



**RaPUG**<sup>20</sup><sub>20</sub>  
porto  
venna

**PUG 2020**  **COMUNE DI RAVENNA**

**Piano Urbanistico Generale (PUG)**  
(Legge Regionale n. 24/2017)

**Relazione illustrativa geologica**

ver. 1  
settembre 2021

**QC-5.7.17**



## **Piano Urbanistico Generale (PUG)**

(Legge Regionale n. 24/2017, Art. 22)

### **Quadro Conoscitivo (QC)**

#### **Relazione illustrativa geologica**





COMUNE DI RAVENNA  
Piazza del Popolo, 1  
48121 RAVENNA (RA)  
Tel. +39 (0544) 482111 - Fax. +39 (0544) 485111

**Il Sindaco**

Michele DE PASCALE

**Assessore Urbanistica**

Federica DEL CONTE

**Segretario Generale**

Dott. Paolo NERI

**Area Pianificazione Territoriale  
Servizio Progettazione e Gestione  
Urbanistica**

*Responsabile del Procedimento*  
Ing. Valentino NATALI

*Coord. Unità di Progetto – attività  
Comune di Ravenna*  
Arch. Antonia TASSINARI

*Garante della Comunicazione e della  
Partecipazione*  
Arch. Raffaella BENDAZZI



**GRUPPO DI LAVORO**

**Progettisti**

*Coordinamento Scientifico*

Prof. Arch. Carlo GASPARRINI

*Responsabile Contrattuale*

Urb. Raffaele GEROMETTA (MATE)

*Coordinamento Progettuale*

Arch. Francesco NIGRO

Urb. Daniele RALLO (MATE)

*Coordinamento Operativo*

Urb. Fabio VANIN (MATE)

*Sistema Informativo Territoriale (SIT)*

Urb. Lisa DE GASPER (MATE)

Andrea FRANCESCHINI (MATE)

*Valutazione Ambientale*

Ing. Elettra LOWENTHAL (MATE)

**Esperti specialistici**

*Pianificazione Urbanistica e supporto tecnico al  
coordinatore scientifico*

Arch. Valeria SASSANELLI (Studio Gasparrini)

*Pianificazione urbanistica*

Urb. Marco ROSSATO (MATE)

*Rigenerazione Urbana*

Arch. Daniel MODIGLIANI

*Materia Giuridica*

Avv. Federico GUALANDI

*Sostenibilità economico-finanziaria*

Prof. Dott. Ettore CINQUE

*Mobilità e infrastrutture*

Ing. Fabio TORTA (TRT)

Urb. Tito STEFANELLI (TRT)

*Economia del Turismo*

Dott. Paolo TREVISANI (MATE)

*Acustica*

Ing. Franca CONTI

*Idraulica*

Ing. Lino POLLASTRI (MATE)

*Patrimonio e Tutela*

Urb. Valeria POLIZZI (MATE)

*Geologia*

**Dott. Geol. Leonardo MORETTI (DREAM)**

**Dott. Geol. Gaddo MANNORI (DREAM)**

*Sicurezza del territorio*

Ing. Simone GALARDINI (DREAM)

*Agronomia e Foreste*

Dott. Lorenzo MINI (DREAM)

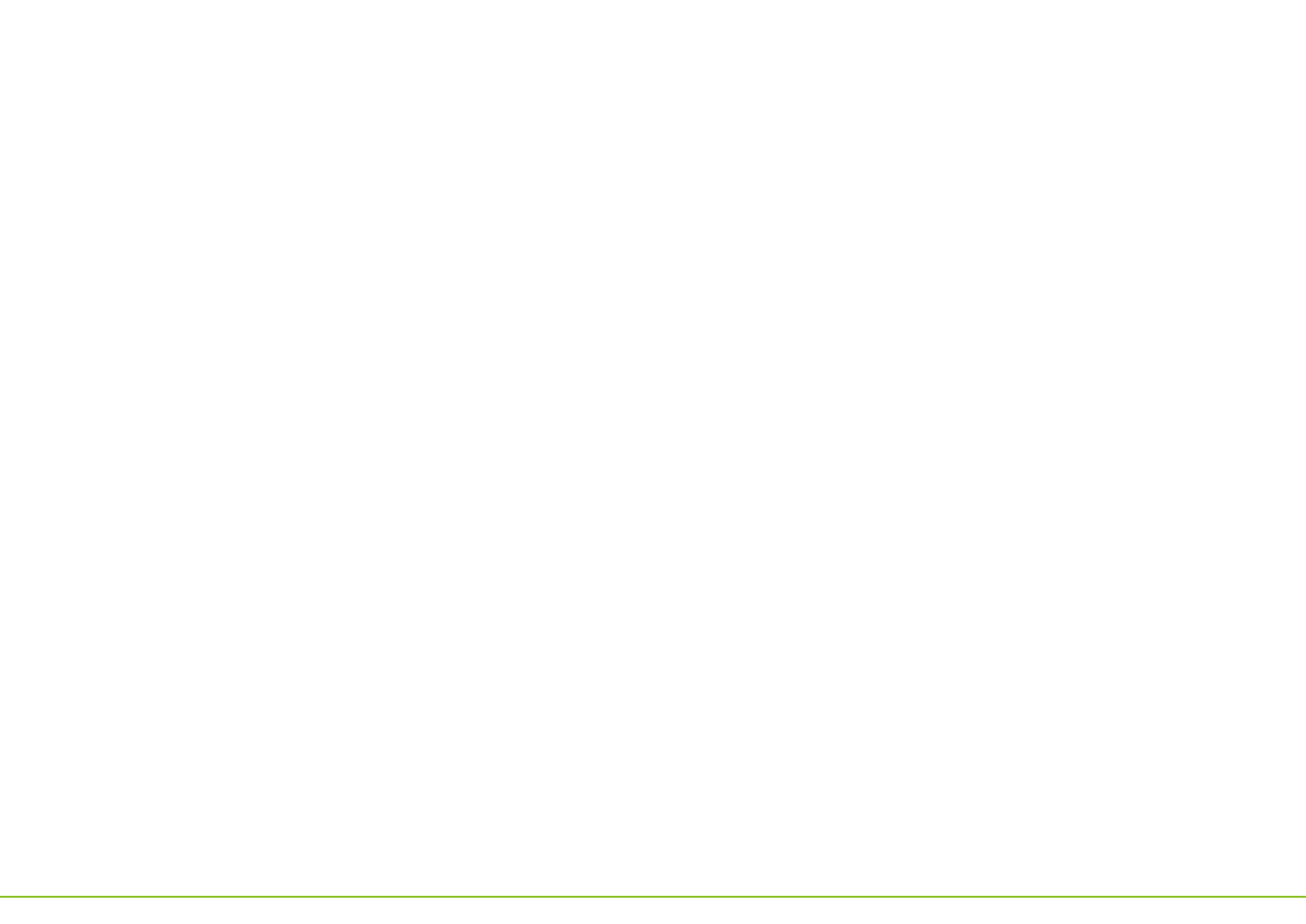
*Collaboratori Studio Gasparrini*

Arch. Giovanni BELLO

Arch. Maria SOMMA

Arch. Lorena PISAPIA

Arch. Anna TERRACCIANO (pianificazione strategica)





	Indice
Premessa .....	10
Elenco delle fonti informative.....	11
Metodologia.....	11
Studi di microzonazione sismica.....	11
Inquadramento geografico.....	12
Inquadramento geologico generale .....	13
Depositi superficiali .....	13
Inquadramento geomorfologico .....	14
Evoluzione geomorfologica dell'area costiera in tempi storici .....	15
Inquadramento Idrogeologico.....	16
La Carta sismotettonica della Emilia Romagna e fonti sismogenetiche.....	17
Gli studi di microzonazione sismica e la pianificazione urbanistica. Generalità .....	19
Il modello del sottosuolo derivante dagli studi di MZS di livello 2 e 3 .....	20
Relazioni litotipi prevalenti e fenomeni di amplificazione sismica .....	20
Sintesi degli studi di microzonazione sismica.....	20
Repertorio delle prospezioni geognostiche .....	21
Problematiche della subsidenza.....	22
Problematiche della intrusione salina .....	23



## Premessa

---

Nell'ambito degli studi geologici di supporto alla redazione del Piano Urbanistico Generale del comune di Ravenna viene definito il Quadro Conoscitivo sulla base dei dati resi disponibili da varie fonti e aggiornati al giugno 2020.

Allo scopo si sono redatte n.9 cartografie descrittive i principali temi geologici alla scala 1:25.000 suddivise in n.3 fogli: Nord – Centro e Sud centrate sull'area del centro abitato di Ravenna. Di seguito l'elenco degli elaborati.

Elenco degli elaborati geologici in scala 1:25.000

Tav. QC 5.7.9 Carta Geologica

Tav. QC 5.7.10 Carta Geomorfologica

Tav. QC 5.7.11 Carta Idrogeologica

Tav. QC 5.7.12a Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica

Tav. QC 5.7.12b Carta delle CLE e delle interferenze con la Microzonazione

Tav. QC 5.7.13 Centro Carta dei Condizionamenti Sismici

Tav. QC 5.7.14 Carta dei Dati Geologici

Tav. QC 5.7.15 Carta della Subsidenza

Tav. QC 5.7.16 Carta della Salinità dei suoli

Le fonti informative si riferiscono a diversi uffici della Regione Emilia Romagna, al comune di Ravenna e in particolare all'Ufficio Urbanistica e al Servizio Geologico, all'ARPAE, Al Distretto Idrografico Appennino Settentrionale e alle Autorità di Bacino Idrografico, a studi di professionisti e società operanti per conto dell'Amministrazione Comunale.

## Elenco delle fonti informative

1. Servizio Geologico comunale. Referente Dott. Geol. Sergio Nannini.
2. PAE Piano Comunale delle Attività Estrattive Variante generale 2006. Referente Dott. Geol. Sergio Nannini.
3. Porto di Ravenna - Progetto generale delle opere di approfondimento dei fondali previste nel piano regolatore portuale 2007. Elaborati geologici Dott. Geol. Maria Bruno - Geostudi S.r.l
4. Regione Emilia Romagna
  - Geoportale
  - Servizio Geologico sismico e dei suoli
  - OpenDataER
5. Provincia di Ravenna - SIT
6. ARPAE Emilia Romagna
7. ISPRA - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale Stratigrafia e assetto strutturale dell'area
8. Università di Bologna - Dipartimento di Scienze della Terra e Geologico-Ambientali
9. Ordine Geologi della Emilia Romagna

## Metodologia

Le cartografie elencate in premessa sono state allestite utilizzando i file SHP e geodatabase forniti dal comune di Ravenna e relativi ai vari elaborati a corredo delle varie fasi pianificatorie comunali degli ultimi anni: PSC, primo e secondo POC, secondo RUE, Arenile, Darsena; a loro volta questi dati erano stati originati da studi e indagini di maggior dettaglio o riferibili ai piani sovraordinati della Regione, del Distretto Idrografico, delle Autorità di bacino e della Provincia di Ravenna per inserirli e renderli meglio fruibili nel SIT comunale.

Altri temi che figurano nelle cartografie di questo primo Quadro Conoscitivo derivano dal data base cartografico e da quello geologico, naturalistico e ambientale della Regione.

Altre significative fonti informative derivano dal Servizio Geologico Comunale, dagli elaborati del Piano delle Attività estrattive e dal Piano di Protezione Civile. In particolare dal referente del servizio geologico, Dott. Sergio Nannini, si sono acquisiti temi che hanno permesso di strutturare una prima versione di Carta Idrogeologica alla scala 1:25.000 (Tav. QC 5.7.11), altri temi depositati presso questo ufficio riguardano le linee isofreatiche, isobate derivanti da studi e indagini non recenti ma ritenute utili; il servizio geologico è anche impegnato nel rilievo del fenomeno della subsidenza impostato su un sistema di rilievo presso capisaldi tramite stazione integrale, quindi alternativi o da considerarsi integrativi del sistema regionale o di ARPAE. I temi di questa cartografia non risulta siano stati informatizzati di conseguenza non fanno parte di questa prima fase conoscitiva.

Non fanno parte di questo documento neanche i dati derivanti dalle indagini, prospezioni geognostiche e geofisiche che corredano il progetto del nuovo porto; sono di rilevata importanza i temi degli studi di microzonazione sismica di primo, secondo e terzo livello, dei quali si fornisce una sintesi ai fini della definizione del quadro dei vincoli e condizionamenti nella Carta Integrata dei Rischi (Tav. QC 5.6.1), senza inoltrarci nella definizione di una vera Carta del Rischio Sismico.

Una possibile evoluzione di questo documento di sintesi potrebbe portare ad un più rigoroso documento cartografico il cui titolo potrebbe essere "Carta della suscettività all'uso edificatorio e infrastrutturale del territorio", come prevista nelle normative geologiche di altre regioni italiane.

Sempre per quanto riguarda la componente di "zonazione sismica del territorio" si fa notare che gli studi dovranno essere adeguati a quanto prescritto dalla DGR 630/2019, in particolare, sulla base delle indagini già eseguite, sono da redigersi nuovi elaborati, alcune carte di fattori di accelerazione e soprattutto una carta di nuova concezione (del fattore Hms); il repertorio delle indagini e prospezioni dovrà essere aggiornato e integrato con quanto di relativo al progetto del nuovo porto.

Una particolare menzione va portata alle componenti: stratigrafica, idrogeologica, strutturale, sismotettonica e paleogeografica dell'area di Ravenna; i documenti riguardanti questi aspetti sono numerosi, complessi e riportano informazioni tanto dettagliate, talvolta non coerenti fra i vari studi, che l'inserimento in questo documento avrebbe comportato un incremento notevole dei suoi contenuti; in una seconda fase del quadro conoscitivo ci si ripropone di approfondire le tematiche e corredare gli studi geologici del PUG in modo più ragionato, che non sia il semplice inserimento di un testo anche se derivante da studi certificati.

Permane una incertezza su come porre vincoli edificatori nelle aree caratterizzate dalla presenza di strutture attive e faglie capaci, riteniamo che si debbano considerare quegli elementi effettivamente capaci di introdurre un rischio sismico, ma sino ad oggi non si sono trovati, fra i vari documenti reperiti, criteri che possano essere utilizzati ai fini di una chiara norma di piano urbanistico, salvo diverse indicazioni derivanti da nuovi studi scientifici sovraordinati.

## Studi di microzonazione sismica

Di seguito il repertorio degli studi di Microzonazione Sismica.

1. Primo POC - POC6I 2011 Indagine Sismica Relazione. Microzonazione Sismica di primo Livello. Dott. Geol. Giorgio Frassinetti 2010.
2. Primo POC – POC Arenile 2015. Indagine Sismica di secondo livello. Relazione. Dott. Geol. Angelo Angeli 2015.
3. Secondo POC – POC14 2018 Microzonazione Sismica di secondo e terzo livello. Relazione. Geologica Toscana Studio Associato 2018.

I principali elaborati degli studi di MZS depositati presso gli uffici comunali:

### Elaborati Microzonazione II livello:

- Carta delle indagini
- Carta geologico – tecnica e delle frequenze naturali dei terreni
- Carta delle aree suscettibili di effetti locali
- Carta delle velocità delle onde di taglio S (VS)
- Carta dei fattori di amplificazione

### Elaborati Microzonazione III livello:

- Carta delle indagini
- Carta delle frequenze naturali dei depositi
- Carta geologico – tecnica
- Carta delle Vs
- Carta delle MOPS
- Carte di Microzonazione Sismica

## Inquadramento geografico

(Fonte: Piano di Protezione Civile Dott. Geol. Sergio Nannini)

Il territorio comunale di Ravenna, situato all'estremità orientale della pianura emilianoromagnola, confina a Nord con i comuni di Comacchio e Argenta, ad Ovest con i comuni di Alfonsine, Bagnacavallo e Russi, a Sud con quello di Cervia, Forlì, Bertinoro e Cesena, a Est con il Mare Adriatico. Il territorio comunale copre una superficie di 654,88 kmq. Il comune è compreso nei fogli IGM della Carta Topografica d'Italia alla scala 1:100.000 n° 89 e n° 100.

L'estensione in lunghezza del territorio comunale in direzione Nord-Sud da Torre di Bellocchio a Mensa è di 46 Km; l'estensione in larghezza in direzione Ovest-Est da Traversara alla foce dei Fiumi Uniti è di 23 Km. La linea di costa sul Mare Adriatico si sviluppa per 37 Km.

Il territorio del Comune di Ravenna, completamente pianeggiante, è costituito da una pianura alluvionale costiera generata dai depositi di numerosi fiumi e torrenti provenienti dall'Appennino emiliano-romagnolo; le quote altimetriche variano tra il livello del mare e la quota di 20 m.s.l.m. circa.

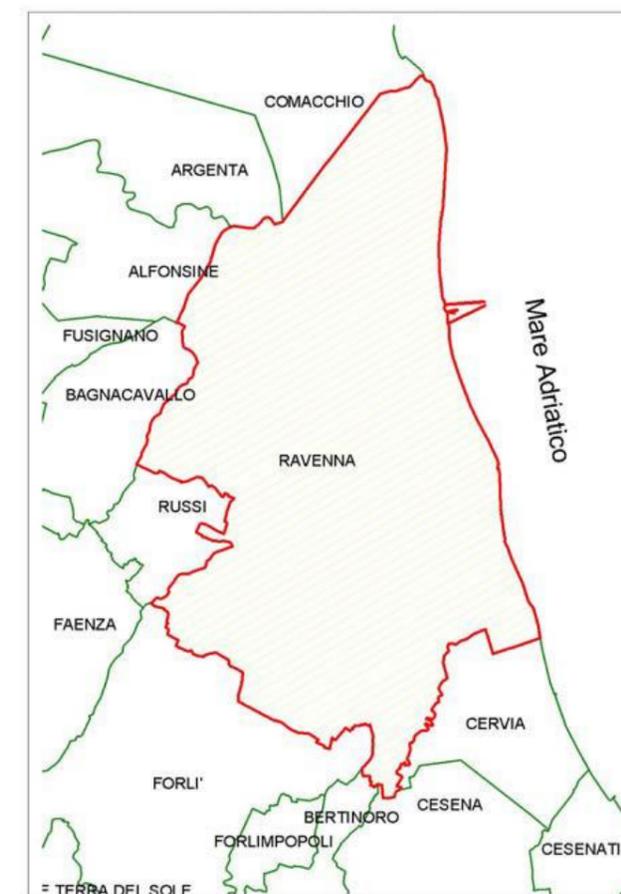
La morfologia del territorio è quella tipica di una pianura alluvionale intensamente antropizzata, con alvei fluviali pensili aventi argini rialzati e rinforzati dall'uomo nel corso dei secoli scorsi per consentire il deflusso incanalato e proteggere le aree abitate e coltivate dalle frequenti esondazioni dovute alle improvvise piene dei fiumi, che trovavano facile e rapida espansione nelle zone tra un corso d'acqua e l'altro, talora particolarmente depresse.

Gli argini fluviali ed i rilevati stradali sono gli unici rilievi della parte interna del territorio comunale, mentre nella zona costiera si hanno in alcune ristrette fasce modesti rilievi, che raggiungono al massimo alcuni metri, determinati dalla presenza dei cordoni litorali dunosi.

Una menzione particolare merita il fenomeno della subsidenza, che nella zona della pianura ravennate è particolarmente intenso in particolar modo per l'emungimento di acqua dal sottosuolo ed in misura minore e più localizzata per la coltivazione dei giacimenti di gas a terra ed a mare in piattaforma. Negli ultimi 30-50 anni infatti il territorio della zona di Ravenna ha subito notevoli abbassamenti, specialmente nell'area della zona industriale, dove è più alta la concentrazione di pozzi. Specialmente nei primi anni '70 le velocità di abbassamento sono state anche molto elevate, fino ad alcuni cm/anno, mentre attualmente tali valori si sono molto ridotti, per l'applicazione di una serie di misure e di provvedimenti volti ad un più razionale sfruttamento delle risorse sotterranee, non arrivando tuttavia ad annullarsi completamente, anche per la presenza di un inevitabile seppur limitato fenomeno naturale di abbassamento del terreno.

Il fenomeno della subsidenza ha provocato variazioni negative di quota, rispetto a quella del medio mare, in certe aree fino ad alcuni metri, con gravi danni alle infrastrutture urbane, industriali e portuali, ed anche all'equilibrio del litorale e al normale deflusso in alcuni canali dei consorzi di bonifica, dove i dislivelli sono sempre molto ridotti; è stato quindi necessario provvedere ad un riassetto di alcune infrastrutture consortili e costiere, ed anche alla costruzione di opere di protezione aggiuntive oltre che all'innalzamento delle banchine.

Inquadramento geografico del Comune di Ravenna.



## Inquadramento geologico generale

(Fonte: POC Piano dell'Arenile Dott. Geol. Sergio Nannini)

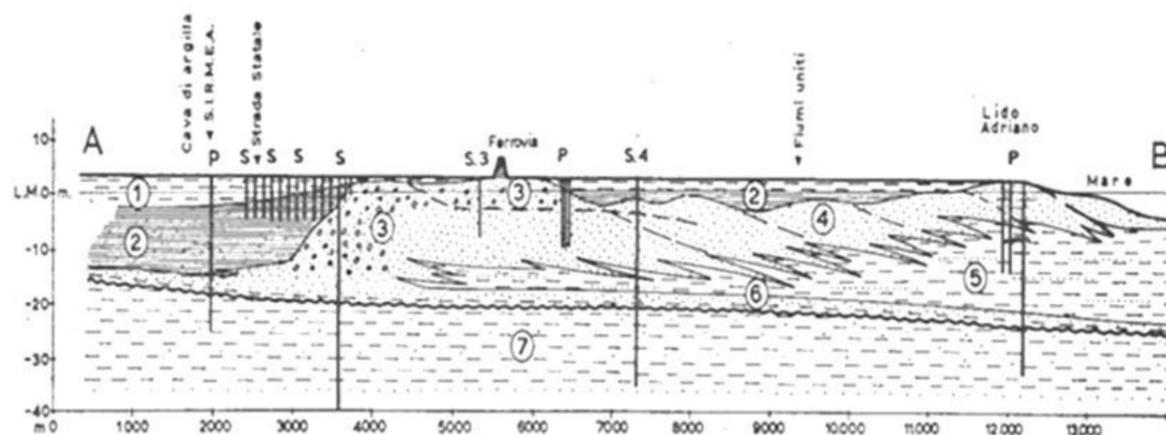
Il territorio del Comune di Ravenna è costituito da una pianura alluvionale, pressoché del tutto pianeggiante, generata dai depositi di numerosi fiumi e torrenti provenienti dall'Appennino emilianoromagnolo.

Le litologie sub- superficiali presenti, costituite da depositi alluvionali quaternari, vanno dalle sabbie medie, talora grossolane nell'intorno dei corsi d'acqua, alle argille limose laminate nelle zone interfluviali e di palude. Esiste un'estesa fascia costiera, larga fino a 7-8 km circa, costituita da alternanze di depositi sabbiosi di cordone litorale e dune eoliche parallele alla linea di costa con intervallati limi e sabbie fini derivanti dalla deposizione in ambiente paludoso-salmastro tra un cordone e l'altro.

Lo spessore complessivo dei depositi alluvionali, estrapolato dai dati di sondaggi profondi eseguiti a scopo di estrazione di idrocarburi, varia tra circa 1,5 e 3 km e presentano una età compresa tra il Pliocene superiore all'attuale. Le formazioni rocciose presenti al di sotto di questi depositi, riscontrabili anche nei rilievi appenninici romagnoli nella zona ad occidente del comune, sono di origine pelagica a composizione calcarea le più profonde ed antiche, mentre le più recenti sono di genesi continentale a composizione terrigena.

A scala regionale, la morfologia del territorio è quella tipica di una pianura alluvionale intensamente antropizzata, con alvei fluviali pensili ed argini rialzati, rinforzati dall'uomo nel corso dei secoli scorsi per consentire il deflusso incanalato e proteggere le aree abitate e coltivate dalle frequenti esondazioni dovute alle improvvise piene dei fiumi, che trovano facile e rapida espansione nelle zone tra un corso d'acqua e l'altro, talora particolarmente depresse.

Sezione dimostrativa dei terreni sub- superficiali presenti nel sottosuolo ravennate.



(1) argille giallastre della bonifica recente; (2) argille con torba, limi sabbiosi ed argillosi di ambiente vallivo e lagunare; (3) Sabbie e ghiaie di spiaggia; (4) Sabbie di spiaggia e di ambiente marino costiero; (5) Limi con livelletti sabbiosi di ambiente marino costiero; (6) Sabbie e limi della trasgressione olocenica; (7) Argille, limi e sabbie di ambiente continentale (da Angeli et al., 1970; modif.).

## Depositi superficiali

Fonte: ISPRA Note Illustrative della Carta Geologica Italiana Foglio 223 Ravenna

La Tav. QC 5.7.9 Carta Geologica allegata a questo Quadro Conoscitivo degli aspetti geologici descrive l'affioramento dei due principali tipi litologici come forniti dal geodatabase della Regione Emilia Romagna.

### Subsintema di Ravenna (AES8)

È l'elemento sommitale del Sintema Emiliano-Romagnolo Superiore. Comprende sabbie, argille e limi di ambiente alluvionale, deltizio e litorale, organizzati in corpi lenticolari, nastriformi, tabulari e cuneiformi, di spessore plurimetrico. Il limite inferiore, non affiorante nell'area del Foglio Ravenna, è inconforme e marcato da una superficie di discontinuità definita su base radiometrica (metodo del  $^{14}C$ ), che localmente comprende lo stadio isotopico 2 della curva di MARTINSON et alii (1987). Il limite superiore corrisponde al piano topografico. Nell'area del Foglio Ravenna lo spessore dell'unità è compreso tra 20 e 28,5 m. Il Subsintema di Ravenna è datato su base radiometrica all'Olocene (8.790 + 90 anni B.P. - Attuale). Le datazioni al radiocarbonio di Tabella 1 si riferiscono ad età non calibrate.

### Unità di Modena (AES8a)

Nella parte sommitale del Subsintema di Ravenna viene distinta un'unità sintemica di rango inferiore (Unità di Modena), definita al margine appenninico padano e costituita da sabbie, argille e limi di ambiente alluvionale e deltizio-litorale, organizzati in corpi lenticolari, nastriformi, tabulari e cuneiformi, di spessore plurimetrico.

Nell'area tipo l'Unità di Modena presenta un limite inferiore inconforme, marcato da superfici di erosione fluviale che si correlano lateralmente a depositi con fronte di alterazione superiore al metro di spessore, caratterizzato dallo sviluppo di un suolo o di più suoli sovrapposti con orizzonte superficiale da decarbonatato a parzialmente decarbonatato e orizzonte profondo ad accumulo di carbonato di calcio, colore degli orizzonti da bruno giallastro a giallo olivastro (Hue 10YR, 2,5Y, Value 4-5 e Chroma 2-4 delle Munsell Soil Color Charts). Il limite superiore dell'unità coincide col piano topografico. Al tetto dell'unità sono presenti depositi con fronte di alterazione inferiore al metro e suoli calcarei, colore degli orizzonti da bruno oliva a grigio oliva scuro (Hue 2,5Y, 5Y, Value 4-5 e Chroma 2-4 delle Munsell Soil Color Charts).

Il limite inferiore dell'Unità di Modena è datato al periodo post-romano e segna l'instaurarsi di un'importante fase di deterioramento climatico che, tra il IV e il VI secolo d.C., determinò un importante incremento della piovosità, con conseguente modifica della rete idrografica e alluvionamento di gran parte della pianura (VEGGIANI, 1994).

## Inquadramento geomorfologico

Fonti: POC Piano dell'Arenile Dott. Geol. Sergio Nannini

POC14 2018 Microzonazione Sismica di secondo e terzo livello

Il territorio comunale di Ravenna si estende su una superficie complessiva di 654,88 kmq. Dal punto di vista morfologico si tratta di un paesaggio completamente pianeggiante con andamento totalmente omogeneo compreso tra le quote di 20 m s.l.m. ed il livello del mare stesso. Tale paesaggio e la varietà di forme associate sono da mettere in relazione con l'evoluzione geologico - strutturale antica e recente dell'area. La morfologia del territorio è quella tipica di una pianura alluvionale intensamente antropizzata, con alvei fluviali pensili aventi argini rialzati e rinforzati dall'uomo nel corso dei secoli scorsi per consentire il deflusso incanalato e proteggere le aree abitate e coltivate dalle frequenti esondazioni dovute alle improvvise piene dei fiumi, che trovavano facile e rapida espansione nelle zone tra un corso d'acqua e l'altro, talora particolarmente depresse.

Gli argini fluviali ed i rilevati stradali sono gli unici rilievi della parte interna del territorio comunale, mentre nella zona costiera si hanno in alcune ristrette fasce modesti rilievi, che raggiungono al massimo alcuni metri, determinati dalla presenza dei cordoni litorali dunosi. Una menzione particolare merita il fenomeno della subsidenza, che nella zona della pianura ravennate è particolarmente intenso in particolar modo per l'emungimento di acqua dal sottosuolo ed in misura minore e più localizzata per la coltivazione dei giacimenti di gas a terra ed a mare in piattaforma. Negli ultimi 30 - 40 anni infatti il territorio della zona di Ravenna ha subito notevoli abbassamenti, specialmente nell'area della zona industriale, dove è più alta la concentrazione di pozzi.

Numerosi corsi d'acqua appenninici, che prendono tutti origine fuori comune o fuori provincia, sfociano in mare dopo aver transitato nel territorio comunale di Ravenna. Si tratta del Reno, del Lamone, del Montone e del Ronco (che a sud del capoluogo sono stati fatti confluire a formare i Fiumi Uniti), del Bevano e del Savio.

Complessivamente i bacini idrografici sottesi da tali corsi d'acqua hanno una superficie notevolmente maggiore (circa 7100 kmq) sia rispetto a quella del comune che a quella dell'intera provincia di Ravenna; durante gli episodi di piena improvvisa infatti le limitate sezioni degli alvei di pianura contengono a fatica le elevate portate fluenti.

Trattandosi di un territorio interamente pianeggiante tali corsi d'acqua nei secoli scorsi sono stati contenuti entro alte e consistenti arginature, fino a 12 m da piano campagna, per impedire che venissero allagate le zone circostanti. In molti casi si hanno tratti ad alveo pensile, in cui si hanno sensibili dislivelli tra il livello medio del pelo libero dell'acqua ed il piano campagna nei territori limitrofi.

Le direzioni prevalenti di scorrimento sono da sudovest, così come determinato dalla esposizione predominante del versante appenninico romagnolo, mentre nel tratto terminale verso il mare l'orientazione degli alvei tende a disporsi da ovest verso est.

Esistono nel territorio comunale anche numerosi specchi d'acqua e zone umide, tra cui le Valli di Comacchio, di Punte Alberete, la Valle delle Canne, alcune grosse cave e le zone delle Piialasse, che ricevendo e restituendo le maree, formano correnti che agiscono sul fondo del canale e proteggono la bocca del porto da insabbiamenti e da altre ostruzioni. Infine bisogna menzionare il Canale Candiano, scavato nel 18° secolo al fine di migliorare e potenziare i collegamenti per il trasporto marittimo della città, che costituisce una fondamentale via d'acqua tra il mare ed il Porto interno di Ravenna.

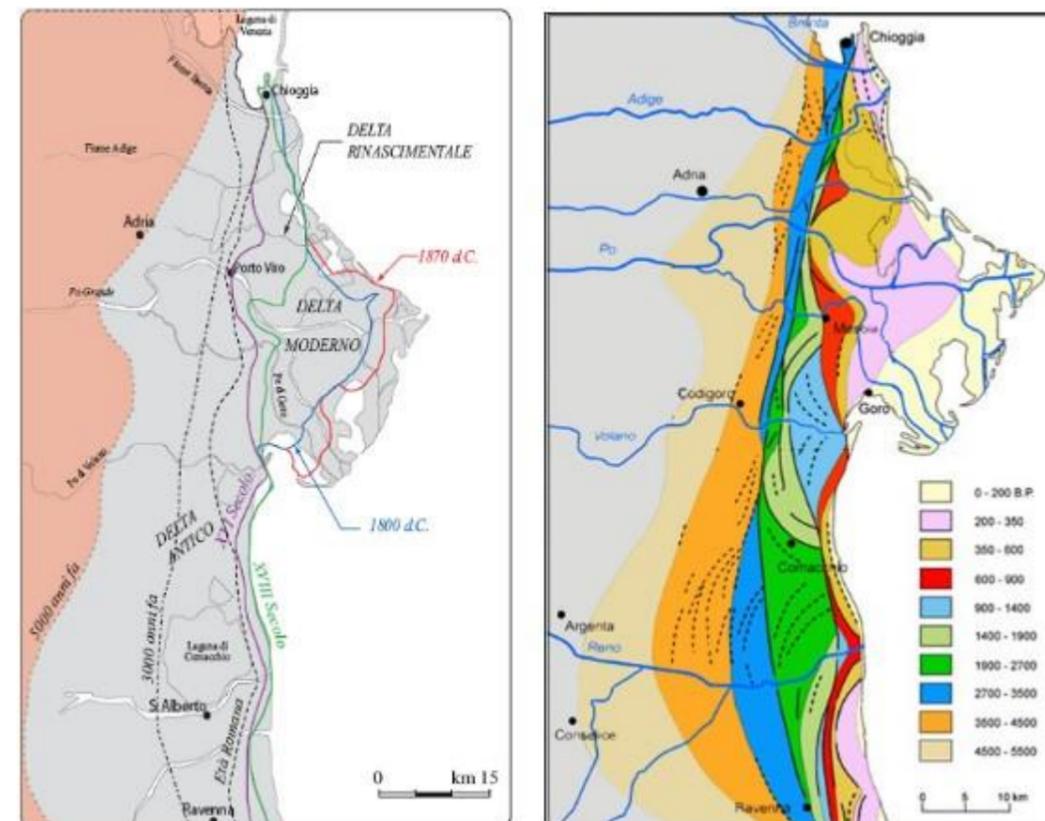
## Evoluzione geomorfologica dell'area costiera in tempi storici

(Fonte: POC Piano dell'Arenile Dott. Geol. Sergio Nannini)

Il sistema costiero in esame costituisce un tipico esempio territoriale ad elevata dinamicità naturale sia sotto il profilo spaziale sia temporale e, quindi, tendenzialmente instabile anche nel breve-medio periodo. Nella zona in esame, negli ultimi cinquecento secoli circa, la dinamicità naturale del sistema è andata progressivamente riducendosi per il controllo ed il condizionamento operato dall'uomo che ha sempre cercato di contrastare e governare quelle forze, sia marine che terrestri, che ne mettevano in pericolo l'insediamento e l'economia. Significative in tal senso risultano le molteplici testimonianze storiche disponibili (grazie al ruolo che, almeno sin dall'epoca etrusca, hanno avuto gli insediamenti umani in queste aree).

In particolare, questo settore della costa nord adriatica presenta tipiche caratteristiche di un ambiente di transizione tra mare e terra in cui si sono a lungo sviluppate fenomenologie tipiche anche di un sistema deltizio. Come ben noto, grazie alle ricerche condotte sull'argomento da parte di numerosi Autori (tra cui, tra i tanti, Ciabatti, 1967; Nelson, 1970; Veggiani, 1976, 1985; Bondesan, 1985; Roncuzzi, 1994; Amorosi et al., 1999; Regione Emilia-Romagna, 1999, Stefani, & Vincenzi 2005), negli ultimi millenni, il Po ha permesso alla costa ferrarese-ravennate di progredire (sino a raggiungere le attuali posizioni a partire da una linea di costa notevolmente più interna, circa 20 km, intorno ai 5000 anni fa; Figura a fianco) attraverso la successiva divagazione e riorganizzazione della rete idrografica. La crescita del delta è stata accompagnata dalla progredizione di un sistema costiero, attraverso la giustapposizione di cordoni litorali di età via via più recente.

Un sistema la cui gran parte dei caratteri morfologici osservabili anche nella zona settentrionale del ravennate è intimamente legata alle dinamiche evolutive del canale distributore più meridionale del Po, il Primario (all'incirca coincidente con la parte terminale del Fiume Reno attuale), distributore responsabile dello sviluppo nell'area ravennate settentrionale, di un lobo deltizio sufficientemente esteso in età tardo-olocenica. A sud dell'allora Primario la sedimentazione avveniva invece in ambiente di piana alluvionale. L'intervento umano ha sensibilmente condizionato la sedimentazione, soprattutto nel corso degli ultimi secoli. Per questo motivo, il contributo della ricerca storica è di fondamentale importanza per ricostruire la storia deposizionale tardo-olocenica dell'area in esame. La Carta Geologica del Foglio 223-Ravenna, a cui si rimanda per una maggiore e più articolata ricostruzione, meglio dettaglia la registrazione di gran parte degli eventi e dell'evoluzione subita dal sistema sino al XII sec circa. Di seguito viene invece focalizzata l'evoluzione del settore costiero ravennate nei secoli più prossimi all'attuale.



Sintetica ricostruzione della successione delle linee di costa a partire da 5.000 anni fa ad oggi per l'area del Delta del Po (a sinistra: da Gabbianelli et al., 2007) ed età dei territori progressivamente formatisi (a destra; da Stefani & Vincenzi, 2005)

## Inquadramento Idrogeologico

---

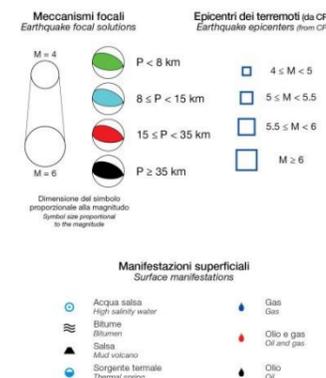
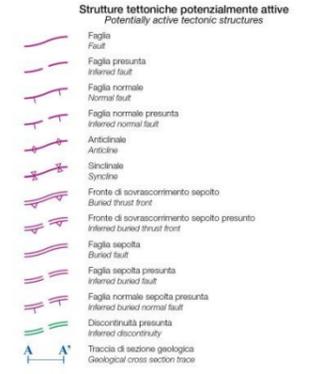
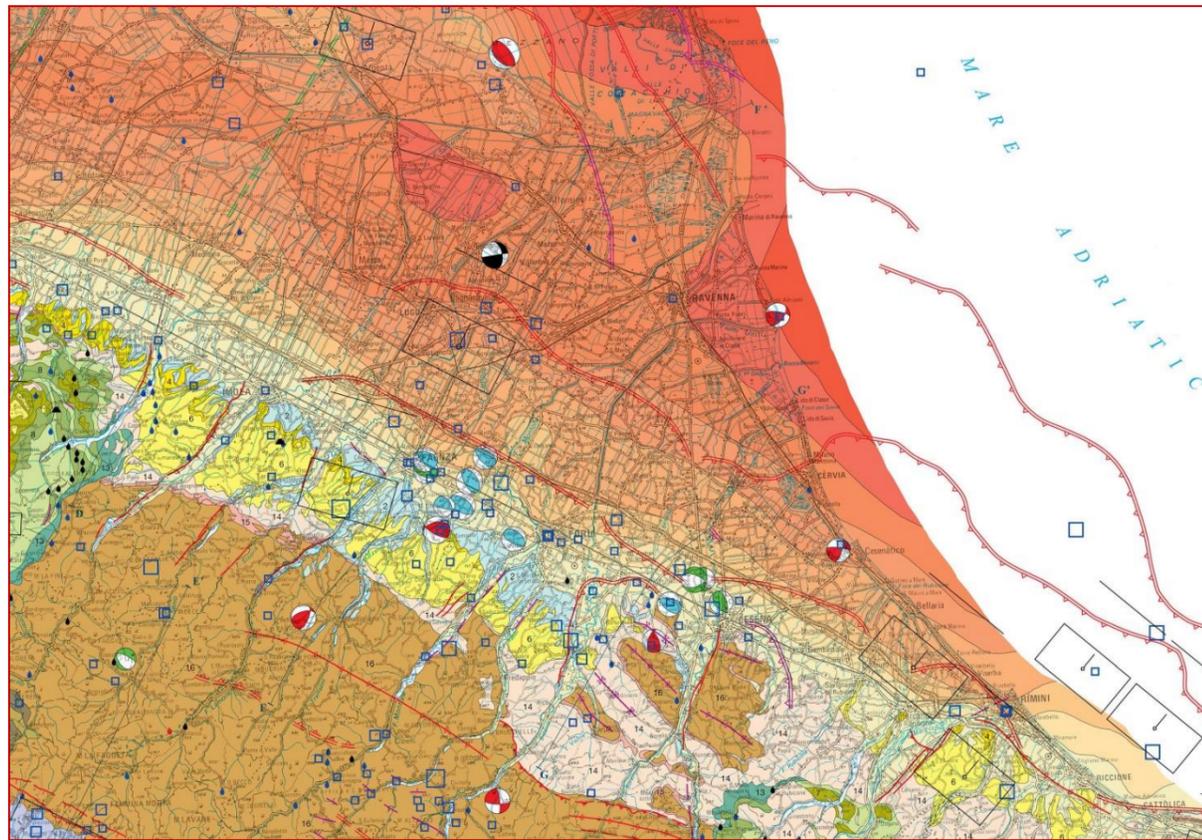
Fonte: Geologia, sismica e suoli RER

Gli acquiferi della pianura emiliano – romagnola sono costituiti principalmente dai depositi di origine alluvionale presenti nella porzione più superficiale della pianura, per uno spessore di circa 400 -500 m. e, in minima parte, da depositi marino marginali. Procedendo quindi dal margine verso nord, si trovano nell'ordine: le conoidi alluvionali, la pianura alluvionale appenninica e la pianura alluvionale e deltizia del Po.

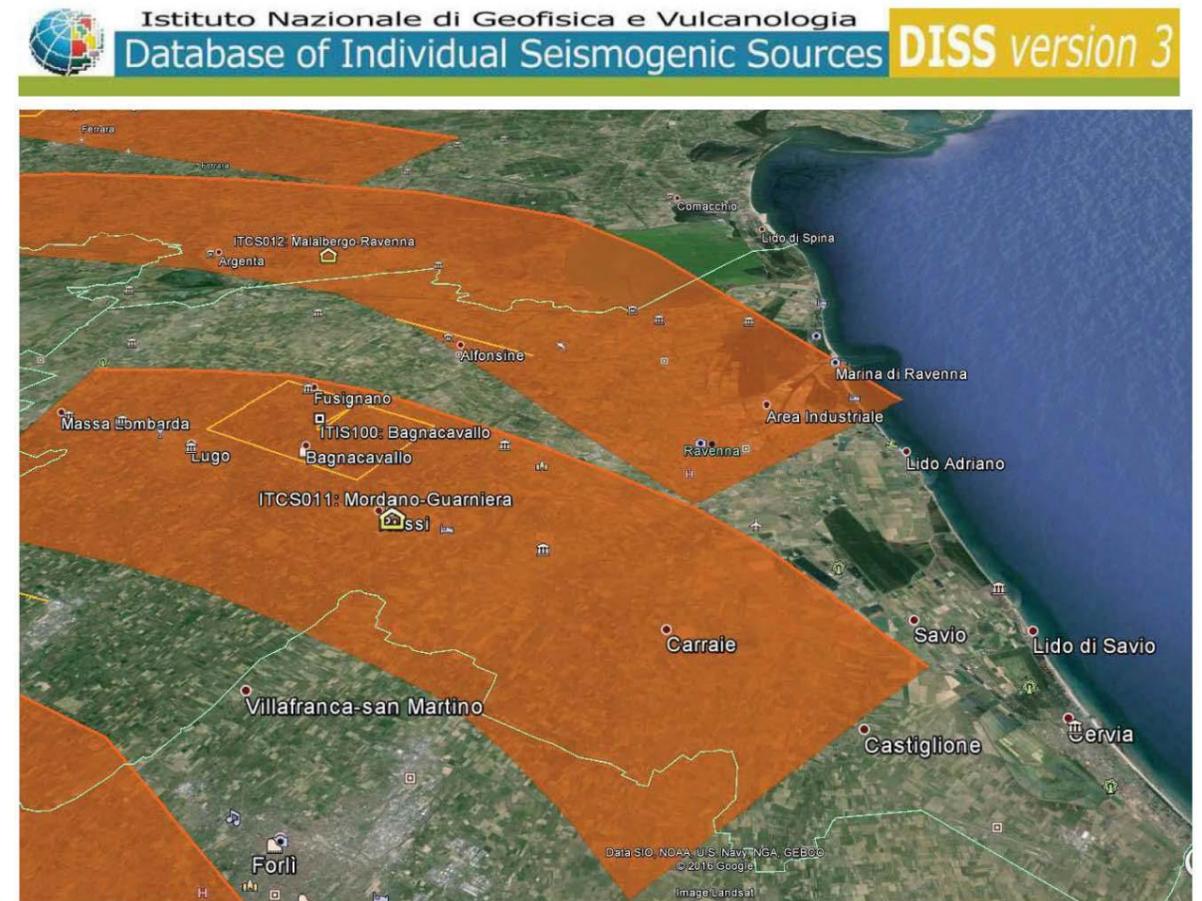
Gli acquiferi sono presenti sia nei depositi di conoide e di pianura, che più in profondità nel sottosuolo, e possono essere suddivisi in tre grandi gruppi chiamati A, B e C (R.E.R. & ENI-AGIP 1998) separati verticalmente da strati impermeabili, e classificati in base a profondità, spessore e produttività idrica (Provincia di Ravenna 2000). Ogni gruppo è composto di più acquiferi minori.

In Tav. QC 5.7.11 Carta Idrogeologica si indicano gli elementi idrogeologici generali derivanti dalla Carta idrogeologica del PAE, integrata con le permeabilità attribuite alle litologie prevalenti della Carta delle tessiture.

# La Carta sismotettonica della Emilia Romagna e fonti sismogenetiche



Dal progetto DISS\_3.1.1 dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia si nota come le faglie attive e capaci siano posizionate tutte a Ovest e a Nord - Est del territorio comunale. In particolare sono da mettere in luce due importanti sistemi fessurativi "Individual Seismogenic Sources", che prendono il nome di ITCS011: Mordano - Guarniera e ITCS012:Malalbergo - Ravenna Ovest distanti poco più di 20 km dal capoluogo comunale.



## Gli studi di microzonazione sismica e la pianificazione urbanistica. Generalità

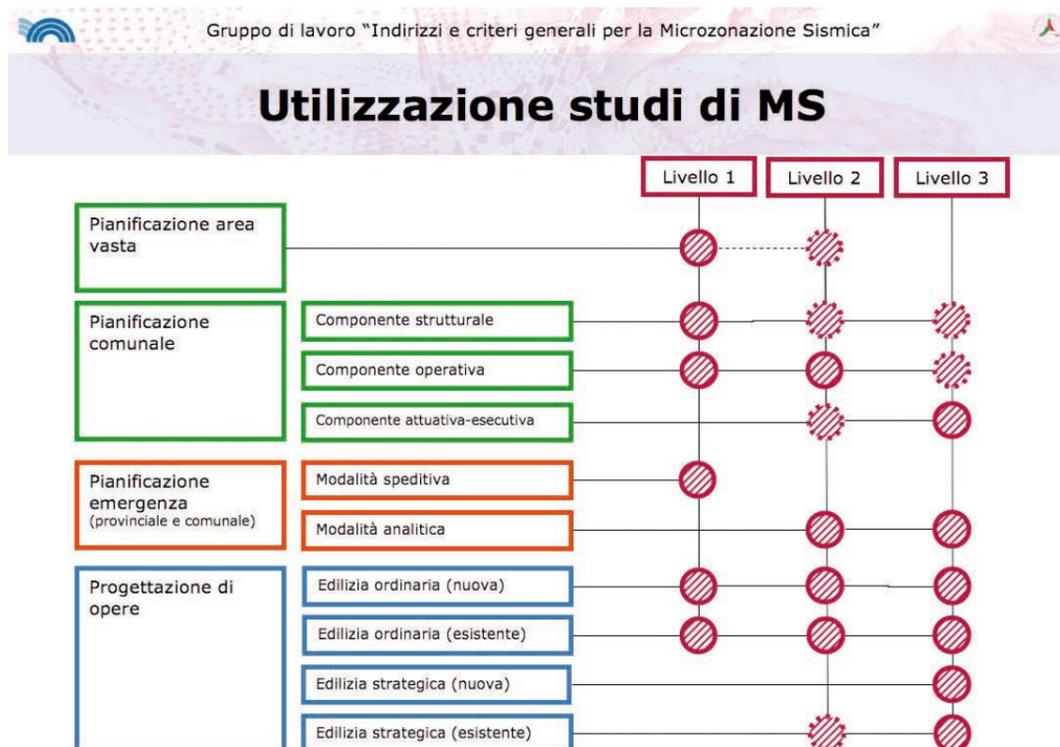
Lo studio di Microzonazione sismica è uno strumento conoscitivo dalle diverse potenzialità, che ha costi differenti in funzione del livello di approfondimento che si vuole raggiungere. Gli studi di MS sono condotti secondo tre livelli di approfondimento.

**Livello 1:** è un livello propedeutico ai veri e propri studi di Microzonazione sismica, in quanto consiste in una raccolta di dati preesistenti, elaborati per suddividere il territorio in microzone qualitativamente omogenee

**Livello 2:** introduce l'elemento quantitativo associato alle zone omogenee, utilizzando ulteriori e mirate indagini, ove necessarie, e definisce una vera carta di MS

**Livello 3:** restituisce una carta di MS con approfondimenti su tematiche o aree particolari.

Studi di MS e utilizzazione nella pianificazione territoriale, nella pianificazione dell'emergenza e nella progettazione delle opere.



Il **livello 1** ha per obiettivo l'individuazione delle microzone a comportamento sismico omogeneo su una carta a scala 1:5.000 – 1:10.000.

Costituisce uno studio propedeutico e obbligatorio per affrontare i successivi livelli di approfondimento. I risultati di questo livello possono orientare la scelta del livello successivo di approfondimento (livello 2 e/o livello 3). Solo in alcuni casi particolari i risultati di questo approfondimento possono essere considerati esaustivi e definitivi. Condizione preliminare per la realizzazione di questo livello è la messa a punto di un quadro conoscitivo generale, che riguarda un territorio più vasto rispetto a quello in cui si andranno a effettuare gli studi di MZS.

Elaborati:

- ✓ Carta delle indagini
- ✓ Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica
- ✓ Relazione illustrativa della carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica

Il **livello 2** si pone due obiettivi da raggiungere in sequenza:

- compensare alcune incertezze del livello 1 con approfondimenti conoscitivi;
- fornire quantificazioni numeriche, con metodi semplificati (abachi e leggi empiriche), della modificazione locale del moto sismico in superficie (zone stabili suscettibili di amplificazioni locali) e dei fenomeni di deformazione permanente (zone suscettibili di instabilità).

Per il raggiungimento di tali obiettivi si possono determinare modificazioni delle geometrie delle zone individuate precedentemente nella *Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica*.

Elaborati:

- ✓ Carta delle zone stabili e delle zone stabili suscettibili di amplificazioni locali caratterizzate da fattori di amplificazione per due periodi dello scuotimento e/o da spettri di risposta;
- ✓ Carta delle zone di deformazione permanente, caratterizzate da parametri quantitativi.

La sovrapposizione di queste due carte costituisce la *Carta di microzonazione sismica*.

Il **livello 3** di approfondimento si applica:

- nelle zone stabili suscettibili di amplificazioni locali, nei casi di situazioni geologiche e geotecniche complesse, non risolvibili con l'uso degli abachi, o qualora l'estensione della zona in studio renda conveniente un'analisi globale di dettaglio o, infine, per opere di particolare importanza;
- nelle zone suscettibili di instabilità particolarmente gravose per complessità del fenomeno e/o diffusione areale, non risolvibili con l'uso di metodologie speditive.

I risultati di questo livello potranno, limitatamente alle aree studiate con approfondimenti, modificare la *Carta di microzonazione sismica*.

Sulla base di quanto definito nel livello 1 e nel livello 2, sarà predisposto un programma delle prove da effettuare nelle zone precedentemente individuate.

Elaborati:

- ✓ Carta delle indagini
- ✓ Carta di microzonazione sismica con approfondimenti
- ✓ Relazione illustrativa della Carta di microzonazione sismica con approfondimenti.

## Il modello del sottosuolo derivante dagli studi di MZS di livello 2 e 3

Fonte: POC14 2018 Microzonazione Sismica di secondo e terzo livello

La raccolta delle indagini disponibili e la realizzazione di prove geofisiche e geognostiche ex-novo ha consentito la ricostruzione del modello di sottosuolo sia nelle frazioni che nel Capoluogo. La qualità del modello, funzione della densità di indagini, risulta maggiore laddove queste ultime sono ben distribuite e in gran numero come nel caso del Capoluogo e dei Lidi costieri; nelle altre aree il modello presenta alcune lacune e incertezze, superate mediante correlazioni di tipo geologico ed interpretazioni stratigrafiche. Inoltre si sono rivelate fondamentali le prove di sismica passiva, le quali ci hanno fornito informazioni attendibili sulla profondità del substrato sismico. In contrapposizione assumono minore importanza i risultati dei sondaggi a carotaggio continuo e delle prove penetrometriche, che non hanno mai consentito l'individuazione del bedrock geologico, in quanto quest'ultimo, come evidenziato dai dati delle compagnie petrolifere nel capitolo precedente, è stato rinvenuto a profondità di svariate centinaia di metri. Come detto, molto utili sono state invece le indagini geofisiche sia attive che passive: queste a differenza delle prove geotecniche hanno consentito di stimare nella maggior parte dei casi il bedrock sismico (stimato a profondità comprese tra 300 e 350 metri), utile per valutare eventuali effetti di amplificazione stratigrafica. Le indagini di sismica passiva a stazione singola (HVSR) effettuate in buon numero, specificatamente per questo progetto, si sono correlate in maniera ottimale con le prove esistenti; questo ha consentito di utilizzarle, seppur con cautela, nella ricostruzione del modello geologico e geofisico del sottosuolo.

Di seguito si riporta brevemente la descrizione delle varie "unità geologico - tecniche" individuate con il dettaglio delle varie formazioni geologiche che a ciascuna di esse si è ritenuto far corrispondere. Terreni di copertura - Unità geologico - tecnica SP: si tratta di terreni costituiti da sabbie pulite a granulometria poco assortita, corrispondente alle sabbie della legenda della carta geologica del POC; - Unità geologico - tecnica SM: si tratta di terreni costituiti da sabbie limose, miscele di sabbie e limi, corrispondenti alle sabbie limose della legenda della carta geologica del POC; - Unità geologico - tecnica MH: si tratta di terreni costituiti da limi inorganici, sabbie fini, limi micacei o diatomitici, corrispondenti ai limi argilloso - sabbiosi e sabbie limoso - argillose della legenda della carta geologica del POC; - Unità geologico - tecnica CH: si tratta di terreni costituiti da argille inorganiche di alta plasticità, argille grasse, corrispondenti alle argille limose e alle argille limose con torba della legenda della carta geologica del POC. Infine per quanto riguarda gli ambienti genetico deposizionali dei terreni di copertura abbiamo riconosciuto unicamente terreni di ambiente fluvio - lacustre di piana inondabile (pi) e di ambiente costiero - spiaggia (sp).

## Relazioni litotipi prevalenti e fenomeni di amplificazione sismica

Fonte: POC14 2018 Microzonazione Sismica di secondo e terzo livello

Le zone descritte di seguito fanno riferimento sia alla Carta geologico tecnica degli studi di MZS che alle cartografie redatte nell'ambito di questo quadro conoscitivo:

**Tav. QC 5.7.12a Carta della Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica**

**Tav. QC 5.7.12b Carta delle CLE e delle interferenze con la Microzonazione**

**Tav. QC 5.7.13 Centro Carta dei Condizionamenti Sismici**

### Zone suscettibili di amplificazioni locali

Le zone suscettibili di amplificazioni locali sono le aree riconducibili ai litotipi MH della carta geologico tecnica, sui quali si prevedono amplificazioni del moto sismico come effetto dell'assetto litostratigrafico.

### Zone suscettibili di instabilità

Le zone suscettibili di instabilità sono le aree riconducibili ai litotipi CH, SP e SM della carta geologico tecnica, in particolare sui litotipi CH sono attesi effetti sismici del tipo di cedimento o cedimento differenziale, mentre sui litotipi SP e SM sono attesi effetti sismici del tipo di liquefazione. Nelle zone in esame gli effetti di queste fenomenologie risultano essere maggiori di quelli causati dall'amplificazione litostratigrafica evidenziate nel paragrafo.

### Zone suscettibili di liquefazione

Le zone suscettibili di liquefazione sono le zone nelle quali gli studi di microzonazione sismica di I° livello hanno verificato l'esistenza di 4 condizioni predisponenti: 1. Terreni sabbiosi; 2. Falda a profondità inferiore a 15 m; 3. Magnitudo attesa al sito  $M_w > 5$ ; 4. Accelerazioni massime in superficie ( $p_{ga}$ )  $> 0,1g$ . Tali zone dovranno essere riviste, confermate o smentite dal III° livello di approfondimento, di cui diamo perimetrazione nella Carta dei fattori di amplificazione.

## Sintesi degli studi di microzonazione sismica

Fonte: POC14 2018 Microzonazione Sismica di secondo e terzo livello

Il progetto di studio di microzonazione sismica con approfondimento al secondo e terzo livello del Comune di Ravenna è stato svolto in ottemperanza a: - DGR 2193/15 Aggiornamento all'atto di coordinamento tecnico denominato "Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica" - All. A del DGR 2193/15 "Atto di indirizzo e coordinamento tecnico ai sensi dell'Art. 16, c.1, della LR 20/2000 per "Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica"; - Standard di rappresentazione e archiviazione informatica - versione 4.0 b. Per quanto attiene ai contenuti dello studio si è fatto riferimento agli Strumenti Urbanistici vigenti, in particolare alle indagini geologiche e sismiche eseguite per il Piano Operativo Comunale e dello studio di secondo livello eseguito per il RUE approvato. In particolare sono state esaminate le carte geologica e geomorfologica, nonché utilizzati i dati di base come sondaggi e indagini sismiche per la ricostruzione del modello di sottosuolo. Inoltre sono state raccolte tutte le indagini effettuate per costruzioni private presenti nell'archivio dell'ufficio Urbanistica del Comune e quelle fornite dalla Regione Emilia - Romagna. Le prove e la loro ubicazione sono state riportate su base topografica dando origine alla Carta delle indagini.

Come previsto nel piano di lavoro impostato con il Comune di Ravenna è stata eseguita una campagna di misure di rumore ambientale mediante tecnica a stazione singola (HVSR) raccogliendo 9 acquisizioni, in aggiunta a quelle già presenti sul territorio. Tutte le prove sono state riportate nella "Carta delle frequenze naturali dei terreni" classificandole in base alla frequenza fondamentale  $f_0$  e al massimo della funzione H/V. Attraverso le carte di base suddette sono state redatte sia la "Carta geologico-tecnica" che la "Carta delle Aree suscettibili di effetti locali". Alla luce delle nuove indagini sono state riviste tutte le carte riferite al secondo livello di approfondimento ivi compresa la "Carta dei fattori di amplificazione" e quindi costruita la "Carta della potenziale liquefazione" e calcolati i cedimenti sotto ogni verticale indagata. Inoltre è stato effettuato un calcolo di risposta sismica locale su undici siti proposti dall'amministrazione comunale per verificare le condizioni di amplificazione sismica in maniera più puntuale e approfondita.

## Repertorio delle prospezioni geognostiche

---

Fonte: POC14 2018 Microzonazione Sismica di secondo e terzo livello

Nella Tav. QC 5.7.14 Carta dei Dati Geologici sono riportati i temi puntuali e lineari del repertorio delle prospezioni geognostiche utilizzato per la definizione delle zonazioni sismiche, in particolare delle carte delle MOPS, frequenze e geologico tecnica.

## Problematiche della subsidenza

Fonte: ARPAE Emilia Romagna

La subsidenza è un fenomeno di abbassamento del suolo che può avere cause naturali, legate a processi geologici, e cause artificiali o antropiche legate alle azioni dell'uomo.

Nel territorio di pianura della regione Emilia-Romagna la subsidenza naturale è un fenomeno presente da alcuni milioni di anni ed è tuttora in atto. La subsidenza antropica, invece, si è resa manifesta soprattutto a partire dagli anni '50 del secolo scorso, ha raggiunto i suoi valori massimi negli anni '60-'80 ed è tuttora presente, pur avendo subito generalmente una forte riduzione. Le cause prevalenti sono riconducibili, in particolare, al prelievo di fluidi dal sottosuolo.

Il fenomeno è stato inizialmente monitorato da Enti diversi, in ambiti territoriali più o meno limitati, laddove si era manifestato con maggiore evidenza. Tali iniziative, ancorché utili a livello locale, rivelavano, a scala regionale, sovrapposizioni, disomogeneità e lacune. Al fine di superare tali difficoltà, Arpae Emilia Romagna, su incarico della Regione, Servizio Tutela e risanamento risorsa acqua, ha istituito nel 1997-98 una rete regionale di monitoraggio della subsidenza e svolge attività di rilievo relative in particolare agli aspetti geometrici del fenomeno.

Nel Portale cartografico di ARPAE Emilia-Romagna è possibile consultare gli elementi della rete di monitoraggio e la cartografia delle velocità di movimento verticale del suolo. In Attività realizzate sono riportati in sintesi i lavori realizzati da ARPAE Emilia-Romagna in tema di subsidenza e in Pubblicazioni gli articoli e le comunicazioni scaturiti in massima parte da tali lavori.

Nell'ambito del Quadro Conoscitivo degli aspetti geologici queste problematiche sono descritte in Tav. QC 5.7.15 Carta della Subsidenza con riferimento al periodo di misura 2011 - 2016

Rilievo della subsidenza 2016-2017

La Regione Emilia-Romagna ha affidato ad ARPAE la realizzazione delle attività inerenti il progetto "Rilievo della subsidenza nella pianura emiliano-romagnola" (prima e seconda fase).

Nella prima fase del lavoro sono state realizzate le seguenti attività:

1. verifica della effettiva copertura territoriale delle immagini SAR relative al periodo 2011-2016, definizione e preparazione dei siti di elaborazione;
2. elaborazione SqueeSARTM dei singoli siti;

Nella seconda fase del lavoro, oggetto della presente relazione, sono state realizzate le seguenti attività:

3. verifica dei risultati ed allineamento a scala regionale;
4. elaborazione dei dati acquisiti da 36 stazioni permanenti GPS, di cui 33 ubicate all'interno del territorio regionale e 3 limitrofe al confine; inquadramento di tali stazioni nel Sistema Internazionale EUREF; calibrazione dell'analisi interferometrica tramite l'utilizzo di 16 stazioni presenti nell'area di pianura della regione;

5. verifiche post calibrazione tramite l'utilizzo di ulteriori 6 stazioni (area di pianura) e validazione dei dati interferometrici; realizzazione della cartografia delle velocità di movimento verticale del suolo.

Con riferimento al periodo 2011 – 2016 nella provincia di Ravenna si è rilevata, in generale, una riduzione della subsidenza rispetto al precedente rilievo 2006 - 2011, gli abbassamenti, mediamente, si attestano intorno a 3 mm/anno. In particolare, si evidenziano alcune aree di abbassamento storiche, quali la depressione in corrispondenza della foce dei Fiumi Uniti, con massimi di oltre 15 mm/anno - in diminuzione rispetto al periodo precedente ed un'ampia area a est di Faenza, compresa tra il F. Lamone ed il F. Montone all'altezza dell'autostrada, con abbassamenti massimi di circa 15 mm/anno in corrispondenza di Reda. Si rileva anche un'altra zona di depressione, molto più circoscritta rispetto alle precedenti, in corrispondenza di un insediamento industriale a nord di Conselice con massimi di oltre 15 mm/anno. La città di Ravenna è sostanzialmente stabile presentando abbassamenti massimi intorno a 2-3 mm/anno compatibili con una subsidenza di tipo naturale.

I temi della Carta della subsidenza in scala 1:25.000 si riferiscono ai seguenti intervalli.

In mm/anno

-2,5 - 0

-5 - -2,5"

-7,5 - -5"

-10 - -7,5

-12,5 - -10

-15 - -12,5"

-17,5 - -15

## Problematiche della intrusione salina

### Monitoraggio dell'acquifero freatico costiero

Fonte: Geologia, sismica e suoli RER

Le sabbie di spiaggia presenti lungo la costa emiliano-romagnola costituiscono un acquifero che si estende dalla rupe di Gabicce al delta del Po per un'estensione di oltre 130 chilometri.

Lo spessore di questo acquifero aumenta andando da sud verso nord, da poco più di 5 metri sino a oltre 20 metri; allo stesso tempo esso si allarga passando da meno di un chilometro sino a oltre 20 chilometri.

Le sabbie che costituiscono questo acquifero sono generalmente affioranti, tranne che nel settore ravennate e ferrarese dove nella parte più lontana dalla costa esse sono sepolte da depositi alluvionali più recenti.

Dove le sabbie sono affioranti l'acquifero costiero è freatico, diversamente esso è confinato. I punti di monitoraggio riguardano quasi esclusivamente la porzione in cui l'acquifero costiero è freatico.

Le caratteristiche geologiche dell'acquifero sono illustrate in una serie di sezioni geologiche visibili in Sistema informativo dell'assetto e dell'evoluzione della costa.

Questo acquifero è in contatto idraulico con il Mare Adriatico le cui acque possono pertanto entrare dentro si esso, formando un cuneo di acque salate al di sotto delle acque dolci.

Questo fenomeno, chiamato "ingressione salina" o cuneo salino" nell'acquifero, può danneggiare i delicati ecosistemi che rendono il territorio costiero regionale una riserva di biodiversità.

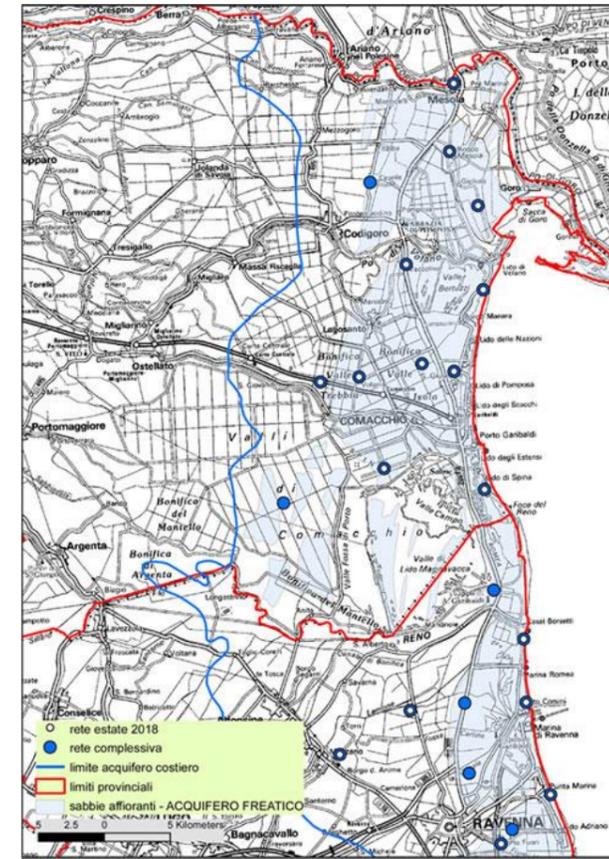
Per acquisire delle informazioni specifiche a scala regionale inerenti questa problematica il Servizio Geologico Sismico e dei Suoli (SGSS) della Regione Emilia - Romagna ha intrapreso un apposito progetto di studio riguardante l'acquifero freatico costiero, per costruire un quadro conoscitivo aggiornato che ne evidenzia le caratteristiche fisiche, la dinamica e le eventuali fragilità.

Il progetto è iniziato nel 2009, con la definizione del modello geologico del corpo acquifero, e la pianificazione e messa in opera tramite la perforazione di oltre trenta piezometri di una apposita rete di monitoraggio quali - quantitativo delle acque sotterranee le cui misure sono tutt'ora in corso.

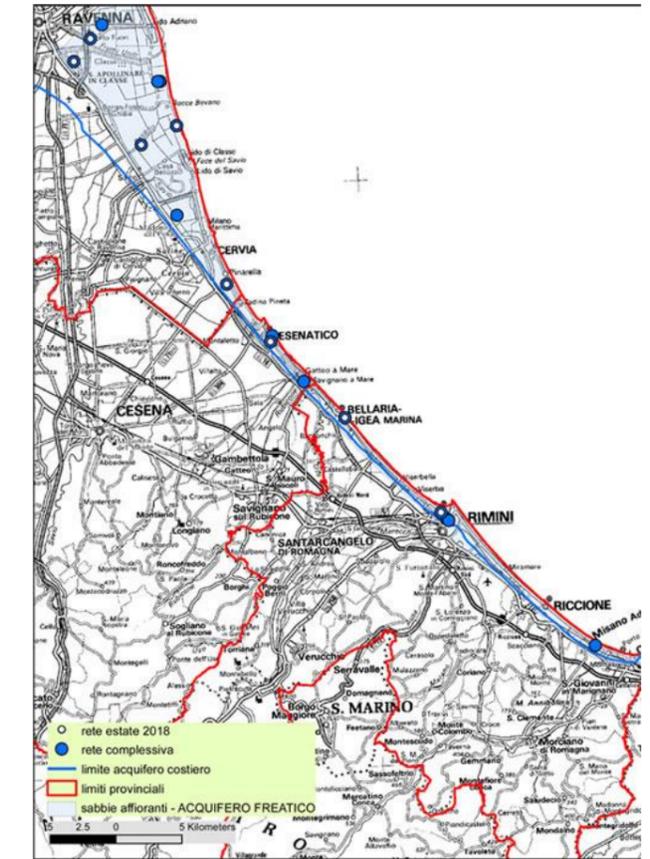
Su ciascun punto di controllo vengono effettuate delle misure di livello della falda e di conducibilità elettrica e temperatura ad ogni metro di profondità, a partire dalla tavola d'acqua.

Come noto la conducibilità elettrica è funzione della salinità delle acque, pertanto questo tipo di rilevamento consente di individuare se e quanto varia la salinità all'interno dello spessore dell'acquifero, ovvero se nel punto di monitoraggio in questione è presente o meno un'ingressione salina all'interno dell'acquifero.

Le misure sono state raccolte inizialmente con cadenza trimestrale, e a partire dalla metà del 2012 con cadenza Semestrale.



Distribuzione dei punti di monitoraggio area nord.



Distribuzione dei punti di monitoraggio area nord.

Una prima sintesi dei dati raccolti, illustrativa anche della distribuzione della salinità in questo acquifero e della geologia di sottosuolo, è illustrata nell'articolo "L'acquifero freatico costiero della regione Emilia-Romagna: modello geologico e stato di salinizzazione" pubblicato nella rivista "Il Geologo dell'Emilia-Romagna" del 2010.

I dati rilevati nell'acquifero costiero sono disponibili sotto forma di schede (37 in totale, in formato .pdf) in visibili in Sistema informativo dell'assetto e dell'evoluzione della costa scegliendo dal menu a sinistra "livelli cartografici" la voce "freatico costiero".

Ogni scheda è composta da due pagine, la prima riporta l'ubicazione, a diverse scale, dei punti di monitoraggio e le informazioni tecniche relative ai piezometri. La seconda mostra i grafici della conducibilità elettrica, della temperatura e del livello della falda.

Come anticipato, per quel che riguarda la conducibilità elettrica e la temperatura ogni grafico riporta il valore misurato ad ogni metro di profondità, a partire dalla tavola d'acqua, per ognuna delle campagne di misura effettuate.

Nel grafico della conducibilità elettrica sono anche indicati alcuni valori di riferimento: 2.5 mS/cm (valore soglia indicato nel decreto legislativo 31/2001 per le acque potabili); 10 mS/cm; 56 mS/cm (valore indicativo della salinità dell'acqua del mare).

Il livello di falda viene indicato il valore riferito al piano campagna, con evidenziato il minimo e il massimo raggiunti.

#### Carta della salinità dei suoli della pianura emiliano-romagnola

La carta della salinità descrive lo stato di salinità dei suoli a livello regionale ed è una prima rappresentazione spaziale a partire da dati puntuali raccolti nell'ambito dei rilevamenti per la redazione della Carta dei suoli della pianura emiliano-romagnola in scala 1:50.000.

I dati sono stati elaborati a due diverse profondità del suolo: 0-50 cm per lo strato superficiale; 50-100 cm per lo strato profondo.

La **Tav. QC 5.7.16 Carta della Salinità dei suoli** di questo Quadro Conoscitivo riproduce la cartografia disponibile presso il portale della Regione Emilia Romagna per lo strato 50 – 100.

Le classi di salinità utilizzate fanno riferimento allo schema proposto da Richards (1954) e analogamente ripreso nel Soil Survey Manual dell'USDA. Le classi sono definite in funzione dei valori di ECe e dell'effetto della salinità sulle produzioni di campo delle principali colture.

Classi di salinità secondo Richards (1954) e il Soil Survey Manual dell'USDA.

Classe	ECe (dSm <sup>-1</sup> )	Effetti sulle produzioni agricole
Non salino	<2	Effetti per lo più trascurabili
Molto debolmente salino	2-4	La produttività di colture molto sensibili si può ridurre
Debolmente salino	4-8	La produttività di molte colture è ridotta
Moderatamente salino	8-16	Solo colture tolleranti producono in modo soddisfacente
Fortemente salino	>16	Solo poche colture molto tolleranti producono in modo soddisfacente

La rappresentazione del territorio avviene attraverso una struttura a maglia costituita da celle con lato di 1Km<sup>1</sup>. Interrogando la cella si ottengono informazioni circa: la classe di salinità; il valore di

conducibilità elettrica (ECe in dSm<sup>-1</sup>) stimato attraverso l'analisi geostatistica; l'attendibilità della stima, ovvero il grado di affidabilità del valore fornito, informazione questa molto importante per una corretta interpretazione della carta. La legenda specifica le classi di salinità utilizzate.