I depositi continentali appartenenti alle Unità idrostratigrafiche “A” e “B” (pleistocene medio – superiore; Regione Emilia Romagna, ENI – AGIP, 1998 Riserve idriche della Regione Emilia Romagna a cura di G. di Dio) giacciono con assetto stratigrafico suborizzontale sui terreni di origine marina del substrato plio - pleistocenico (Unità idrostratigrafica “C” rappresentata in loco dalle Sabbie Gialle di Imola “IMO” e dalla Formazione delle Argille Grigio – azzurre “FAA”) coinvolto negli accavallamenti che rappresentano le strutture tettoniche sepolte citate nel paragrafo precedente e pertanto in netta discontinuità stratigrafica rispetto ai terreni sovrastanti.

Tale ricostruzione è supportata anche dalla “Carta delle Isobate delle Coperture” (tavola B11.b) allegata al PSC di Rimini qui di seguito riportata in stralcio. In particolare l’area si colloca tra le isobate di -100 e -150 mt di profondità della base del Sintema Emiliano – Romagnolo Inferiore.



Pertanto questi dati ci forniscono il quadro geologico generale omogeneo almeno per una fascia di territorio esteso dalla linea di costa fino ai primi rilievi collinari che in loco sono rappresentati dal Colle di Giove su cui sorge il centro storico di Santarcangelo di Romagna. Il modello geologico è quello di uno spessore consistente di sedimenti depositi in dominio continentale in giacitura suborizzontale o drappeggiata al di sopra dei terreni di origine marina che rappresentano il substrato e costituiscono le strutture tettoniche sepolte legate all'orogenesi appenninica.

## **3 ANALISI GEOLOGICA**

### **3.1 Inquadramento geografico e geomorfologia**

L'area di intervento è ubicata a circa 700 mt a sud est dell'abitato di S.Vito a cavallo tra il confine tra il territorio comunale di Santarcangelo di Romagna e quello di Rimini. In particolare la zona su cui verrà realizzata la nuova rotatoria stradale si colloca all'incrocio tra la via P.Tosi (a sud ovest), la via Antica Emilia (a sud est e a nord ovest) e la S.P. 136 "Santarcangelo Mare" (via Tolemaide a nord est). Essa dista circa 600 dal casello "Rimini Nord" dell'Autostrada A14 Bologna – Bari e si colloca alla estremi altimetrici di 25.0 e 26.0 mt s.l.m..

L'aspetto morfologico è quello subpianeggiante tipico delle pianure alluvionali terrazzate, originato dalla sovrapposizione di depositi fluviali, conseguenza del trasporto e del deposito di sedimenti da parte del Fiume Marecchia. Ad occhio non è rilevabile la debole inclinazione (0.7 - 0.8 %) verso la fascia costiera che caratterizza l'area.

Data la morfologia sub subpianeggiante non si rinviene alcuna evidenza di movimenti gravitativi.

## **3.2 Geologia e stratigrafia**

Dal punto di vista geologico l'area di indagine ricade nel territorio di affioramento della formazione quaternaria denominata "a4" della Carta Geologica d'Italia (alluvioni e depositi di copertura terrazzati di bassa quota); essa è collocata all'altezza della parte centro – settentrionale del cono alluvionale del Fiume Marecchia - Torrente Uso dove è presente una fascia di paleoalvei di età altomedioevale (Zaghini M. e Toni G., 1988 - *Idrogeologia e Geotecnica del Conoide del Fiume Marecchia*).

La carta Geologica della Regione Emilia Romagna qui rappresentata in stralcio (vedi allegato n. 2) inquadra l'area nel Subsintema di Ravenna (AES8) e descrive la successione locale come di seguito specificato.

### **SINTEMA EMILIANO-ROMAGNOLO SUPERIORE (AES)**

Comprende depositi alluvionali, deltizi, litorali e marini. Nel sottosuolo della pianura è costituito da una successione di cicli trasgressivo-regressivi formati da argille, limi, sabbie e ghiaie di ambiente alluvionale e, limitatamente al settore costiero, da sabbie litorali.

In affioramento e nel sottosuolo prossimale alla catena il limite inferiore è erosivo e discordante sui depositi marini. Sintema parzialmente suddiviso in subsintemi (AES8, AES7 ed AES6) limitati, in affioramento, dalle principali scarpate di terrazzo fluviale e paleosuoli e, nel sottosuolo della pianura, da bruschi contatti fra depositi trasgressivi marino-marginali e palustri su depositi di conoide e di piana alluvionale. I depositi fini di tracimazione fluviale dei terrazzi del margine appenninico non sono differenziati in subsintemi. Nel sottosuolo presso lo sbocco vallivo del Fiume Marecchia i depositi grossolani di conoide si amalgamano fra loro ed i singoli subsintemi non sono più separabili. Nel sottosuolo della pianura alluvionale sono presenti 2 cicli deposizionali inferiori che non hanno corrispettivi in affioramento e perciò non sono stati formalizzati. Spessore massimo circa 200 mt (sottosuolo della pianura). Età: Pleistocene medio-Olocene.

### **Subsintema di Ravenna (AES8)**

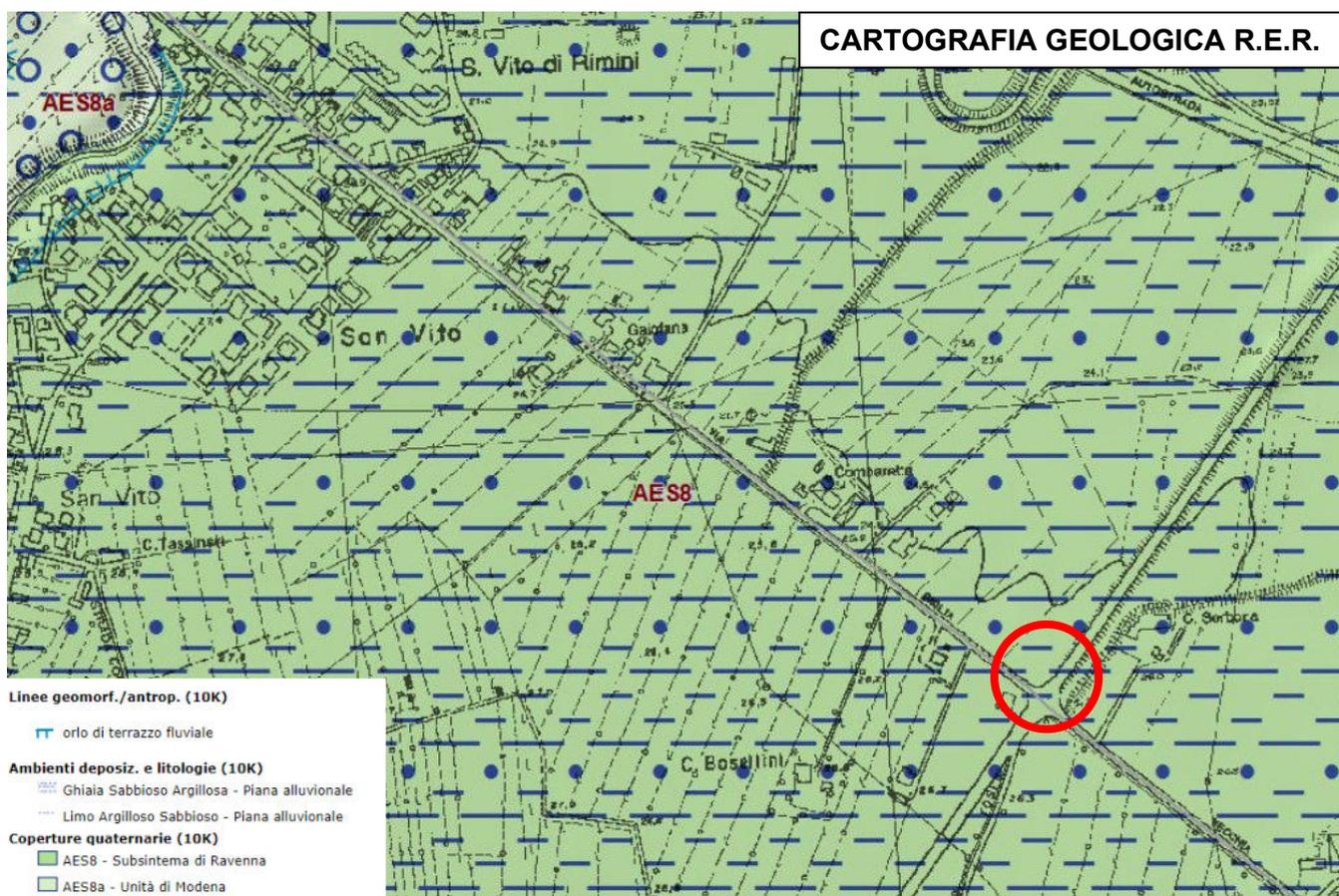
Depositivi fluviali intravallivi e di piana alluvionale, di piana di sabbia litorale e, nel settore a mare, di prodelta e transizione alla piattaforma. Nella valle del Fiume Marecchia i depositi fluviali sono organizzati in 3 ordini di terrazzo con inclinazione media di 5-6 per mille. Limite superiore 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 (10YR, 2,5Y), spessore dell'orizzonte decarbonato 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. Subsintema contenente un'unità di rango gerarchico inferiore (AES8a) che, dove presente, ne costituisce il tetto stratigrafico. Spessore massimo di 20 - 25 metri.

Pleistocene superiore-Olocene

L'area di intervento ricade all'interno dell' AES8 e i depositi alluvionali terrazzati sono costituiti da limi argillosi, argille limose e poco più, più in profondità (-5.0 / -8.0 mt dal piano di campagna), da ghiaie grossolane, ghiaie sabbiose e sabbie permeabili. In superficie è presente un livello limo - argilloso variamente humificato costituente il suolo.

Il quadro litostratigrafico dell'area è piuttosto disomogeneo: i livelli permeabili si alternano a quelli granulometricamente più fini, virtualmente impermeabili, con passaggi verticali e laterali, nella tipica configurazione interdigitata, con chiusure a pinch-out. Essi rappresentano il prodotto della sedimentazione in ambiente di piana inondabile, con le ghiaie e ghiaie e sabbie che costituiscono i depositi del corso d'acqua in condizione di maggiore energia cinetica.

Lo spessore medio del materasso alluvionale relativo al conoide del fiume Marecchia, al di sopra delle formazioni marine plio - pleistoceniche è presumibilmente vicino ai 150 mt nei pressi dello Scolo Consorziale Brancona all'altezza dell'area in studio. Tale ipotesi trova conferma sia nella "Sezione n. 150" allegata alla "Carta del tetto delle ghiaie" pubblicata dal Servizio Geologico d'Italia nel 2005 – progetto CARG che nella Carta della Profondità del "Limite Basale" dell'acquifero denominato "A" (Alluvioni del Pleistocene medio – superiore) allegata alla Relazione Tecnica sulle "Riserve idriche sotterranee della Regione Emilia Romagna" (Regione Emilia Romagna, Eni - Agip, 1998; G. Di Dio., S.E.L.C.A., Firenze). Inoltre ciò è in pieno accordo con le stratigrafie del sondaggio A.M.I.R. n. 657 "S.Vito".



### 3.3 Idrografia e idrogeologia

Gli elementi idrografici principali sono il Fiume Marecchia e dal Torrente Uso. Il primo, posto ad una distanza di circa 3000 mt a sud, possiede un corso a tratti quasi rettilinei con una distesa di alluvioni ciottolose solcate da una rete di canali poco incisi caratterizzati da un regime torrentizio con abbondante trasporto sul fondo tipico dei fiumi intrecciati (alveo tipo “braided”). Il secondo, il cui alveo è situato circa 1000 mt a nord ovest dell’area d’indagine, presenta un andamento di tipo “meandriforme”.

La rete idrografica di superficie è costituita da un reticolo di fossi poderali e interpoderali nonché da alcuni scoli tra i quali il Consorziale Brancona, il quale scorre in adiacenza alle via Padre tosi e alla Strada Provinciale n. 136, ad est, e si riversa direttamente in mare in una zona compresa tra i centri abitati di Viserbella e Torre Pedrera. Il regime idrologico di tali scoli è intermittente: portata assente nella stagione secca e abbondante durante e successivamente a precipitazioni prolungate.

Dal punto di vista idrogeologico l’area ricade all’interno della “conoide appenninica maggiore del Marecchia” (LE CARATTERISTICHE DEGLI ACQUIFERI DELLA REGIONE EMILIA-ROMAGNA Report 2003 A cura di ARPA e REGIONE EMILIA ROMAGNA: Adriano Fava, Marco Farina, Marco Marcaccio). Essa rientra nel territorio freatico di influenza del di un sottobacino idrogeologico compreso tra Fiume Marecchia e il Torrente Uso (Zaghini M., 1993; “*Il Conoide del Fiume Marecchia*” in Quaderno del circondario di Rimini n.4). Infatti lo studio di Zaghini riporta una linea di drenaggio sotterraneo (asse drenante) in coincidenza con lo Scolo Consorziale Brancona; inoltre risulta evidente una linea di spartiacque sotterraneo collocata circa un chilometro a sud dell’area che divide il sottobacino da quello principale del Marecchia.

La struttura geologica della conoide è caratterizzata dalla presenza di ripetute alternanze di depositi grossolani e fini di spessore pluridecamentrico. Alcuni elementi si differiscono in modo rilevante rispetto alle conoidi alluvionali, maggiori e intermedie, in particolare:

- lo spessore e la continuità laterale dei corpi grossolani decresce in modo sostanziale a favore di un analogo aumento dei depositi fini, che occupano la gran parte delle successioni;
- in senso verticale, i depositi ghiaiosi sono presenti quasi esclusivamente nelle parti sommitali delle alternanze, dando luogo a depositi tabulari poco estesi;
- la zona di amalgamazione delle ghiaie è sostanzialmente assente così come la presenza di ghiaie affioranti sulla superficie.

I terreni superficiali limo – sabbiosi e argillosi possiedono variabili qualità drenanti ma, generalmente, un alto potere di ritenzione e scarse qualità drenanti: modeste permeabilità e porosità efficace. Più in profondità vi sono terreni sabbiosi e ghiaiosi dotati di maggiore permeabilità.

Nel caso di brevi e intense precipitazioni essi determinano, vista la morfologia sub pianeggiante, ristagni superficiali. Tuttavia per la presenza di livelli a maggiore contenuto sabbioso, che conferiscono al terreno una certa eterogeneità, si possono genericamente definire generalmente come “semipermeabili” e quindi potenzialmente in grado di ospitare un acquifero. In ogni caso nei sedimenti a "granulometria fine" il livello dell'acqua nel terreno è soggetto a consistenti variazioni stagionali che possono divenire notevoli nel caso in cui periodi aridi si alternino ad altri di intensa e prolungata piovosità.

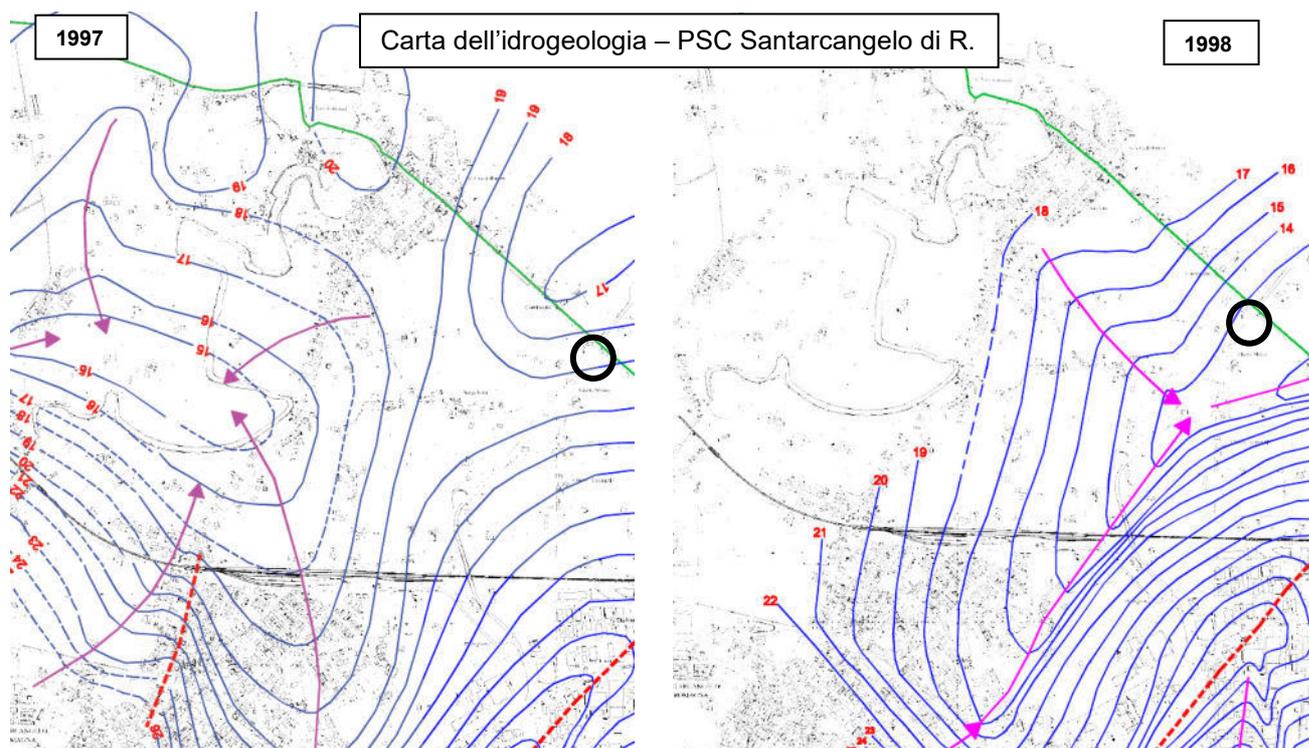
Nella tabella seguente si fornisce indicativamente un quadro esemplificativo dei valori del coefficiente di permeabilità K in funzione delle principali litologie di terreno riscontrate.

Descrizione litologie	K (mt/sec) Coefficiente di permeabilità
<b>Livello superficiale</b> Prevalenza di limi argillosi e argille limo- sabbiose con resti vegetali e calcinelli e concrezioni carbonatiche nel livello suolizzato più superficiale; caratteristiche di permeabilità molto variabili	
<b>Limi argillosi mediamente consistenti</b> Di origine alluvionale con presenza di sottili livelli sabbiosi; permeabilità bassa	$10^{-5} - 10^{-7}$
<b>Limi argillosi sovraconsolidati</b> Di origine alluvionale con presenza di sottili livelli sabbiosi; permeabilità molto bassa	$10^{-7} - 10^{-9}$
<b>Ghaie e sabbie limo argillose</b> Di ambiente alluvionale in zona di rotta d'argine – paleoalveo dotati di permeabilità media	$10^{-2} - 10^{-4}$

In base ai dati ricavati dall'indagine geognostica ed a quelli bibliografici relativi alla idrogeologia ufficiale i depositi alluvionali sono sede di molteplici falde acquifere sovrapposte. Quella più superficiale soggiace ad una profondità di -10.0 / -15.0, la seconda è rinvenibile attorno ai -30 / -35 mt mentre la terza si attesta a profondità inferiori ai 70 mt.

Le falde, contenute negli strati ghiaiosi, possiedono direzione di scorrimento verso N e N - NE. Esse assumono un carattere di semiartesianità al di sotto di 20 mt dal piano campagna e di artesianità al di sotto dei 50 mt dove i livelli limo - argillosi che separano gli acquiferi divengono sempre più spessi e continui.

La Carta Idrogeologica del PSC di Santarcangelo di Romagna basata sulle misurazioni freatiche per gli anni 1997 e 1998 segnala una passata soggiacenza della falda a -13/-18 mt (vedi figura in pagina successiva) dal piano di campagna. Da fonti bibliografiche (Zaghini M., 1995) per l'anno 1992 e da dati piezometrici relativi al periodo 1987-1997 nel piezometro n. 82 dell'A.M.I.R. (circa 600 mt ad est dell'area studiata) si manifesta nell'area una tendenza nel tempo alla depressione della falda probabilmente causata dallo sfruttamento antropico delle acque ad uso agricolo. Tuttavia, anche in caso di inversione di tendenza, considerata la presenza già nel primo sottosuolo di terreni grossolani a buon potere drenante, si ritiene la falda non possa innalzarsi oltre i -4.0/-5.0 mt; ciò considerata anche la presenza del Fiume Uso con alveo profondamente inciso nelle alluvioni. Occorre in ogni caso considerare come tale ipotesi possieda un certo margine di incertezza trattandosi di valutazioni non suffragabili direttamente visto anche il breve periodo a disposizione per l'indagine in rapporto alle oscillazioni stagionali e ai cicli meteorologici pluriennali.

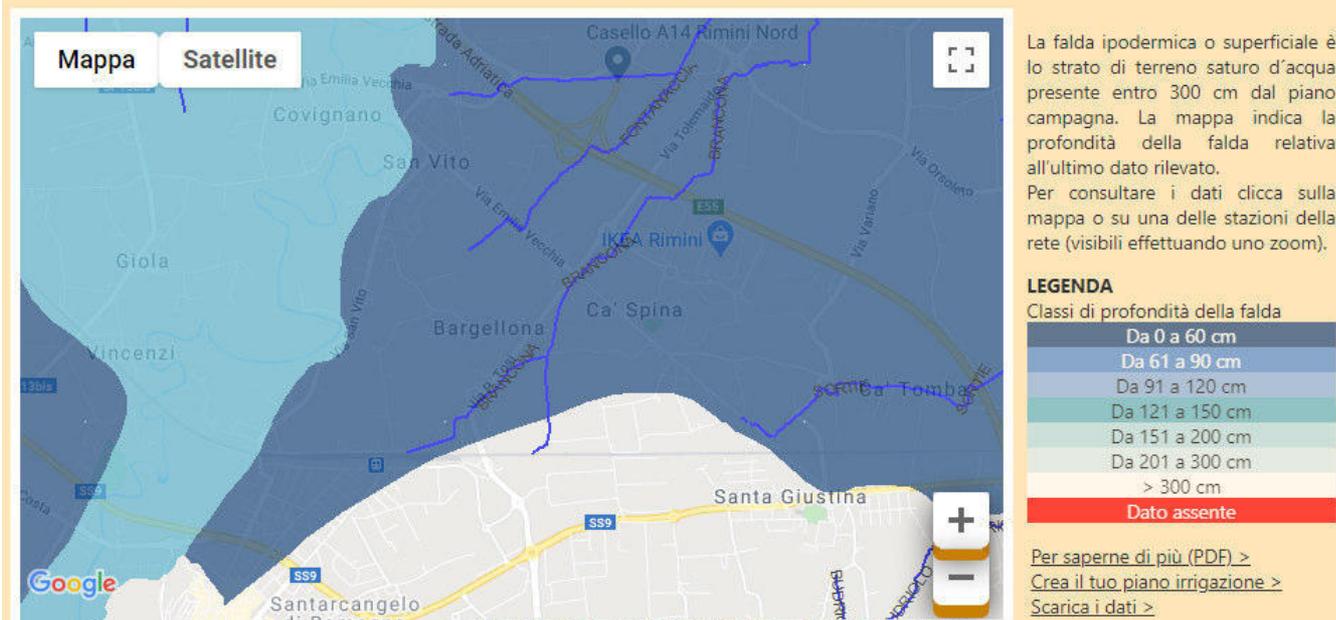


La presenza di un livello argilloso superficiale consistente al di sopra delle ghiaie fa sì che vi possano essere occasionali risalite della frangia capillare quindi di umidità più vicino al piano di campagna.

Inoltre abbondanti precipitazioni meteoriche possono dare luogo alla formazione di una falda ipodermica che rappresenta un livello idrico molto sottile, sovente a geometria lenticolare e discontinua, sospeso al di sopra della falda freatica stessa. La rete di monitoraggio della falda ipodermica promossa e finanziata dal Servizio Ricerca, Innovazione e Promozione del Sistema Agroalimentare della Regione Emilia-Romagna con il contributo delle Province rileva, nell'area, la possibilità di presenza di acqua a profondità comprese tra -0.0 e -0.60 mt dal piano di campagna (vedi figura successiva).

### Falda ipodermica nei suoli della pianura dell'Emilia-Romagna

Profondità rilevata dalla rete regionale di monitoraggio



La falda ipodermica o superficiale è lo strato di terreno saturo d'acqua presente entro 300 cm dal piano campagna. La mappa indica la profondità della falda relativa all'ultimo dato rilevato. Per consultare i dati clicca sulla mappa o su una delle stazioni della rete (visibili effettuando uno zoom).

#### LEGENDA

Classi di profondità della falda

Da 0 a 60 cm
Da 61 a 90 cm
Da 91 a 120 cm
Da 121 a 150 cm
Da 151 a 200 cm
Da 201 a 300 cm
> 300 cm
Dato assente

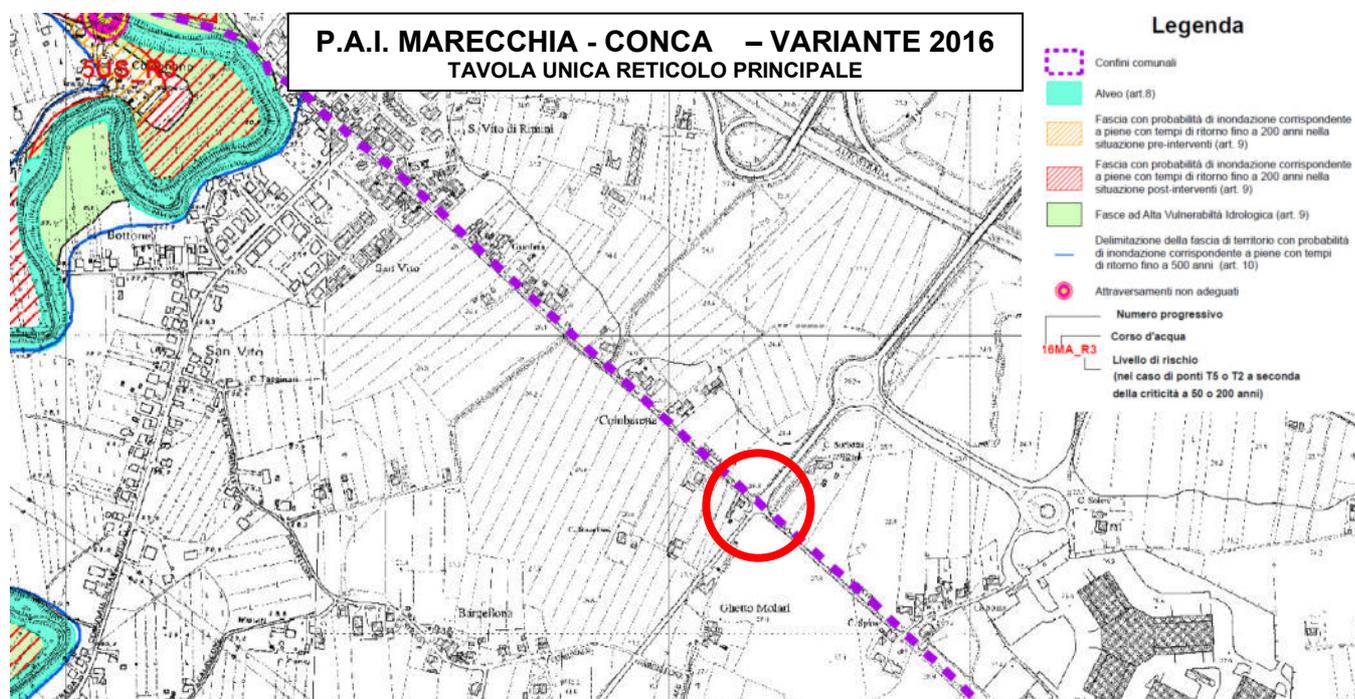
[Per saperne di più \(PDF\) >](#)  
[Crea il tuo piano irrigazione >](#)  
[Scarica i dati >](#)

### 3.3.1 Tutela assetti idraulici e idrogeologici

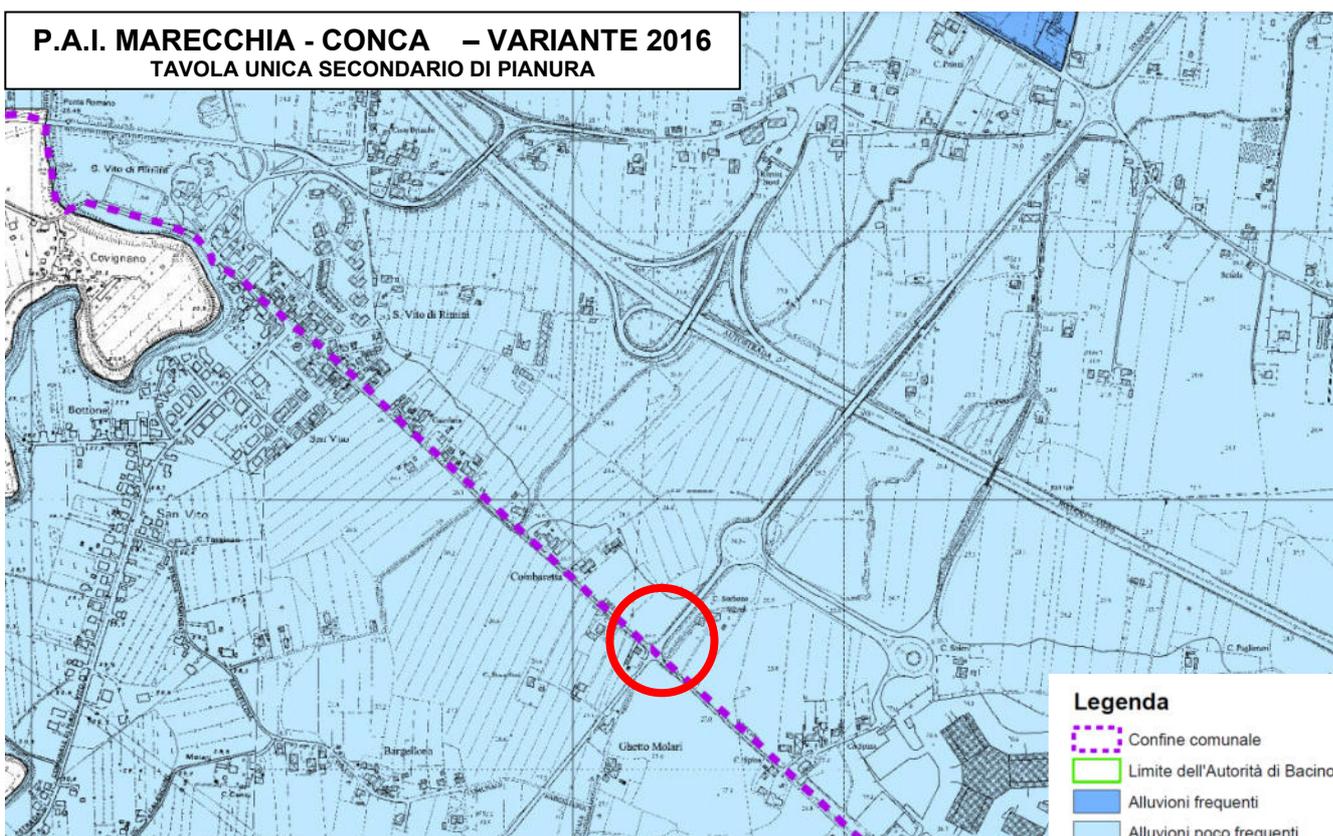
Per quanto attiene il rischio idraulico si fa riferimento allo studio della Autorità Interregionale di Bacino Marecchia Conca (Variante al Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico approvata con DPCM del 25 febbraio 2020 e pubblicato sul BURET n. 420 del 4 dicembre 2020).

In particolare nella Tavola n. 1 "Santarcangelo di Romagna" del Progetto di Variante del Piano Stralcio di fatto segnala come assente il problema dell'esondabilità da parte del reticolo idrografico principale rappresentato dal più vicino Fiume Uso. Tale affermazione trova conferma nella Carta della Idrografia Superficiale B4.a del Piano Strutturale Comunale di Rimini (approvato con Delibera di C.C. n. 15 del 15/03/2016). Anche in riferimento a quanto espresso nel PTCP 2007 variante 2012 l'area non ricade all'interno di alcuna zonazione indicata come "Ambito a Pericolosità Idraulica" della Tavola D/1 – RISCHI AMBIENTALI, e pertanto risulta non esondabile.

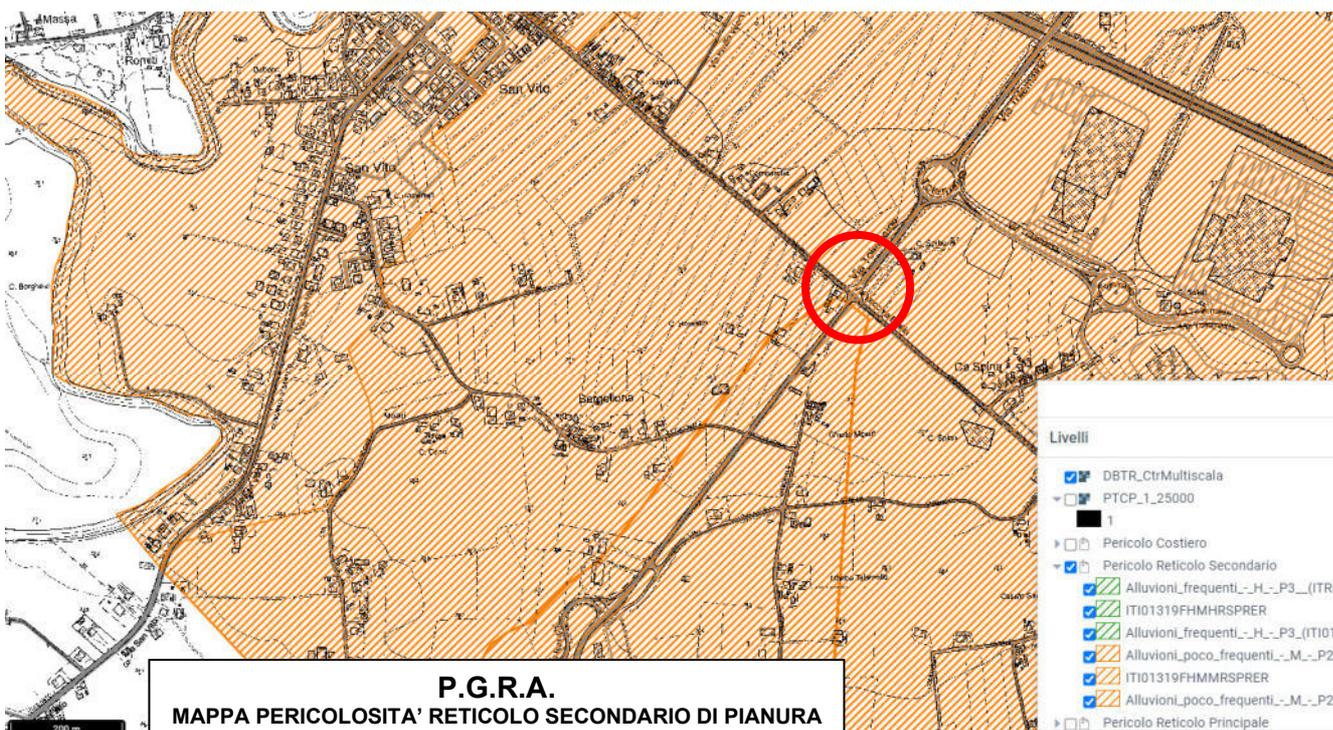
Lo stralcio che segue della Tavola n. 1 del PAI riporta le fasce con probabilità di inondazione corrispondenti a tempi di ritorno fino a 500 anni (art. 9 Norme di Piano) ed evidenzia chiaramente come la distanza dell'area di intervento sia notevole. L'area in oggetto non rientra altresì all'interno di alcuna fascia di vulnerabilità idrologica (art. 9 N.d.P.).



Per quanto concerne il reticolo idrografico minore la tavola n. 1 "Mappe di pericolosità del reticolo secondario di pianura" (vedi stralcio planimetrico a pagina seguente) colloca l'area oggetto di intervento all'interno di un territorio caratterizzato da "alluvioni poco frequenti" (probabilità – P2), trattate dagli artt. 20 e 21 delle Norme di Piano.

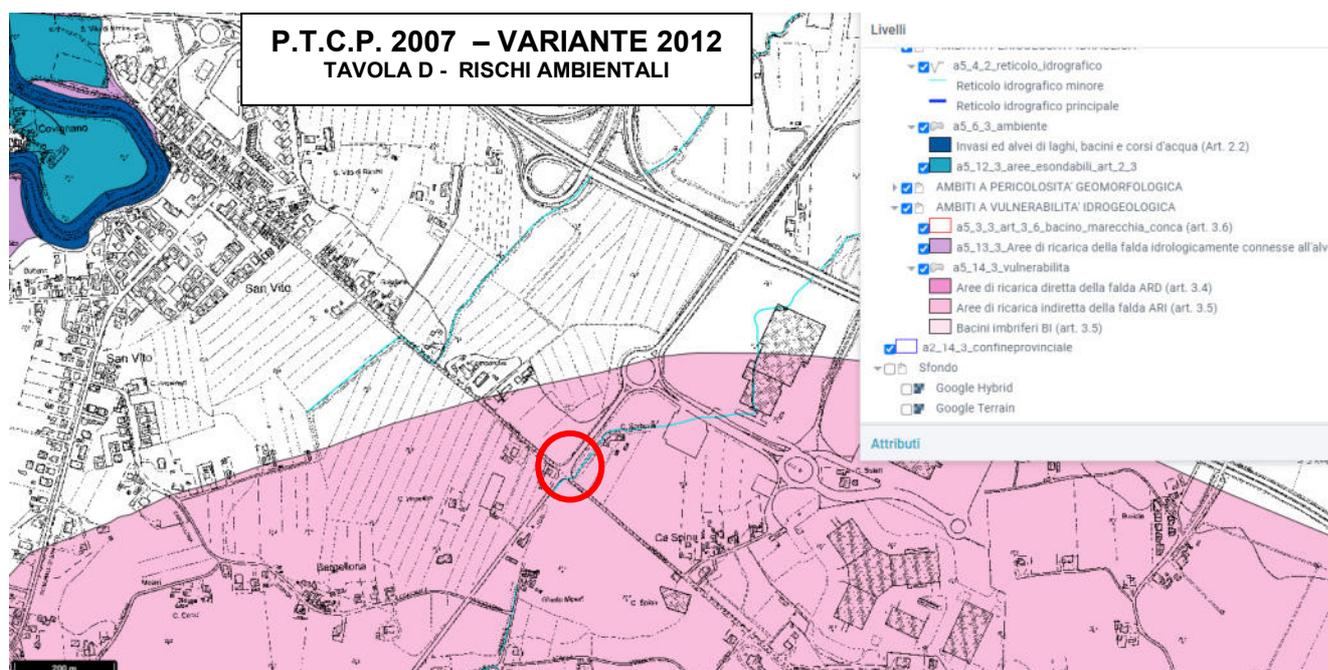


Più di recente ente presso l'autorità Distrettuale di Bacino del Fiume Po con Deliberazioni di Conferenza Istituzionale Permanente n.7 e n.8 del 20 dicembre 2019 e Attestazione di pubblicazione del Segretario Generale è stato esaminato l'aggiornamento delle mappe della pericolosità e del rischio del Piano Gestione Rischio Alluvioni (Art.6 della Direttiva 2007/60). Per quanto riguarda il reticolo idrografico principale vale la mancanza di qualsiasi tipo di pericolo già espressa precedentemente citando quanto espresso nel PAI. Uno stralcio con indicato il grado di pericolo di allagamento da reticolo idrografico minore viene di seguito riportato e conferma il grado P2 di alluvioni poco frequenti.

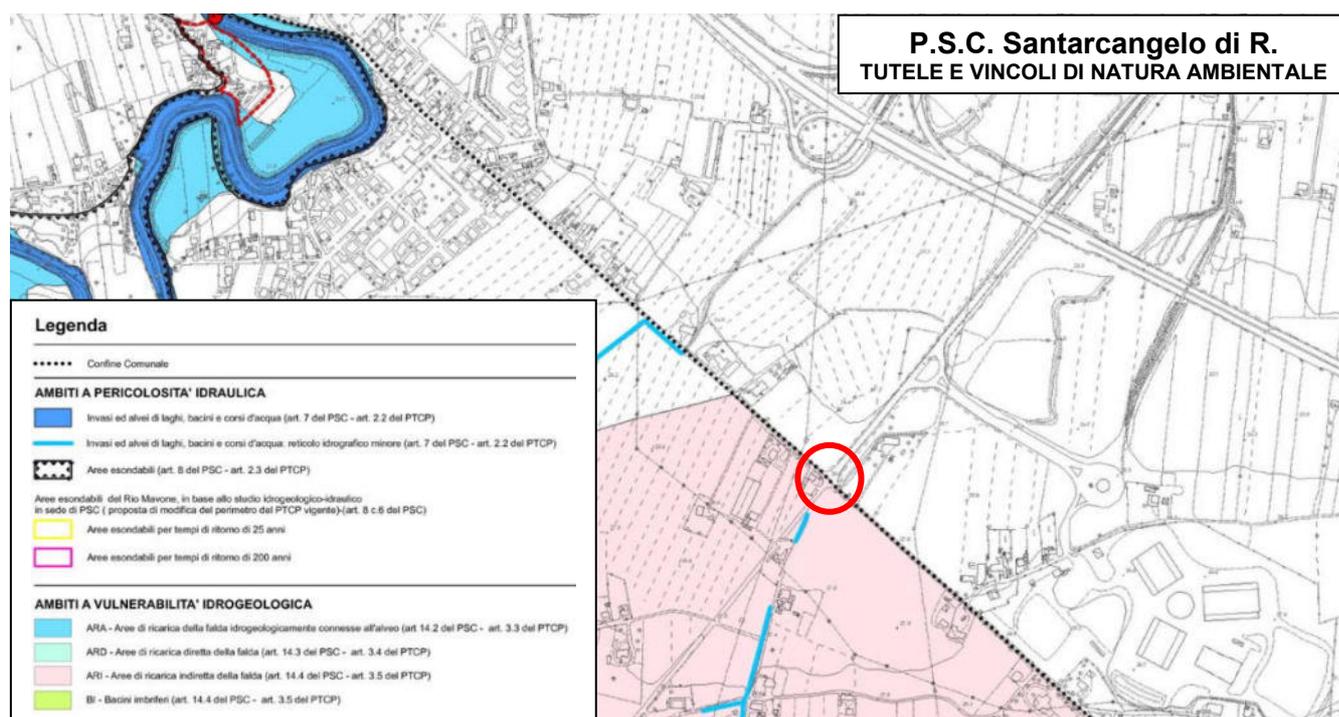


Per le norme di applicazioni del PGRA, secondo quanto previsto dal comma 1, dell'art. 6 della CIP n. 8/2020, si fa riferimento all'art. 58, Titolo V delle NA del PAI del Po dove per il reticolo secondario di pianura (RSP) compete alle Regioni e agli Enti Locali, anche d'intesa con l'Autorità di bacino, attraverso gli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica, regolamentare le attività consentite, i limiti, i divieti.

Dal punto di vista del rischio idrogeologico, per la zona oggetto d'intervento, al riguardo delle caratteristiche di vulnerabilità dell'acquifero superficiale si fa riferimento a quanto espresso nel P.T.C.P. 2007 variante 2012 (Tavola D 2/2 Rischi Ambientali; recepita dal PSC di Santarcangelo di Romagna) evidenzia come la zona ricada all'interno di "aree di ricarica indiretta della falda" (art. 3.5). Ciò è confermato all'interno del PSC di Santarcangelo di Romagna.



Infine il PSC di Santarcangelo di Romagna (vedi stralcio in figura successiva) non riporta alcun vincolo di natura ambientale se non quelli precedentemente menzionati di carattere sovraordinato.



## 4 INDAGINI GEOGNOSTICHE – STRATIGRAFIA E LITOLOGIA

La campagna geognostica in sito è stata eseguita mediante l'utilizzo di penetrometro statico con allestimento tipo "Pagani" da 20 ton. La prova C.P.T. è stata spinta fino a profondità di -14.0 mt dal piano campagna., rilevando in maniera continua i valori di resistenza di punta "Rp" e resistenza laterale locale "Rl".

Le caratteristiche dello strumento utilizzato, i grafici e le tabelle analitiche delle penetrometrie sono riportati in allegato n. 4. La penetrometria è stata eseguita sul margine sud - orientale della futura rotatoria onde verificare la situazione di maggior criticità dell'intervento ovvero la consistenza dei terreni limitrofi al Fosso Brancona; l'ubicazione della prova in sito è riportata in allegato n. 3.

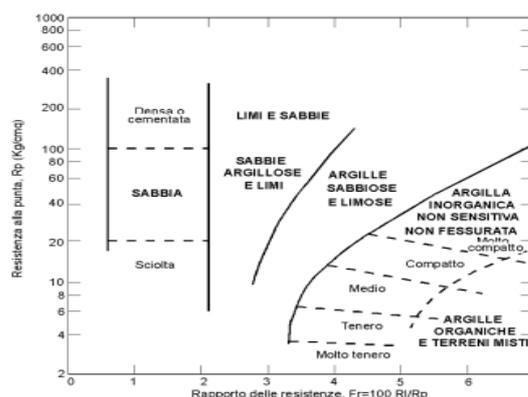
A supporto a completamento del modello geologico e sedimentologico – stratigrafico si riporta in allegato n. 2 anche la stratigrafia di un un pozzo (n. 655 banca dati AMIR; per ubicazione vedi allegato n. 1) del Consorzio Uso Conca Agro Riminese) tratte dalla banca dati regione Emilia – Romagna.

La prova effettuata in sito, unitamente agli strumenti correlativi geognostici, permettono una caratterizzazione del sottosuolo tale da soddisfare esaurientemente il concetto di "volume significativo di terreno" (paragrafo 3.2.2. del D.M. 14/01/08 e paragrafo 6.2.2. della relativa Circolare del 02 febbraio 2009). Ciò in quanto si spingono ad una profondità interessata direttamente e/o indirettamente dall'intervento di realizzazione della rotatoria.

La campagna geognostica ha permesso di individuare e raggruppare i terreni costituenti il primo sottosuolo, sinteticamente, in n. 3 litotipi anche in base alle caratteristiche geotecniche.

Attraverso metodologie orientative ( BEGEMANN, 1965; SCHMERTMANN, 1978) è possibile avere una connotazione sulla litologia dei terreni incontrati lungo la verticale delle prove. Il metodo di BEGEMANN considera il rapporto tra qc (Rp = resistenza di punta) e fs (Rl = resistenza di attrito laterale locale) come parametro indicativo delle variazioni litologiche. In particolare l'Autore suggerisce le seguenti correlazioni:

Rapporto Rp/Rl	Litologia
$Rp/Rl < 15$	Argilla organica e torba
$15 < Rp/Rl < 30$	Limo e/o argilla inorganica
$30 < Rp/Rl < 60$	Limo sabbioso e sabbia limosa
$Rp/Rl > 60$	Sabbie o sabbia più ghiaia



Il metodo di SCHMERTMANN considera come indicativo della litologia della verticale indagata la resistenza di punta qc (Rp nel diagramma nella pagina precedente) in funzione del rapporto delle resistenze Fr (con  $Fr\% = 100 fs/qc$ ).

### N O T A

Le quote di seguito riportate si riferiscono al piano campagna nel punto in cui la penetrometria è stata effettuata che risulta in loco suborizzontale e coincidente a grandi linee con il piano stradale della adiacente via Emilia Vecchia.

t.p. = termine penetrometria

Litologia di Riferimento	CPT1 Da mt a mt	Descrizione
<b>V</b>	0.00 - 1.40	<b>Livello superficiale</b> Limi argillosi e sabbiosi di accumulo alluvionale (Alluvium), in sup. terreno vegetale. Caratteristiche geomeccaniche variabili e generalmente scadenti.
<b>A</b>	1.40 - 12.80	<b>Limi argillosi da mediamente consistenti a compatti</b> Di origine alluvionale, tipici di ambienti di piana inondabile, a contenuta / limitata compressibilità e sufficienti / discrete caratteristiche geotecniche. In genere normalconsolidato o leggermente sovraconsolidato. Presenza talora di livelletti discontinui a maggior contenuto in sabbia limosa e limo sabbioso.
<b>G</b>	12.80 – t.p. (14.0)	<b>Ghiaie e sabbie</b> con variabile contenuto in matrice limo argillosa e sabbiosa ovvero da scarso ad abbondante, di origine alluvionale, compatte, addensate e scarsamente compressibili; presenza di lenti limo argillose e sabbiose di spessore decimetrico, si tratta di fasce di paleoalveo del fiume Marecchia.

## 6 PERICOLOSITA' SISMICA

### 6.1 Sismicità dell'area

Facendo riferimento alle osservazioni macrosismiche di terremoti al di sopra della soglia del danno censiti nel Catalogo Parametrico dei terremoti Italiani di seguito si riporta in breve la storia sismica del Comune di Santarcangelo di Romagna (RN). Quest'ultima è stata effettuata mediante la consultazione del database CPTI – DBMI 2015 dell'INGV di cui di seguito si riporta uno stralcio.

#### Santarcangelo di Romagna

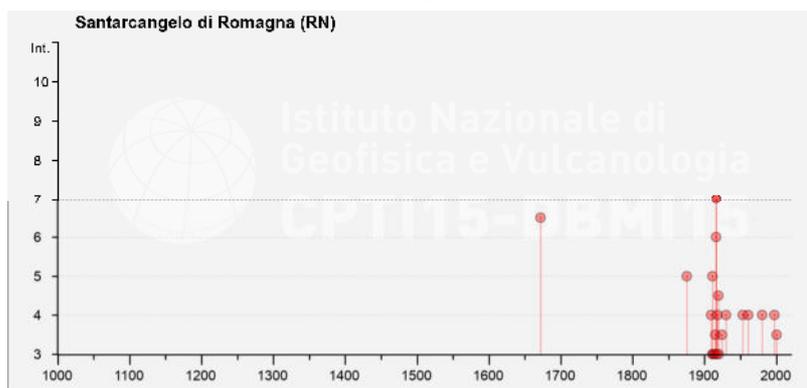
PlaceID IT\_42131  
 Coordinate (lat, lon) 44,063, 12,447  
 Comune (ISTAT 2015) Santarcangelo di Romagna  
 Provincia Rimini  
 Regione Emilia-Romagna  
 Numero di eventi riportati 38

Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Mo	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
6-7	1672	04	14	18	45		Riminense	92	8	5.59
5	1875	02	17	23	51		Costa romagnola	144	8	5.74
NF	1904	11	17	05	02		Fisiolese	204	7	5.10
4	1909	01	13	00	48		Emilia Romagna orientale	867	6-7	5.26
3	1911	02	19	07	18	30	Forlivese	181	7	5.26
3	1911	03	20	15	47		Forlivese	28	6	5.09
5	1911	03	26	13	51		Riminense	9	5	5.04
3	1914	10	27	09	22		Lucchesia	660	7	5.62
2-4	1915	01	13	06	52	43	Marsica	1041	11	7.08
7	1916	05	17	12	50		Riminense	132	8	5.82
6	1916	06	16	01	27		Riminense	17	6	4.82
7	1916	08	16	07	06	14	Riminense	287	8	5.82
3	1917	04	26	09	25	59	Alta Valtiberina	124	9-10	5.99
4	1918	11	10	15	12	28	Appennino forlivese	187	9	5.96
4-5	1919	06	29	15	06	13	Mugello	565	10	6.28
3	1920	09	07	05	59	40	Garfagnana	750	10	6.58
2-4	1924	01	02	08	55	13	Senigallia	76	7-8	5.48
4	1930	10	20	07	13		Senigallia	268	8	5.83
4	1953	12	14	07	11	06	Appennino forlivese	48	5-6	4.70
4	1961	05	08	22	45	31	Forlivese	40	5	4.37
NF	1969	08	09	09	20	57	Appennino tosco-romagnolo	22	5	4.20
NF	1970	09	26	16	42	28	Cesenate	18	4-5	3.92
4	1980	11	23	18	34	52	Irpinia-Basilicata	1294	10	6.91
NF	1983	11	09	16	29	32	Farnese	850	6-7	5.04
NF	1986	12	06	17	07	1	Ferrarese	604	6	4.43
NF	1993	11	07	23	21	1	Cesenate	36	4-5	3.95
NF	1993	11	09	13	46	2	Cesenate	28	4-5	3.93
NF	1997	09	26	00	33	1	Appennino umbro-marchigiano	760	7-8	5.66
4	1997	09	26	09	40	0	Appennino umbro-marchigiano	869	8-9	5.97
NF	1999	01	25	22	45	5	Appennino forlivese	97	5	4.36
NF	2000	05	06	22	07	0	Faentino	85	5	4.08
NF	2000	05	08	12	29	0	Faentino	126	5	4.67
NF	2000	05	10	16	52	0	Faentino	181	5-6	4.82
2-4	2000	08	01	02	24	31	Montefeltro	94	5-6	4.27
NF	2001	11	26	00	56	5	Casentino	211	5-6	4.68
NF	2002	11	02	10	57	4	Ferrarese	79	4	4.21
NF	2003	12	07	10	20	3	Forlivese	165	5	4.18
NF	2006	10	21	07	04	1	Anconetano	287	5	4.21

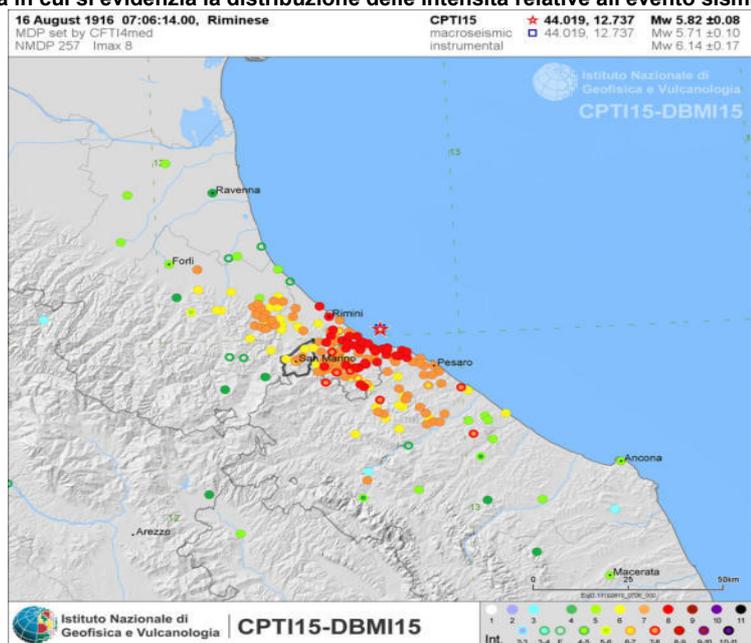
Stralcio della tabella esplicativa riportante i parametri che costituiscono il formato sintetico del database

Parametro	Descrizione	Provenienza
<b>NMDP</b>	Numero di punti, numero di osservazioni macrosismiche disponibili per il terremoto	CPTI11 (N)
<b>Io</b>	Intensità macrosismica epicentrale, espressa in scala MCS, Mercalli-Cancani-Sieberg	CPTI11
<b>Mw</b>	Magnitudo momento	CPTI11 (Mw)

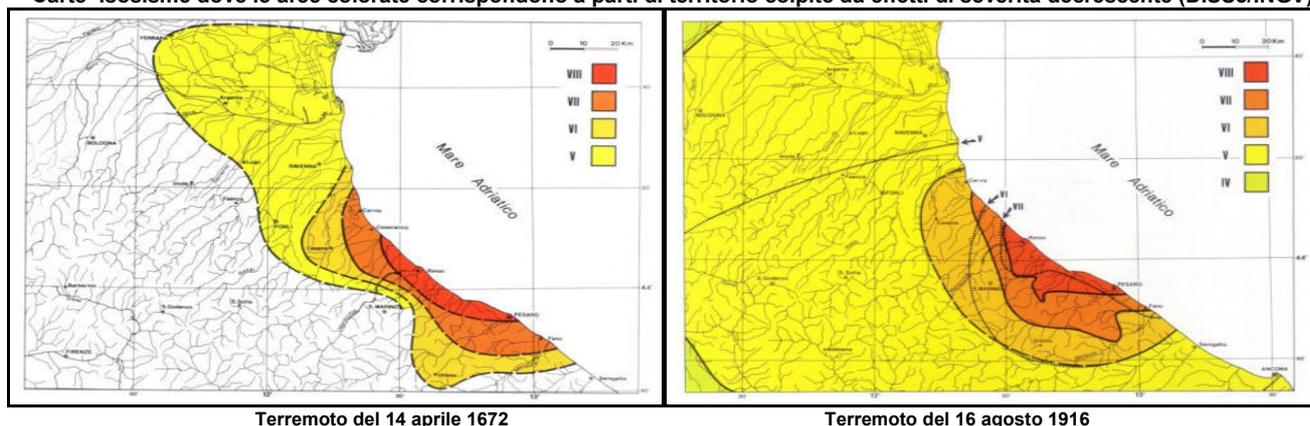
**Distribuzione temporale degli eventi sismici considerati**



**Cartografia storica in cui si evidenzia la distribuzione delle intensità relative all'evento sismico di riferimento**



**Carte isosisme dove le aree colorate corrispondono a parti di territorio colpite da effetti di severità decrescente (DISS3/INGV)**



Sulla scorta di tali cataloghi nonché di più approfondite informazioni storico-scientifiche e di studi su modelli geodinamici e crostali l'INGV ha sviluppato un database delle sorgenti sismogenetiche attive denominato DISS3, contenente potenziali fonti per i terremoti più grandi di 5,5 M in Italia e nelle aree circostanti.

L'area d'intervento, risulta direttamente interessata dalla sorgente sismogenetica ITCS039 (denominata "Riminese On-Shore", Basili, R., U. Fracassi and S. Mariano 2006) così come censita e caratterizzata nel database INGV\_DISS3, di cui di seguito si riporta uno stralcio georeferenziato ed ingrandito su base ortofotografica a cura della softwarehouse GEOSTRU.



COMPOSITE SEISMOGENIC SOURCES

COMMENTARY PICTURES REFERENCES USER COMMENTS

**GENERAL INFORMATION**

DISS-ID	ITCS039		
Name	Riminese onshore		
Compiler(s)	Basili R. (1), Fracassi U. (1)		
Contributor(s)	Basili R. (1), Fracassi U. (1), D'Ambrogio C. (2), Maesano F. E. (2), Toscani G. (3), Burrato P. (1)		
Affiliation(s)	1) Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia; Sismologia e Tettonofisica; Via di Vigna Murata, 605, 00143 Roma, Italy 2) Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale; Servizio Geologico d'Italia; Via Vitaliano Brancati, 48, 00144 Roma, Italy 3) Università di Pavia; Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente; Via Ferrara, 1, 27100 Pavia, Italy		
Created	17-Oct-2013		
Updated	18-Jun-2015		
Display map ...			
Related sources	ITIS035 ITIS036		

**PARAMETRIC INFORMATION**

PARAMETER	QUALITY	EVIDENCE
Min depth [km]	2.0	LD Based on geological data from various Authors.
Max depth [km]	10.0	LD Based on geological data from various Authors.
Strike [deg] min... max	120...140	OD Based on geological data from various authors.
Dip [deg] min... max	25...35	OD Based on geological data from various authors.
Rake [deg] min... max	80...100	OD Based on geological data.
Slip Rate [mm/y] min... max	1.0...1.07	LD Based on geological data from Maesano et al. (2015).
Max Magnitude [Mw]	5.9	LD Derived from maximum magnitude of associated individual source(s).

LD=LITERATURE DATA; OD=ORIGINAL DATA; ER=EMPIRICAL RELATIONSHIP; AR=ANALYTICAL RELATIONSHIP; EJ=EXPERT JUDGEMENT.

ACTIVE FAULTS

ACTIVE FOLDS

Di conseguenza diviene necessario definire un valore di magnitudo di riferimento “Mwmax” (magnitudo momento), analogamente ai valori di accelerazione massima, in funzione della possibilità che si possano verificare, sia pure con probabilità molto basse, eventi con magnitudo pari o superiore a quelli verificatisi nel periodo di osservazione del Catalogo dei Terremoti.

Per la definizione della massima magnitudo associabile a tali sorgenti sismogenetiche, sulla base dei dati macrosismici e strumentali, è opportuno rapportarsi all’aggiornamento del catalogo DBMI-CPTI15 in cui oltre ai valori di riferimento per ciascun evento vengono stimati anche i relativi ambiti di incertezza.

L’area in studio è inserita all’interno della **zona sismogenetica n. 917** (Rimini - Ancona; vedi figura successiva) nell’ambito della zonazione “ZS9” definita dal “Gruppo di Lavoro per la redazione della Mappa della Pericolosità Sismica” dell’INGV.

Nel rapporto conclusivo al paragrafo 6.3 (a pag. 36) sono stati individuati due tipi di valori (Rapporto Conclusivo GdL INGV, 2004). Il primo è calibrato cautelativamente su dati geologici e sismologici (Mwmax1) con valore pari a 6.10 proposto su base geologica nell’ambito del progetto DISS2 (Tabella n. 6 – 3° colonna, pag. 38 del Rapporto Conclusivo GdL INGV, 2004) assumibile per la zona in oggetto. Il secondo, maggiormente cautelativo ovvero Mwmax2 = 6.14, è riportato in “Indicazioni e Criteri per la Microzonazione Sismica” (anno 2008 a cura del Dipartimento per la Protezione civile) al paragrafo 2.8.2 e definito come metodo semplice e in favore della sicurezza per stimare il valore della magnitudo che si può essere utilizzata per le verifiche di stabilità e di liquefazione dei terreni e/o nella progettazione di opere.

**Zonazione "ZS9" definita dal "Gruppo di Lavoro per la redazione della Mappa della Pericolosità Sismica" dell'INGV**

Rimane in ogni caso in ambito discrezionale del progettista l'adozione del valore più opportuno di magnitudo ai fini delle verifiche di calcolo in funzione della tipologia di opere e delle relative classi d'uso, vita nominale ed esposizione al rischio.

## **7 VALUTAZIONI DI MICROZONAZIONE SISMICA**

### **7.1 Premesse normative**

La microzonazione sismica (MS), cioè la suddivisione dettagliata del territorio in base al comportamento dei terreni in caso di terremoto, è uno degli strumenti più efficaci per la riduzione del rischio sismico, in quanto permette, fino dalle prime fasi della pianificazione urbanistica, di valutare la pericolosità sismica nelle aree urbane e urbanizzabili, indirizzare i nuovi interventi verso zone a minore pericolosità e programmare interventi di mitigazione del rischio nelle zone in cui sono presenti particolari criticità.

A tal fine, la L.R. n. 24/2017 "Disciplina regionale sulla tutela e uso del territorio" e la L.R. 19/2008 "Norme per la riduzione del rischio sismico", richiedono l'esecuzione di studi di microzonazione sismica per la redazione e l'approvazione dei piani urbanistici comunali e che le scelte urbanistiche e gli interventi sul territorio siano compatibili con la pericolosità sismica locale.

Dando seguito a quanto sopra la Regione Emilia-Romagna ha ritenuto di procedere, ai sensi degli articoli 22, comma 2, e 49 della L.R. n. 24/2017, all'approvazione dell'aggiornamento degli "Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica", di cui alla propria deliberazione n. 2193/2015, attraverso l'approvazione della D.G.R. n. 630 del 29/04/2019 a titolo: "Atto di coordinamento tecnico sugli studi di microzonazione sismica per la pianificazione territoriale e urbanistica (artt. 22 e 49, L.R. n. 24/2017).

Il D.G.R. 630/2019 richiede un'analisi più approfondita di terzo livello di approfondimento per la stima di indici di rischio negli ambiti di pericolosità sismica locale definiti dalla cartografia di area vasta di prima fase che presentano le situazioni elencate al paragrafo 2.1. lettera c) della medesima normativa regionale. Questo livello di analisi è quindi finalizzato a valutare l'effettivo grado di pericolosità sismica locale delle aree instabili e potenzialmente instabili e di quelle soggette a liquefazione e densificazione (individuate attraverso il primo livello di analisi nella cartografia delle aree suscettibili di effetti locali) ai fini della predisposizione delle nuove previsioni urbanistiche o quantomeno nel momento in cui si intenda approvare la localizzazione e la realizzazione di significative trasformazioni sulle stesse.

Pertanto ai fini della predisposizione e approvazione degli strumenti di pianificazione urbanistica attuativa che prevedano, la localizzazione e l'attuazione dei seguenti interventi:

1. nuove urbanizzazioni,
2. l'addensamento e la sostituzione urbana,
3. la ristrutturazione urbanistica,
4. edifici di interesse strategico e opere infrastrutturali la cui funzionalità durante gli interventi sismici assume rilievo fondamentale per le finalità di protezione civile e edifici e opere infrastrutturali che possono assumere rilevanza in relazione alle conseguenze di un eventuale collasso, laddove risultano inseriti all'interno dei seguenti ambiti di pericolosità sismica locale:
  1. aree suscettibili di liquefazione o densificazione,
  2. aree di versante instabili e potenzialmente instabili,
  3. aree con rapide variazioni della profondità del bedrock sismico, come ad esempio le valli strette e profondamente incise, nelle quali il modello geologico non può essere assimilato ad un modello fisico monodimensionale; in questo caso sono raccomandate analisi bidimensionali,
  4. 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),

deve essere realizzato uno studio di “Analisi approfondita di terzo livello”

## **7.2 Verifiche e valutazioni di microzonazione sismica**

Per la verifica di cui sopra se si è in presenza di aree soggette a liquefazione e densificazione, come da allegato “A”, punto 2.1, lettera c1, della Delibera di Giunta Regionale n. 630 del 29/04/2019, si procede nei seguenti modi:

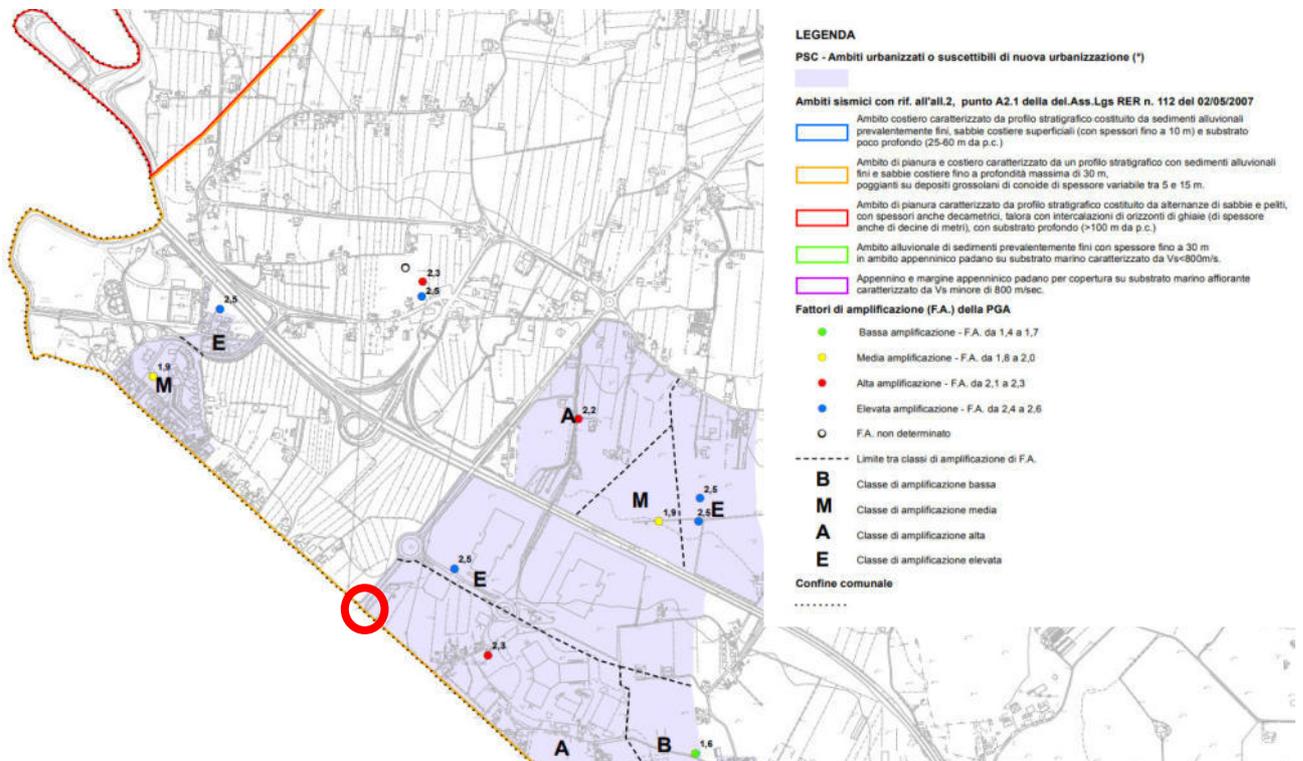
1. esecuzione di indagini geognostiche in sito ed utilizzo di altre indagini a titolo correlativo, interessanti l'area di realizzazione della rotatoria.
2. verifica cartografica con la Tavola del PTCP 2007 variante 2012 della Provincia di Rimini denominata “S.A. 11 – SISTEMA AMBIENTALE – Rischio sismico e carta delle zone suscettibili degli effetti locali” ed in particolare con il punto 6:aree suscettibili di liquefazione;
3. verifica cartografica della presenza di possibili “zone suscettibili di instabilità per liquefazione” nella Tavola B.18a (vedi stralcio in figura a pagina successiva) dello Studio di Microzonazione Sismica di II° livello a cura del Comune di Rimini approvato il 15-03-2016;
4. verifica cartografica della presenza di possibili “zone suscettibili di instabilità per liquefazione” nella Carta di Microzonazione Sismica di II° livello con valori di Vs30 e fattori di amplificazione P.G.A. in scala 1:10.000 associata al PSC del Comune di Santarcangelo di Romagna (luglio 2010);
5. valutazione della presenza di caratteri predisposti alla liquefazione, con riferimento ai tipi litologici della successione stratigrafica e all'allegato A3, punto A1 della Delibera di Giunta Regionale n. 630 del 29/04/2019, sulla possibilità di escludere l'occorrenza di tale fenomeno.

A riguardo del punto 1) la verifica ha dato esito negativo e pertanto si rileva che l'area dal punto di vista litologico non presenta una suscettibilità alla liquefazione.

Per le valutazioni di cui ai punti 2), 3) e 4) anche in questo caso la verifica ha dato esito negativo in quanto non sono cartografate aree suscettibili a liquefazione e/o densificazione ma solo soggette ad “amplificazione per caratteristiche stratigrafiche” (vedi stralcio cartografico a pagina seguente).

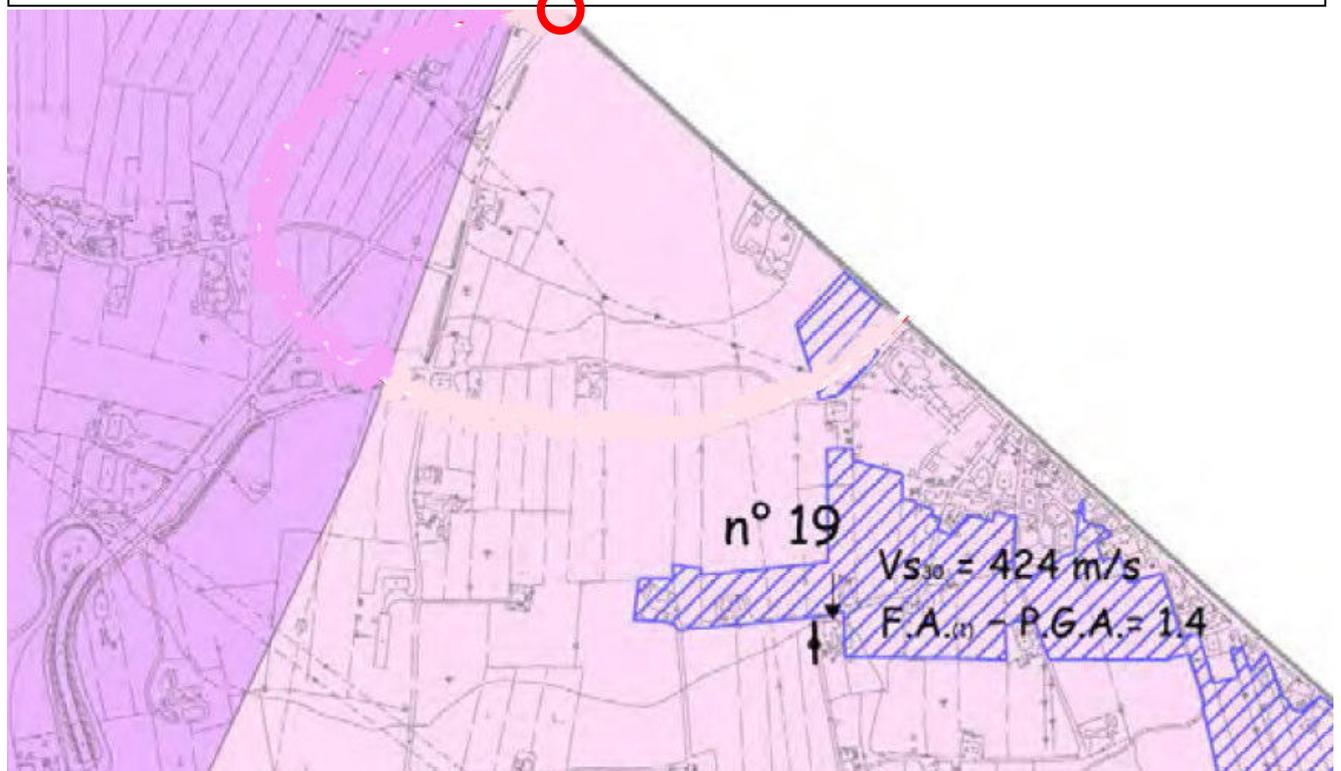
**COMUNE DI RIMINI**

**CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA di livello II fattori di amplificazione di PGA - Tavola B.18a**



**COMUNE DI SANTARCANGELO DI ROMAGNA**

**CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA di livello II° del PSC - valori di  $V_{s30}$  e fattori di amplificazione PGA**



Per quanto riguarda il punto n. 5 i terreni del primo sottosupolo fino a 12-15 mt, a dominante natura argillo – limosa e limo – argillosa (vedi litotipi V, L, A) ricadono al di fuori delle fasce granulometriche di riferimento di cui alla figura 1 dell'Allegato A3 della Delibera sopra menzionata. Le ghiaie (litotipo G) presenti potrebbero del tutto o in parte rientrare nelle fasce granulometriche di cui alla figura 1b con granulometria estesa. Tuttavia esse rientrano come caratteristiche di compattezza al punto 3 che rappresenta una delle condizioni in cui si può omettere la verifica a liquefazione ed in particolare:

“ Terreni sabbiosi con caratteristiche ricadenti in una delle tre seguenti categorie:

- frazione di fine, FC, superiore al 20%, con indice di plasticità  $IP > 10\%$ ;
- $FC \geq 35\%$  e resistenza  $(N1)_{60} > 20$  oppure  $qc1N > 120$  oppure  $VS1 > 200$  m/s;
- $FC \leq 5\%$  e resistenza  $(N1)_{60} > 30$  oppure  $qc1N > 160$  oppure  $VS1 > 220$  m/s

$(N1)_{60}$ ,  $qc1N$ ,  $VS1$  sono i valori normalizzati dell'indice NSPT della Standard Penetration Test, della resistenza di punta  $qc$  della prova CPT e della velocità di propagazione delle onde di taglio da prove geofisiche.”

**Pertanto, l'area oggetto di intervento non presenta complessivamente un potenziale rischio circa la possibilità di verificarsi del fenomeno di liquefazione. In base a tale riscontro non si procederà ad effettuare una analisi più approfondita (approfondimento del III° livello) in quanto quest'ultimo è da prevedersi solamente nel caso di “aree suscettibili a liquefazione o densificazione” come previsto al paragrafo 2.1. lettera c) del DRG 630/2019.**

Per le aree di versante instabili e potenzialmente instabili di cui all'allegato “A”, punto 2.1, lettera c2, della Delibera di Giunta Regionale n. 630 del 29/04/2019, le valutazioni e verifiche si sono articolate seguendo l'allegato A1 della normativa regionale di cui sopra.

In particolare situazioni critiche si configurano in:

- aree instabili: aree direttamente interessate da fenomeni franosi attivi.
- Aree potenzialmente instabili: aree in cui sono possibili riattivazioni (frane quiescenti) o attivazioni di movimenti franosi (tutti gli accumuli detritici incoerenti indipendenti dalla genesi, con acclività  $> 15^\circ$ , pendii costituiti da terreni prevalentemente argillosi e/o intensamente fratturati con acclività  $> 15^\circ$ , versanti con giacitura degli strati a franapoggio con inclinazione minore o uguale a quella del pendio, aree prossime a zone instabili che possono essere coinvolte dalla riattivazione del movimento franoso, scarpate subverticali, accumuli detritici incoerenti prossimi all'orlo di scarpate).

A seguito di quanto sopra le valutazioni e verifiche sono state articolate come segue:

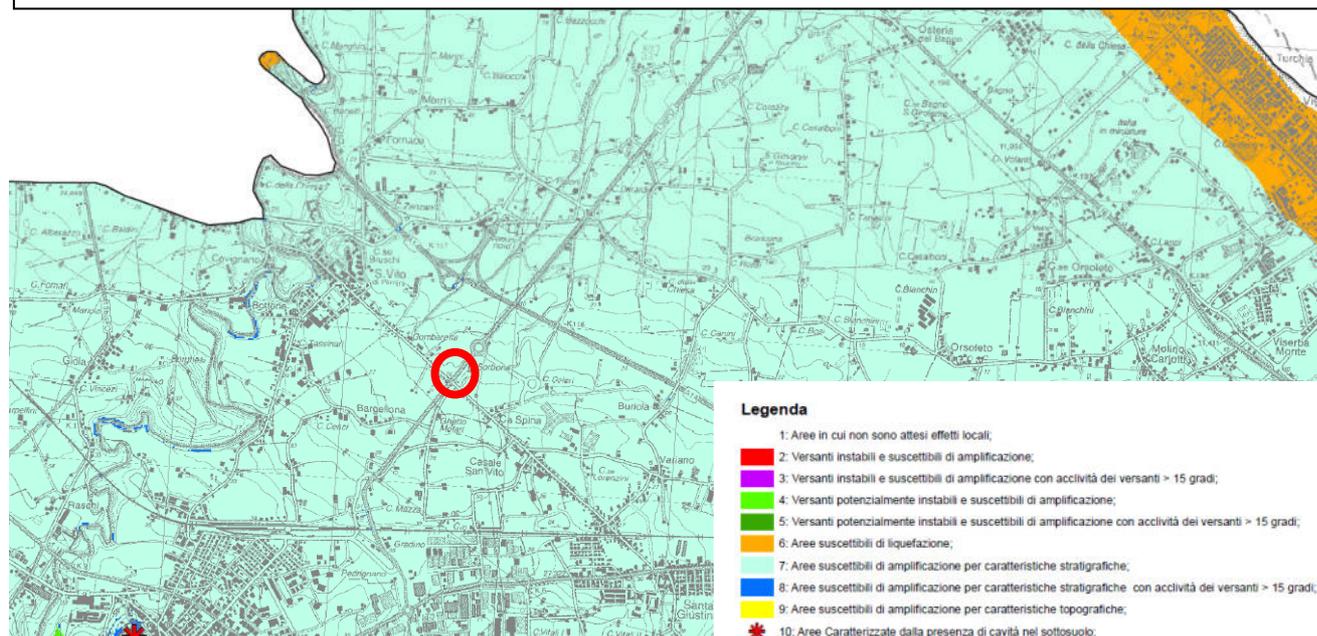
1. esame della condizione geologica, geomorfologia e litostratigrafica del territorio attraverso rilevamento diretto di superficie;
2. verifica con la Cartografia Regionale CTR 1:5.000 ai fini della valutazione dell'acclività dei versanti, anche per individuare gli effetti della topografia di cui all'Allegato A2.2 Delibera di Giunta Regionale n. 630 del 29/04/2019;
3. verifica delle condizioni stratigrafiche, di giacitura degli strati e litologiche dalla Cartografia Geologica e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna redatta dal Servizio Geologico Sismico e dei Suoli della medesima Regione.
4. confronto con le Tavole “S.A. 9 – SISTEMA AMBIENTALE – Carta del dissesto”, “S.A. 10 – RISCHIO SISMICO – Carta delle zone suscettibili di effetti di sito”, “S.A. 11 - RISCHIO SISMICO – Carta delle zone suscettibili degli effetti locali” del PTCP 2007 (vedi stralcio in pagina successiva) adottato della Provincia di Rimini ai fini della verifica della condizione di instabilità e potenziale instabilità gravitativa dell'area oggetto di intervento.

Al termine delle analisi effettuate seguendo lo schema sopra indicato, emerge quanto segue:

- L'area su cui sorge il sito di intervento è suborizzontale con un dislivello molto limitato e pertanto gli effetti topografici di amplificazione sismica sono trascurabili;
- la zona in oggetto non risulta direttamente interessata da fenomeni franosi né attivi né quiescenti;

### PROVINCIA DI RIMINI – P.T.C.P.

Sistema Ambientale - Rischio sismico Carta delle zone suscettibili degli effetti locali - Tavola S.A.11 1/2



- le zona, infine, non risulta essere potenzialmente instabile in quanto non si prevedono riattivazioni di frane quiescenti o attivazioni di movimenti franosi (pendio con acclività inferiore a 15°, versanti con giacitura degli strati a franapoggio, non coinvolgimento di aree prossime a zone instabili, assenza di scarpe subverticali e accumuli detritici incoerenti).

**Pertanto l'area oggetto di intervento non presenta alcun rischio né di instabilità gravitativa, né di potenziale instabilità gravitativa e di effetti di sito a seguito del fattore topografico.**

Nel merito del punto c3 dell'allegato "A", punto 2.1, della Delibera di Giunta Regionale n. 630 del 29/04/2019, nel formulare le dovute valutazioni si tiene conto di:

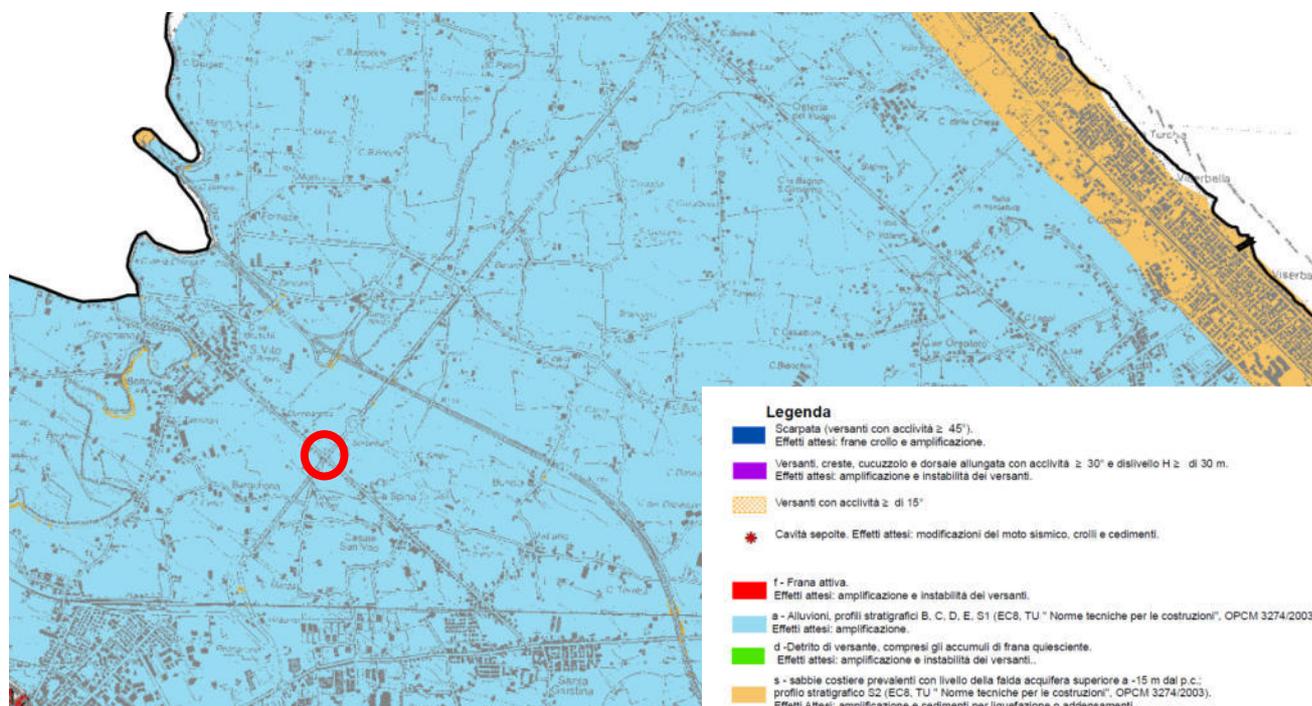
- 1) esame della condizione geologica e geomorfologia dell'area direttamente in sito e più in generale della conoscenza geologica del territorio.
- 2) verifica delle condizioni litostratigrafiche locali direttamente attraverso la campagna geognostica eseguita e indirettamente mediante l'utilizzo della banca dati geologici reperibile presso il Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna;
- 3) confronto con la Tavola "S.A. 10 - RISCHIO SISMICO – Carta delle zone suscettibili di effetti di sito" (vedi stralcio a pagina successiva), e con la Tavola "S.A. 11 - RISCHIO SISMICO – Carta delle zone suscettibili degli effetti locali" del PTCP 2007 variante 2012 della Provincia di Rimini.

La ricostruzione del modello geologico resa possibile attraverso la consultazione della Carta delle Sezioni Geologiche e Prove Geognostiche della Pianura Emiliano Romagnola. Al termine delle analisi effettuate secondo lo schema sopra indicato emerge come il sito presenti una successione stratigrafica omogenea e comunque lo spessore della copertura alluvionale al di sopra del substrato ("bed – rock") sia consistente.

**A conclusione delle valutazioni sopra esperite si può affermare che l'area oggetto di Proposta di Accordo Operativo (PAO) non presenta caratteristiche geologiche in alcun modo riconducibili alla situazione di "aree con rapide variazioni della profondità del substrato rigido, come ad esempio le valli strette e profondamente incise, nelle quali il modello geologico non può essere assimilato ad un modello fisico monodimensionale".**

**PROVINCIA DI RIMINI – P.T.C.P.**

Sistema Ambientale - Rischio sismico Carta delle zone suscettibili degli effetti locali - Tavola S.A.11 1/2



Per quanto concerne il punto d), dell'allegato "A", punto 2.1, della Delibera di Giunta Regionale n. 630 del 29/04/2019, nel formulare le dovute valutazioni si tiene conto di:

- 1) esame della condizione geologica e geomorfologia dell'area direttamente in sito e più in generale della conoscenza geologica del territorio;
- 2) verifica delle condizioni stratigrafiche e dei rapporti laterali tra corpi sedimentari attraverso la Cartografia Geologica e le Sezioni Geologiche della Regione Emilia-Romagna redatta dal Servizio Geologico Sismico e dei Suoli della medesima Regione;
- 3) Ricerca nel catalogo "ITHACA" dell'ISPRA delle faglie attive e capaci e dello stato delle conoscenze scientifiche in merito.
- 4) Verifica delle strutture sismogenetiche attive nell'ambito del progetto DISS 3 INGV.
- 5) Ricerca nella Carta Geologico - Strutturale dell'Appennino Emiliano - Romagnolo alla scala 1:250.000.

In particolare i punti 1 e 2 sono stati già trattati nelle situazioni precedenti. Per soddisfare i successivi punti 3 - 4 - 5 ai fini della ricostruzione del quadro di pericolosità sismica dell'area ci si avvale del database ITHACA creato per la raccolta e la facile consultazione di tutte le informazioni disponibili riguardo le strutture tettoniche attive in Italia, con particolare attenzione ai processi tettonici che potrebbero generare rischi naturali.

Il progetto si occupa in modo particolare delle faglie capaci, definite come faglie che potenzialmente possono creare deformazione in superficie. Il database delle faglie capaci (vedi figura successiva) è uno strumento fondamentale sia per analisi di pericolosità ambientale / sismica che per la pianificazione territoriale.

Il database riporta l'ipotesi di una faglia capace (903803 Santarcangelo di Romagna - Ravenna) a cinematiso inverso ipotizzata alcune centinaia di metri a nord est del sito di interesse e ne riporta nel contempo le caratteristiche nelle schede a pagina successiva. Si tratta di strutture tettoniche con cinematiso di faglie inverse, appartenenti alle strutture sepolte del sottosuolo padano ed in particolare al gruppo delle pieghe romagnole.

Occorre tuttavia sottolineare che, come si può rilevare dalla scheda, la affidabilità delle informazioni riguardo lo stato di attività della faglia stessa sia bassa al pari della qualità dello studio che ne porta ad identificare i parametri sismici.



### GENERAL IDENTIFICATION

FaultCode	93803
FaultName	Sant'Arcangelo di Romagna - Ravenna
RegionName	Emilia Romagna
SystemName	Ravenna - Comacchio System
Synopsis	
Rank	PRIMARY

### QUATERNARY

GeomorphicExpression	
SurfaceEvidence	ND
Monitoring_paleoseismology	
LastActivity	Early Pleistocene
ActivityReliability	Low reliability
APPLIEDTECNIQUE	Instrumental seismicity
LITHO_CUT	alluvial deposits

### GEOMETRY AND KINEMATICS

GeologicalSetting	
TectonicEnvironment	ND
Segmentation	No
AverageStrike	145
Dip	
DipDirection	SW
FaultLength	12,00000000
Geometry	
LocationReliability	250000
FaultDepth	0,00000000
Kinematics	REVERSE

### SEISMIC PARAMETER

RecurrenceInterval	0
SlipRate	0,00000000
MaxCredibileRuptureLength	12,00000000
MaxCredibileSlip	0,00000000
TimeSinceLastEvent	0
MaxCredibileMagnitude	6,30000000
MaxCredibileIntensity	
StudyQuality	LOW
Notes	e' giusto indicare AV in assenza di indicazioni certe?

### REFERENCES

OBJEC	TID	FaultCode	RefCode	Authors	Title	Reference	Year
7714		93803	emilia001	CERRINA FERONI A., MARTELLI L., MARTINELLI P., OTTRIA P.	Carta geologico strutturale dell'Appennino Emiliano Romagnolo alla scala 1:250000	Regione Emilia-Romagna - CNR	2002
7715		93803	emilia007	REGIONE EMILIA-ROMAGNA, ENI-AGIP, a cura di DI DIO G. (1998)	Riserve idriche sotterranee della Regione Emilia-Romagna.	S.EL.CA., Firenze	1998

Per quanto riguarda la Geologia di sottosuolo la Carta Geologica Strutturale dell'Appennino Emiliano - Romagnolo alla scala 1:250.000 (vedi stralcio cartografico a pagina successiva) segnala la presenza di un sovrascorrimento post – tortoniano a nord est che coincide con la faglia capace indicata nel Catalogo ITHACA riportato in stralcio nella figura precedente. Tali thrust, tuttavia, risultano collocati ad alcune migliaia di metri di profondità, dando luogo a strutture per definizione “cieche”.



In conseguenza di ciò si può affermare come nel territorio oggetto di studio, almeno sulla base delle conoscenze scientifiche attuali, non vi siano situazioni accertate riconducibili a “zone di faglia attiva capace” in grado di condizionare in maniera consistente la pericolosità sismica locale soprattutto in termini di deformazioni / fagliazioni superficiali. Anche la attendibilità riguardo al grado di attività di quelle esistenti è bassa al pari della qualità dello studio che ne porta ad identificare i parametri sismici.

**A conclusione delle valutazioni sopra esperite si può affermare che l'area oggetto di P.A.O. non presenta caratteristiche geologiche in alcun modo riconducibili alla situazione di “aree suscettibili di effetti differenziali (zone di contatto laterale tra litotipi con caratteristiche fisico – meccaniche molto diverse, zone con cavità sepolte)”.** Inoltre nell'area oggetto di studio, allo stato della conoscenza scientifica attuale, non si rinviene la presenza certa di faglie attive e capaci, che possano essere segnalate negli studi di Microzonazione Sismica, come previsto negli I.C.M.S. (gruppo di lavoro MS 2008), nella versione 1.0 a titolo “Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da faglie attive e capaci FAC”. In conseguenza di ciò anche in questo caso **si può affermare che nel territorio oggetto di studio non vi sono situazioni accertate riconducibili a “zone di faglia attiva e capace” in grado di condizionare la pericolosità sismica locale.**

## **8 PROBLEMATICHE CONNESSE ALL'INTERVENTO**

### **8.1 Considerazioni generali**

La messa in sicurezza dell'incrocio fra la via P.Tosi , la via Antica Emilia e la SP 136 “Santarcangelo mare”, prevede la realizzazione di una nuova rotonda stradale ed opere connesse quali il tombinamento per un breve tratto del Fosso Brancona.

Dal rilevamento geologico e geomorfologico generale e dalle indagini geognostiche, dall'analisi e verifiche delle problematiche geologiche e sismiche, dalle verifiche normative della pianificazione geologica sovraordinata, è possibile formulare quanto di seguito:

- si tratta di piana alluvionale subpianeggiante, che declina verso mare con debole inclinazione, dove non si evidenziano riscontri morfologici che possono indicare movimenti gravitativi in atto o potenziali;
- non sussiste pericolo di esondabilità da parte del reticolo idrografico principale ovvero da parte del Fiume Uso. Il sito tuttavia rientra in area nella quale si riconosce la possibilità di allagamenti a seguito di piene del reticolo minore e di bonifica, ciò pur considerando che il “PROGETTO DI VARIANTE DI COORDINAMENTO TRA IL PIANO STRALCIO PER IL RISCHIO IDROGEOLOGICO E IL PIANO DI GESTIONE RISCHIO ALLUVIONI (PGRA) indica un grado di pericolosità “P2” ovvero alluvioni poco frequenti;
- In relazione sia alle problematiche geologico-tecniche che agli scenari di possibile amplificazione sismica locale, descritti nel capitolo 6 e paragrafo 7.2, si ritiene che non vi siano elementi di particolare cautela da adottare ai fini realizzativi;
- la presenza nel primo sottosuolo di terreni con caratteristiche geomeccaniche sufficienti fa sì che per eventuale struttura scatolare di tombinamento, per il tratto di interesse, del fosso Brancona si possano adottare fondazioni dirette. Il piano di posa delle fondazioni dovrà essere collocato sempre al di sotto del livello superficiale ad una profondità minima di ml -1.50 dal piano campagna originario in funzione dello spessore che il livello superficiale (litotipo V) localmente possiede.
- Le caratteristiche costruttive e di sezione della struttura di tombinamento del fosso Brancona dovranno rispettare quelle già esistenti del tratto tombinato a monte.
- Nel caso in cui si opti per una tubazione più superficiale occorrerà decorticare per un adeguato intorno del fosso il livello superficiale (litotipo V) nonché alla base del fosso esistente asportare la parte più rammollita del terreno per sostituirlo con una miscela idonea alla compattazione e con comportamento geotecnico simile al terreno di sottofondo circostante

Pertanto alla luce di quanto sopra esposto si ritiene non sussistano problemi legati alla realizzazione di opere all'interno del progetto di messa in sicurezza dell'incrocio fra la via P.Tosi, la via Antica Emilia e la SP 136 “Santarcangelo mare”.

## **8.2 Problematiche realizzative**

Per lo smaltimento delle acque di pioggia nella zona dell'incrocio e in quella limitrofa andrà creata una idonea rete fognaria in grado di integrarsi con quella urbana già esistente. In particolare il tombinamento del Fosso Brancona è previsto al fine provvedere all'attraversamento dell'incrocio con rotatoria essendo il recettore finale del sistema di smaltimento delle acque piovane dell'area di intervento.

Un diffuso inerbimento ed una messa a dimora di piante sulle superfici non coperte dal manto stradale forniranno una protezione al suolo da eventuali fenomeni di erosione e degradazione superficiale.

Per la preparazione del piano di posa del rilevato stradale e nelle parti di lotto leggermente depresse, ove vi sia la necessità di livellare il piano di imposta della rotatoria si procederà ad interventi di regolarizzazione morfologica con riporto di terreno. Per l'opera di rinterro si consiglia di rispettare le seguenti indicazioni:

- decorticazione del cotico vegetale (almeno 80 - 100 cm) con sua distribuzione nelle aree circostanti non interessate all'intervento, localmente la decorticazione lungo il corso del fosso potrà spingersi più in profondità in funzione della presenza di livelli maggiormente rammolliti e/o plasticizzati;
- preparazione del terreno di posa mediante rullatura o compattazione idonea;
- costituzione del riporto utilizzando terreni di natura granulometrica idonea di medio impasto privi sia di macerie di grossa pezzatura che di sostanze inquinanti di qualsiasi natura;
- stesura del terreno secondo strati dello spessore non eccedente i 30 cm, compattazione allo stato plasto - consistente con mezzi idonei (es. rulli gommati o a zampa di pecora per terre a grana fine coerenti oppure ruspe per terre a grana grossa) fino a raggiungere una densità ottimale;
- verifica dell'addensamento raggiunto attraverso prove laboratorio e/o in sito.

In considerazione della caratteristica dei terreni limo-argillosi di fondazione di modificare il proprio stato volumetrico con l'alternarsi delle stagioni, anche in funzione delle oscillazioni pronunciate della falda, onde cautelarsi da tali fenomeni si auspica anche la realizzazione di un adeguato sottofondo alla struttura stradale in modo da interrompere la frangia capillare per mantenere asciutto l'interno di ciascun fabbricato e per evitare assestamenti della pavimentazione.

Per la realizzazione di eventuali manufatti interrati quali quello di tombinamento del fosso Brancona si potrà non tener conto, ai fini di una eventuale sottospinta idrostatica, della presenza eventuale di falda ipodermica in quanto sospesa e non in continuità con quelle freatiche e/o artesiane presenti più in profondità. Occorrerà altresì considerare la presenza frequente di falda ipodermica sospesa e di risalita idrica capillare caratteristica dei terreni fini anche in periodi non caratterizzati da abbondanti precipitazioni meteoriche nonché di possibili allagamenti, seppur poco frequenti, da parte del reticolo idrografico secondario.

La realizzazione di manufatti interrati potrebbe richiedere scavi con profondità limitata (1.5 – 2.0 mt) rispetto al piano di campagna attuale dove l'autosostentamento del fronte di scavo, in situazione a breve termine, è garantita con l'adozione di angoli di scarpa di 45°- 55° rispetto all'orizzontale in assenza di circolazioni idriche o di incipiente stato di fessurazione del terreno. La presenza di acqua a fondo scavo è in funzione del periodo climatico in cui verranno effettuate le opere di sbancamento. Qualora vi sia un ristagno di acqua al di sopra del piano di scavo, nel caso in cui le operazioni di by pass del fosso esistente non siano efficaci, occorrerà approntare un impianto di pompaggio (drenaggi o pompe sommerse in funzione della quantità di acqua affluita nello scavo) per provvedere all'aggottamento.

Per evitare fenomeni di dilavamento e di erosione superficiale a seguito di eventi meteorici intensi, con il conseguente deterioramento delle caratteristiche geomeccaniche dei terreni, si consiglia la protezione delle pareti di scavo con teloni soprattutto in caso di soste prolungate nei lavori.

### 8.3 Caratteristiche dei terreni superficiali di sottofondo per sovrastrutture stradali

Dalle prove in situ effettuate risulta come i terreni del primo sottosuolo siano di natura prevalente argillo – limosa e limo -argillosa. Il livello superficiale limo-argilloso possiede valori di modulo di compressibilità insufficienti e pertanto il giudizio come sottofondo è, in prima approssimazione, mediocre. In classificazione H.R.B. accolta nella norma CNR - UNI 10006 si ipotizza trattarsi di “terreni argilloso-limosi” **Classi A6 - A-7**.

#### CLASSIFICAZIONE STRADALE SECONDO LA NORMA UNI-CNR 1006

Gruppo	Terreni granulari (passante al 200 A.S.T.M. <35%)							Terreni argilloso-limosi (passante al 200 A.S.T.M. >35%)			
	A1		A3	A2				A4	A5	A6	A7
Sottogruppo	A1a	A1b		A2-4	A2-5	A2-6	A2-7				A7-5 A7-6
Granulometria:											
passante al 10 A.S.T.M.	50 max	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
passante al 40 A.S.T.M.	30 max	50 max	50 max	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
passante al 200 A.S.T.M.	15 max	25 max	10 max	35 max	35 max	35 max	35 max	36 min	36 min	36 min	36 min
Frazione passante al setaccio 40:											
Limite di liquidità	-----	-----	-----	40 max	41 min	40 max	41 min	40 max	41 min	40 max	41 min
Indice di plasticità	6 max	6 max	N.P.	10 max	10 max	11 min	11 min	10 max	10 max	11 min	11 min
Indice di gruppo	0	0	0	0	0	4 max	4 max	8 max	12 max	16 max	20 max
Tipo del terreno	Frammenti di pietre e sabbia		Sabbia fine	Sabbia con limo od argilla				Limo		Argilla	
Giudizio come terreno di sottofondo	Terreni eccellenti-buoni						Medioci e cattivi				

Per il ripristino della struttura stradale e la realizzazione delle patri ex novo azione si dovranno utilizzare materiali appartenenti alle classi A-1, A-3 e A-2 nel caso specifico. Pertanto prima di procedere alla realizzazione delle opere stradali si consiglia una asportazione del terreno vegetale per almeno 80-100 cm per poi procedere alla verifica dello stato di consistenza del sottofondo a partire da un piano di imposta costipato, con mezzi meccanici idonei, al 95%/98% della densità max. delle prove Proctor (AASHO modificato; con valori validi per strade a elevato traffico).

Per il dimensionamento della sovrastruttura stradale si potranno adottare metodi quali prove C.B.R. in sito per la verifica della compattezza e analisi di laboratorio per l'utilizzazione di miscele idonee alle necessità locali. In particolare si consiglia un utilizzo di materiali granulari e inerti costipati alla max densità proctor onde inibire la risalita capillare che è consistente soprattutto in terreni argillosi.

Occorrerà inoltre tener in debito conto di due aspetti tra di loro legati. Da un lato considerare, per lo strato di fondazione della struttura stradale, valori di modulo di deformazione "Md" compatibili con strade considerate a "traffico elevato"; dall'altro garantire, per quanto possibile, una omogeneità di comportamento alle deformazioni nella zona ove sarà collocata la struttura scatolare in c.a. o la tubazione di tombinamento del Fosso Brancona.

## **9 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE**

Dal rilevamento geologico e geomorfologico generale, dalle indagini geognostiche, dall'analisi e verifiche delle problematiche geologiche, dalle verifiche normative della pianificazione geologica sovraordinata, si ritiene non sussistano problemi realizzativi legati alla realizzazione di opere all'interno del progetto di messa in sicurezza dell'incrocio fra la via P.Tosi, la via Antica Emilia e la SP 136 "Santarcangelo mare".

In sintesi si tratta di piana alluvionale subpianeggiante dove non si evidenziano riscontri morfologici che possono indicare movimenti gravitativi in atto o potenziali, non sussiste pericolo di esondabilità da parte del reticolo idrografico principale ovvero da parte del Fiume Uso ma solamente di allagamento con "alluvioni poco frequenti" da parte del reticolo idrografico secondario.

In relazione sia alle problematiche geologico-tecniche che agli scenari di possibile amplificazione sismica locale, descritti nel capitolo n. 6 e nel paragrafo 7.2 l, si ritiene che non vi siano elementi di particolare cautela da adottare ai fini realizzativi. La presenza nel primo sottosuolo di terreni con caratteristiche geomeccaniche sufficienti fa sì che per struttura scatolare di tombinamento, per il tratto di interesse, del fosso Brancona si possano adottare fondazioni dirette. Il piano di posa delle fondazioni dovrà essere collocato sempre al di sotto del livello superficiale ad una profondità minima di ml -1.0 dal piano campagna originario ovvero in funzione dello spessore che il livello superficiale (litotipo V) a scadenti caratteristiche geotecniche localmente possiede.

Le caratteristiche costruttive e di sezione della struttura di tombinamento del fosso Brancona dovranno rispettare quelle già esistenti del tratto tombinato a monte.

In ogni caso la scelta delle tipologie fondazionali, dei piani di posa delle fondazioni e degli approcci metodologici corretti sarà effettuata in sede di progettazione esecutiva in base alla tipologia ed alle caratteristiche tecnico - strutturali di ciascuna opera da realizzare.

Per la realizzazione di manufatti interrati quali quello di tombinamento del fosso Brancona si potrà non tener conto, ai fini di una eventuale sottospinta idrostatica, della presenza eventuale di falda ipodermica in quanto sospesa e non in continuità con quelle freatiche e/o artesiane presenti più in profondità. Qualora vi sia un ristagno di acqua al di sopra del piano di scavo, nel caso in cui le operazioni di "by pass" del fosso esistente non siano efficaci, occorrerà approntare un impianto di pompaggio (drenaggi o pompe sommerse in funzione della quantità di acqua di afflusso nello scavo) per provvedere all'aggottamento.

Le valutazioni di microzonazione sismica e quelle geologiche complessivamente condotte circa la presenza di caratteri predisponenti al fenomeno di liquefazione, con riferimento ai tipi litologici della successione stratigrafica e agli aspetti normativi vigenti, ha portato ad escludere la possibilità di occorrenza di tale fenomeno.

Pertanto sulla base delle considerazioni esposte, si esprime parere favorevole di fattibilità geologico-geomorfologica alle opere previste per la messa in sicurezza dell'incrocio

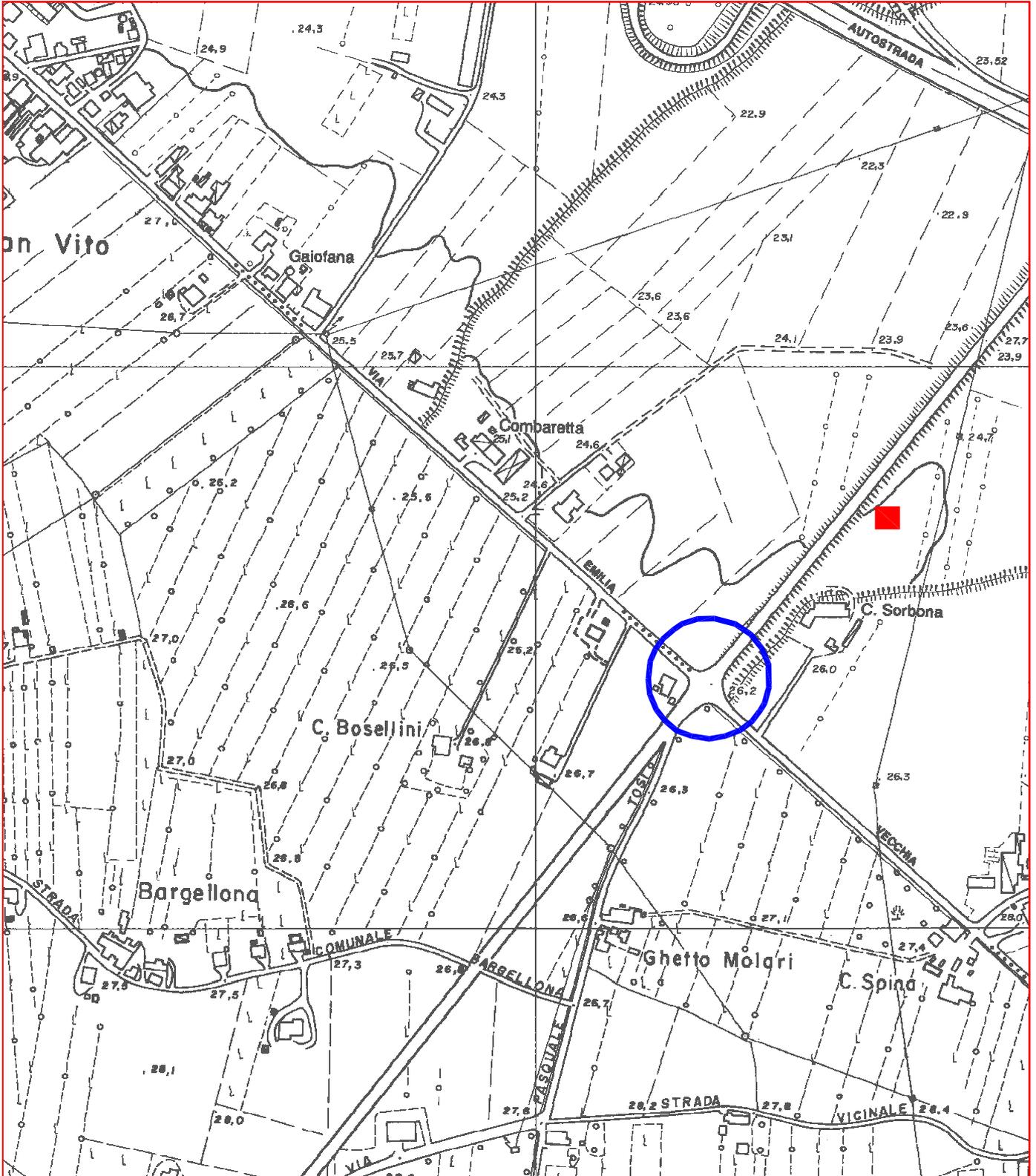
A chiarimento del carattere della prestazione professionale fornita e della trasparenza sul rapporto professionale con il committente si specifica quanto segue:

- ❖ L'incarico risulta ultimato alla data di consegna della presente relazione che non si configura in alcun modo come "relazione geotecnica" ai sensi del paragrafo 6.2.2 del D.M. 17/01/18 la quale rimane di esclusiva competenza della parte progettuale.
- ❖ Lo scrivente non ha alcun incarico di progettazione, rapporto di direzione lavori o assistenza alla direzione. Una eventuale presenza dello scrivente o di un suo collaboratore sul cantiere avrà come scopo la verifica della successione stratigrafica individuata. Tuttavia, solo se richiesta, tale presenza potrà assumere un carattere indicativo ed informale nei confronti delle scelte progettuali ed esecutive che rimarranno in ogni caso di competenza dei progettisti e/o della Direzione Lavori. La D.L. e/o la parte progettuale dovranno richiedere formalmente chiarimenti integrativi relativamente alla realizzazione di manufatti non trattati all'interno della relazione.
- ❖ Qualora i lavori relativi all'opera in oggetto abbiano inizio alcuni anni dopo la consegna della relazione, la Committenza dovrà provvedere a richiedere le eventuali aggiornamenti o integrazioni che si rendessero necessarie a seguito di sopravvenuti cambiamenti nelle condizioni geologico – tecniche e idrogeologiche dei terreni per cause naturali e/o antropiche. Ciò vale anche a seguito di varianti apprezzabili al progetto originario.

**Riccione, aprile 2021**

**ALLEGATI**

C O R O G R A F I A



C.T.R. SCALA 1: 5.000

FOGLIO 256 RIMINI - ELEMENTO 101 CASALE S.VITO



Area di studio



Stratigrafia Pozzo Consorzio Uso Conca Agro Rimine n. 655

**amir**GEOIDROLOGIA DELLA CONOIDE  
DEL FIUME MARECCHIA

CODICE num.: 655 - CODICE foglio: 256F100

Cens. PROVINCIA :

Data esecuzione :

COMMITTENTE : Cons. Uso Conca Agro Riminese

COORDINATE topog.:

LOCALITA' : S. Vito

SCALA sond.1:200 - QUOTA (p.c.) +25.00

Numeraz. Cons.Uso-Conca-A.Riminese: 163

scala	descrizione pozzo	quota (m)	stratigrafia	profondita' (m)	descrizione
		25.00			
2		24.60		0.4	Terreno vegetale
4		22.00		3.0	Argilla con concrezioni calcaree
6		20.00		5.0	Argilla
8		19.00		6.0	Argilla con intercalazioni di limo e sabbia
10					
12					
14		11.20		13.8	Argilla limosa grigia
16		9.50		15.5	Ghiaia
18					
20		6.20		18.8	Argilla grigia
22		5.50		19.5	Ghiaia
24					
26		0.00		25.0	
28					
30					
32					
34					
36					
38					
40					

**VANNONI Dott. Fabio**  
**Studio di Geologia Tecnica e Ambientale**  
via Scacciano, 58 - 47843 Misano Adriatico (RN)  
tel. 333/3590471

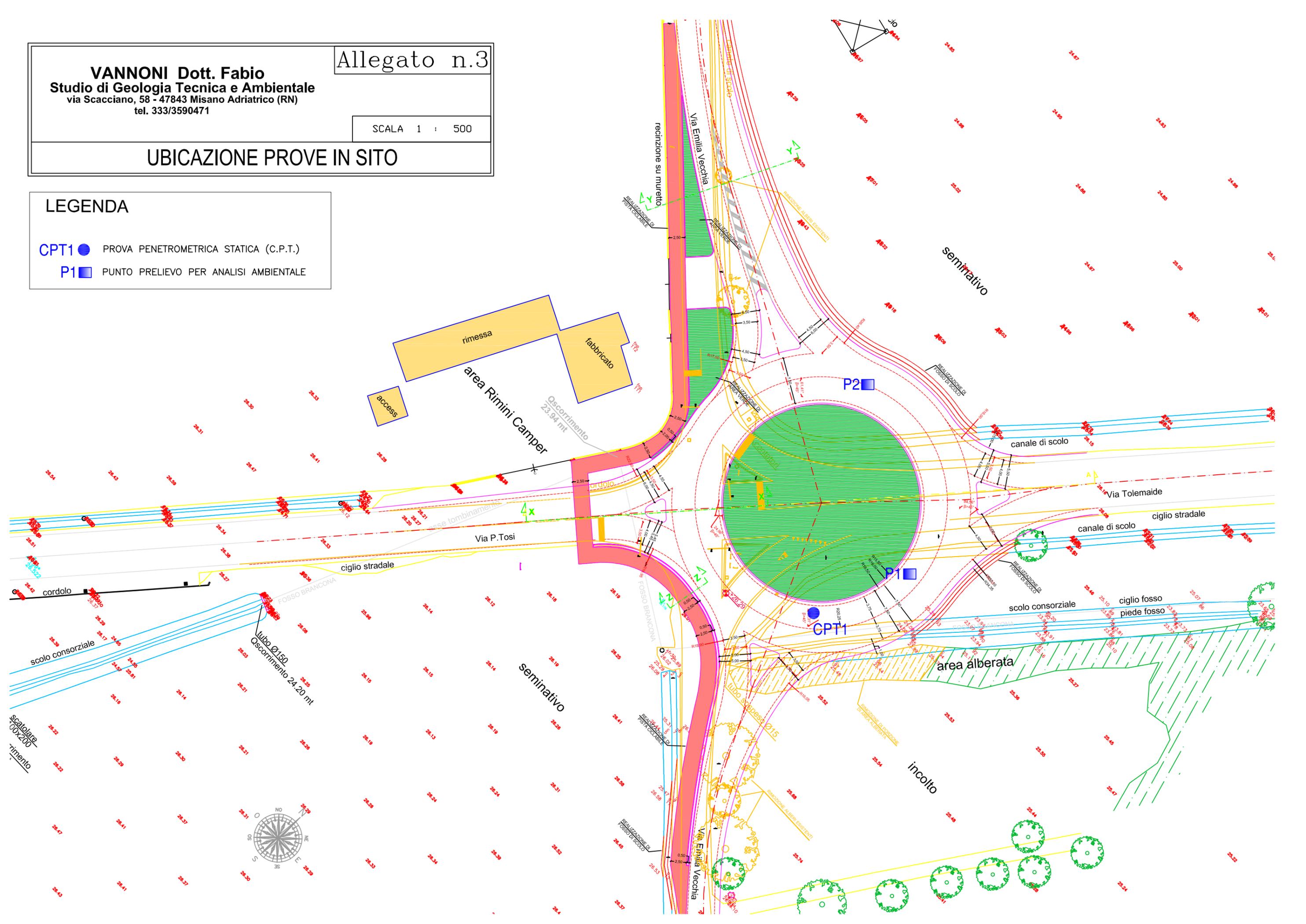
Allegato n.3

SCALA 1 : 500

## UBICAZIONE PROVE IN SITO

### LEGENDA

- CPT1** ● PROVA PENETROMETRICA STATICA (C.P.T.)
- P1** ■ PUNTO PRELIEVO PER ANALISI AMBIENTALE



<b>PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA</b> <b>LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI</b>	<b>CPT</b>	<b>1</b>
	riferimento	<b>032-2021</b>

Committente: <b>Geoproget</b>	U.M.: <b>kg/cm<sup>2</sup></b>	Data esec.: <b>23/03/2021</b>
Cantiere:	Pagina: <b>1</b>	Falda: <b>Assente</b>
Località: <b>Incrocio Via Vecchia Emilia - Via Tolemaide, Rimini.</b>	Elaborato:	

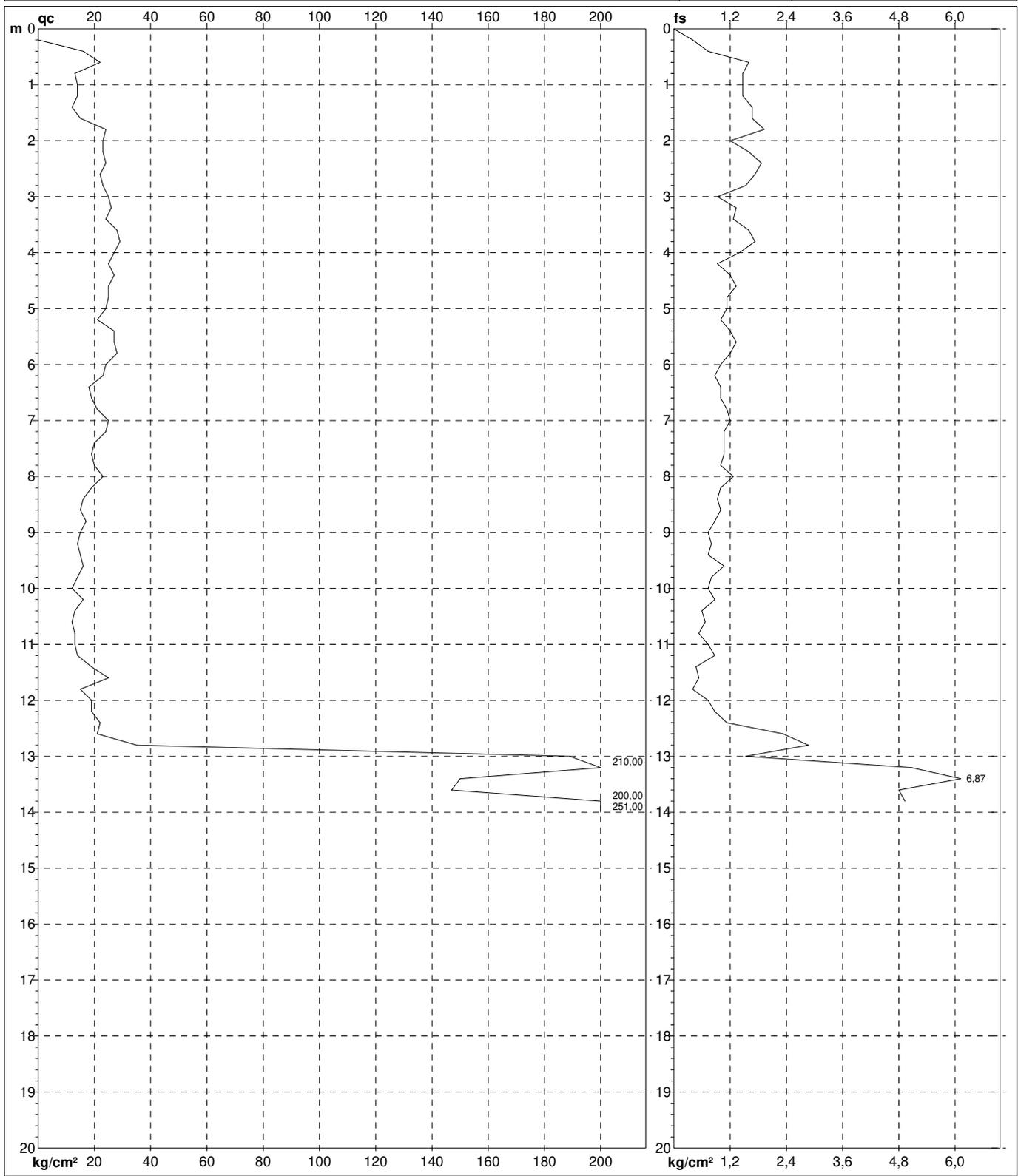
H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc kg/cm <sup>2</sup>	fs kg/cm <sup>2</sup>	F -	Rf %	H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc kg/cm <sup>2</sup>	fs kg/cm <sup>2</sup>	F -	Rf %
0,20	0,0	0,0		0,00	0,40	0		7,20	24,0	42,0		24,00	1,07	22	4,5
0,40	16,0	22,0		16,00	0,73	22	4,6	7,40	20,0	36,0		20,00	1,07	19	5,4
0,60	22,0	33,0		22,00	1,60	14	7,3	7,60	19,0	35,0		19,00	1,07	18	5,6
0,80	13,0	37,0		13,00	1,47	9	11,3	7,80	20,0	36,0		20,00	1,00	20	5,0
<b>1,00</b>	<b>14,0</b>	<b>36,0</b>		<b>14,00</b>	<b>1,47</b>	<b>10</b>	<b>10,5</b>	<b>8,00</b>	<b>23,0</b>	<b>38,0</b>		<b>23,00</b>	<b>1,27</b>	<b>18</b>	<b>5,5</b>
1,20	14,0	36,0		14,00	1,47	10	10,5	8,20	19,0	38,0		19,00	1,00	19	5,3
1,40	12,0	34,0		12,00	1,67	7	13,9	8,40	16,0	31,0		16,00	0,93	17	5,8
1,60	15,0	40,0		15,00	1,67	9	11,1	8,60	15,0	29,0		15,00	1,00	15	6,7
1,80	24,0	49,0		24,00	1,93	12	8,0	8,80	17,0	32,0		17,00	0,87	20	5,1
<b>2,00</b>	<b>23,0</b>	<b>52,0</b>		<b>23,00</b>	<b>1,20</b>	<b>19</b>	<b>5,2</b>	<b>9,00</b>	<b>15,0</b>	<b>28,0</b>		<b>15,00</b>	<b>0,73</b>	<b>21</b>	<b>4,9</b>
2,20	23,0	41,0		23,00	1,60	14	7,0	9,20	14,0	25,0		14,00	0,80	18	5,7
2,40	24,0	48,0		24,00	1,87	13	7,8	9,40	15,0	27,0		15,00	0,73	21	4,9
2,60	22,0	50,0		22,00	1,73	13	7,9	9,60	16,0	27,0		16,00	1,07	15	6,7
2,80	23,0	49,0		23,00	1,53	15	6,7	9,80	14,0	30,0		14,00	0,80	18	5,7
<b>3,00</b>	<b>25,0</b>	<b>48,0</b>		<b>25,00</b>	<b>0,93</b>	<b>27</b>	<b>3,7</b>	<b>10,00</b>	<b>12,0</b>	<b>24,0</b>		<b>12,00</b>	<b>0,73</b>	<b>16</b>	<b>6,1</b>
3,20	26,0	40,0		26,00	1,33	20	5,1	10,20	16,0	27,0		16,00	0,87	18	5,4
3,40	24,0	44,0		24,00	1,27	19	5,3	10,40	13,0	26,0		13,00	0,60	22	4,6
3,60	28,0	47,0		28,00	1,60	18	5,7	10,60	12,0	21,0		12,00	0,67	18	5,6
3,80	29,0	53,0		29,00	1,73	17	6,0	10,80	13,0	23,0		13,00	0,53	25	4,1
<b>4,00</b>	<b>27,0</b>	<b>53,0</b>		<b>27,00</b>	<b>1,40</b>	<b>19</b>	<b>5,2</b>	<b>11,00</b>	<b>13,0</b>	<b>21,0</b>		<b>13,00</b>	<b>0,73</b>	<b>18</b>	<b>5,6</b>
4,20	25,0	46,0		25,00	0,93	27	3,7	11,20	14,0	25,0		14,00	0,87	16	6,2
4,40	27,0	41,0		27,00	1,20	23	4,4	11,40	19,0	32,0		19,00	0,47	40	2,5
4,60	25,0	43,0		25,00	1,33	19	5,3	11,60	25,0	32,0		25,00	0,53	47	2,1
4,80	25,0	45,0		25,00	1,13	22	4,5	11,80	15,0	23,0		15,00	0,40	38	2,7
<b>5,00</b>	<b>24,0</b>	<b>41,0</b>		<b>24,00</b>	<b>1,13</b>	<b>21</b>	<b>4,7</b>	<b>12,00</b>	<b>19,0</b>	<b>25,0</b>		<b>19,00</b>	<b>0,73</b>	<b>26</b>	<b>3,8</b>
5,20	21,0	38,0		21,00	1,00	21	4,8	12,20	19,0	30,0		19,00	0,87	22	4,6
5,40	27,0	42,0		27,00	1,20	23	4,4	12,40	22,0	35,0		22,00	1,13	19	5,1
5,60	27,0	45,0		27,00	1,33	20	4,9	12,60	21,0	38,0		21,00	2,33	9	11,1
5,80	28,0	48,0		28,00	1,20	23	4,3	12,80	35,0	70,0		35,00	2,87	12	8,2
<b>6,00</b>	<b>24,0</b>	<b>42,0</b>		<b>24,00</b>	<b>1,00</b>	<b>24</b>	<b>4,2</b>	<b>13,00</b>	<b>189,0</b>	<b>232,0</b>		<b>189,00</b>	<b>1,53</b>	<b>124</b>	<b>0,8</b>
6,20	23,0	38,0		23,00	0,87	26	3,8	13,20	210,0	233,0		210,00	5,07	41	2,4
6,40	18,0	31,0		18,00	1,00	18	5,6	13,40	150,0	226,0		150,00	6,87	22	4,6
6,60	19,0	34,0		19,00	1,00	19	5,3	13,60	147,0	250,0		147,00	4,80	31	3,3
6,80	21,0	36,0		21,00	1,13	19	5,4	13,80	200,0	272,0		200,00	4,93	41	2,5
<b>7,00</b>	<b>25,0</b>	<b>42,0</b>		<b>25,00</b>	<b>1,20</b>	<b>21</b>	<b>4,8</b>	<b>14,00</b>	<b>250,0</b>	<b>325,0</b>		<b>251,00</b>			

H = profondità  
L1 = prima lettura (punta)  
L2 = seconda lettura (punta + laterale)  
Lt = terza lettura (totale)  
CT = 10,00 costante di trasformazione

qc = resistenza di punta  
fs = resistenza laterale calcolata  
0.20 m sopra quota qc  
F = rapporto Begemann (qc / fs)  
Rf = rapporto Schmertmann (fs / qc)\*100

<h1 style="margin: 0;">PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA</h1> <h2 style="margin: 0;">DIAGRAMMI DI RESISTENZA</h2>	<b>CPT</b>	<b>1</b>
	riferimento	<b>032-2021</b>

Committente: <b>Geoproget</b> Cantiere: Località: <b>Incrocio Via Vecchia Emilia - Via Tolemaide, Rimini.</b>	U.M.: <b>kg/cm<sup>2</sup></b> Scala: <b>1:100</b> Pagina: <b>1</b> Elaborato:	Data esec.: <b>23/03/2021</b> Quota inizio: Falda: <b>Assente</b>
---	---	---



	Penetrometro: <b>TG63-200Stat</b> Responsabile: Assistente:	Preforo: <b>m</b> Corr.astine: <b>kg/ml</b> Cod. punta:
--	---	---

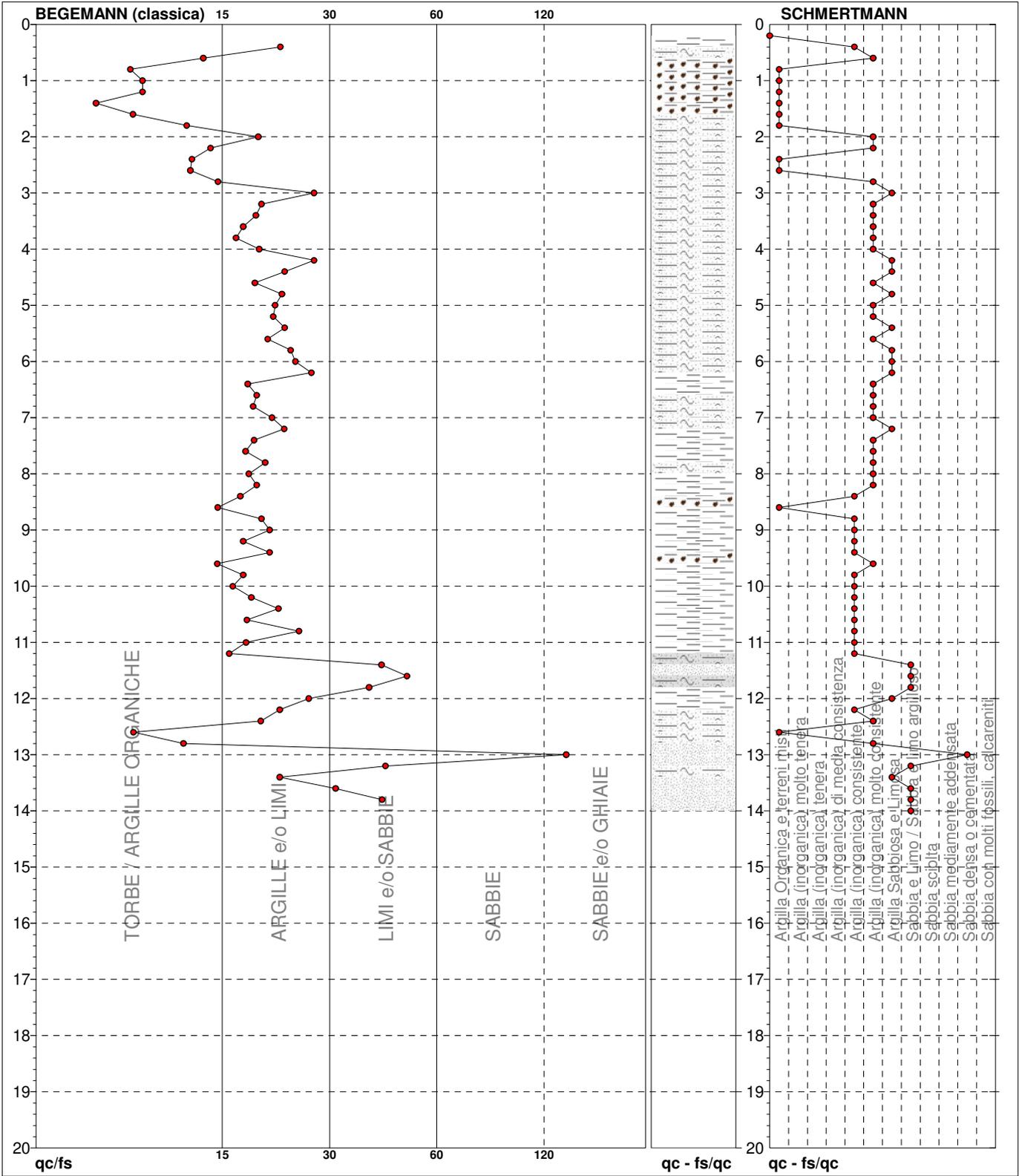
# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

## DIAGRAMMI LITOLOGIA

<b>CPT</b>	<b>1</b>
riferimento	<b>032-2021</b>

Committente: **Geoproget**  
 Cantiere:  
 Località: **Incrocio Via Vecchia Emilia - Via Tolemaide, Rimini.**

U.M.: **kg/cm<sup>2</sup>**    Data esec.: **23/03/2021**  
 Scala: **1:100**  
 Pagina: **1**  
 Elaborato:                      Falda: **Assente**



Torbe / Argille org. :	15 punti, 15,15%	Argilla Organica e terreni misti:	10 punti, 10,10%	Argilla Sabbiosa e Limosa:	11 punti, 11,11%
Argille e/o Limi :	47 punti, 47,47%	Argilla (inorganica) consistente:	15 punti, 15,15%	Sabbia e Limo / Sabbia e limo arg.:	6 punti, 6,06%
Limi e/o Sabbie :	6 punti, 6,06%	Argilla (inorganica) molto consist.:	25 punti, 25,25%	Sabbia densa o cementata:	1 punti, 1,01%
Sabbie e/o Ghiaie :	1 punti, 1,01%				