

S.S. 9 – "Emilia"

Variante all'abitato di Santa Giustina in Comune di Rimini

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA

COD. BO-329

PROGETTAZIONE: ANAS - DIREZIONE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE LAVORI

PROGETTISTA:

Ing. VINCENZO MARZI
Ordine Ing. di Bari n. 3594

GEOLOGO:

Geol. SERENA MAJETTA
Ordine Geol. del Lazio n. 928

VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Ing. ANNA MARIA NOSARI

GEOLOGIA

Relazione geologica

CODICE PROGETTO		NOME FILE		REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG. ANNO	T00GE00GEORE01_A			
DPB00329	P 18	CODICE ELAB. T00GE00GEORE01		A	-
C					
B					
A	EMISSIONE		OTT. 2018		
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

INDICE

1	PREMESSA	2
2	RIFERIMENTI NORMATIVI	3
3	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	3
4	SCHEMA GEOLOGICO-STRUTTURALE	4
4.1	SUCCESSIONE STRATIGRAFICA DI RIFERIMENTO	7
4.1.1	SUBSINTEMA DI RAVENNA (AES8)	7
4.1.2	Unità di Modena (AES8a)	7
4.1.3	DEPOSITI ALLUVIONALI IN EVOLUZIONE (b1)	7
4.1.4	DEPOSITI ANTROPICI (h)	7
5	INDAGINI GEOGNOSTICHE	7
6	SCHEMA GEOMORFOLOGICO	8
6.1	PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (P.A.I.)	9
7	SCHEMA IDROGEOLOGICO	10
8	SISMICITA'	16
8.1	QUADRO SISMOGENETICO	16
8.2	SISMICITA' STORICA	18
8.3	PERICOLOSITA' SISMICA	20
9	MODELLO GEOLOGICO DI RIFERIMENTO	23
10	BIBLIOGRAFIA	24

1 PREMESSA

La presente relazione geologica fa parte della documentazione allegata al Progetto di Fattibilità Tecnico Economica relativo alla “S.S.9 – Variante all’abitato di Santa Giustina in Comune di Rimini”, che si sviluppa ad ovest del centro abitato romagnolo, tra l’Autostrada A14, ad est, e Santarcangelo di Romagna, ad ovest.

Il Comune di Rimini, seguendo le indicazioni del Decreto Legislativo 12 aprile 2006 n. 163 – Codice dei Contratti Pubblici - e del Decreto del Presidente della Repubblica 5 ottobre 2010 n. 207 – Regolamento di esecuzione e di attuazione - ha scelto il tracciato della nuova infrastruttura stradale attraverso una valutazione di fattibilità tecnica e una analisi SWOT, mettendo a confronto 5 diverse soluzioni. Secondo quella presentata ed in questa sede analizzata, l’intervento prevede la circonvallazione di Santa Giustina con innesto a monte dell’A14.

Il Comune di Rimini ha redatto una prima elaborazione del progetto, emessa nel 2015 e nel 2018, oggetto di un “Procedimento Unico per la localizzazione e approvazione del progetto preliminare e variante al PRG”.

Il presente progetto, redatto ai sensi dell’art. 23 del D.Lgs 50/2016 e ss.mm. e ii., conferma sostanzialmente l’impostazione del progetto del Comune.

Il tracciato, della lunghezza totale di circa 2 km, si inserisce nel contesto ambientale e nel sistema viabilistico esistente, presentando un andamento sub-orizzontale rispetto alla viabilità interpodereale esistente e con un sufficiente numero di collegamenti in grado di garantire la continuità territoriale e a rendere la strada in progetto collegata con il territorio che attraversa.

Il progetto prevede la realizzazione di una piattaforma di categoria C1 “extraurbana secondaria” (ai sensi del D.M. 2001) con una corsia per senso di marcia da 3,75 m e banchine laterali da 1,50 m, per una larghezza complessiva di 10,50 m.

Nel presente studio sono state affrontate tutte le tematiche di carattere geologico-applicativo utili per un corretto inquadramento del territorio in cui l’intervento si inserisce, necessarie per il progetto di fattibilità tecnico economica. Vengono, dunque, descritti i contesti geologico, geomorfologico ed idrogeologico di riferimento, nonché analizzata la sismicità dell’area, al fine di definire il modello geologico preliminare di riferimento.

Gli elementi necessari a tale scopo sono stati ricavati a seguito dell’esame della documentazione bibliografica disponibile per l’area in oggetto, con particolare riferimento a quanto riportato nello studio geologico redatto a corredo del Progetto Preliminare per la localizzazione e l’approvazione di “Nuova viabilità in località Santa Giustina in Variante al P.R.G.” a cura del Comune di Rimini, nel 2014. All’interno del suddetto progetto sono state condotte, inoltre, ai fini di ricostruire le condizioni stratigrafiche di dettaglio e caratterizzare dal punto di vista geotecnico le litologie presenti, indagini geognostiche e geofisiche, e relative prove di laboratorio geotecnico, di seguito meglio descritte, e i cui risultati completi sono stati riportati nell’elaborato progettuale denominato:

- Documentazione indagini geognostiche pregresse – T00GE00GEORE02A.

La presente nota, inoltre, fa specifico riferimento alla “Carta geologica con elementi di geomorfologia”, redatta in scala 1:5.000 (T00GE00GEOCG01A).

2 RIFERIMENTI NORMATIVI

- Decreto legislativo 18 aprile 2016, n. 50 e ss.mm.ii. “Attuazione delle direttive 2014/23/UE, 2014/24/UE e 2014/25/UE sull'aggiudicazione dei contratti di concessione, sugli appalti pubblici e sulle procedure d'appalto degli enti erogatori nei settori dell'acqua, dell'energia, dei trasporti e dei servizi postali, nonché per il riordino della disciplina vigente in materia di contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture (G.U. n. 91 del 19 aprile 2016);
- D.P.R. 5 ottobre 2010, n. 207 “Regolamento di esecuzione ed attuazione del decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163, recante «Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE»”;
- Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» (GU Serie Generale n.42 del 20-02-2018 - Suppl. Ordinario n. 8);
- OPCM n. 3274 del 20 marzo 2003: primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica;
- OPCM n. 3519 del 28 aprile 2006: criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle stesse zone;
- Delibera Giunta Regionale dell'Emilia-Romagna del 21/07/03, n. 1435 – Prime disposizioni di attuazione dell'ordinanza del PCM n. 3274/2003 recante “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”;
- L.R. Regione E.R. n. 19 del 30/10/2008 “Norme per la riduzione del rischio sismico”, con le modifiche apportate dalla L.R. 6 luglio 2009, n.6 e dalla L.R. 23 dicembre 2016, n. 25;
- Autorità di Bacino Interregionale Marecchia e Conca: “Progetto di Variante al Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico del Bacino dei Fiumi Marecchia e Conca (PAI)”, adottato con deliberazione di Comitato Istituzionale n. 1 del 27 aprile 2016 (data di pubblicazione 27 giugno 2016 - Prot. n. 373).

3 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area oggetto di studio è ubicata nel territorio comunale di Rimini, immediatamente a sud della frazione di Santa Giustina e della S.S. 9 “Emilia”, ad ovest dell'Autostrada A14, nel tratto compreso tra gli svincoli di Rimini sud e di Rimini nord e ad est del centro abitato di Sant'Arcangelo di Romagna (Fig. 3.1). Il tracciato si sviluppa interamente in sinistra idrografica del Fiume Marecchia.

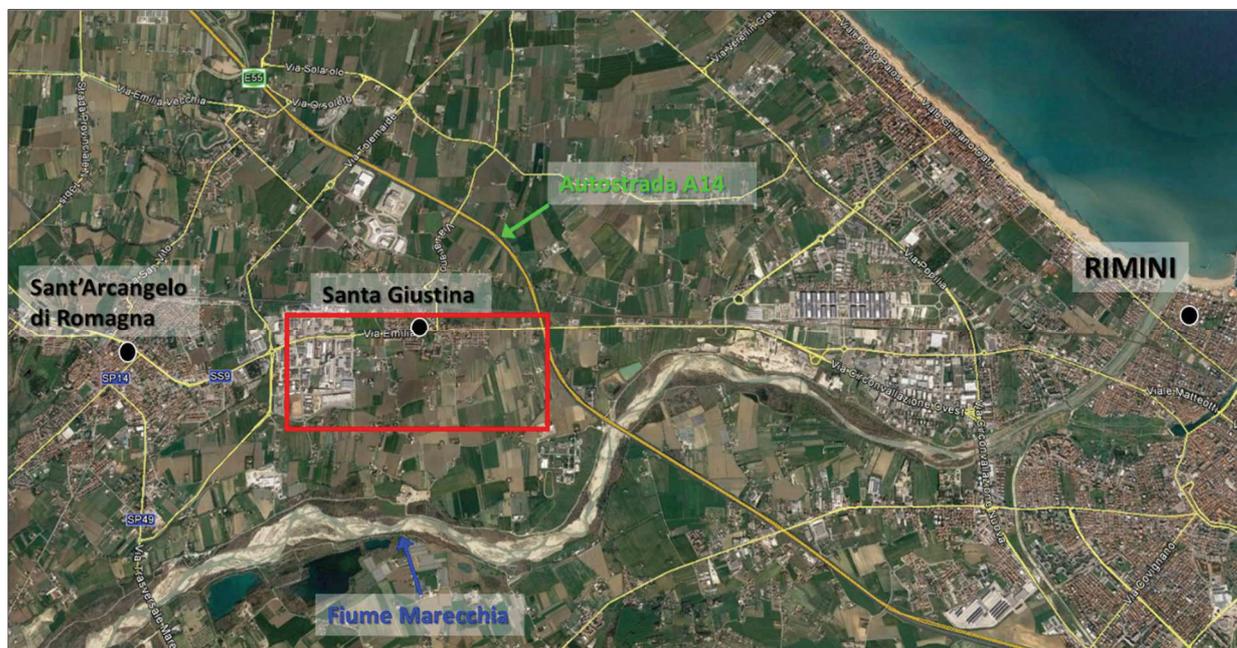


Fig. 3.1 - Inquadramento geografico dell'area di intervento (indicata col riquadro in rosso).

4 SCHEMA GEOLOGICO-STRUTTURALE

La storia geologica del territorio in cui ricade l'area in esame, si riassume brevemente a partire dalla fine del Tortoniano, quando durante una prima fase diastrofica (di tipo compressivo) si sono formate ampie e regolari pieghe sia emerse che sommerse; tale fase si esaurisce alla fine del Messiniano con l'emersione della catena romagnolo-marchigiana e con l'ulteriore approfondimento dell'Avanfossa. I sedimenti di conoide sottomarina depositatisi durante il Tortoniano (età antecedente il Messiniano), in prevalenza arenarie molassiche, venivano ricoperti da sedimenti pelitici. Alla fine del Pliocene inferiore, una seconda fase diastrofica provocò la compressione delle pieghe profonde e portò alla formazione di grandi faglie inverse e dirette sui fianchi delle anticlinali e alle iniezioni pseudodiapiriche dello Schlier ancora allo stato plastico. Tale fase fu seguita da una grande trasgressione marina nel Pliocene Medio e successivamente tutta la regione, Catena ed Avanfossa, subì un progressivo sollevamento con il ritiro definitivo del mare alla fine del Pliocene Superiore. Nel Pliocene superiore si ha dunque l'emersione della media Valle del Marecchia. Il brusco incremento del sollevamento che si manifesta poi alla fine del Pleistocene inferiore, conduce ad un modellamento dei versanti appenninici mio-pliocenici con ampie valli in rapida erosione. Grandi conoidi si formavano in corrispondenza dello sbocco dei fiumi in pianura. La loro deposizione è radiale con apice all'interno delle rispettive valli, con il piede a ventaglio che si spinge per parecchi chilometri nella pianura antistante. Le conoidi che così si formano sono costituite da numerose lenti di materiale alluvionale a granulometria variabile, in funzione della forma e litologia degli elementi costituenti e dell'energia delle acque che li trasportavano, con materiali grossolani allo sbocco della pianura e tanto più sottili quanto più lontani dall'apice della conoide. Durante il Quaternario, l'area marchigiano-romagnola subisce

notevoli e ripetuti cambiamenti climatici a causa dei periodi glaciali ed interglaciali e periodi deposizionale ed erosivi che hanno portato alla formazione di quattro ordini di terrazzi fino all’Olocene.

L’area di interesse ricade all’interno del Foglio Geologico “256 – Rimini” (Servizio Geologico d’Italia – Regione Emilia-Romagna, 2005), realizzato nell’ambito del progetto di Cartografia Geologica Nazionale (CARG), dal quale sono state tratte buona parte delle informazioni riportate in seguito e di cui la Fig. 4.1 rappresenta uno stralcio. La conoide del Fiume Marecchia inizia subito a valle della stretta di Verucchio e prosegue sino all’abitato di Santarcangelo di Romagna per arrivare infine al mare, allargandosi verso sud fino al centro di Rimini e verso nord fino oltre l’abitato di Bellaria.

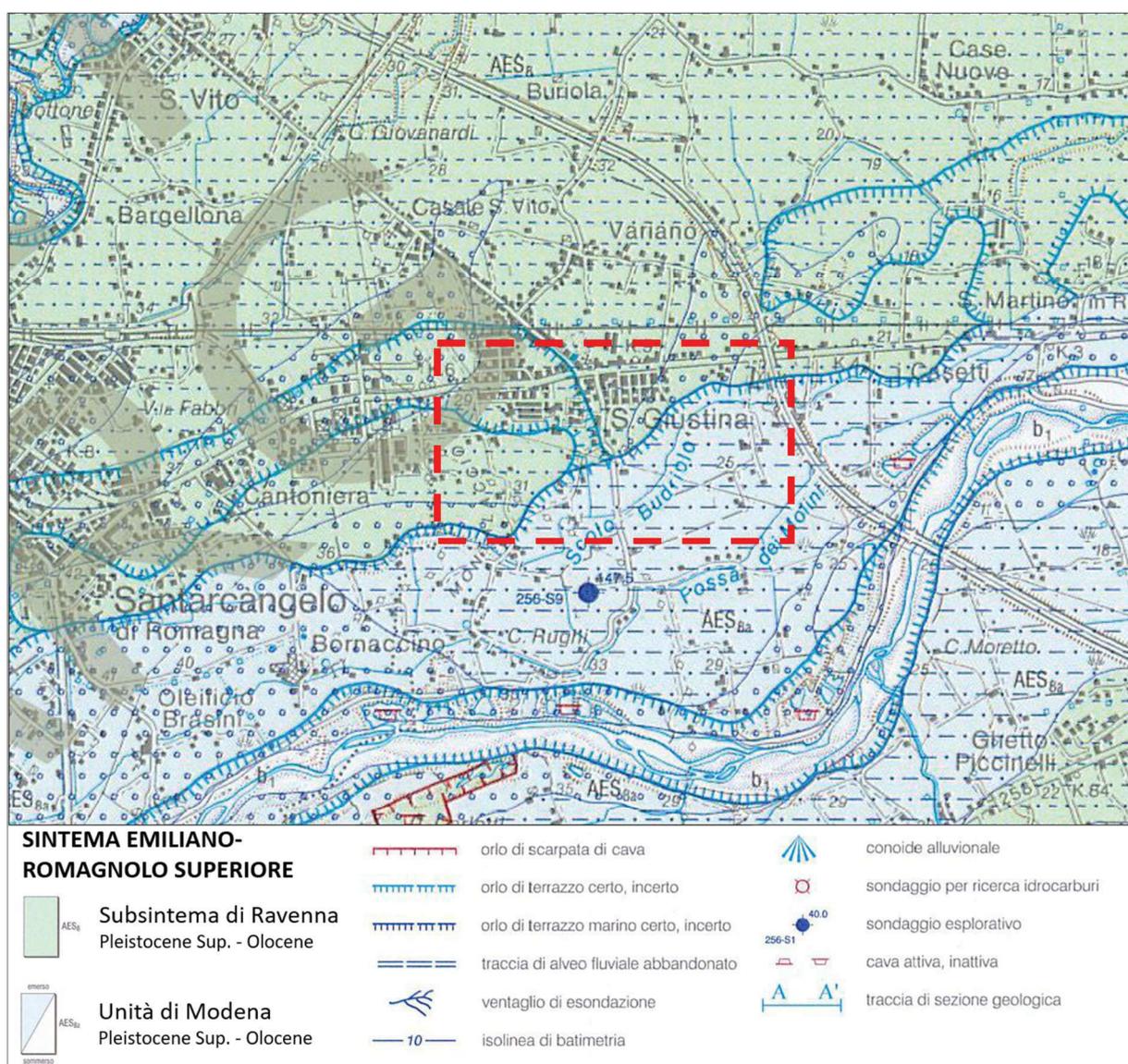


Fig. 4.1- Stralcio del Foglio Geologico “256 - Rimini” in scala 1:50.000 (Progetto CARG). Nel riquadro in rosso è indicata l’area di studio.

La conoide è divisibile, dal punto di vista geologico, in tre diversi settori. Verso monte si sviluppa la pianura intravalliva, formata da uno spessore non superiore a 10 m di depositi prevalentemente ghiaiosi affioranti e direttamente appoggiati sul substrato argilloso impermeabile. Procedendo verso valle si intercetta la conoide amalgamata, all’interno della quale ricade l’area di interesse, costituita anch’essa da ghiaie per uno spessore che passa rapidamente a molte decine di metri, fino ad un massimo di 80, al di sopra del substrato argilloso. Queste ghiaie sono generalmente affioranti o sepolte da uno spessore di sedimenti più fini che diventa via via maggiore procedendo verso mare. All’interno delle stesse ghiaie possono essere presenti dei livelli più fini di modesta estensione laterale, che non interrompono la continuità dei corpi grossolani. Infine, procedendo verso la linea di costa si ha la conoide multistrato formata da un’alternanza di livelli prevalentemente ghiaiosi e livelli prevalentemente fini per spessori fino ad oltre 250 m al di sopra dei depositi marini costieri delle Sabbie di Imola (Severi et. al, 2015, Servizio Geologico d’Italia – Regione Emilia-Romagna, 2005, Regione Emilia-Romagna & ENI-AGIP, 1998).

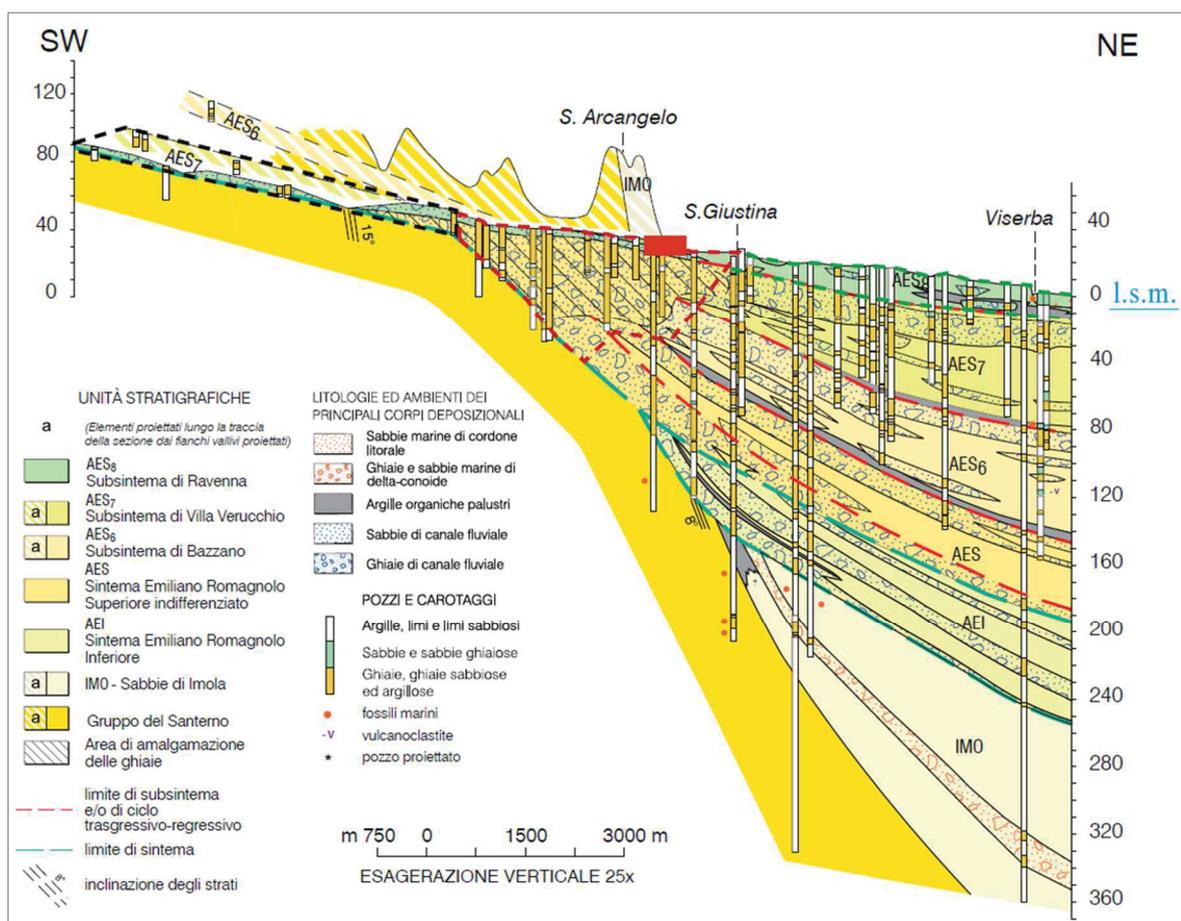


Fig. 4.2 - Sezione geologica longitudinale della Conoide del Marecchia con schematizzazione degli acquiferi e ubicazione del lago di ricarica (box rosso, non in scala). Sono indicate la piana intravalliva (area con tratteggio nero); la conoide amalgamata (area con tratteggio rosso), la conoide multistrato (a valle delle precedenti) e l’acquifero freatico di pianura (area con tratteggio verde).

4.1 SUCCESIONE STRATIGRAFICA DI RIFERIMENTO

Di seguito viene descritta la successione stratigrafica affiorante nell'area interessata dal progetto stradale, che fa riferimento al Supersistema Emiliano-Romagnolo che comprende l'insieme dei depositi quaternari di origine continentale affioranti al margine appenninico padano (Ricci Lucchi et al., 1982) e i sedimenti ad essi correlati nel sottosuolo della pianura emiliano-romagnola. Nel sottosuolo il Supersistema Emiliano-Romagnolo poggia in discordanza angolare sia sui depositi marini pliocenici e miocenici, sia, procedendo verso la pianura aperta, su depositi marino-marginali correlati alle Sabbie di Imola, che non sono presenti nel settore di montagna. Il Sistema Emiliano-Romagnolo Superiore, cui appartengono i termini successivamente descritti, costituisce la porzione superiore del Supersistema.

4.1.1 SUBSISTEMA DI RAVENNA (AES8)

Buona parte dei depositi quaternari affioranti nei fondovali dei fiumi principali e dei depositi presenti nella piana alluvionale che caratterizza il territorio della piana alluvionale del riminese vengono attribuiti al Subsistema di Ravenna. Si tratta di un'unità relativamente superficiale e con spessore inferiore ai 30 m.

Il Subsistema di Ravenna è rappresentato da depositi fluviali organizzati in più ordini di terrazzo. Nella valle del Fiume Marecchia i depositi sono organizzati in tre ordini di terrazzo. Questi depositi presentano, evidentemente, un'elevata variabilità granulometrica, sia verticale che orizzontale. In linea generale, si tratta di ghiaie di canale fluviale ricoperti da sedimenti più fini derivanti da tracimazioni fluviali (argille, limi e sabbie), piuttosto ossidati.

Questo subsistema contiene un'unità di rango gerarchico inferiore (AES8a) che ne costituisce il tetto stratigrafico.

4.1.2 Unità di Modena (AES8a)

Questa unità contiene i depositi più superficiali, sempre affioranti, di pochi metri di spessore, contenente prevalentemente, depositi fluviali terrazzati nei settori intravallivi e depositi di tracimazione nella pianura alluvionale. Nei settori intravallivi la base di questa unità è individuata dal contatto, in discontinuità, delle sue tracimazioni fluviali sul suolo del subsistema di Ravenna. In questi settori l'unità è costituita da depositi ghiaiosi o sabbiosi di canale fluviale e da sottili orizzonti più fini di tracimazione.

4.1.3 DEPOSITI ALLUVIONALI IN EVOLUZIONE (b1)

Ghiaie e sabbie prevalenti, localmente blocchi e materiale fine, corrispondono alle aree in evoluzione e alle aree esondabili in condizioni di piena ordinaria, delle aste fluviali intravallive.

4.1.4 DEPOSITI ANTROPICI (h)

I depositi antropici vengono distinti tra quelli riferibili alle attività di cave e discariche presenti nell'area di studio e i rilevati stradali esistenti, principalmente riferibili alla S.S. 9 "Emilia" e l'Autostrada A14.

5 INDAGINI GEOGNOSTICHE

A corredo del Progetto Preliminare redatto dal Comune di Rimini è stata condotta, nel 2014, finalizzata alla ricostruzione del modello geologico di sito, e consistita nelle seguenti prove:

- n° 6 prove penetrometriche statiche CPT (*Cone Penetration Test*). Laddove tali prove si sono arrestate su livelli ghiaiosi superficiali sono state effettuate, sempre negli stessi punti, delle prove dinamiche pesanti DPSH (*Dinamic Penetration Super Heavy*) al fine di investigare (fino a rifiuto della prova) l'orizzonte ghiaioso. Queste hanno raggiunto una profondità compresa tra 3,8 e 11,6 m dal p.c.. Tutte le prove sono state effettuate con penetrometro semovente modello "Pagani";
- n° 4 indagini di sismica passiva con metodologia HVSR (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio – Metodo Nakamura*) con utilizzo di strumento Tromino Micromed per la determinazione della categoria del sottosuolo;
- prelievo di n° 6 campioni indisturbati di terreno, in prossimità delle prove geognostiche effettuate, sottoposte ad indagini di laboratorio: prova edometrica, prova di taglio di tipo CD e determinazione dei principali parametri fisico-meccanici;
- prelievo di n° 6 campioni disturbati di terreno da sottoporre ad indagine di laboratorio per la determinazione di tutti i parametri utili per il trattamento a calce dei terreni oggetto di studio. Tali campioni sono stati prelevati a profondità variabili e comprese tra 0,6 e 1,1 m. dal p.c..

L'ubicazione delle prove penetrometriche e di quelle sismiche è riportata nella Carta geologica (Elaborato T00GE00GEOCG01_A). I dettagli delle prove eseguite, sia in sito che in laboratorio sono riportati nell'Elaborato progettuale denominato "Documentazione indagini geognostiche pregresse" (cod. T00GE00GEORE02_A).

6 SCHEMA GEOMORFOLOGICO

La circonvallazione stradale di Santa Giustina interessa, dal punto di vista geomorfologico, i terreni di conoide della piana alluvionale del Fiume Marecchia posti in sua sinistra idrografica. Si tratta di una piana terrazzata che si estende dall'asse che collega Savignano sul Rubicone - Santarcangelo di Romagna fino alla falesia costiera. La bretella stradale si sviluppa da una quota altimetrica compresa tra 23 e 30,0 m circa s.l.m., secondo la cartografia CTR.

Il conoide mareccchiese si può suddividere, dal punto di vista geomorfologico ed 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 i limiti dei terrazzi.

Il conoide antico si può fare estendere da Ponte Verucchio sino a circa la Strada Traversante Marecchia, ove ha termine il terrazzo di ex III° ordine; tale conoide antico è caratterizzato da un esiguo spessore di materiale alluvionale (5-10 m).

In questa zona, gli agenti morfodinamici naturali sono rappresentati dalle acque di deflusso superficiale, rappresentate soprattutto dai principali corsi d'acqua, quali il Fiume Marecchia. Le morfologie più ricorrenti

riguardano la creazione di terrazzi fluviali con adiacenti scarpate erosive, sia attive che abbandonate, e situazioni di erosione in alveo e di sponda.

6.1 PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (P.A.I.)

Il Piano Stralcio Assetto Idrogeologico (P.A.I.) dell'Autorità di Bacino Marecchia-Conca è stato adottato dal Comitato Istituzionale con Deliberazione n°. 2 del 30 marzo 2004 ed approvato dalle Regioni Emilia-Romagna con deliberazione Giunta Regionale n. 1703/2004, Marche con deliberazione Consiglio Regionale n. 139/2004 e Toscana con deliberazione Consiglio Regionale n. 115/2004. Questo piano ha subito nel corso degli anni successivi numerosi aggiornamenti che hanno portato alla definizione del piano attuale (PAI vigente), cui nella presente relazione si fa riferimento.

La Fig. 6.1, che rappresenta uno stralcio della Tavola 1 - Territorio del Comune di Rimini del Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.), redatta nel 2014, mostra come nell'intera area di interesse progettuale, come ampiamente prevedibile data la conformazione morfologica di pianura, non siano presenti aree in dissesto per fenomeni gravitativi in atto, né di possibile influenza o evoluzione di altri dissesti.

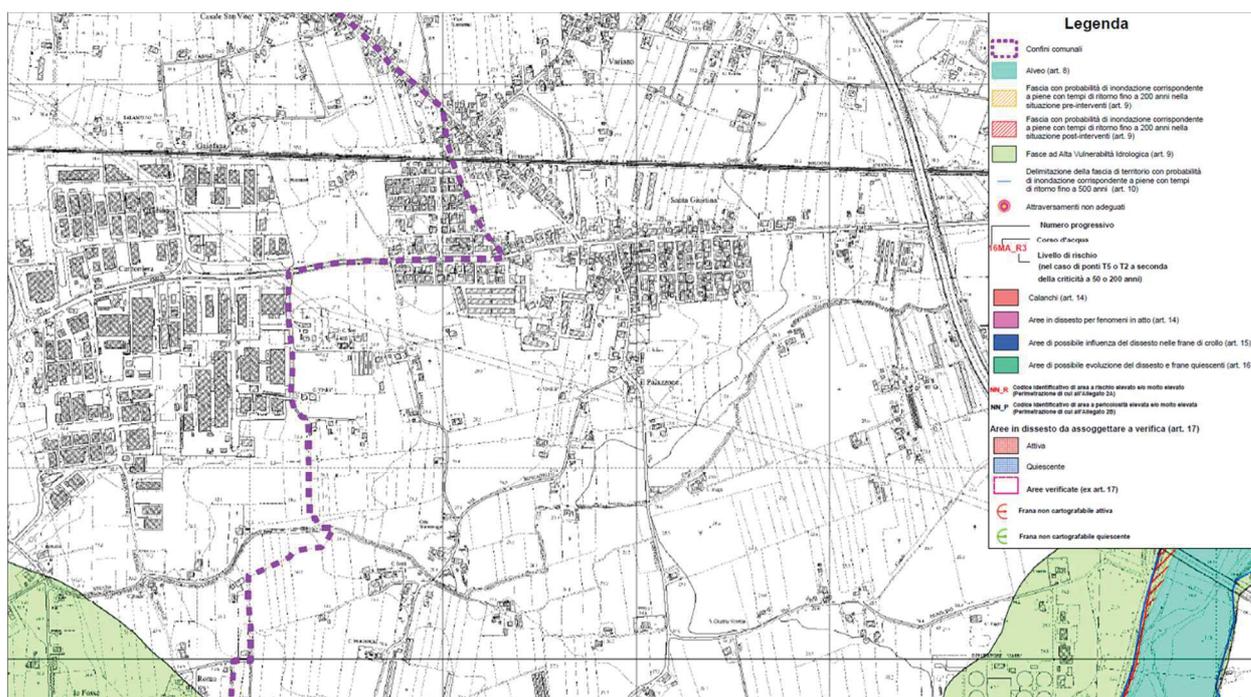


Fig. 6.1 – Stralcio della Tavola 1 – Territorio del Comune di Rimini del Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.), redatta nel 2014.

7 SCHEMA IDROGEOLOGICO

Per quanto riguarda l’idrografia di superficie si è già detto che il corso idrico principale dell’area è rappresentato dal Fiume Marecchia anche se quello che più interessa da vicino l’opera è il fosso Budriolo.

La conoide del Marecchia inizia subito a valle della stretta di Verucchio e prosegue sino all’abitato di Santarcangelo di Romagna per arrivare infine al mare, allargandosi verso sud fino al centro di Rimini e verso nord fino oltre l’abitato di Bellaria. Nella Fig. 7.1 con i diversi colori vengono rappresentati gli ambiti che caratterizzano la conoide: in verde la pianura intravalliva, in giallo la conoide amalgamata e in azzurro la conoide multistrato.

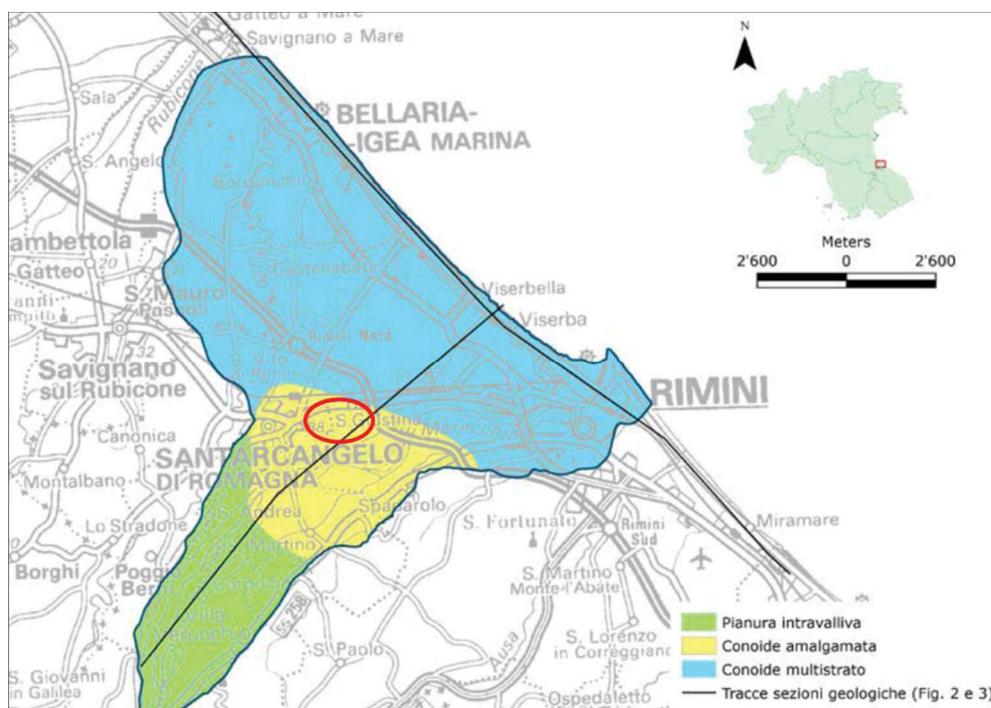


Fig. 7.1 - La conoide del Marecchia e i suoi diversi ambiti: pianura intravalliva, conoide amalgamata e conoide multistrato (da Severi et al., 2014). Il cerchio rosso indica l’area di interesse.

La geometria della zona di amalgamazione, nella quale ricade per intero l’area interessata dal progetto in oggetto, è piuttosto complessa: lo spessore delle ghiaie amalgamate aumenta rapidamente da monte verso valle fino ad un massimo di circa 80 m, per poi assottigliarsi sino a chiudersi nella zona di Santa Giustina. Dal punto di vista idrogeologico, questa parte della conoide rappresenta un acquifero libero molto spesso che funge da zona di ricarica principale di tutta la conoide del Marecchia e che viene alimentato dal fiume, dalle piogge e dalle perdite dei canali che la attraversano.

La conoide del Marecchia assieme alla diga di Ridracoli ricopre un ruolo determinante nell’approvvigionamento idrico della Romagna; i pozzi della conoide contribuiscono mediamente alle necessità idropotabili dell’areale riminese con circa 22 milioni di metri cubi all’anno (dato medio degli ultimi 10 anni) ai quali si

aggiungono i prelievi per gli altri usi (irriguo ed industriale) stimati pari a circa 5-6 milioni di metri cubi annui.

Data la sua importanza strategica, la conoide del Marecchia è stata oggetto di molti studi e indagini finalizzate alla conoscenza ed alla gestione della risorsa idrica contenuta al suo interno. La Regione Emilia Romagna nel 2001 ha individuato una rete di monitoraggio dei livelli di falda della conoide costituita da 73 punti di controllo.

Con i dati di livello disponibili sono state realizzate le mappe dell'andamento della superficie piezometrica dell'intera conoide, fino alla linea di costa. Il livello piezometrico è compreso tra un massimo di 91 m s.l.m. ed un minimo di 1 m s.l.m., come rappresentato in Fig. 7.2. Il gradiente piezometrico, piuttosto elevato nella zona della Pianura intravalliva, diventa via via più blando procedendo verso la porzione distale della conoide. Nella zona di Santarcangelo è evidente l'azione di ricarica del Fiume (e quindi la sua connessione idraulica con la falda della Conoide amalgamata), che viene meno all'altezza dell'Autostrada dove la conoide diventa compartimentata e l'acquifero A1 risulta confinato.

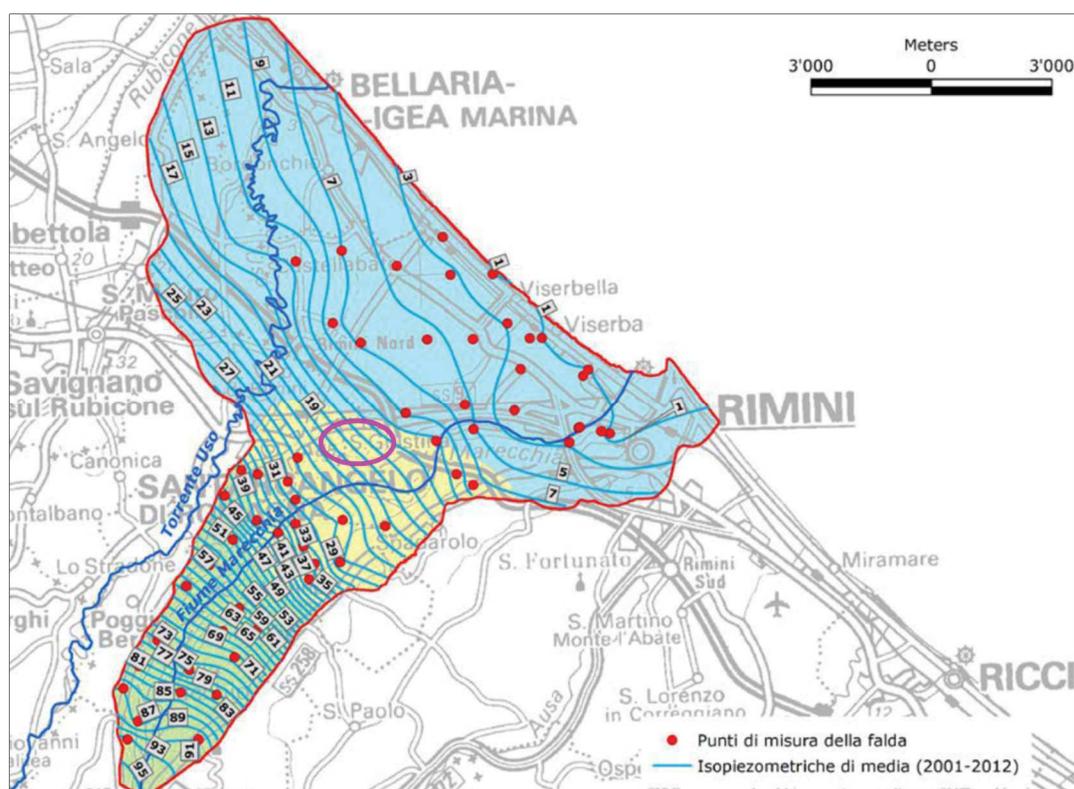


Fig. 7.2 - Superficie piezometrica media di della conoide del Marecchia (2001-2012), da Severi et al., 2014. Il cerchio in magenta indica l'area di progetto.

La Fig. 7.3 rappresenta invece la soggiacenza media (ovvero la profondità dell'acqua rispetto al piano campagna), rilevata tra il 2001 ed il 2012, calcolata sottraendo il livello piezometrico medio dal piano campagna negli gli stessi punti visti per la piezometria. Nella zona di interesse progettuale la soggiacenza media,

nel periodo di monitoraggio, ha presentato un valore medio di 12-15 m dal p.c., mentre la soggiacenza minima è risultata comunque superiore ai 10 m (Fig. 7.4).

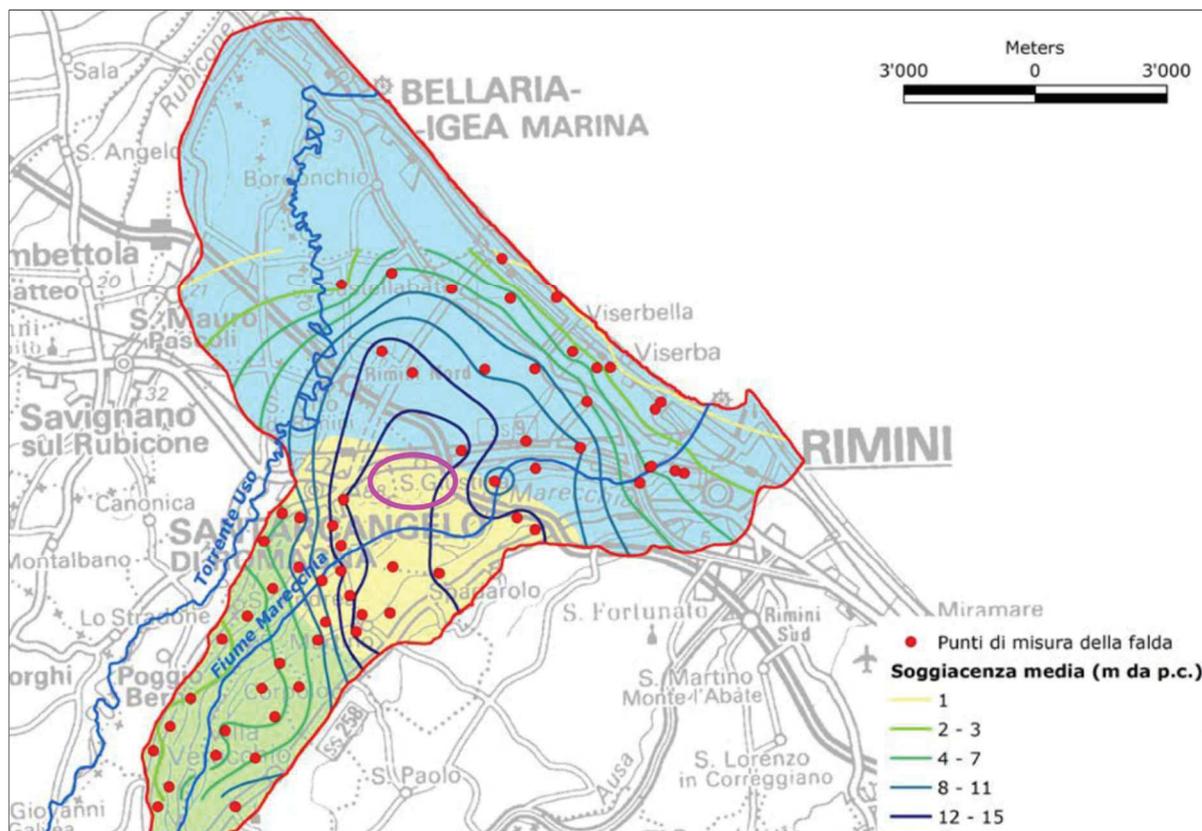


Fig. 7.3 - Soggiacenza media della conoide del Marecchia (2001-2012), da Severi et al., 2014. Il cenchio in magenta indica l'area di progetto.

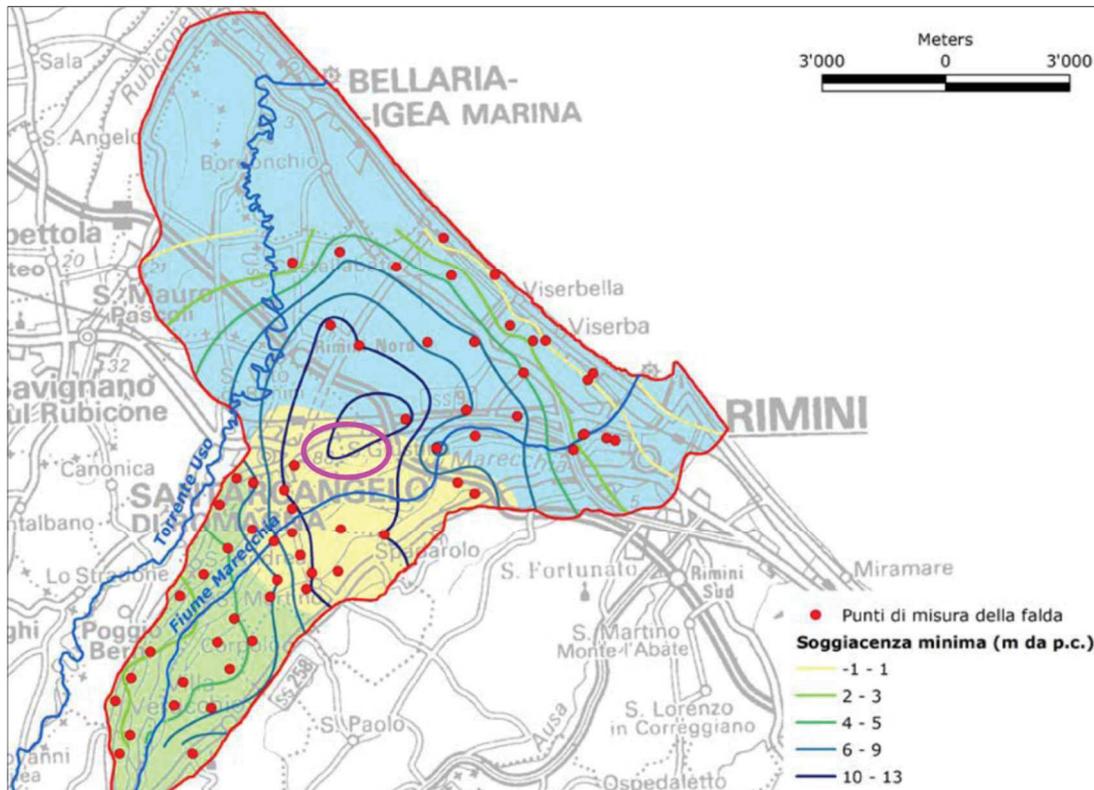


Fig. 7.4 - Soggiacenza minima della conoide del Marecchia (2001-2012), da Severi et al., 2014. Il cenchio in magenta indica l'area di progetto.

Nel 2016 è stata condotta un'altra campagna di monitoraggio piezometrico finalizzata a ricostruire l'andamento delle superfici piezometriche della conoide del Fiume Marecchia e lo schema di circolazione idrica sotterranea, come per la precedente curata dal Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna. Le quattro letture effettuate nel 2016 hanno indicato, in relazione di un andamento meteo climatico favorevole, livelli di falda alti, quasi sempre superiori alle medie storiche disponibili. Il livello piezometrico è risultato essere compreso tra 43,83 m s.l.m. ed un minimo di 5,49 m s.l.m., prendendo in considerazione l'intera conoide, come mostrato dalla Fig. 7.5. La piezometria diminuisce in modo abbastanza regolare dalla parte apicale della conoide procedendo verso il mare. Si osserva un gradiente più elevato nella zona dove l'acquifero è libero, grossomodo sino all'autostrada, poi le isopiezometriche si dilatano abbastanza rapidamente. È evidente (anche in relazione alla modalità con le quali questo andamento è stato costruito) la funzione alimentante del fiume, nei confronti della falda, nella zona tra Santarcangelo di Romagna e l'autostrada, ovvero nell'area di stretto interesse progettuale.

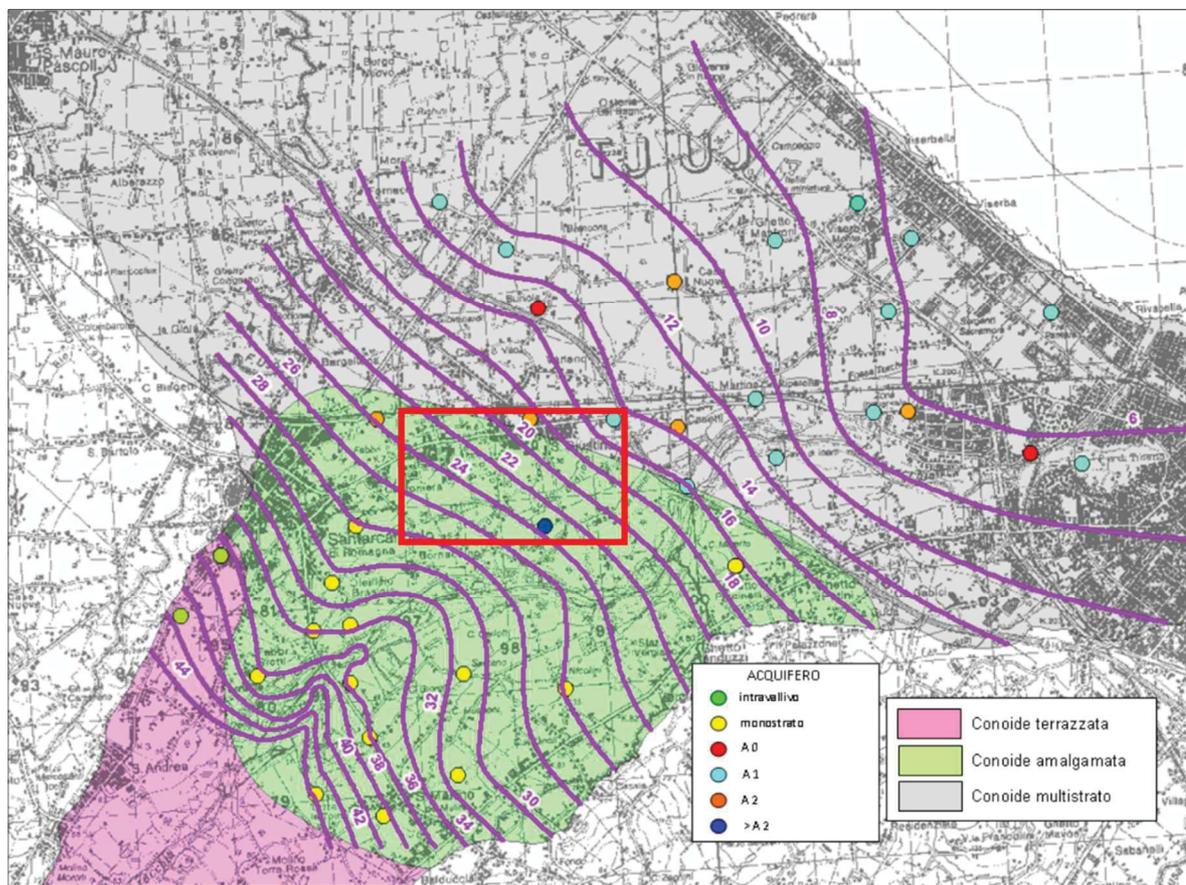


Fig. 7.5 - Piezometria di Maggio 2016, da Chahoud et al., 2016. In magenta le isopiez con indicata la quota s.l.m.. Il riquadro in rosso indica l’area di interesse progettuale.

Nel Piano Strutturale Comunale (P.S.C.) del Comune di Rimini, redatto nel 2010, è presente una Carta delle isofreatiche relative al monitoraggio piezometrico effettuato nel 2009, e di cui la Fig. 7.6 rappresenta uno stralcio relativo all’area di interesse. Osservando tale carta si può notare come il tracciato stradale si dispone, nella porzione in prossimità al confine con il Comune di Santarcangelo di Romagna, circa parallelamente ad una direttrice di deflusso per poi attraversarla e ripiegare verso nord nel tratto in prossimità la S.S. 9 “Emilia”. Tale asse di deflusso è presumibilmente connesso con un antico tracciato del Fiume Marecchia. Anche questa carta mostra una soggiacenza della falda sempre superiore ai 10 m dal p.c..

Per lo studio geologico redatto a corredo del Progetto Preliminare per la localizzazione e l’approvazione di “Nuova viabilità in località Santa Giustina in Variante al P.R.G.” a cura del Comune di Rimini, nel 2014, è stata condotta una campagna di monitoraggio nei piezometri, installati all’interno dei fori penetrometrici realizzati. I dati di tale monitoraggio sono riportati nella Tabella 7.1. Tali valori, nel breve periodo di osservazione, confrontati con quelli dell’aprile 2009 risultano a quote superiori. Tale discrepanza, che risulta costante (3/4 m) in tutti i fori piezometrici rilevati e probabilmente da connettersi al fatto che l’anno 2009

è risultato più siccitoso rispetto al 2014 per cui la piezometrica si attestava a quote inferiori. Ad ogni modo la soggiacenza della falda risulta sempre superiore ai 6 m.

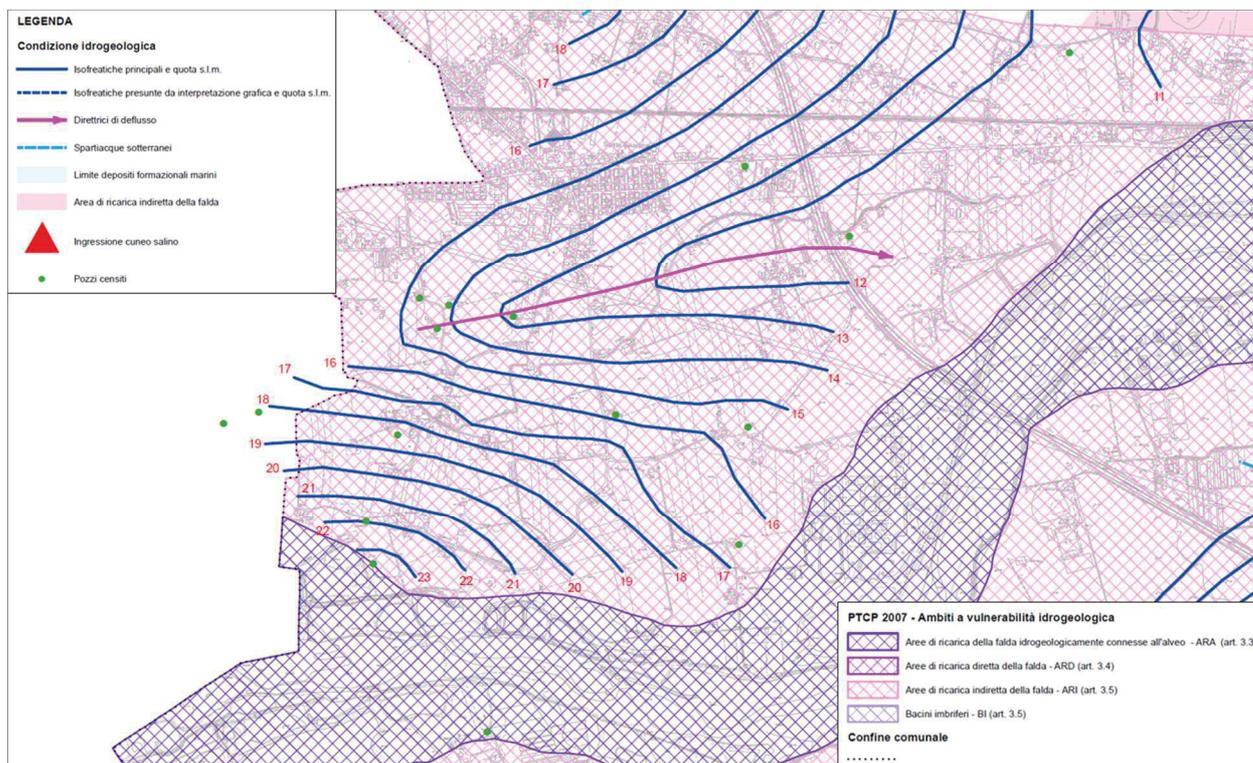


Fig. 7.6 – Stralcio della “Carta delle isofreatiche monitoraggio Aprile 2009” del P.S.C. del Comune di Rimini (tavola B.5.2a).

Tabella 7.1 – Monitoraggio piezometrico realizzato per il Progetto Preliminare “Nuova viabilità in località Santa Giustina in Variante al P.R.G.”, nel 2014. (n.r. = falda non rilevata; - = piezometro asportato da terzi).

Piezometro	Profondità falda da piano campagna (m)			
	ID	14/03/2014	21/03/2014	23/04/2014
	1	7,60	7,65	-
	2	6,60	6,60	6,90
	3	6,20	6,80	7,00
	4	n.r.	n.r.	-
	5	n.r.	n.r.	n.r.
	6	-	-	-

8 SISMICITA'

8.1 QUADRO SISMOGENETICO

Le considerazioni di carattere geodinamico generale hanno consentito di definire il quadro delle sorgenti sismogenetiche che caratterizzano, a grande scala, l'area studiata. Come avviene per l'intero territorio nazionale, esse sono contenute nel database DISS (*Database of Individual Seismogenic Sources - Vers. 3.2.1*) redatto dall'INGV e consultabile sul suo sito istituzionale (<http://diss.rm.ingv.it/diss/>). In questo database, vengono distinte le sorgenti sismogenetiche "individuali" da quelle "composite" (*Individual and Composite seismogenic sources*). In particolare, una sorgente sismogenetica "composita" è una struttura, desunta sulla base di considerazioni di carattere regionale e dati geologici di sottosuolo, che abbraccia un numero imprecisato di sorgenti individuali. Queste sorgenti non vengono considerate come capaci di un terremoto di specifica magnitudo, mentre le caratteristiche strutturali sono in genere documentate da attività dal Pleistocene superiore all'Attuale. L'intero lavoro di definizione di questo database è finalizzato all'analisi di pericolosità sismica con approccio probabilistico, che trova poi applicazione negli studi di risposta sismica locale.

L'area della Provincia di Rimini è caratterizzata dalla presenza della sorgente composita denominata per l'appunto "Riminese onshore" (cod. ITCS039), come rappresentato dalla Fig. 8.1. Questa sorgente attraversa il territorio tra le Marche e la Romagna, ed è parte del sovrascorrimento esterno umbro-marchigiano, onshore. Questo fronte è costituito da un sistema di faglie vergente verso nord-est al bordo esterno della catena appenninica settentrionale, parallelo alla linea di costa marchigiana.

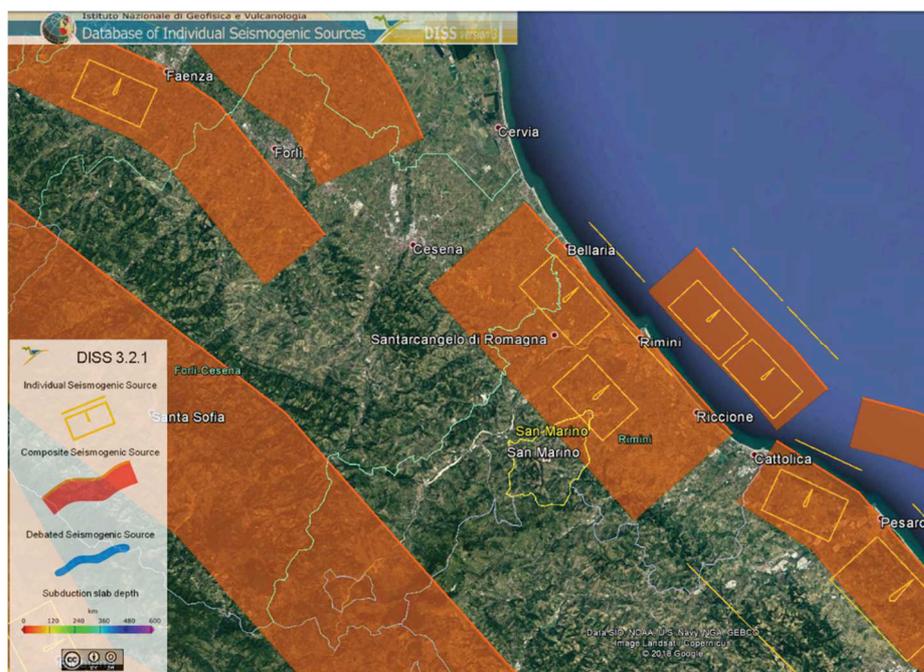


Fig. 8.1 - Quadro delle sorgenti sismogenetiche che caratterizzano, a grande scala, l'area studiata (DISS: Database of Individual Seismogenic Sources - Vers. 3.2.1).

Inoltre l'area progettuale ricade all'interno della sorgente sismogenetica individuale denominata "Val Marecchia" (cod. ITIS036 - Fig. 8.1). Questa sorgente è correlata con il terremoto del 17 marzo 1875 "Romagna Sud-Orientale" e corrisponde ad un piano di *thrust* cieco che controlla la formazione di un'anticlinale in corrispondenza della linea di costa. Nel sottosuolo della pianura padana la presenza di diversi *thrust* sepolti è riportata anche nel "Catalogo delle faglie capaci" (ITHACA), redatto dall'ISPRA – Dipartimento per il Servizio Geologico d'Italia. Benchè sepolti, e non sempre riconoscibili in superficie, lungo questi lineamenti tettonici, secondo il suddetto catalogo, si sono registrati movimenti nel Pleistocene inferiore. A causa di ciò tali *thrust* vengono considerati come attivi e capaci, quindi in grado di attivarsi sotto l'effetto dell'attuale campo di sforzi agente attualmente nell'area e capaci di generare fagliazione al suolo. Una di queste faglie capaci si trova all'interno dell'area interessata dal progetto (Fig. 8.2). Nel catalogo è identificata con il nome di "Sant'Arcangelo di Romagna-Ravenna" (cod. 93803), mostra cinematica prevalentemente inversa, e si estende per circa 12 km con direzione media NO-SE, che tende a N-S nelle immediate vicinanze del sito di progetto (Fig. 8.2). Secondo lo stesso catalogo l'ultima attivazione di tale faglia è stata riconosciuta nel Pleistocene Inferiore.



Fig. 8.2 – Stralcio, relativo all'area di progetto, del Catalogo delle Faglie Capaci (Progetto ITHACA) a cura del Dipartimento per il Servizio Geologico d'Italia dell'ISPRA (<http://sgi2.isprambiente.it/ithacaweb/viewer/#>).

I cataloghi storici e strumentali (Boschi et al., 2000; Gruppo di Lavoro CPTI, 2004; Pondrelli et al., 2006; Guidoboni et al., 2007) mostrano numerosi terremoti distruttivi che sono occorsi nel settore centrale e meridionale dell'area. Gli eventi più significativi (procedendo da sud-est verso nord-ovest) sono: il doppio terremoto del 17 maggio e del 16 agosto 1916 (entrambi con Mw 5.9, nell'alto Adriatico), gli eventi del 14 aprile 1672 (Mw 5.6) e del 25 dicembre 1786 (Mw 5.7, Fig. 8.3) ed il terremoto del 17 marzo 1875 (Mw 5.7). L'area, inoltre, mostra una sismicità intermedia sparsa ($4.5 < Mw > 5.0$).

Numerose prove suggeriscono fortemente che la regione sta subendo una compressione in direzione NE-SW, sia sulla base dei meccanismi focali dei terremoti (Frepoli e Amato, 1997) sia dei dati di sondaggio (Montone et al., 2004) che mostrano un asse di stress minimo in direzione NW-SE. Sebbene i dati sul campo attualmente disponibili non siano ancora chiari, la sorgente onshore Riminese può essere considerata il possibile settore settentrionale della spinta del sovrascorrimento marchigiano, per il quale il sistema di sovrascorrimenti ciechi è stato riconosciuto come il meccanismo tettonico attivo responsabile della faglia sismogenetica.

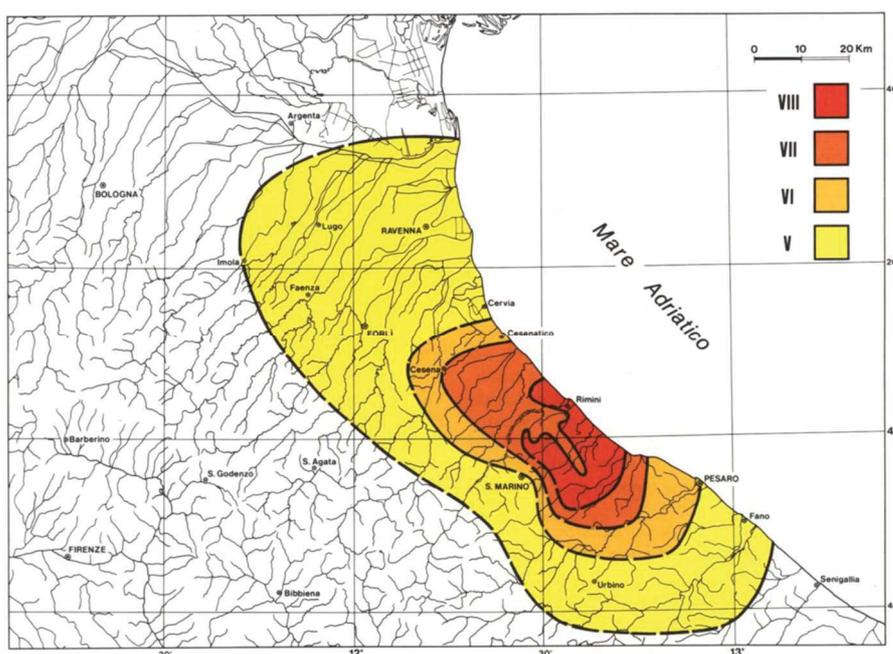


Fig. 8.3 – Carta delle isosisme del terremoto del 25 dicembre 1786. Le diverse aree colorate dal rosso al verde corrispondono a parti di territorio colpite da effetti di severità decrescente. Caratteristica è la maggiore propagazione degli effetti in direzione parallela alla costa (da Ferrari, 1986).

8.2 SISMICITA' STORICA

Il Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (versione CPTI15) (disponibile sul sito dell'INGV all'indirizzo: https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/query_eq/) che rappresenta il più completo e aggiornato database dei parametri macrosismici e strumentali dell'intero territorio nazionale, riporta, per il Comune di

Rimini ben 78 eventi sismici (Fig. 8.4 e Fig. 8.5), tra i quali quelli precedentemente indicati come i più significativi.

Storia sismica di Rimini											
44.059, 12.568											
Numero totale di eventi sismici: 78						Fonte: INGV - DBMI15					
Is	Data e ora dell'evento	Ax	NMDP	Io	Mw	Is	Data e ora dell'evento	Ax	NMDP	Io	Mw
7-8	1308 01 25 17 15	Rimini	1	7-8	5,33	8	1916 08 16 07 06 14.00	Riminese	257	8	5,82
5	1468 06 06 10 30	Romagna	3	4	3,7	2	1916 11 16 06 35	Alto Reatino	40	8	5,5
7	1472	Rimini	1	7	5,1	3	1917 04 26 09 35 59.00	Alta Valtiberina	134	9-10	5,99
5-6	1473 02 02	Rimini	1	5-6	4,4	3-4	1917 12 02 17 39	Appennino forlivese	32	6-7	5,09
6	1483 08 11 19 40	Romagna	14	8	5,69	5	1918 11 10 15 12 28.00	Appennino forlivese	187	9	5,96
F	1511 03 26 15 30	Friuli-Slovenia	120	9	6,32	4	1920 09 07 05 55 40.00	Garfagnana	750	10	6,53
4-5	1584 09 10 20 30	Appennino forlivese	17	9	5,97	4	1924 01 02 08 55 13.00	Senigallia	76	7-8	5,48
5-6	1591 07 10	Romagna	6	6-7	5,13	2	1926 01 01 18 04 03.00	Carniola interna	63	7-8	5,72
6	1625 12 05	Rimini	1	6	4,63	3	1928 05 30 20 01	Senigallia	17	5	5,02
5	1661 03 22 12 50	Appennino forlivese	79	9	6,05	3	1929 04 10 05 44	Bolognese	87	6	5,05
8	1672 04 14 15 45	Riminese	92	8	5,59	4-5	1930 10 30 07 13	Senigallia	268	8	5,83
5	1688 04 11 12 20	Romagna	39	8-9	5,84	4	1934 11 30 02 58 23.00	Adriatico settentrionale	51	5	5,3
F	1695 02 25 05 30	Asolano	107	10	6,4	4	1936 10 18 03 10	Alpago Cansiglio	269	9	6,06
F	1703 01 14 18	Valnerina	197	11	6,92	3	1937 11 26 21 58 30.00	Costa pesarese	7	5	4,16
5	1703 02 02 11 05	Aquilano	69	10	6,67	3	1943 10 03 08 28 29.00	Ascolano	170	8	5,67
4-5	1741 04 24 09 20	Fabriane	135	9	6,17	3	1953 12 14 07 11 06.00	Appennino forlivese	48	5-6	4,7
4-5	1743 02 20	Ionio settentrionale	84	9	6,68	2	1961 05 08 22 45 51.00	Forlivese	40	5	4,37
4	1768 10 19 23	Appennino forlivese	45	9	5,99	3	1962 01 23 17 31	Costa pesarese	49	5	4,35
3	1780 05 25	Romagna	5	5-6	4,4	NF	1962 08 30 06 27 07.00	Montefeltro	23	6-7	4,76
5	1781 04 04 21 20	Faentino	96	9-10	6,12	4-5	1967 12 30 04 19	Emilia Romagna orientale	40	6	5,05
8	1786 12 25 01	Riminese	90	8	5,66	F	1972 11 30 11 25 27.45	Costa pesarese	30		4,52
4	1861 10 16	Romagna	10	6-7	5,13	4	1978 12 05 15 39 04.00	Romagna	34	4-5	4,61
3	1870 10 30 18 34	Forlivese	41	8	5,61	3	1980 11 23 18 34 52.00	Irpinia-Basilicata	1394	10	6,81
4-5	1873 03 12 20 04	Appennino marchigiano	196	8	5,85	2	1983 11 09 16 29 52.00	Parmense	850	6-7	5,04
3-4	1873 06 29 03 58	Alpago Cansiglio	197	9-10	6,29	3-4	1984 04 29 05 02 59.00	Umbria settentrionale	709	7	5,62
NF	1874 10 07	Imolese	60	7	4,96	NF	1986 12 06 17 07 19.77	Ferrarese	604	6	4,43
8	1875 03 17 23 51	Costa romagnola	144	8	5,74	NF	1993 11 07 23 21 11.72	Cesenate	36	4-5	3,95
3	1878 03 12 21 36	Bolognese	31	6	4,84	3-4	1996 10 15 09 55 59.95	Pianura emiliana	135	7	5,38
3	1881 09 28	Cesena	24	6-7	4,71	4	1997 09 26 00 33 12.88	Appennino umbro-marchigiano	760	7-8	5,66
3	1904 11 17 05 02	Pistoiese	204	7	5,1	5	1997 09 26 09 40 26.60	Appennino umbro-marchigiano	869	8-9	5,97
5	1909 01 13 00 45	Emilia Romagna orientale	867	6-7	5,36	4	1997 10 14 15 23 10.64	Valnerina	786		5,62
NF	1909 08 25 00 22	Crete Senesi	259	7-8	5,34	3-4	1998 04 05 15 52 21.01	Appennino umbro-marchigiano	395		4,78
4	1911 02 19 07 18 30.00	Forlivese	181	7	5,26	2	1999 01 25 22 45 58.08	Appennino forlivese	97	5	4,36
6	1911 03 26 13 51	Riminese	9	5	5,04	2-3	2000 05 08 12 29 56.20	Faentino	126	5	4,67
NF	1913 11 25 20 55	Appennino parmense	73	4-5	4,65	2-3	2000 05 10 16 52 11.60	Faentino	151	5-6	4,82
4	1914 10 27 09 22	Lucchesia	660	7	5,63	4	2000 08 01 02 34 31.00	Montefeltro	84	5-6	4,27
4-5	1915 01 13 06 52 43.00	Marsica	1041	11	7,08	2	2001 11 26 00 56 55.46	Casentino	211	5-6	4,63
8	1916 05 17 12 50	Riminese	132	8	5,82	5	2003 12 07 10 20 33.04	Forlivese	165	5	4,18
6	1916 06 16 01 27	Riminese	17	6	4,82	NF	2006 10 21 07 04 10.01	Anconetano	287	5	4,21

Is = intensità al sito di interesse (Rimini)
Np = numero di punti
Io = intensità epicentrale nella scala MCS
Mw = magnitudo momento

Fig. 8.4 - Storia sismica del Comune di Rimini, ricavata dal DBMI15 (disponibile su web all'indirizzo <https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/>).

Tabella 8.1 - Suddivisione delle zone sismiche in relazione all'accelerazione di picco su terreno rigido (OPCM 3519/06). Gli intervalli di accelerazione (a_g) si riferiscono alla probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni.

Zona sismica		Accelerazione
1	La zona più pericolosa. La probabilità che capiti un forte terremoto è alta	$a_g > 0.25$
2	In questa zona forti terremoti sono possibili	$0.15 < a_g \leq 0.25$
3	In questa zona i forti terremoti sono meno probabili rispetto alla zona 1 e 2	$0.05 < a_g \leq 0.15$
4	La zona meno pericolosa. La probabilità che capiti un terremoto è molto bassa	$a_g \leq 0.05$

Tale classificazione è basata su un'approssimazione dei valori e della distribuzione del parametro a_g secondo i limiti amministrativi (criterio "zona dipendente"). La rappresentazione di sintesi delle caratteristiche sismologiche e sismogenetiche del territorio è contenuta nella "Mappa di Pericolosità Sismica del territorio nazionale" dell'Italia, elaborata secondo l'Ordinanza PCM del 28 aprile 2006, n. 3519. L'Allegato 1b di tale ordinanza presenta i valori di pericolosità sismica di riferimento per il territorio nazionale espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni.

Il Comune di Rimini ricade nella zona sismica 2 (Fig. 8.6) secondo la zonazione espressa dalla normativa regionale vigente per l'Emilia-Romagna (Delibera Giunta Regionale del 21/07/03, n. 1435, recentemente aggiornata con DGR n. 1164 del 23/07/2018), che costituisce il recepimento dell'Ordinanza C.P.M. del 20 marzo 2003, n. 3274.

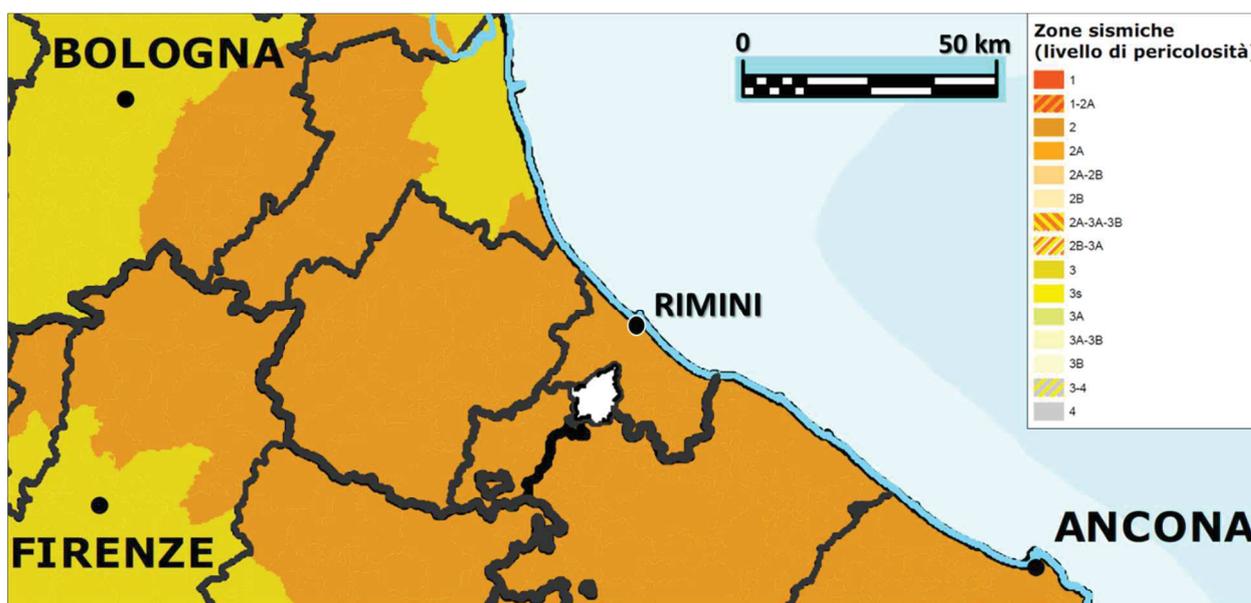


Fig. 8.6 - Stralcio della Mappa di classificazione sismica nazionale, aggiornata al marzo 2015 (http://www.protezioneci-vile.gov.it/resources/cms/documents/A3_class20150416_r.pdf).

L'Allegato 1b dell'ordinanza P.C.M. 3519/2006 presenta i valori di pericolosità sismica di riferimento per il territorio nazionale espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni. Le mappe di pericolosità sismica, Gruppo di Lavoro MPS (2004), riportano le accelerazioni di cui prima, per ogni comune (Fig. 8.7).

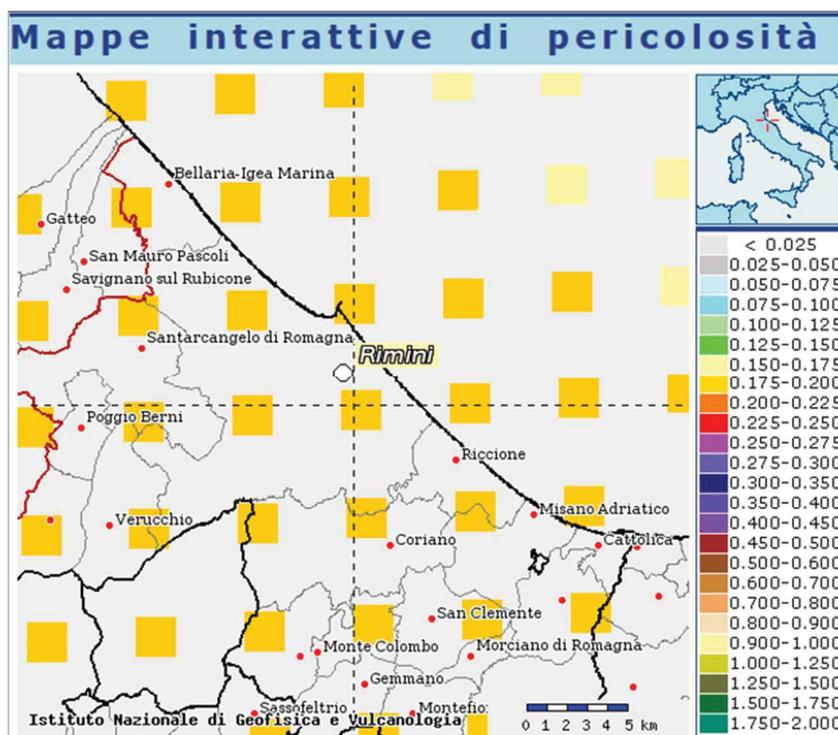


Fig. 8.7 - Stralcio riferito all'area oggetto di studio (dal sito <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>) della Mappa di pericolosità sismica di riferimento per il territorio nazionale (prevista dall'Ordinanza PCM 3519 del 28 aprile 2006, All. 1b), espressa in termini di accelerazione massima (a_g) del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferita a suoli rigidi ($V_{s30} > 800$ m/s; cat. A, punto 3.2.1 del D.M. 14.09.2005).

Il D.M. del 17-01-2018 (Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni) prevede (paragrafo 3.2) che le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione e sono funzione delle caratteristiche morfologiche e stratigrafiche che determinano la risposta sismica locale. Ai fini della succitata normativa le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento PVR nel periodo di riferimento VR, a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- a_g : accelerazione iniziale massima al sito (unità di misura: g);
- F_0 : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale (adimensionale);
- T^*c : valore di riferimento per la determinazione del periodo di inizio del tratto a velocità costante dello

spettro in accelerazione orizzontale.

Per i valori di a_g , F_0 e T^*c , necessari per la determinazione delle azioni sismiche, si fa riferimento agli Allegati A e B al Decreto del Ministro delle Infrastrutture 14 gennaio 2008, pubblicato nel S.O. alla Gazzetta Ufficiale del 4 febbraio 2008, n.29, ed eventuali successivi aggiornamenti.

9 MODELLO GEOLOGICO DI RIFERIMENTO

L'area di interesse progettuale, situata nel Comune di Rimini, è ubicata interamente all'interno della conoide alluvionale del Fiume Marecchia. In particolare, il tracciato si sviluppa nella zona definita della "conoide amalgamata" costituita da ghiaie per uno spessore che passa rapidamente a molte decine di metri, fino ad un massimo di 80, al di sopra del substrato argilloso. Queste ghiaie sono generalmente affioranti o sepolte da uno spessore di sedimenti più fini che diventa via via maggiore procedendo verso mare. All'interno delle stesse ghiaie possono essere presenti dei livelli più fini di modesta estensione laterale, che non interrompono la continuità dei corpi grossolani. I termini che quindi affiorano in tutta l'area di interesse appartengono al Supersistema Emiliano-Romagnolo che comprende l'insieme dei depositi quaternari di origine continentale affioranti al margine appenninico padano. In particolare, il Subsistema di Ravenna è rappresentato da depositi fluviali organizzati in più ordini di terrazzo. Nella valle del Fiume Marecchia i depositi sono organizzati in tre ordini di terrazzo.

La circonvallazione stradale di Santa Giustina interessa, dal punto di vista geomorfologico, la piana terrazzata che si estende dall'asse che collega Savignano sul Rubicone - Santarcangelo di Romagna fino alla falesia costiera. La bretella stradale si sviluppa da una quota altimetrica compresa tra 23 e 30.0 m circa s.l.m.. In questa zona, gli agenti morfodinamici naturali sono rappresentati dalle acque di deflusso superficiale, rappresentate soprattutto dai principali corsi d'acqua, quali il Fiume Marecchia. Le morfologie più ricorrenti riguardano la creazione di terrazzi fluviali con adiacenti scarpate erosive, sia attive che abbandonate, e situazioni di erosione in alveo e di sponda. Il Piano Stralcio Assetto Idrogeologico (P.A.I.) dell'Autorità di Bacino Marecchia-Conca mostra come nell'intera area di interesse progettuale, come ampiamente prevedibile data la conformazione morfologica di pianura, non siano presenti aree in dissesto per fenomeni gravitativi in atto, né di possibile influenza o evoluzione di altri dissesti.

Per quanto riguarda l'idrografia di superficie il corso idrico principale dell'area è rappresentato dal Fiume Marecchia anche se quello che più interessa da vicino l'opera è il fosso Budriolo.

Data la sua importanza strategica, la conoide del Marecchia è stata oggetto di molti studi e indagini idrogeologiche finalizzate alla conoscenza ed alla gestione della risorsa idrica contenuta al suo interno. La Regione Emilia Romagna nel 2001 ha individuato una rete di monitoraggio dei livelli di falda della conoide costituita da 73 punti di controllo. Con i dati di livello disponibili sono state realizzate le mappe dell'andamento della superficie piezometrica dell'intera conoide, fino alla linea di costa. I dati di soggiacenza media (ovvero la profondità della falda rispetto al piano campagna), rilevati tra il 2001 ed il 2012, mostrano, nella zona di interesse progettuale valori di 12-15 m dal p.c., mentre la soggiacenza minima è risultata comun-

que superiore ai 10 m. I dati di monitoraggio piezometrico, ripreso nel 2016, oltre a confermare sostanzialmente i valori di soggiacenza della falda, mostrano la funzione alimentante del fiume, nei confronti della falda stessa, nella zona tra Santarcangelo di Romagna e l'autostrada, ovvero nell'area di stretto interesse progettuale.

Anche i dati del Piano Strutturale Comunale di Rimini e i dati di monitoraggio piezometrico condotti per il Progetto Preliminare a cura del Comune, hanno evidenziato valori di soggiacenza confrontabili con quelli della campagna della Regione, sopra citata. Questa campagna, che copre un arco di tempo piuttosto ampio, rappresenta, comunque, l'elemento fondamentale, ad oggi, per la verifica del modello idrogeologico del sito in esame.

Dal punto di vista sismico, l'area della Provincia di Rimini è caratterizzata dalla presenza della sorgente composita denominata per l'appunto "Riminese onshore", che attraversa il territorio tra le Marche e la Romagna, ed è parte del sovrascorrimento esterno umbro-marchigiano. Questo fronte è costituito da un sistema di faglie vergente verso nord-est al bordo esterno della catena appenninica settentrionale, parallelo alla linea di costa marchigiana. I cataloghi storici e strumentali mostrano numerosi terremoti distruttivi che sono occorsi nel settore centrale e meridionale dell'area. La sorgente onshore Riminese può essere considerata il possibile settore settentrionale della spinta del sovrascorrimento marchigiano, per il quale il sistema di sovrascorrimenti ciechi è stato riconosciuto come il meccanismo tettonico attivo responsabile della faglia sismogenetica. Il Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (versione CPTI15) riporta, per il Comune di Rimini, ben 78 eventi sismici. Il Comune di Rimini ricade nella zona sismica 2, secondo la zonazione espressa dalla normativa regionale vigente per l'Emilia-Romagna.

10 BIBLIOGRAFIA

ARPA Emilia-Romagna, 2006. "Studio della conoide alluvionale del Fiume Marecchia: analisi quali-quantitativa a supporto della corretta gestione della risorsa idrica".

Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000. Foglio 256 "Rimini", 2005. Serv. Geol. d'It., Regione Emilia-Romagna, S.EL.CA., Firenze.

Chahoud A., Gelati L., Severi P., Zaccanti G., Bonzi L., 2016. Rilievo piezometrico della rete di monitoraggio della conoide del Marecchia – Anno 2016. Servizio Geologico, Sismico dei Suoli della Regione Emilia-Romagna ed ARPAE.

Comune di Rimini, 2010. Piano Strutturale Comunale (P.S.C.) adottato con delibera di Consiglio Comunale n. 65 del 29/03/2011 e poi definitivamente approvato con delibera di Consiglio Comunale n. 15 del 15/03/2016.

DISS Working Group, 2018. Database of Individual Seismogenic Sources (DISS), Version 3.2.1: A compilation of potential sources for earthquakes larger than M 5.5 in Italy and surrounding areas. <http://diss.rm.ingv.it/diss/>, Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia; DOI:10.6092/INGV.IT-DISS3.2.1.

Locati M., Camassi R., Rovida A., Ercolani E., Bernardini F., Castelli V., Caracciolo C.H., Tertulliani A., Rossi A.,

Azzaro R., D'Amico S., Conte S., Rocchetti E., 2016. DBMI15, the 2015 version of the Italian Macroseismic Database. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. doi: <http://doi.org/10.6092/INGV.IT-DBMI15>.

Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) dell'Autorità Interregionale di Bacino del Marecchia-Conca, adottato del Comitato Istituzionale con delibera n. 2 del 30/03/2004.

Regione Emilia-Romagna & ENI-AGIP, 1998. Riserve idriche sotterranee della Regione Emilia-Romagna.

Ricci Lucchi F., Colalongo M. L., Cremonini G., Gasperi G. F., Iaccarino S., Papani G., Raffi S., Rio D., 1982. Evoluzione sedimentaria e paleogeografica nel margine appenninico. In: Guida alla geologia del margine appenninico padano (a cura di G. Cremonini & F. Ricci Lucchi). Guide Geologiche Regionali S.G.I., Bologna, 17-46.

Rovida A., Locati M., Camassi R., Lolli B., Gasperini P. (eds), 2016. CPTI15, the 2015 version of the Parametric Catalogue of Italian Earthquakes. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. doi: <http://doi.org/10.6092/INGV.IT-CPTI15>.

Severi P., Bonzi L., Ferrari V., Pellegrino I., 2014. Ricarica in condizioni controllate della conoide del Fiume Marecchia (Rimini), avvio della sperimentazione e primi risultati. Acque sotterranee – Italian Journal of Groundwater, 3/137.

Severi P., Bonzi L., Ferrari V., 2015. Geologia e Idrogeologia della Conoide del Fiume Marecchia. Il Geologo dell'Emilia-Romagna. ANNO XV/2015 N. 51. Nuova serie.