

MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA SICUREZZA ENERGETICA

Procedura di Valutazione di Impatto Ambientale ex D. Lgs 152/2006

PROGETTO DEFINITIVO E STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

HUB ENERGETICO **AGNES ROMAGNA 1&2** UBICATO NEL TRATTO DI MARE ANTISTANTE LA COSTA EMILIANO-ROMAGNOLA E NEL COMUNE DI RAVENNA

Titolo:

RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA DELLE OPERE TERRESTRI

Codice identificativo:

AGNROM_EP-R_REL-GEOSISM-TERRA

Proponente:



Agnes S.r.l.
P. IVA: 02637320397



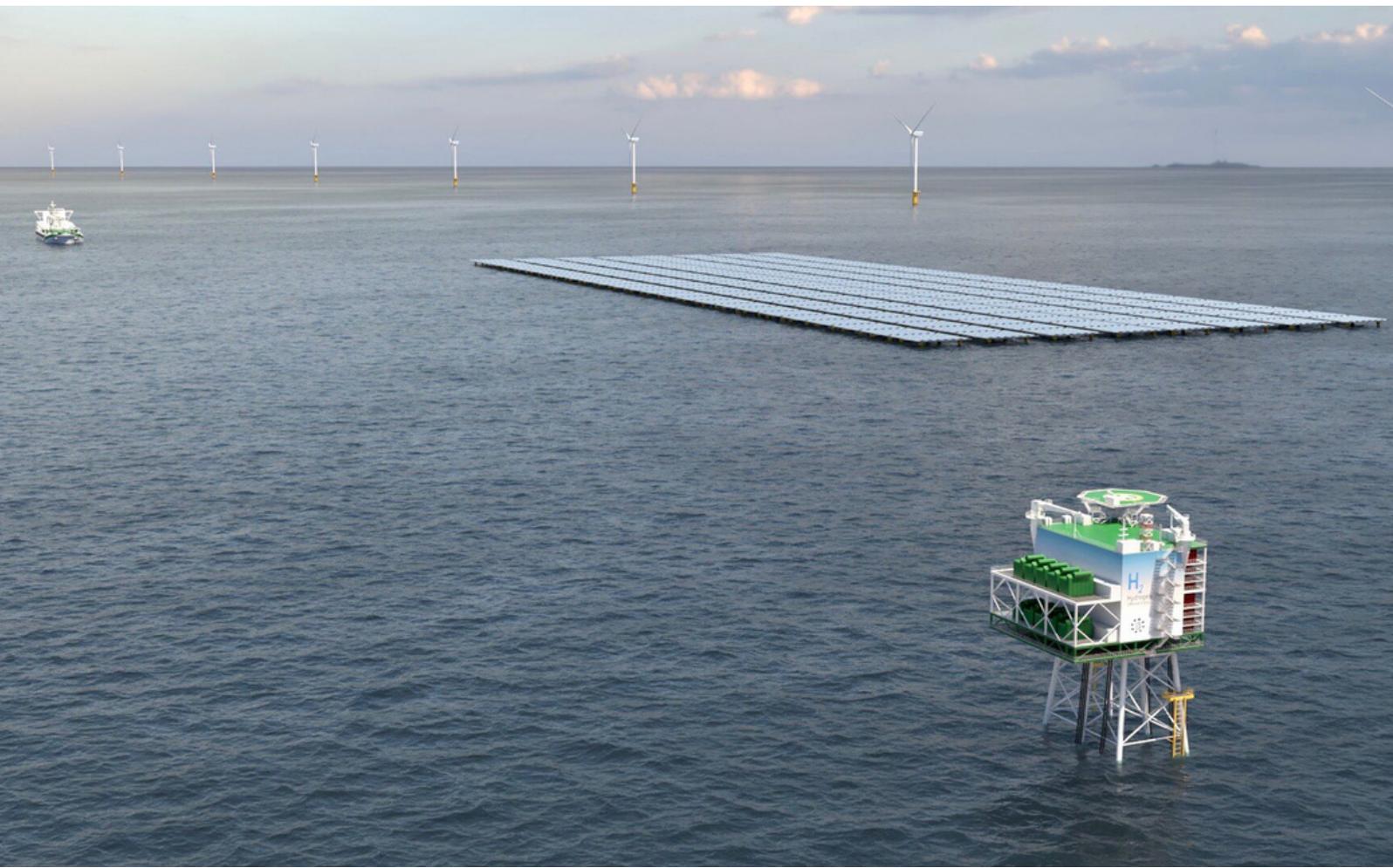
Autori del documento:



CESI S.p.A.
P. IVA: 00793580150



Techfem S.r.l.
P. IVA: 01046640411



DETTAGLI DEL DOCUMENTO

Titolo documento	Relazione geologica e sismica delle opere terrestri
Codice documento	AGNROM_EP-R_REL-GEOSISM-TERRA
Titolo progetto	Hub energetico Agnes Romagna 1&2
Codice progetto	AGNROM
Data	24/01/2023
Versione	1.0
Autore/i	V. Rago
Tipologia elaborato	Relazione
Cartella	VIA_2
Sezione	Elaborati di progetto
Formato	A4

VERSIONI

1.0	00	V. Rago	G. Vecchio	AGNES	Emissione finale
Ver.	Rev.	Redazione	Controllo	Emissione	Commenti

FIRME DIGITALI



Agnes S.r.l.

Via Del Fringuello 28, 48124 Ravenna (IT)

Questo documento è di proprietà di Agnes S.r.l.
Qualunque riproduzione, anche parziale, è vietata senza la sua preventiva autorizzazione.
Ogni violazione sarà perseguita a termini di legge.



Sommario

1. INTRODUZIONE	3
1.1 SCOPO DEL DOCUMENTO	4
1.2 QUADRO NORMATIVO	4
1.3 RIFERIMENTI – DOCUMENTI DI PROGETTO	6
1.4 DESCRIZIONE DEL TRACCIATO	6
2. GEOLOGIA DEL TERRITORIO	8
2.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	8
2.2 LINEAMENTI GEOLOGICI GENERALI	8
2.3 LINEAMENTI GEOLOGICI LOCALI	10
2.4 LINEAMENTI STRUTTURALI	12
3. GEOMORFOLOGIA DEL TERRITORIO	14
3.1 INTERFERENZE GEOMORFOLOGICHE DEI TRACCIATI	15
4. INQUADRAMENTO IDRAULICO E IDROGEOLOGICO	16
4.1 INTERFERENZA DELL'OPERA CON AREE A PERICOLOSITÀ IDROGEOLOGICA	19
4.2 PIANO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (P.A.I.) E PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI (P.G.R.A.)	19
4.3 INTERAZIONE DELL'OPERA CON IL PAI E IL PGRA	26
4.4 RIFERIMENTI NORMATIVI P.A.I. E P.G.R.A.	30
5. SISMICA	34
5.1 CLASSIFICAZIONE SISMICA REGIONALE E ZONAZIONE SISMICA	34
5.2 ZONE SISMOGENETICHE DELLA REGIONE EMILIA-ROMAGNA	35
5.3 DATABASE D.I.S.S.	36
5.4 FAGLIE ATTIVE E CAPACI	40
5.5 PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE	42
5.6 PERICOLOSITÀ SISMICA DI TRACCIATO	45
5.7 SISMICITÀ STORICA	46
6. CONCLUSIONI	48
BIBLIOGRAFIA	50



Indice delle figure

FIGURA 1: TRACCIATO DI PROGETTO SU ORTOFOTO (IN ROSSO).....	6
FIGURA 2 – INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DELL’AREA DI STUDIO.	8
FIGURA 3 – SCHEMA GEOLOGICO DI SINTESI. TRATTO DALLA “CARTA GEOLOGICA DELL’EMILIA-ROMAGNA – SCALA 1:250000” (1999).	9
FIGURA 4 – STRALCIO DELLA SEZIONE GEOLOGICA N.54 (BANCA DATI SERVIZIO GEOLOGICO REGIONE EMILIA-ROMAGNA).....	10
FIGURA 5 – STRALCIO CARTA GEOLOGICA FOGLIO 223 “RAVENNA” DELLA CARTA GEOLOGICA D’ITALIA IN SCALA 1:50000, REDATTA DALL’I.S.P.R.A. (PROGETTO CARG). IN ROSSO L’AREA DI STUDIO.	11
FIGURA 6 – PRINCIPALI STRUTTURE SEPOLTE DELL’APPENNINO SETTENTRIONALE (DA PIERI & GROPPI, 1981; MOD.).....	12
FIGURA 7 – PRINCIPALI ELEMENTI STRUTTURALI (CARG) NELL’AREA DI STUDIO E SOVRAPPOSIZIONI CON IL TRACCIATO DI PROGETTO.....	13
FIGURA 8 – STRALCIO DELLA CARTA “ACQUE SUPERFICIALI: CARTA DEL DRENAGGIO B.2.1” DEL PSC DEL COMUNE DI RAVENNA.....	16
FIGURA 9 – SCHEMA IDROSTRATIGRAFICO DELLA PIANURA EMILIANO-ROMAGNOLA (REGIONE EMILIA-ROMAGNA & ENI-AGIP, 1998).....	17
FIGURA 10 – STRALCIO DELLA CARTA “ACQUE SOTTERRANEE: CARTA DELLE ISOFREATICHE B.2.2.A” DEL PSC DEL COMUNE DI RAVENNA.	18
FIGURA 11 - TERRITORIO DEL DISTRETTO IDROGRAFICO DEL FIUME PO. IN ROSSO L’AREA DI STUDIO.	20
FIGURA 12 – AREE OMOGENEE INDIVIDUATE PER I BACINI REGIONALI ROMAGNOLI. CERCHIATA IN NERO L’AREA DI STUDIO.	22
FIGURA 13 – APSFR DEL DISTRETTO PO.	23
FIGURA 14 – MAPPA DELLE AREE ALLAGABILI COMPLESSIVE.....	24
FIGURA 15 – MAPPA DEL RISCHIO DISTRETTUALE.	25
FIGURA 16 – AREE DI POTENZIALE ALLAGAMENTO E AREE COSTIERE A DIVERSA PERICOLOSITÀ IDRAULICA DEL PAI- AdB BACINI REGIONALI ROMAGNOLI.....	26
FIGURA 17 – MAPPA DI PERICOLOSITÀ DEL PGRA 2019 NELL’AREA DI STUDIO.	27
FIGURA 18 – MAPPA DEL RISCHIO DEL PGRA 2019 NELL’AREA DI STUDIO RELATIVA AL RETICOLO PRINCIPALE.	28
FIGURA 19 – MAPPA DEL RISCHIO DEL PGRA 2019 NELL’AREA DI STUDIO RELATIVA AL RETICOLO SECONDARIO	29
FIGURA 20 – MAPPA DEL RISCHIO DEL PGRA 2019 NELL’AREA DI STUDIO RELATIVA ALL’AREA COSTIERA.....	29
FIGURA 21 – CLASSIFICAZIONE SISMICA REGIONE EMILIA-ROMAGNA SECONDO D.G.R. N. 1164 DEL 23 LUGLIO 2018.	34
FIGURA 22 - ZONIZZAZIONE SISMOGENETICA; IN ROSSO L’AREA DI STUDIO.	36
FIGURA 23 - UBICAZIONE SORGENTI SISMOGENETICHE (DA INGV “DATABASE OF INDIVIDUAL SEISMOGENETIC SOURCE”, DISS, VER. 3.3.0), EVIDENZIATA IN ROSSO L’AREA DI STUDIO.	37
FIGURA 24 – INTERFERENZA TRA IL TRACCIATO IN PROGETTO E LE FAGLIE ATTIVE E CAPACI DEL CATALOGO ITHACA.....	41
FIGURA 25 – MAPPA DELLA PERICOLOSITÀ DEL TERRITORIO SISMICO NAZIONALE	43
FIGURA 26 – MAPPA DI PERICOLOSITÀ SISMICA DELL’AREA INTERESSATA DALLA REALIZZAZIONE DELL’ELETTRODOTTO IN PROGETTO (CERCHIO ROSSO) ESPRESSA IN TERMINI DI ACCELERAZIONE MASSIMA DEL SUOLO CON PROBABILITÀ DI ECCEDEZZA DEL 10% IN 50 ANNI.....	44
FIGURA 27 – STRALCIO DELLA CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (MOPS) DEL COMUNE DI RAVENNA.....	46
FIGURA 28 - DIAGRAMMA DEGLI EVENTI SISMICI DEL COMUNE DI RAVENNA (RA).	47

Indice delle tabelle

TABELLA 1 – INTERFERENZE DELL’OPERA IN PROGETTO CON LA PERICOLOSITÀ ALLUVIONI DEL PGRA.....	27
TABELLA 2 – VALORI DI ACCELERAZIONE MASSIMA AL SUOLO AG PER LA ZONA SISMICA 3.....	35
TABELLA 3 – CARATTERISTICHE ZONA DI SUBDUZIONE ITSD002 - NORTHERN APENNINES ARC.....	38
TABELLA 4 – CARATTERISTICHE SORGENTE SISMOGENETICA COMPOSITA ITCS011 – ASCENSIONE-ARMAIA.....	38
TABELLA 5 – CARATTERISTICHE SORGENTE SISMOGENETICA COMPOSITA ITCS012 – MALALBERGO-RAVENNA.	39
TABELLA 6 – CARATTERISTICHE SORGENTE SISMOGENETICA SINGOLA ITCS011 – BAGNACAVALLO.....	39



1. INTRODUZIONE

Il Progetto Romagna 1&2 è relativo alla installazione e messa in esercizio di un hub energetico localizzato in parte nel tratto di mare antistante la costa emiliano-romagnola e in parte nell'area del Comune di Ravenna. Agnes S.r.l. è la società ideatrice e proponente del progetto, con sede a Ravenna (RA).

L'hub presenta caratteristiche altamente innovative, in primis l'integrazione di impianti a mare di produzione di energia da fonte solare ed eolica, la cui elettricità viene trasmessa a terra per tre diverse finalità tra loro non mutualmente esclusive:

1. immissione nella Rete di Trasmissione Nazionale;
2. stoccaggio in sistemi di immagazzinamento con batterie agli ioni di litio;
3. produzione di idrogeno verde per mezzo del processo di elettrolisi.

Agnes S.r.l., nell'espletamento dei servizi sopra indicati, intende perseguire i seguenti obiettivi generali:

- assicurare che il servizio sia erogato con carattere di sicurezza, affidabilità e continuità nel breve, medio e lungo periodo, secondo le condizioni previste nella suddetta concessione e nel rispetto degli atti di indirizzo emanati dal Ministero e delle direttive impartite dall'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas;
- concorrere a promuovere, nell'ambito delle sue competenze e responsabilità, la tutela dell'ambiente e la sicurezza degli impianti.

Le opere del Progetto sono nello specifico:

- un impianto eolico off-shore composto da 25 aerogeneratori da 8 MWp cadauno, per una capacità complessiva di 200 MWp ("Romagna 1");
- un impianto eolico off-shore composto da 50 aerogeneratori da 8 MWp cadauno, per una capacità complessiva di 400 MWp ("Romagna 2");
- un impianto fotovoltaico da 100 MWp di tipologia galleggiante;

ed opere di connessione costituite da:

- due stazioni elettriche di trasformazione 66/220 kV off-shore;
- una stazione elettrica di trasformazione 380/220/30/0,4 kV on-shore (SSE Agnes Ravenna Porto) con opere connesse tra cui un impianto di accumulo di energia di potenza pari a 50 MW e capacità di accumulo fino a 200MWh ed un impianto di produzione idrogeno per mezzo di elettrolizzatori;
- elettrodotti marini di inter-array da 66 kV ed export da 220kV, una buca giunti terra-mare per cavi export da 220 kV, cavi export terrestri a 220 kV per la trasmissione dell'energia generata dagli impianti eolici e fotovoltaico alla SSE Agnes Ravenna Porto e da questa, mediante cavi export terrestri a 380 kV alla Stazione Elettrica Terna "La Canala", individuata come punto di connessione alla RTN.



La società proponente ha iniziato a svolgere analisi di fattibilità tecnico-economiche dal 2017 e da allora sono stati compiuti notevoli sforzi di progettazione per gestire le complessità dettate dalle innovazioni tecnologiche proprie degli impianti e maturare le scelte tecniche in base alle esigenze e gli input degli stakeholder.

Nel gennaio del 2021 Agnes ha avviato ufficialmente l'iter di autorizzazione del Progetto, ai sensi dell'art. 12 del D.lgs. 387/2003 e secondo quanto disposto dalla circolare n. 40/2012 del MIT (ora MIMS). È stato superato con esito positivo la prima fase del complesso iter, ovvero l'istruttoria di Concessione Demaniale Marittima ai sensi dell'art. 36 del Codice Della Navigazione, in cui hanno espresso parere circa 30 enti, nessuno dei quali è risultato negativo o ostativo.

La società ha quindi proceduto con l'avanzamento dell'istanza di Valutazione di Impatto Ambientale (D. Lgs 152/2006), basata sullo Studio d'Impatto Ambientale e del Progetto con livello di approfondimento Definitivo, dei quali questo documento risulta parte.

1.1 Scopo del documento

Il fine del presente documento è la caratterizzazione dell'assetto geologico, geomorfologico ed idrogeologico dell'area interessata dalle opere di connessione terrestri. Un ulteriore obiettivo è lo studio relativo al PAI e le sue interferenze con il tracciato, e lo studio della sismicità dell'area, desunta dalla bibliografia esistente.

Per il raggiungimento di tale scopo è stata svolta, in una prima fase, un'indagine bibliografica con la quale è stata acquisita la documentazione tecnica disponibile; in seguito, sono stati eseguiti dei sopralluoghi in campo, volti a prendere visione dello stato dei luoghi, osservare le litologie affioranti e programmare le future indagini geognostiche, necessarie per definire la successione stratigrafica e le caratteristiche geomeccaniche del terreno.

1.2 Quadro Normativo

Per la realizzazione della relazione in oggetto è stata presa in considerazione la vigente normativa tecnica con le seguenti disposizioni:

- Legge n. 64 del 02 febbraio 1974 "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche e successive integrazioni";
- A.G.I.–Associazione Geotecnica Italiana "Raccomandazioni sulla programmazione e esecuzione delle indagini geotecniche, 1977";
- Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici del 24 gennaio 1986 "Norme Tecniche relative alle costruzioni antisismiche";
- Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici del 11 marzo 1988 "Norme Tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione";



- Legge n. 109 del 11 febbraio 1994 “Legge Quadro in materia di lavori pubblici (Legge Merloni)”;
- A.G.I.–Associazione Geotecnica Italiana “Raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio, 1994”;
- Circolare n. 218/24/3 del 09 gennaio 1996 “Legge 2 febbraio 1974, n. 64. Decreto del Ministro dei lavori Pubblici 11 marzo 1988. Istruzioni applicative per la redazione della relazione geologica e della relazione geotecnica”;
- Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici del 16 gennaio 1996 “Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche”;
- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 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”.
- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3316 del 02 ottobre 2003 “Modifiche ed integrazioni all’Ordinanza del presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20.03.2003 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”.
- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3431 del 03 maggio 2005 “Ulteriori modifiche ed integrazioni all’Ordinanza del presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20.03.2003 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”.
- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3519 del 28 aprile 2006 “Criteri generali per l’individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l’aggiornamento degli elenchi delle medesime zone”.
- Circolare del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici “Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale (Allegato al voto n. 36 del 27 luglio 2007)”;
- Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici del 17 gennaio 2018 “Aggiornamento delle “Norme Tecniche per le costruzioni”;
- Circolare applicativa del Ministero delle Infrastrutture e dei trasporti n. 7 del 21 gennaio 2019 “Istruzioni per l’applicazione dell’Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018;
- Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico (P.A.I.) Autorità dei Bacini Regionali Romagnoli e successive modifiche; impianto originario approvato con Delibera Giunta Regionale n.350 del 17 marzo 2003;
- Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (P.G.R.A.) redatto ai sensi della Direttiva Europea 2007/60/CE e del Decreto Legislativo n. 49 del 23 febbraio 2010 assunto dalla Conferenza Istituzionale Permanente del 20 dicembre 2019.



1.3 Riferimenti – Documenti di progetto

AGNROM_EP-D_INQ-ORTO-TERRA: Inquadramento delle opere terrestri su foto aeree

AGNROM_EP-D_INQ-CRT-TERRA: Inquadramento delle opere terrestri su CTR

AGNROM_EP-D_INQ-PAI: Inquadramento delle opere terrestri su PAI

AGNROM_EP-D_INQ-PAI-RISCHIO: Inquadramento delle opere terrestri su PAI - Rischio Idraulico

AGNROM_EP-D_PLA-LTEC-CATASTO: Cavidotto 220kV terrestre - Planimetria catastale

AGNROM_EP-D_PLA-HTEC-CATASTO: Cavidotto 380kV - Planimetria catastale

1.4 Descrizione del tracciato

La rotta dell'elettrodotto a terra ha una lunghezza complessiva di circa 18,4 km suddivisa in due tracciati distinti e indipendenti relativi a:

- Elettrodotto in cavo interrato 220kV (2,10 km circa);
- Elettrodotto in cavo interrato 380kV (16,30 circa).

Tali distanze non sono comprensive delle lunghezze di cavidotto all'interno della fence di stazione.

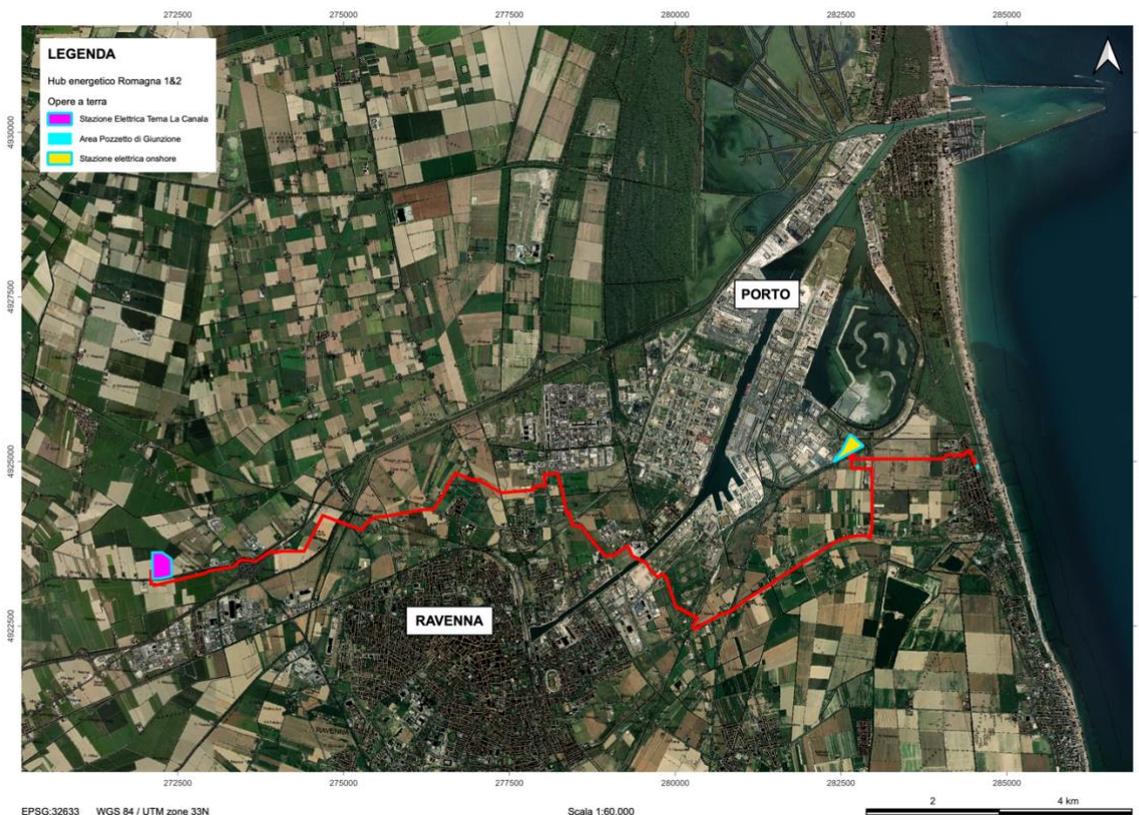


Figura 1: Tracciato di Progetto su ortofoto (in rosso)



Per quanto riguarda l'elettrodotto in cavo interrato 220 KV, il tracciato approda nei pressi di "Punta Marina" in un'area adibita a parcheggio. La rotta proposta si sviluppa sin da subito in un'area residenziale, attraversando diverse strade comunali pertinenti all'area adibita ad edifici. Verso nord attraversa Viale delle Sirti e poi costeggia Viale della Medusa; all'altezza di Via del Marinaio il tracciato cambia direzione verso ovest, e, dopo aver costeggiato Via della Chiglia, prosegue in aree agricole con lo stesso orientamento, fino all'attraversamento di Via dell'Idrovora e della SS n. 67 ed approda alla nuova stazione elettrica AT/MT/BT (in progetto).

Per quanto riguarda l'elettrodotto in cavo interrato 380 KV, il tracciato riparte dalla nuova stazione elettrica AT/MT/BT (in progetto) per attraversare la SS. N.67 con direzione Sud. Il tracciato corre lungo Via dei Germani e Via dell'Idrovora. Dopo aver attraversato via Sinistra Canale Molinetto e Via Destra Canale Molinetto, cambia direzione verso sud-ovest. Da questo punto costeggia Via Destra Canale Molinetto e attraversa il corso d'acqua "Scolo Centrale Sinistro" e la SS n.67. Dall'IPb(B)-17, il tracciato vira bruscamente verso Nord-Ovest, attraversando Via Destra Canale Molinetto, la ferrovia, e un tratto di bosco, per poi proseguire in direzione Nord parallelamente all'area boscata.

La rotta, quindi, attraversa Via Trieste prima di percorrere un'area dismessa adibita a serbatoi che si affaccia sul Naviglio Candiano. Dopo aver costeggiato Via delle Industrie, attraversa la Rotonda Belgio; da questo punto la rotta prosegue nella direzione Nord-Ovest in parallelo a Via della Chimica in un'area agricola fino ad attraversare questa via e nuovamente la ferrovia.

Dopo un tratto in area agricola, dall'IPb(B)-38 la rotta svolta verso Ovest, passando per la Rotonda dei Camionisti; per un tratto costeggia Via Romea Nord verso Sud e all'altezza di Via Chiavica Romea riprende la direzione verso Ovest attraversando terreni agricoli fino alla SP 1. La direzione prevalente è sempre verso Ovest in terreni agricoli; dopo circa 1,6 km attraversa il corso d'acqua "Scolo Fagiolo Ponente", e successivamente la ferrovia e Via Canalazzo.

Verso Nord-Ovest, il tracciato attraversa tre corsi d'acqua, Scolo Drittilo, Scolo Via Cupa e Scolo Bartolotte. Dopo un breve tratto in terreno agricolo, la direzione cambia verso Sud. Il tracciato prosegue quindi in questa direzione fino all'IPb(B)-52 dove subisce un cambio di direzione verso Ovest e attraversa la E55, per poi dirigersi verso il tratto finale del tracciato, attraversando dapprima la SS n. 16 per poi percorrere l'ultimo tratto parallelo a Via Canala (direzione Ovest). Dopo aver attraversato un corso d'acqua (Scolo Canala) e Via Canala stessa, il tracciato approda alla Stazione elettrica Terna "La Canala".

Tutta l'opera è integralmente compresa all'interno del Comune di Ravenna. Gran parte del tracciato si sviluppa sottostrada ed in terreni a prevalente destinazione agricola e, lungo il suo sviluppo, attraversa alcune principali infrastrutture e corsi d'acqua tra i quali: SS 67, la linea ferroviaria, Canale Candiano, SP 1, Scolo Via Cupa, Scolo Bartolotte, E55 e la SS16.

Tutti gli attraversamenti principali saranno realizzati con tecnologia *trenchless*.

Si faccia riferimento all'elaborato grafico "AGNROM_EP-D_INQ-CRT-TERRA" per una più pratica comprensione del tracciato dei cavi interrati a terra.



2. GEOLOGIA DEL TERRITORIO

2.1 Inquadramento geografico

Il tracciato dell'elettrodotto in progetto è situato nel territorio comunale di Ravenna, in Emilia-Romagna. L'approdo a terra del tracciato è ubicato nella frazione Punta Marina, a est del centro abitato di Ravenna; il tratto a terra si sviluppa verso ovest, a nord del centro abitato.

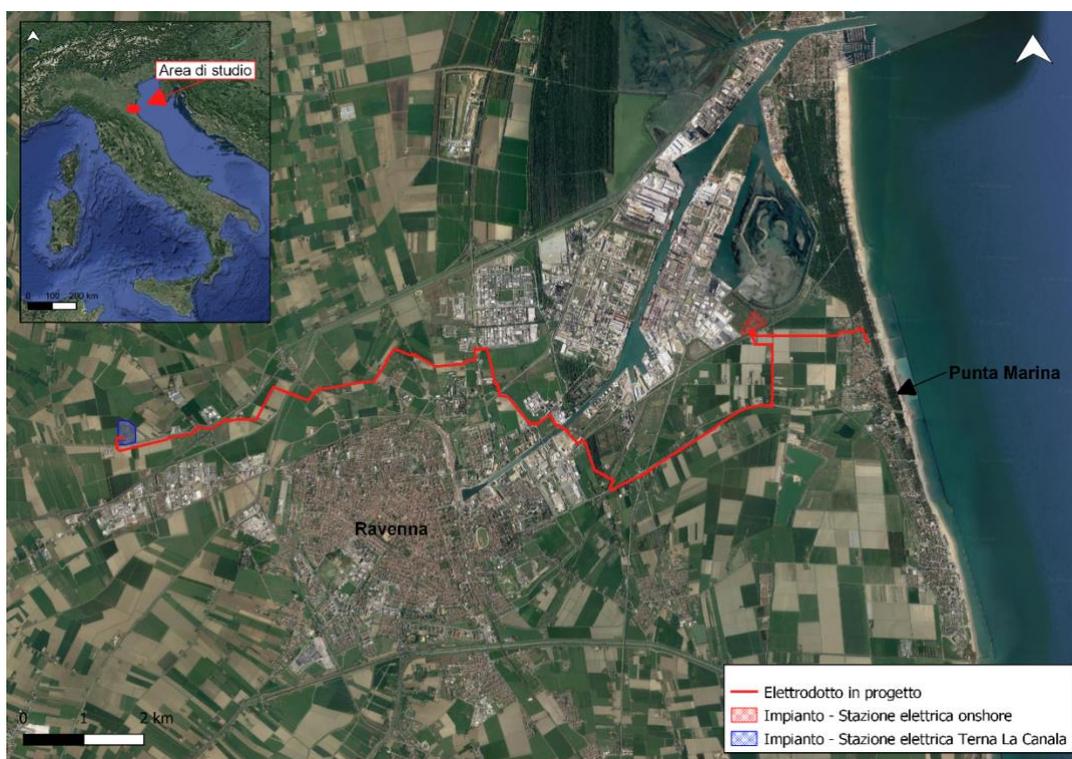


Figura 2 – Inquadramento geografico dell'area di studio.

2.2 Lineamenti geologici generali

L'assetto geologico regionale nel quale si sviluppa il tracciato in progetto appartiene al settore romagnolo della Pianura Padana. I depositi che formano l'ossatura della Pianura Padana costituiscono il riempimento del bacino di avanfossa di età plio-quadernaria, compreso tra la catena appenninica a sud e quella alpina a nord. Lo spessore complessivo delle unità quadernarie risulta di circa 1000-1500 m. L'evoluzione sedimentaria plio-quadernaria del bacino padano registra una generale tendenza "regressiva", da depositi marini via via meno profondi fino a depositi continentali (Figura 3). Si identificano quindi due distinti cicli sedimentari, uno marino (indicato in letteratura con la sigla "Qm") ed uno continentale ("Qc"); tale tendenza risulta ben riconoscibile al margine appenninico (Ricci Lucchi et al., 1982).

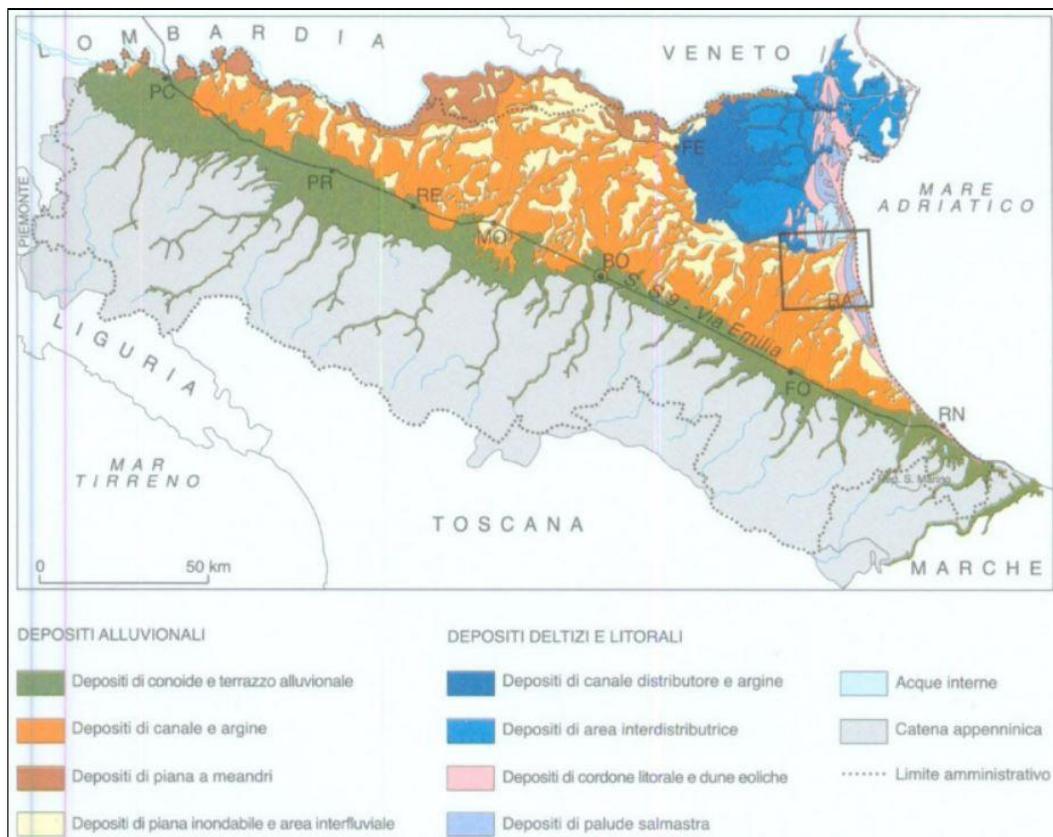


Figura 3 – Schema geologico di sintesi. Tratto dalla “Carta geologica dell’Emilia-Romagna – scala 1:250000” (1999).

Gli studi condotti dalla Regione Emilia-Romagna & ENI-AGIP (1998), basati sui profili sismici integrati da dati stratigrafici di pozzi profondi, hanno permesso di identificare la superficie di discontinuità tra i due cicli sedimentari anche nel sottosuolo della Pianura Padana, in corrispondenza del limite tra il Supersistema del Quaternario Marino (corrispondente al ciclo Qm) e il sovrastante Supersistema Emiliano-romagnolo (ciclo Qc). All’interno di queste due unità sono state riscontrate, da vari autori, discontinuità minori, che portano alla distinzione di sequenze deposizionali di rango inferiore all’interno dei due cicli sedimentari (Figura 4).

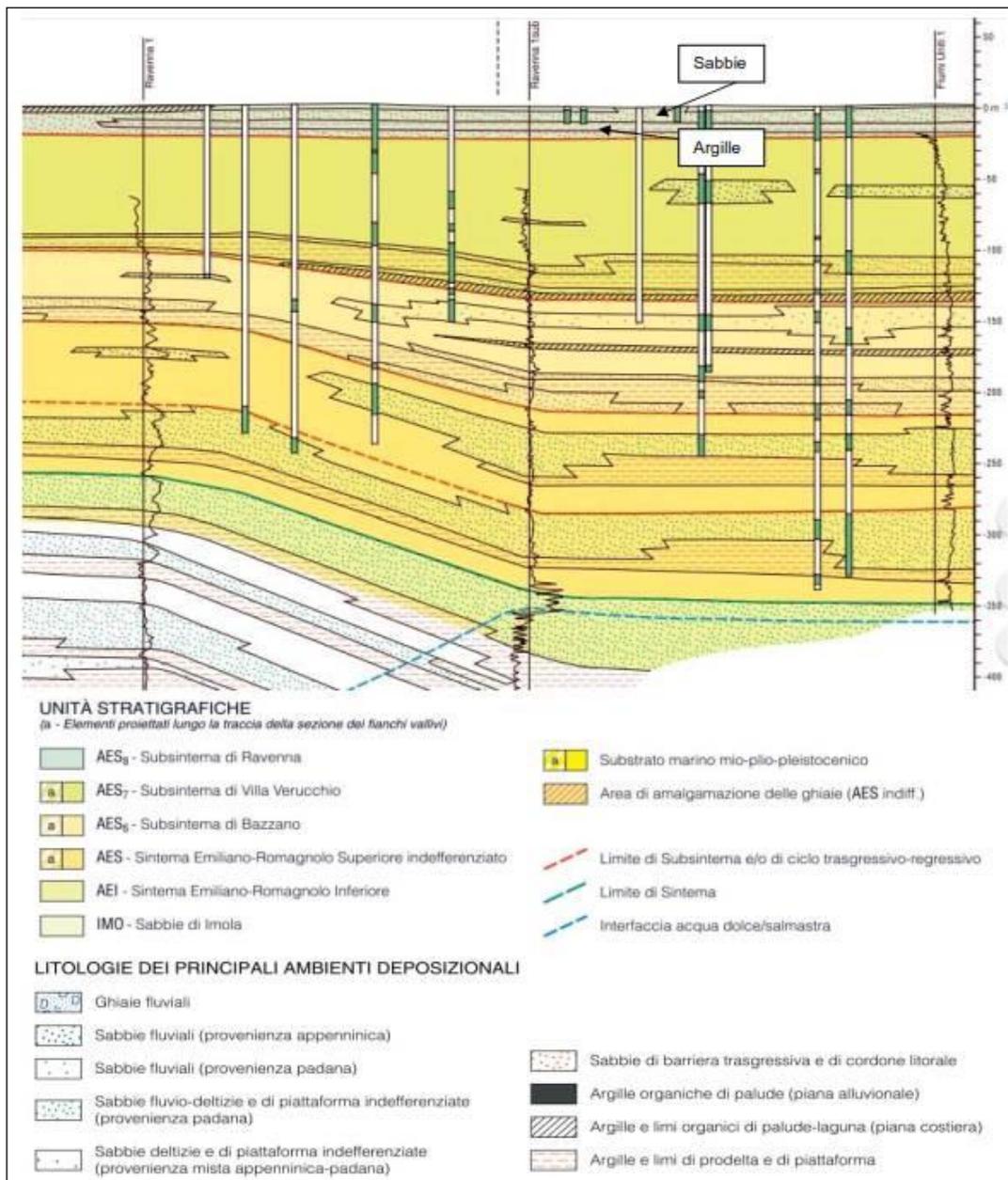


Figura 4 – Stralcio della Sezione geologica n.54 (Banca dati Servizio Geologico Regione Emilia-Romagna).

2.3 Lineamenti geologici locali

Da un punto di vista geologico l'area di studio ricade all'interno del Foglio 223 "Ravenna" della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50000 dell'I.G.M., redatta dall'I.S.P.R.A. (Progetto CARG; Figura 5).

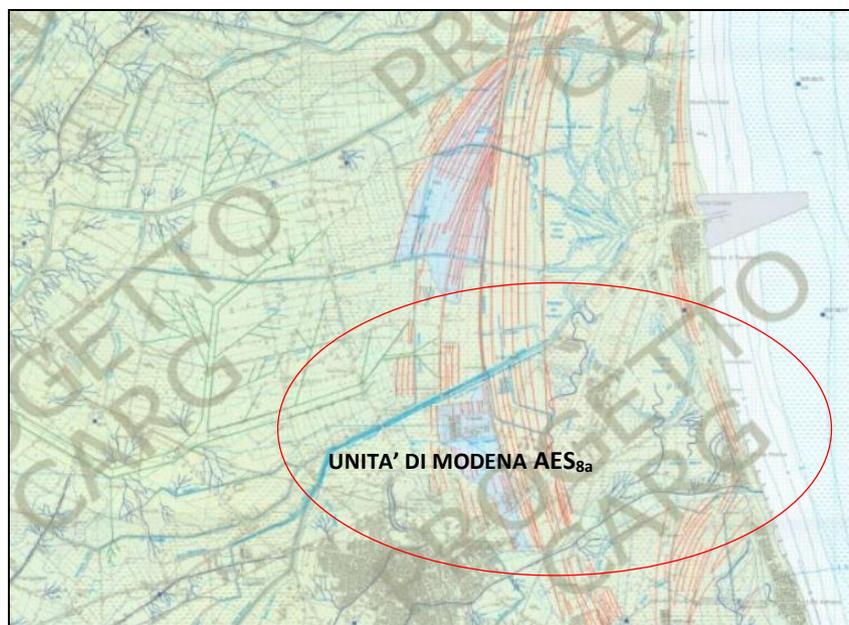


Figura 5 – Stralcio carta geologica Foglio 223 “Ravenna” della Carta Geologica d’Italia in scala 1:50000, redatta dall’I.S.P.R.A. (Progetto CARG). In rosso l’area di studio.

Relativamente all’elettrodotto in progetto, e con riferimento alla cartografia geologica ufficiale dell’Ispra sopra citata e rappresentata, i terreni interessati dal passaggio del tracciato appartengono all’**Unità di Modena** (AES8a), che contiene i depositi più superficiali (sempre affioranti) e più recenti, compresi quelli attualmente in evoluzione del Subsistema di Ravenna (AES8) (Pleistocene sup.-Olocene).

Si tratta di un’unità pellicolare, di pochi metri di spessore, che raggiunge i 10 m solo localmente, in corrispondenza dei dossi fluviali o del fronte deltizio. Questa unità è stata distinta nella parte sommitale del Subsistema di Ravenna (AES8), che comprende sabbie, argille e limi di ambiente alluvionale, deltizio e litorale, organizzati in corpi lenticolari, nastriformi, tabulari e cuneiformi, di spessore plurimetrico.

Oltre alla bibliografia scientifica, è stato preso come riferimento il database delle informazioni detenute dalla Direzione Generale Cura del Territorio ed Ambiente della Regione Emilia-Romagna consultabile nel sito minERva (<https://datacatalog.regione.emilia-romagna.it/catalogCTA/>) e visualizzabile attraverso il visualizzatore cartografico “GeoViewER Moka”.

In particolare, considerando i dati relativi alle coperture quaternarie (depositi di frana, di versante e alluvionali) è stato analizzato il tracciato in riferimento alla tipologia dei depositi affioranti (appartenenti all’Unità di Modena - AES8a) la cui acquisizione, per il territorio della pianura, deriva dal Progetto CARG alla scala 1:25000.

Per quanto riguarda l’elettrodotto in cavo interrato 220 KV, il tracciato, dal punto di approdo fino all’attraversamento di Viale delle Americhe è ubicato in depositi sabbiosi, da questa zona fino alla nuova stazione elettrica AT/MT/BT (in progetto) è ubicato in depositi prevalentemente argillosi limosi.



Per quanto riguarda l'elettrodotto in cavo interrato 380 KV, il tracciato riparte in depositi prevalentemente argillosi limosi fino a Via dei Passeri, che taglia trasversalmente Via dell'Idrovora. Da quest'area fino all'attraversamento di Via Destra Canale Molinetto le litologie attraversate sono sabbiose limose argillose. Successivamente le litologie diventano prevalentemente sabbiose fino all'attraversamento della Rotonda Belgio. Da questo punto fino all'approdo alla Stazione elettrica Terna "La Canala" le litologie affioranti attraversate sono prevalentemente argillose limose, tranne in due piccoli tratti (da Via Gregoriana e per circa 370 metri e dal km 15 circa per 300 metri) dove sono per lo più sabbiose limose argillose.

2.4 Lineamenti strutturali

L'assetto strutturale del bacino della Pianura Padana è assai complesso e strettamente legato alle dinamiche evolutive della catena subalpina e di quella appenninica. In particolare, la fascia posta tra la pianura e le prime colline dell'Appennino è stata ed è sede di intensi e complessi movimenti tettonici per la sua particolare posizione quasi "a cerniera" tra la catena appenninica in sollevamento e la pianura soggetta a subsidenza. Lo stile tettonico compressivo ed il conseguente accorciamento crostale per convergenza e collisione tra la placca europea e quella africana è accompagnato in quest'area da un pattern deformativo e da un'attività sismica molto complessi (Figura 6).

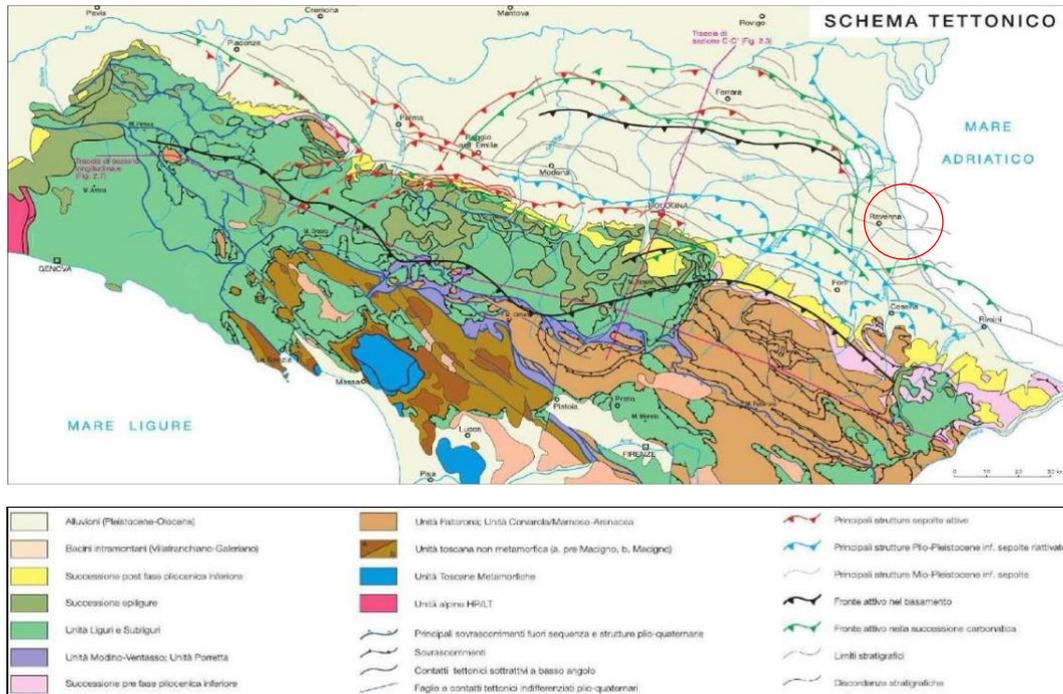


Figura 6 – Principali strutture sepolte dell'Appennino settentrionale (da Pieri & Groppi, 1981; mod.).

Dal punto di vista strutturale la Pianura Padana a sud del Po è caratterizzata dalla presenza di faglie inverse e sovrascorrimenti sepolti nord-vergenti associati ad anticlinali e costituenti fronti più esterni della catena



appenninica (Pieri & Groppi, 1975). A tal riguardo si possono distinguere due archi di pieghe principali, che da ovest verso est sono l'Arco delle Pieghe Emiliane e l'Arco delle Pieghe Ferraresi-Romagnole; un motivo strutturale sepolto di pieghe pedeappenniniche marca il margine pedemontano della Regione, delimitando la zona collinare in sollevamento dall'antistante pianura subsidente.

Il fascio di pieghe pedeappenniniche è spesso interrotto da numerose faglie con carattere di trascorrenza e con direzione NE-SO, riscontrabili anche nella morfologia di superficie della porzione collinare/montuosa della provincia ravennate.

Gli elementi strutturali significativi, rilevati nell'ambito del progetto di cartografia geologica nazionale (CARG) di maggiore dettaglio e revisionati a livello regionale coincidono in parte con le faglie riportate nel database ITHACA (vedi paragrafo 6.4).

Le intersezioni dirette fra tali faglie e il tracciato in progetto si riscontrano nel cavo interrato 380 kV (Figura 7):

- (1) sovrascorrimento profondo post-tortoniano dedotto al km 3 circa;
- (2)-(3) faglia profonda diretta dedotta al km 13,37 circa e al km 14,63 circa.

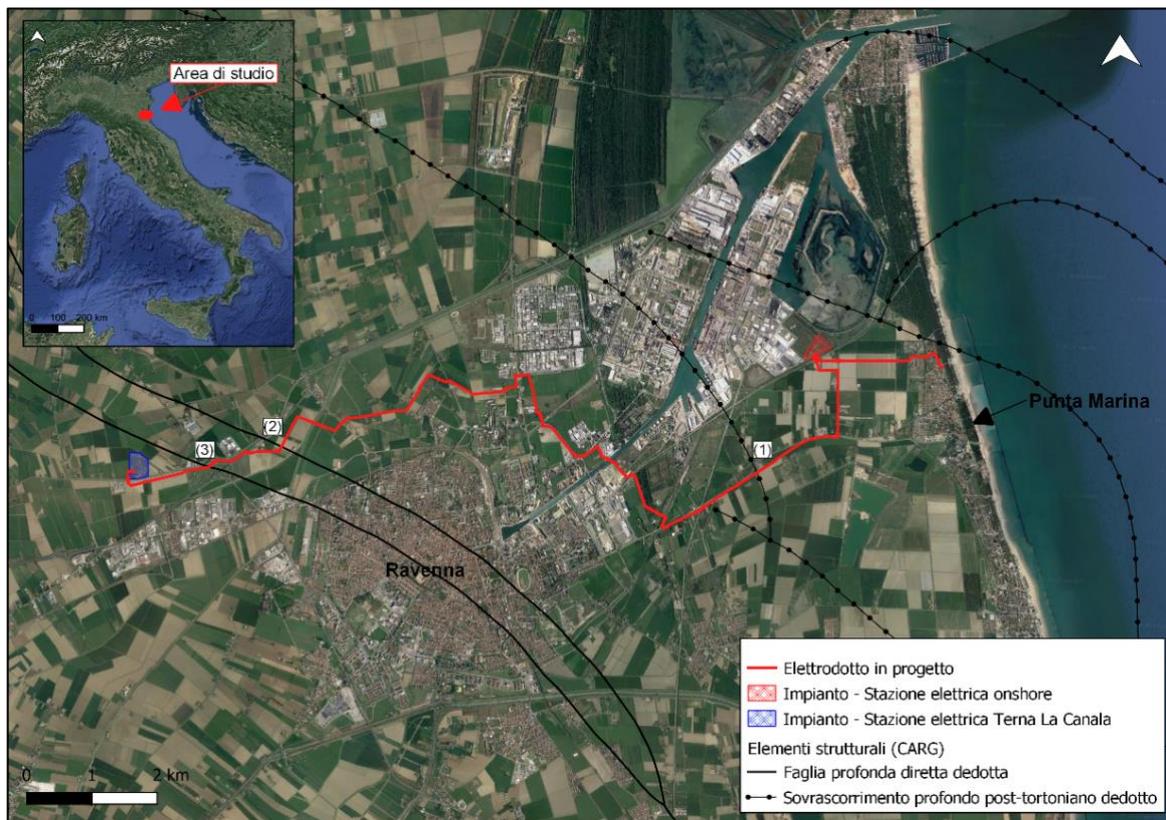


Figura 7 – Principali elementi strutturali (CARG) nell'area di studio e sovrapposizioni con il tracciato di progetto.



3. GEOMORFOLOGIA DEL TERRITORIO

Da un punto di vista morfologico, a scala regionale, l'area è il risultato della complessa interazione di processi fluviali, marini costieri e tidali, che hanno caratterizzato la dinamica deposizionale tardo-olocenica.

Il territorio è costituito da una pianura alluvionale intensamente antropizzata, con alvei fluviali pensili ed argini rialzati, rinforzati dall'uomo nel corso dei secoli scorsi al fine di 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.

Gli argini fluviali ed i rilevati stradali sono gli unici rilievi riscontrati nell'area di pianura, mentre nella zona costiera si hanno, in alcune ristrette fasce, modesti rilievi determinati dalla presenza di cordoni litorali dunosi.

Trattandosi di un territorio interamente pianeggiante tali corsi d'acqua, negli ultimi 30 anni, sono stati contenuti entro alte e consistenti arginature, fino a 12 metri dal piano campagna, per evitare che venissero allagate le zone circostanti. Le direzioni prevalenti di scorrimento sono da sud-ovest verso nord-est, così come determinato dall'esposizione predominante del versante appenninico romagnolo, mentre nel tratto terminale verso il mare l'orientazione degli alvei tende a disporsi da ovest verso est.

Il regime caratteristico dei corsi d'acqua si manifesta con piene rapide e consistenti in occasione di eventi meteorici intensi, in prevalenza nei periodi autunnali e primaverili, e magre notevoli negli inverni particolarmente aridi e d'estate. Oltre ai corsi d'acqua naturali, esiste una fittissima rete di canali artificiali nei quali confluiscono tutte le acque di scolo dei territori tra un fiume e l'altro, e dove i livelli idrici sono costantemente regolati da numerosi impianti idrovori. Nell'area di progetto insistono anche diversi specchi d'acqua e zone umide.

La zona più strettamente costiera presenta un'orientazione in senso NO-SE ad andamento leggermente concavo. La costa non presenta articolazioni morfologiche naturali (baie, insenature, ecc.) e la sua morfologia, ovunque bassa, piatta e a debole acclività verso il mare, è caratterizzata dalla presenza di spiagge sabbiose che ricoprono materiali limoso-argillosi corrispondenti a più antichi depositi palustri e alluvionali.

Una menzione particolare merita il fenomeno della subsidenza. La subsidenza è il fenomeno geodetico di abbassamento della superficie terrestre causato da cambiamenti che avvengono nel sottosuolo per cause sia naturali e sia artificiali; esso rappresenta un fattore di rischio nelle aree intensamente urbanizzate per la popolazione soggetta ad inondazione o per le strutture ad elevato carico statico, quando l'abbassamento del terreno è particolarmente consistente o quando la topografia è già depressa e vicina, o addirittura al di sotto del livello del mare.

In Italia le aree interessate da processi di subsidenza sono individuabili in corrispondenza sia della Pianura Padano-Veneta (inclusi i margini meridionali dei laghi alpini) sia di molte piane costiere (ad esempio la Pianura Pontina). Ben noti in letteratura e oggetto di un'attenzione particolare per la loro rilevanza economica e artistica sono i casi di Venezia e Ravenna. Qui hanno interagito negativamente, in passato, processi naturali e attività antropiche. Queste ultime sono ora sotto controllo, ma il fenomeno difficilmente si potrà arrestare del tutto, essendo connesso a processi diagenetici, tettonici e di riequilibrio isostatico.



Il territorio ravennate è da sempre interessato dal fenomeno della subsidenza tanto che i resti archeologici individuati nel sottosuolo della città mostrano che Ravenna fu, più volte, interessata da cosiddette “crisi subsidenziali”, con periodica ricorrenza durante tutti i suoi tre millenni di vita.

Nell’area, infatti, la compattazione naturale dei depositi sedimentari e le cause tettoniche concorrono a produrre tassi di abbassamento valutabili nell’ordine dei 3-5 mm/anno circa. A partire dal secondo dopoguerra, il territorio ravennate è stato interessato da marcati fenomeni di abbassamento a causa dell’incremento indotto dalla subsidenza antropica, che ha accelerato quella naturale, soprattutto per l’elevato emungimento di acqua dal sottosuolo per scopi industriali e, in misura minore, per scopi irrigui.

Significativi abbassamenti si sono avuti specialmente nell’area della zona industriale, dove è più alta la concentrazione di pozzi. Da studi bibliografici è emerso che, soprattutto negli anni ’70, le velocità di abbassamento sono state di alcuni cm/anno, mentre attualmente tali valori sono sotto controllo e si sono ridotti abbondantemente per l’applicazione di una serie di misure e provvedimenti volti ad un più razionale sfruttamento delle risorse sotterranee, non arrivando, tuttavia, ad annullarsi completamente.

È importante sottolineare che il fenomeno della subsidenza non influenza negativamente l’opera in progetto; infatti, le infrastrutture presenti in tale territorio da decenni non hanno riportato alcuna problematica relativa alla subsidenza.

3.1 Interferenze geomorfologiche dei tracciati

L’analisi geomorfologica non ha messo in luce aree geomorfologiche da attenzionare legate all’instabilità dei versanti essendo l’area di studio esclusivamente pianeggiante.

L’area di studio è, invece, soggetta a pericolosità idraulica; il tracciato di progetto, infatti, presenta delle interferenze con gli areali perimetrati dalle carte della pericolosità del PGR (Piano Gestione Rischio Alluvioni).

Queste interferenze non producono criticità all’opera in progetto dato che il cavidotto sarà totalmente interrato, e non ostacolerà il normale deflusso delle acque superficiali.

Per quanto riguarda gli attraversamenti fluviali si evidenzia che i canali ed i corsi d’acqua minori verranno attraversati in molti casi a cielo aperto, prevedendo un accurato e ponderato approfondimento della posa del cavidotto. Nel caso di Canale Principale, Scolo Centrale Sinistro, Canale Candiano, Scolo Drittolo, Scolo Via cupa, Scolo Bartolotte e Scolo Canala, l’attraversamento verrà realizzato mediante tecnologia *trenchless*, garantendo ampi margini di copertura, senza interferire direttamente con le sponde e gli argini pensili (dove presenti).

L’attraversamento dei corsi d’acqua, con scavi a cielo aperto, necessita di opere di ingegneria naturalistica (da concordare con l’autorità competente), la cui funzione è quella di evitare fenomeni di erosione spondale e di fondo in corrispondenza della sezione di attraversamento del tracciato.



4. INQUADRAMENTO IDRAULICO E IDROGEOLOGICO

La morfologia pianeggiante del territorio interessato dall'opera in progetto è caratterizzata dalla presenza di una fitta rete di corsi d'acqua, sia alvei fluviali che canali di scolo e di bonifica (Figura 8). L'idrografia è fortemente antropizzata, con arginature, regolarizzazioni d'alveo e rettifiche, fino a raggiungere, negli areali di bonifica, caratteri di completa artificialità con molteplici situazioni di scolo meccanico delle acque meteoriche.

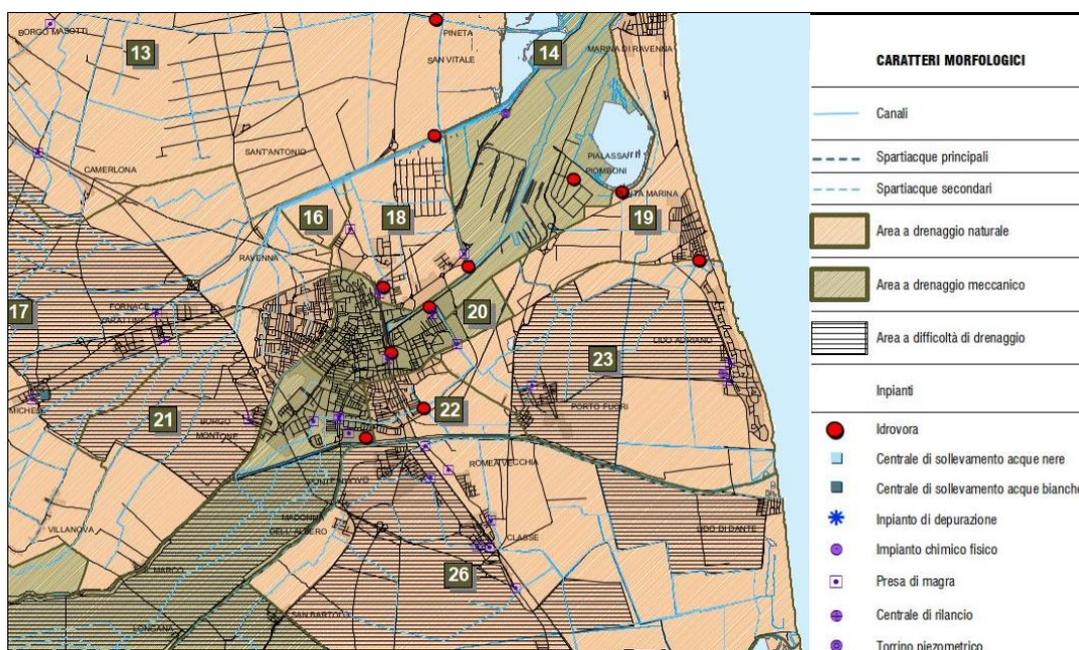


Figura 8 – Stralcio della carta “Acque superficiali: Carta del drenaggio B.2.1” del PSC del comune di Ravenna.

I corsi d'acqua principali, a sud della città, sono rappresentati dal F. Ronco e dal F. Montone, entrambi corsi naturali che si originano sulla catena appenninica a monte di Forlì e che, raggiunto l'abitato di Ravenna, confluiscono formando i Fiumi Uniti, con sbocco al mare tra Lido di Dante e Lido Adriano.

Un altro importante canale è il cosiddetto Scolo La Canala, nei pressi del quale è localizzata la Stazione elettrica Terna “La Canala”, che drena una vasta area ad ovest e nord della città di Ravenna, confluendo in mare presso Porto Corsini.

Da un punto di vista idrogeologico, secondo lo studio condotto da Regione Emilia-Romagna & ENI-AGIP (1998), nell'ambito del territorio della pianura romagnola si possono riconoscere diversi corpi acquiferi, posti a varie profondità, separati da diversi livelli impermeabili più o meno potenti.

In particolare, le attuali conoscenze permettono di ipotizzare la suddivisione del sistema nelle seguenti unità idrogeologiche, dall'alto verso il basso :



- Acquifero freatico superficiale: dai dati bibliografici e dalla profondità media dei pozzi presenti si evidenzia che l'acquifero superficiale presenta mediamente una potenza variabile tra i 15 e 20 m. Tale acquifero freatico è spesso legato ad una circolazione in terreni misti costituiti generalmente da alluvioni e depositi di palude salmastra, con potenze da pochi metri sino ad oltre 10 m, che sovrastano il banco sabbioso litorale; talora, in alternativa, si riscontrano terreni coesivi argilloso-limosi inframmezzati da lenti sabbiose alluvionali;
- Livello impermeabile argilloso di separazione;
- Sistema di acquiferi con falde in pressione.

Per la pianura emiliano-romagnola, sono state introdotte tre nuove unità stratigrafiche, denominate Gruppo acquifero A, B e C (Figura 9).

PRINCIPALI UNITA' STRATIGRAFICHE				ETA' (milioni di anni)	SCALA CRONOSTRATIGRAFICA (milioni di anni)	UNITA' IDROSTRATIGRAFICHE			
AFFIORANTI		SIEPOLTE				GRUPPO ACQUIFERO	COMPLESSO ACQUIFERO		
QUATERNARIO CONTINENTALE	TERRE ROSSE, DILUVIUM, ALLUVIUM, TERRAZZI E ALLUVIONI	FORMAZIONE FLUVIO - LACUSTRE	UNITA' DI SULLA DEL POPO	UNITA' DI CA' DI SOLA	ALLUVIONI / QUATERNARIO MARINO E SABBIE DI ASTI	PLEISTOCENE SUPERIORE - OLOCENE	A	A1	
								A2	
	A3								
	A4								
QUATERNARIO MARINO	DILUVIUM p.p.	FORMAZIONE FLUVIO - LACUSTRE	UNITA' DI SULLA DEL POPO	UNITA' DI CA' DI SOLA	ALLUVIONI / QUATERNARIO MARINO E SABBIE DI ASTI	PLEISTOCENE MEDIO	B	B1	
								B2	
	B3								
	B4								
QUATERNARIO MARINO	MILAZZANO SABBIE di CASTELVETRO p.p. SABBIE GIALLE di SACOLA p.p.				ALLUVIONI / QUATERNARIO MARINO E SABBIE DI ASTI	PLEISTOCENE INFERIORE	C	C1	
	MILAZZANO e CALABRIANO p.p. SABBIE di CASTELVETRO p.p. SABBIE GIALLE di SACOLA p.p.							C2	
	CALABRIANO p.p. SABBIE di MONTERICCO FORMAZIONE di TERRA del SOLE p.p.							C3	
	CALABRIANO p.p. FORMAZIONE di CASTEL ARQUATO p.p.							C4	
P ₂	FORMAZIONE di CASTEL ARQUATO p.p.				FLIOCENE MEDIO - SUPERIORE			C5	
						FLIOCENE INFERIORE			
						FLIOCENE MEDIO - SUPERIORE			
						FLIOCENE INFERIORE			
						FLIOCENE MEDIO - SUPERIORE			
						FLIOCENE INFERIORE			
						FLIOCENE MEDIO - SUPERIORE			
						FLIOCENE INFERIORE			
						FLIOCENE MEDIO - SUPERIORE			
						FLIOCENE INFERIORE			
						FLIOCENE MEDIO - SUPERIORE			
						FLIOCENE INFERIORE			
						FLIOCENE MEDIO - SUPERIORE			
						FLIOCENE INFERIORE			
						FLIOCENE MEDIO - SUPERIORE			
						FLIOCENE INFERIORE			
						FLIOCENE MEDIO - SUPERIORE			
						FLIOCENE INFERIORE			
						FLIOCENE MEDIO - SUPERIORE			
						FLIOCENE INFERIORE			
						FLIOCENE MEDIO - SUPERIORE			
						FLIOCENE INFERIORE			
						FLIOCENE MEDIO - SUPERIORE			
						FLIOCENE INFERIORE			
						FLIOCENE MEDIO - SUPERIORE			
						FLIOCENE INFERIORE			
						FLIOCENE MEDIO - SUPERIORE			
						FLIOCENE INFERIORE			
						FLIOCENE MEDIO - SUPERIORE			
						FLIOCENE INFERIORE			
						FLIOCENE MEDIO - SUPERIORE			
						FLIOCENE INFERIORE			
						FLIOCENE MEDIO - SUPERIORE			
						FLIOCENE INFERIORE			
						FLIOCENE MEDIO - SUPERIORE			
						FLIOCENE INFERIORE			
						FLIOCENE MEDIO - SUPERIORE			
						FLIOCENE INFERIORE			
						FLIOCENE MEDIO - SUPERIORE			
						FLIOCENE INFERIORE			
						FLIOCENE MEDIO - SUPERIORE			
						FLIOCENE INFERIORE			
						FLIOCENE MEDIO - SUPERIORE			
						FLIOCENE INFERIORE			
						FLIOCENE MEDIO - SUPERIORE			
						FLIOCENE INFERIORE			
						FLIOCENE MEDIO - SUPERIORE			
						FLIOCENE INFERIORE			
						FLIOCENE MEDIO - SUPERIORE			
						FLIOCENE INFERIORE			
						FLIOCENE MEDIO - SUPERIORE			
						FLIOCENE INFERIORE			
						FLIOCENE MEDIO - SUPERIORE			
						FLIOCENE INFERIORE			
						FLIOCENE MEDIO - SUPERIORE			
						FLIOCENE INFERIORE			
						FLIOCENE MEDIO - SUPERIORE			
						FLIOCENE INFERIORE			
						FLIOCENE MEDIO - SUPERIORE			
						FLIOCENE INFERIORE			
						FLIOCENE MEDIO - SUPERIORE			
						FLIOCENE INFERIORE			
						FLIOCENE MEDIO - SUPERIORE			
						FLIOCENE INFERIORE			
						FLIOCENE MEDIO - SUPERIORE			
						FLIOCENE INFERIORE			
						FLIOCENE MEDIO - SUPERIORE			
						FLIOCENE INFERIORE			
						FLIOCENE MEDIO - SUPERIORE			
						FLIOCENE INFERIORE			
						FLIOCENE MEDIO - SUPERIORE			
						FLIOCENE INFERIORE			
						FLIOCENE MEDIO - SUPERIORE			
						FLIOCENE INFERIORE			
						FLIOCENE MEDIO - SUPERIORE			
						FLIOCENE INFERIORE			
						FLIOCENE MEDIO - SUPERIORE			
						FLIOCENE INFERIORE			
						FLIOCENE MEDIO - SUPERIORE			
						FLIOCENE INFERIORE			
						FLIOCENE MEDIO - SUPERIORE			
						FLIOCENE INFERIORE			
						FLIOCENE MEDIO - SUPERIORE			
						FLIOCENE INFERIORE			
						FLIOCENE MEDIO - SUPERIORE			
						FLIOCENE INFERIORE			
						FLIOCENE MEDIO - SUPERIORE			
						FLIOCENE INFERIORE			
						FLIOCENE MEDIO - SUPERIORE			
						FLIOCENE INFERIORE			
						FLIOCENE MEDIO - SUPERIORE			
						FLIOCENE INFERIORE			
						FLIOCENE MEDIO - SUPERIORE			
						FLIOCENE INFERIORE			
						FLIOCENE MEDIO - SUPERIORE			
						FLIOCENE INFERIORE			
						FLIOCENE MEDIO - SUPERIORE			
						FLIOCENE INFERIORE			
						FLIOCENE MEDIO - SUPERIORE			
						FLIOCENE INFERIORE			
						FLIOCENE MEDIO - SUPERIORE			
						FLIOCENE INFERIORE			
						FLIOCENE MEDIO - SUPERIORE			
						FLIOCENE INFERIORE			
						FLIOCENE MEDIO - SUPERIORE			
						FLIOCENE INFERIORE			
						FLIOCENE MEDIO - SUPERIORE			
						FLIOCENE INFERIORE			
						FLIOCENE MEDIO - SUPERIORE			
						FLIOCENE INFERIORE			
						FLIOCENE MEDIO - SUPERIORE			
						FLIOCENE INFERIORE			
						FLIOCENE MEDIO - SUPERIORE			
						FLIOCENE INFERIORE			
						FLIOCENE MEDIO - SUPERIORE			
						FLIOCENE INFERIORE			
						FLIOCENE MEDIO - SUPERIORE			
						FLIOCENE INFERIORE			
						FLIOCENE MEDIO - SUPERIORE			
						FLIOCENE INFERIORE			
						FLIOCENE MEDIO - SUPERIORE			
						FLIOCENE INFERIORE			
						FLIOCENE MEDIO - SUPERIORE			
						FLIOCENE INFERIORE			
						FLIOCENE MEDIO - SUPERIORE			
						FLIOCENE INFERIORE			
						FLIOCENE MEDIO - SUPERIORE			
						FLIOCENE INFERIORE			
						FLIOCENE MEDIO - SUPERIORE			
						FLIOCENE INFERIORE			
						FLIOCENE MEDIO - SUPERIORE			
						FLIOCENE INFERIORE			
						FLIOCENE MEDIO - SUPERIORE			
						FLIOCENE INFERIORE			
						FLIOCENE MEDIO - SUPERIORE			
						FLIOCENE INFERIORE			
						FLIOCENE MEDIO - SUPERIORE			
						FLIOCENE INFERIORE			
						FLIOCENE MEDIO - SUPERIORE			
						FLIOCENE INFERIORE			
						FLIOCENE MEDIO - SUPERIORE			
						FLIOCENE INFERIORE			
						FLIOCENE MEDIO - SUPERIORE			
						FLIOCENE INFERIORE			
						FLIOCENE MEDIO - SUPERIORE			
						FLIOCENE INFERIORE			
						FLIOCENE MEDIO - SUPERIORE			
						FLIOCENE INFERIORE			
						FLIOCENE MEDIO - SUPERIORE			
						FLIOCENE INFERIORE			
						FLIOCENE MEDIO - SUPERIORE			
						FLIOCENE INFERIORE			
						FLIOCENE MEDIO - SUPERIORE			
						FLIOCENE INFERIORE			
						FLIOCENE MEDIO - SUPERIORE			
						FLIOCENE INFERIORE			
						FLIOCENE MEDIO - SUPERIORE			
						FLIOCENE INFERIORE			



prossimità dei principali sbocchi vallivi il gruppo acquifero C contiene anche delle ghiaie intercalate a sabbie, che costituiscono i delta conoide dei fiumi appenninici durante il Pleistocene inferiore e medio.

Come visibile nella figura sovrastante, all'interno dei Gruppi Acquiferi vengono distinti i Complessi Acquiferi; si tratta delle unità idrostratigrafiche gerarchicamente inferiori denominate con numeri progressivi a seguito del nome del Gruppo a cui appartengono (A0, A1, B1, ecc.).

I depositi presenti nell'area interessata dalla realizzazione dell'opera rientrano nel Gruppo Acquifero A – Complesso Acquifero A0. Si tratta di una falda freatica superficiale alimentata dall'infiltrazione diretta, dalle perdite di subalveo del reticolo idrografico e dall'irrigazione, regimata dalla rete di canali e scoli consorziali e soggetta ad emungimenti da parte dei pozzi presenti in zona, per scopi prevalentemente domestici.

Le caratteristiche litologiche dell'area, con presenza di livelli sabbiosi, soprattutto nell'ambito dei cordoni costieri, sono tali da poter ospitare tale acquifero freatico con livello piezometrico superficiale. Lo stralcio allegato (Figura 10) mostra infatti che nell'area di studio il livello isofreatico risulta molto superficiale, tra 0 e -2,00 m dal livello medio del mare. La falda è caratterizzata da una bassissima velocità di flusso, stimata nell'ordine di 1 m/anno.

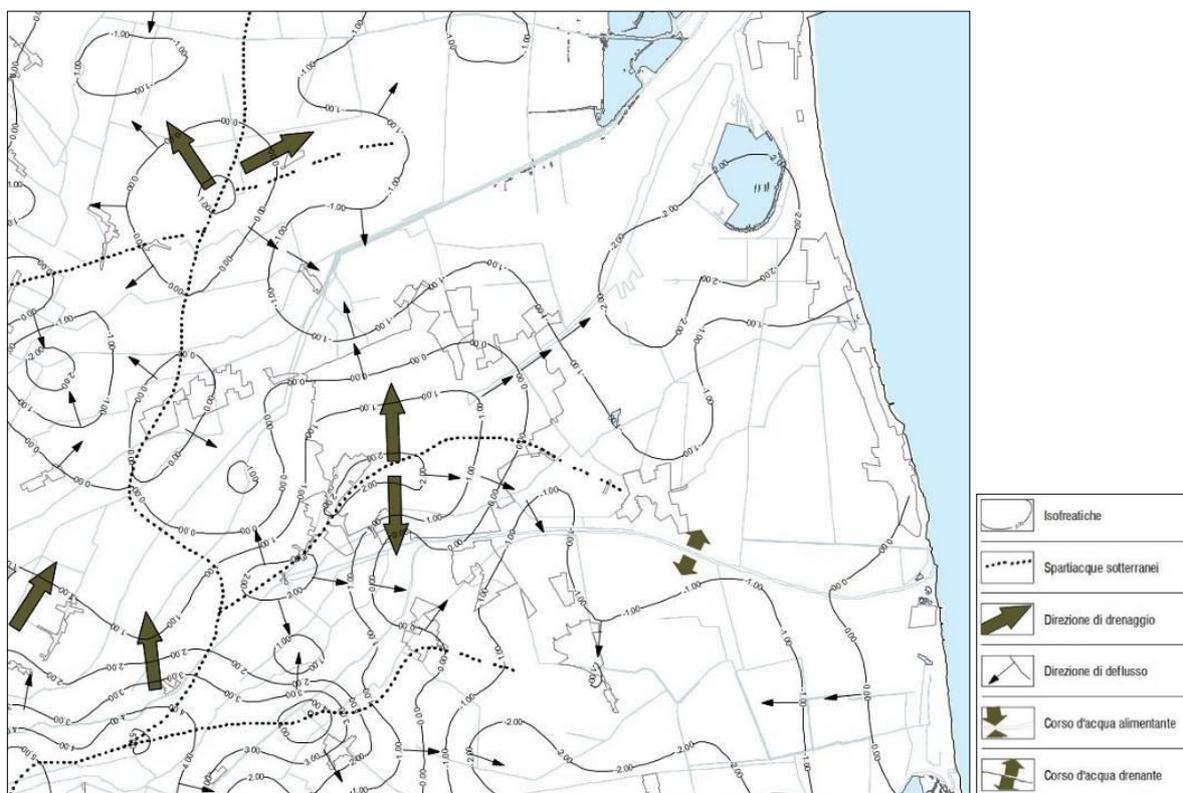


Figura 10 – Stralcio della carta “Acque sotterranee: Carta delle isofreatiche B.2.2.a” del PSC del comune di Ravenna.



Si segnala, inoltre, il problema della contaminazione salina dell'acquifero freatico costiero. La salinizzazione è aumentata notevolmente negli ultimi decenni e sta minacciando i terreni agricoli e gli ecosistemi naturali della zona costiera ravennate, come pinete, dune costiere e lagune.

Il processo di salinizzazione è causato principalmente da due fattori: l'intrusione dell'acqua di mare e la risalita di acque salmastre dalla base dell'acquifero. Il primo fenomeno è favorito dal gradiente idraulico che si genera da mare verso l'entroterra a causa della modesta elevazione dell'area (su cui incide anche la subsidenza), e dalla forte opera di drenaggio delle idrovore costrette ad abbassare la tavola d'acqua. Il secondo processo, ovvero la risalita di acque salmastre dalla base dell'acquifero, avviene sempre ad opera delle idrovore in quanto, riducendo il carico idraulico favoriscono la risalita di acque profonde con salinità, molto spesso, superiore all'acqua di mare. Gli impianti di sollevamento idraulico, essendo localizzati lontano dalla costa, generano un cono di depressione avente la massima profondità ad ovest delle Pinete storiche. In questo modo si genera una cella di flusso molto ampia che richiama acqua direttamente dal mare.

4.1 Interferenza dell'opera con aree a pericolosità idrogeologica

La pericolosità idrogeologica è stata valutata considerando gli elaborati del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) dei Bacini Regionali Romagnoli, rientrante nel territorio di competenza dell'Autorità di Bacino Distrettuale del Po, e gli elaborati del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (P.G.R.A.).

Il tracciato in progetto, essendo ubicato esclusivamente in pianura, non presenta interferenze con fenomeni di versante. Si considera, invece, la sovrapposizione con le aree a pericolosità idraulica.

4.2 Piano per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) e Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (P.G.R.A.)

Piano per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)

L'opera in progetto ricade nel territorio di competenza dell'Autorità di Bacino Distrettuale del Fiume Po (Figura 11) che, in seguito alla seduta della Conferenza Istituzionale Permanente del 23 maggio 2017, è subentrata alla già Autorità di Bacino del fiume Po e alla quale sono stati annessi i Bacini interregionali del Reno, del Fissero-Tartaro-Canal Bianco, del Conca-Marecchia e i Bacini Regionali Romagnoli.

Tuttavia, ad oggi, rimangono valide le pianificazioni di bacino pregresse come di seguito illustrato, garantendo così la continuità dell'azione di tutela del territorio. Il territorio oggetto di studio insiste sul bacino idrografico con relativa autorità competente dell'ex Autorità dei Bacini Regionali Romagnoli.

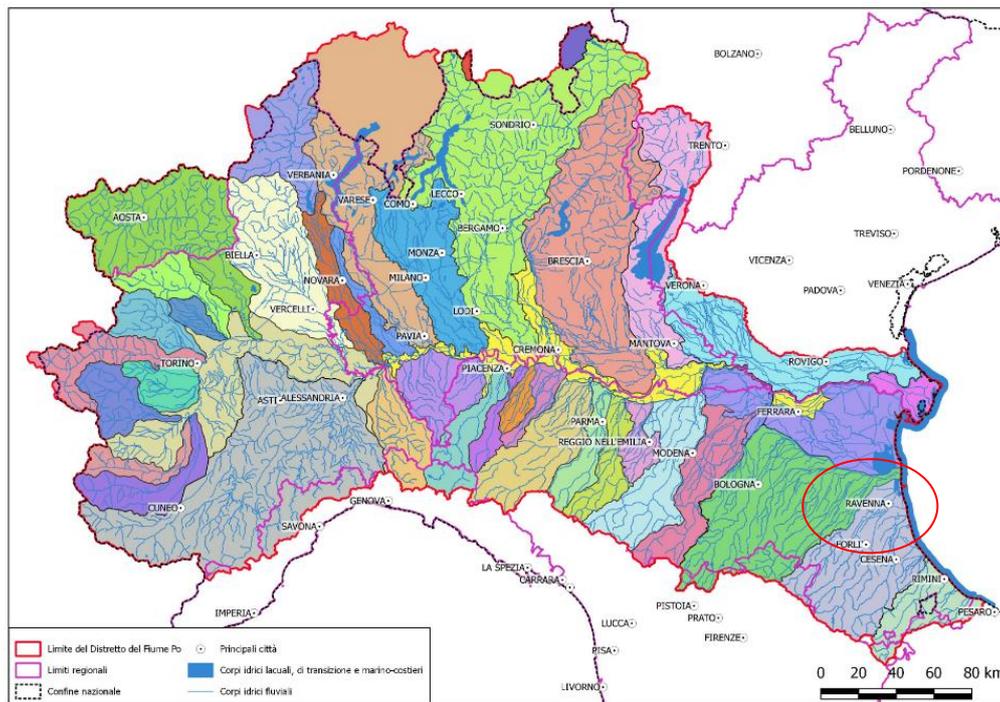


Figura 11 - Territorio del Distretto Idrografico del Fiume Po. In rosso l'area di studio.

Il Piano Stralcio per il Rischio Idrogeologico dei Bacini Romagnoli affronta in maniera organica, per tutto il territorio di competenza, le tematiche del rischio idraulico (Titolo II – Assetto della rete idrografica) e del dissesto dei versanti (Titolo III – Assetto idrogeologico), ed è stato adottato in forma di progetto fin dal 27 aprile del 2001 ed approvato (impianto originario) dalla Giunta Regionale il 17 marzo 2003 (DGR 350/2003).

Per il rischio idraulico (Titolo II – Assetto della rete idrografica) la norma prevede la perimetrazione di:

- **ALVEO (Art. 2ter):** l'alveo è perimetrato nelle tavole del Piano e rappresenta la revisione, sulla base di aggiustamenti cartografici derivanti dall'aggiornamento delle basi topografiche disponibili e delle modifiche morfologiche occorse, delle perimetrazioni dei PTCP delle Province di Forlì-Cesena e Ravenna ai sensi degli art.18 delle rispettive norme. All'interno degli alvei così delimitati vigono le prescrizioni stabilite nei suddetti art.18 delle norme dei PTCP delle Province di Forlì-Cesena e Ravenna.
- **AREE AD ELEVATA PROBABILITÀ DI ESONDAZIONE (Art. 3):** sono le aree nelle quali si riconosce la possibilità di espansione del corso d'acqua in corrispondenza di piene con tempo di ritorno non superiore a 30 anni, valutato convenzionalmente con le procedure di analisi adottate dall'Autorità di Bacino.
- **AREE A MODERATA PROBABILITÀ DI ESONDAZIONE (Art. 4):** sono le aree nelle quali si riconosce la possibilità di espansione del corso d'acqua in corrispondenza di piene con tempo di ritorno non superiore a 200 anni, valutato convenzionalmente con le procedure di analisi adottate dall'Autorità di Bacino.
- **AREE DI POTENZIALE ALLAGAMENTO (Art. 6):** sono le aree nelle quali si riconosce la possibilità di allagamenti a seguito di piene del reticolo minore e di bonifica, nonché di sormonto degli argini da parte di piene dei corsi d'acqua principali di pianura, in corrispondenza di piene con tempo di ritorno non superiore



ai 200 anni, senza apprezzabili effetti dinamici. Tali aree, individuate in conformità con il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni di cui alla Direttiva 2007/60/CE, sono indicate nelle tavole della Perimetrazione aree a rischio idrogeologico relative al territorio di pianura del bacino idrografico oggetto del presente piano.

- **DISTANZE DI RISPETTO DAI CORPI IDRICI (Art. 10):** i Comuni del territorio di pianura attraversato da corpi idrici arginati, in sede di revisione dei propri strumenti urbanistici, devono localizzare le previsioni insediative ad una distanza minima dal piede esterno delle arginature dei corsi d'acqua principali di pianura; tale zona è riportata cartograficamente nelle tavole del Piano. Per una distanza dal piede esterno degli argini dei corsi d'acqua principali di pianura, come definiti nell'art. 2, pari a metri 30, è comunque vietata ogni nuova costruzione. In tale fascia di rispetto sono consentiti unicamente gli interventi di cui al 2° comma dell'art. 3 delle presenti norme. Per i canali di bonifica si applicano le distanze definite dal R.D. 8 maggio 1904, n.368, come specificate dai vigenti regolamenti consorziali di polizia idraulica.

Per il settore della costa (Titolo IV – Costa) la norma prevede la perimetrazione:

- **AREE POTENZIALMENTE INTERESSATE DA INONDAZIONI SECONDO TRE DIVERSI SCENARI DI PERICOLOSITÀ DI INGRESSIONE MARINA DISTINTI IN BASE AI TEMPI DI RITORNO (ART. 15):** le disposizioni del presente Titolo attuano le misure relative alla costa previste dal PGRA. Al fine della mitigazione del rischio idraulico e per il coordinamento del presente piano con i contenuti del PGRA, nelle tavole 240E, 223E e 256O sono indicate le aree potenzialmente interessate da inondazioni secondo gli scenari alluvioni frequenti, poco frequenti o rare:
 - aree potenzialmente interessate da alluvioni frequenti (contraddistinte dalla sigla P3)
 - aree potenzialmente interessate da alluvioni poco frequenti (contraddistinte dalla sigla P2)
 - aree potenzialmente interessate da alluvioni rare (contraddistinte dalla sigla P1).

I bacini regionali romagnoli sono stati suddivisi in macro-aree territoriali in base alle caratteristiche medie della morfologia superficiale, dell'uso del suolo, della densità di insediamento e della natura delle inondazioni. All'interno di queste macro aree a caratteri omogenei, sono state a loro volta distinte ulteriori zone: area omogenea collina-montagna; area omogenea di pianura; area di influenza Nord Lamone ed area omogenea costa.

L'area di studio ricade all'interno dell'area omogenea di pianura (Figura 12). Questa è costituita dalla piana alluvionale tra il Lamone e il Rubicone, caratterizzata dalla presenza di depositi recenti e corsi d'acqua naturali prevalentemente pensili, che scorrono su dossi con fianchi a debole pendenza (intorno al 2%), intercalati da depressioni del cui drenaggio si incarica il reticolo di bonifica. Il sistema non presenta variazioni altimetriche evidenti (variazioni di pochi metri su distanze di alcuni chilometri) e le altitudini sono talvolta inferiori al livello del mare.

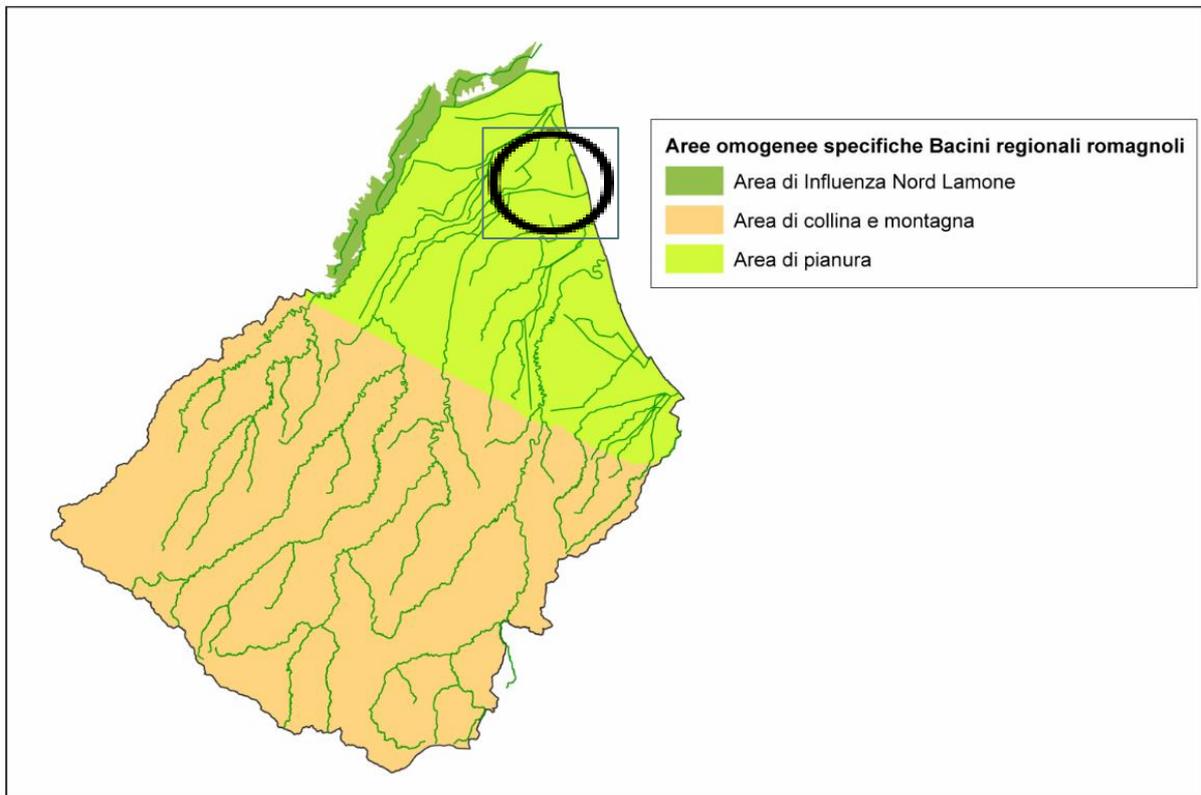


Figura 12 – Aree omogenee individuate per i bacini regionali romagnoli. Cerchiata in nero l'area di studio.

Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (P.G.R.A.)

In riferimento alla pericolosità idraulica, la Direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione ed alla gestione dei rischi di alluvioni (Direttiva Alluvioni o Floods Directive) è stata recepita con D. Lgs. 49/2010.

Le sue finalità sono quelle di istituire un quadro di riferimento per la valutazione e la gestione dei rischi di alluvioni ed il suo punto di arrivo è rappresentato dalla redazione del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (P.G.R.A.), il quale contiene tutti gli aspetti legati alla gestione del rischio di alluvioni ed ovvero la prevenzione, la protezione e la preparazione. Al suo interno comprende, anche, la fase di previsione delle alluvioni ed i sistemi di allertamento, oltre alla gestione in fase di evento.

Il bacino idrografico dei fiumi romagnoli era stato ricompreso dal D.lgs. 152/2006 nel territorio del Distretto Idrografico dell'Appennino Settentrionale. Successivamente la Legge 28 dicembre 2015 n.221 ha modificato l'individuazione dei distretti attribuendo il bacino idrografico dei bacini romagnoli al Distretto Idrografico del Fiume Po. Tale nuova attribuzione è vigente dal 2 febbraio 2016.

Ai fini degli adempimenti della direttiva Alluvioni 2007/60/CE il Distretto del Po è suddiviso in Unità di gestione (UoM Unit of Management) che coordinano la predisposizione del PGRA per le zone individuate ai sensi dell'art.5, paragrafo 1 ovvero le aree a rischio potenziale significativo di alluvione (APSR; Figura 12).

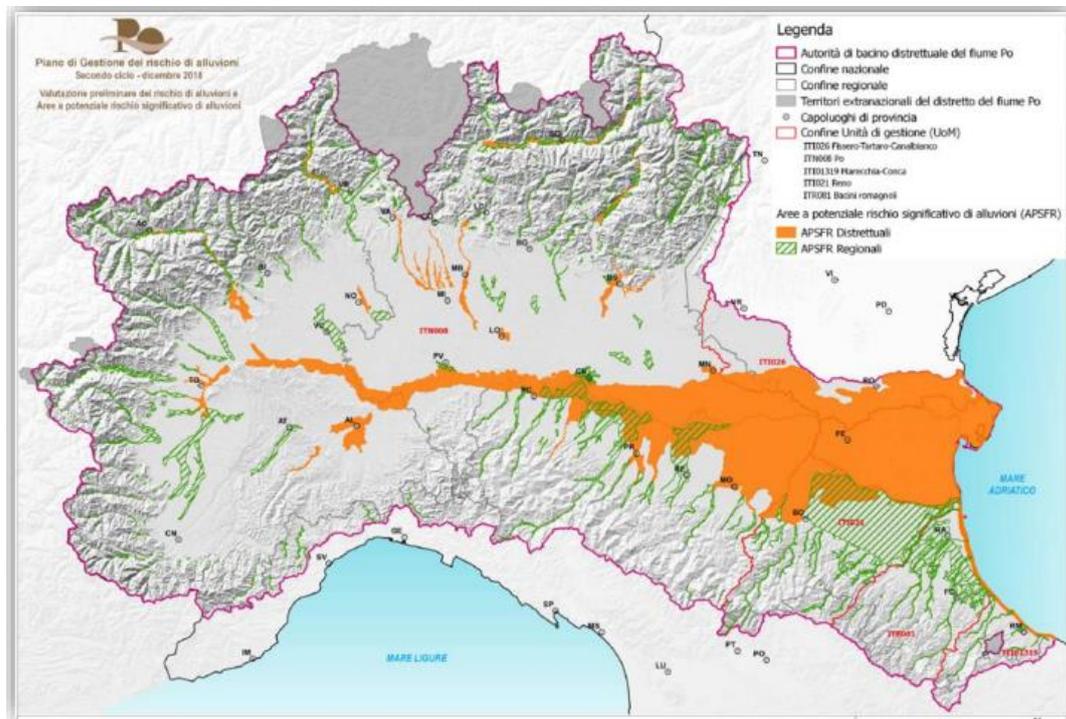


Figura 13 – APSFR del Distretto Po.

Nel Distretto del fiume Po sono considerate significative le alluvioni di origine fluviale e marina e pertanto, la mappatura è stata effettuata in relazione ad esse.

Nel II ciclo di gestione, le mappe della pericolosità sono state redatte con riferimento a tutte le Aree a Potenziale Rischio Significativo (APSFR), le quali rappresentano un sottoinsieme delle aree allagabili complessive del distretto, ove sono presenti situazioni di rischio potenziale significativo.

L'aggiornamento delle mappe di pericolosità ha riguardato pertanto:

- le mappe di pericolosità (aree allagabili, tiranti, velocità) nelle APSFR, oggetto di reporting alla Commissione europea;
- le mappe delle aree allagabili complessive (Figura 14), che costituiscono quadro conoscitivo del PAI e alle quali sono associate specifiche norme del PAI. Tali mappe sono aggiornate con Decreto del Segretario Generale, in esito a nuovi approfondimenti, realizzazione di interventi di mitigazione del rischio e al verificarsi di nuovi eventi alluvionali.

Le mappe individuano le aree potenzialmente interessate da inondazioni in relazione a tre scenari di probabilità:

- Scarsa probabilità di alluvioni o scenari di eventi estremi (P1, probabilità bassa);
- Alluvioni poco frequenti: tempo di ritorno di riferimento fra 100 e 200 anni (P2, media probabilità);
- Alluvioni frequenti: tempo di ritorno di riferimento fra 20 e 50 anni (P3, elevata probabilità).

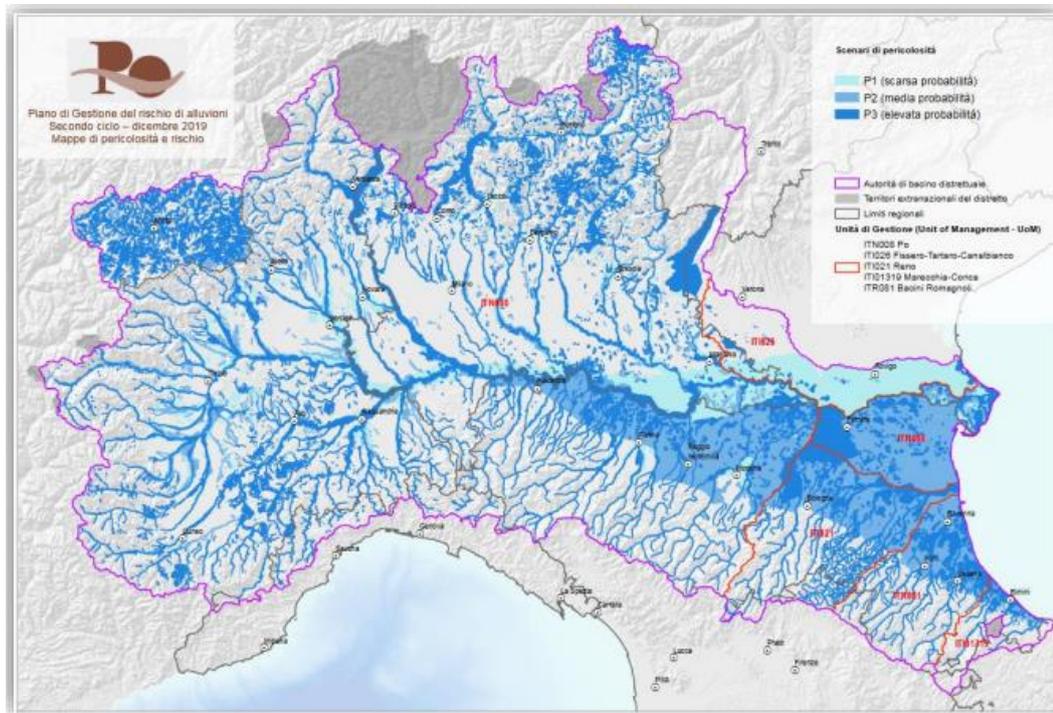


Figura 14 – Mappa delle aree allagabili complessive.

Nell’UoM del fiume Po, la rilevante estensione del bacino e la peculiarità e diversità dei processi alluvionali che avvengono lungo il suo reticolo idrografico, hanno reso necessario effettuare la mappatura della pericolosità secondo approcci metodologici differenziati per i diversi ambiti territoriali.

Tali ambiti sono di seguito brevemente descritti:

- Reticolo principale (RP): costituito dall’asta principale del fiume Po e dai suoi maggiori affluenti nei tratti di pianura e nei principali fondivalle montani e collinari (lunghezza complessiva pari a circa 5.000 km).
- Reticolo secondario collinare e montano (RSCM): costituito dai corsi d’acqua secondari nei bacini collinari e montani e dai tratti montani dei fiumi principali.
- Reticolo secondario di pianura (RSP): costituito dai corsi d’acqua secondari di pianura gestiti dai Consorzi di bonifica e irrigui nella medio-bassa pianura padana.
- Aree costiere marine (ACM): sono le aree costiere del mare Adriatico in prossimità del delta del fiume Po.
- Aree costiere lacuali (ACL): sono le aree costiere dei grandi laghi alpini (Maggiore, Como, Garda, ecc.).

Rispetto alla complessità del bacino del Po, più semplice è la situazione delle altre UoM presenti nel Distretto. Pertanto, per esse non si è ritenuto necessario adottare una differenziazione analoga a quella assunta per la UoM Po. In particolare: per le UoM Reno (ITI021), bacini Romagnoli (ITR081) e Marecchia Conca (ITI01310), non è stata effettuata la suddivisione fra reticolo principale di pianura e reticolo secondario collinare, per quanto riguarda invece l’UoM Fissero Tartaro Canalbiano (ITI026), le aree allagabili derivano quasi esclusivamente dal reticolo secondario di pianura.



La Direttiva Alluvioni stabilisce che in corrispondenza di ciascuno scenario di probabilità, siano redatte mappe del rischio di alluvioni (Figura 15).

Le mappe del rischio sono in grado di esprimere sinteticamente, attraverso un'unica mappa, il modo in cui la pericolosità (P1, P2, P3) e il danno potenziale si combinano all'interno delle aree allagabili. Le classi di rischio da alluvione sono:

- R4 rischio molto elevato
- R3 rischio elevato
- R2 rischio medio
- R1 rischio moderato o nullo

Esse, quindi, indicano le potenziali conseguenze negative derivanti dalle alluvioni nell'ambito dei tre scenari di pericolosità espresse in termini di:

1. numero indicativo degli abitanti potenzialmente interessati;
2. tipo di attività economiche insistenti sull'area potenzialmente interessata;
3. numero di impianti di cui alla Direttiva 2010/75/EU (*Industrial Emissions Directive*) che potrebbero provocare inquinamento accidentale in caso di alluvione e aree protette, come definite nell'allegato IV paragrafo 1 punti i), iii) e v) della Direttiva 2000/60/CE (Direttiva Quadro Acque, *Water Framework Directive*), potenzialmente interessate da tale inquinamento;
4. altre informazioni considerate utili dagli Stati Membri, come l'indicazione delle aree in cui possono verificarsi alluvioni con elevato volume di sedimenti trasportati e colate detritiche e informazioni su altre notevoli fonti di inquinamento.

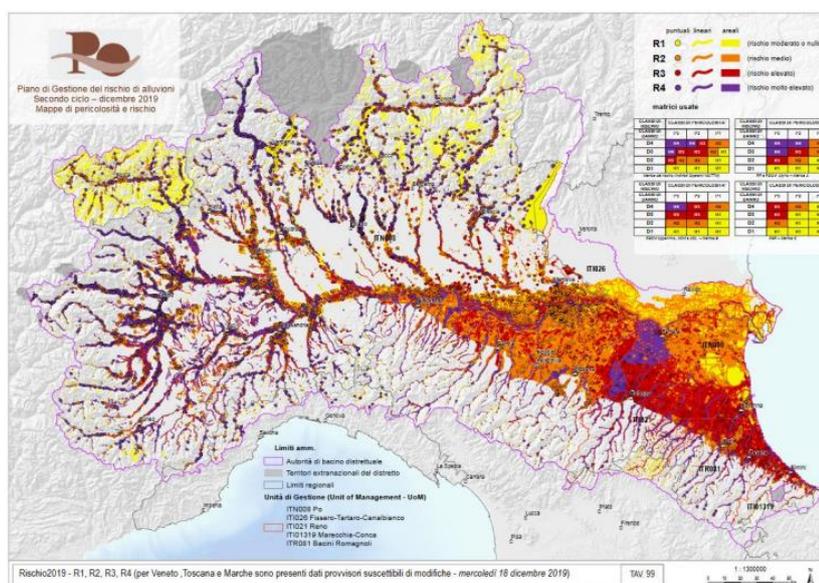


Figura 15 – Mappa del rischio distrettuale.



4.3 Interazione dell'opera con il PAI e il PGRA

Il tracciato in progetto, essendo ubicato esclusivamente in pianura, non presenta problematiche di pericolosità geomorfologica (frane).

Piano per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)

Per quanto riguarda la pericolosità idraulica, l'opera in progetto ricade interamente all'interno dell'"area di potenziale allagamento" (art. 6) cartografata nell'ambito del PAI e, per 1,3 km circa dalla zona di approdo, nell'"area potenzialmente interessata da alluvioni rare (P1)" nella zona costiera (art. 15), cartografata nell'ambito del P.G.R.A e recepita nel P.A.I. (Figura 16).

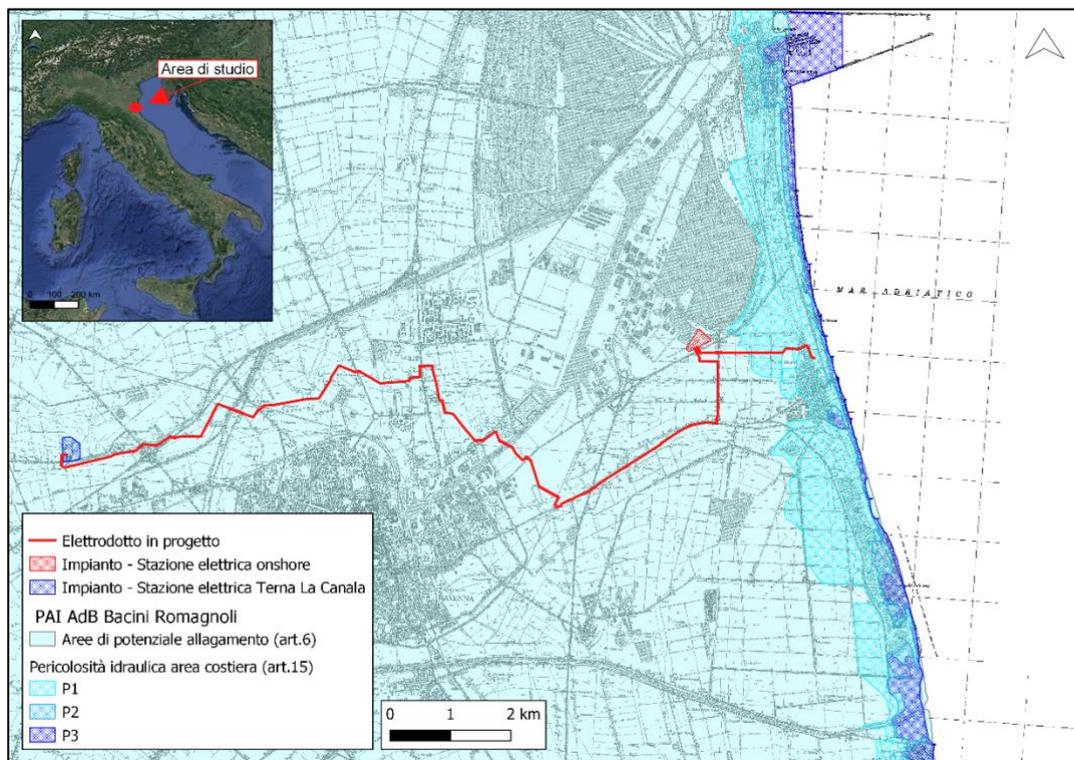


Figura 16 – Aree di potenziale allagamento e aree costiere a diversa pericolosità idraulica del PAI- AdB Bacini Regionali Romagnoli.

Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (P.G.R.A.)

Per quanto riguarda i tre scenari di alluvione previsti all'art. 6 della Direttiva 2007/60/CE e del D.lgs. 49/2010 relativi ai corsi d'acqua naturali, l'opera in progetto è soggetta ad uno scenario di elevata probabilità di alluvioni (P3) e ad uno scenario di media probabilità di alluvioni (P2) (Figura 17).

La tabella 1 mostra in dettaglio le interferenze dell'elettrodotto in progetto con le aree a diversa pericolosità da alluvioni.

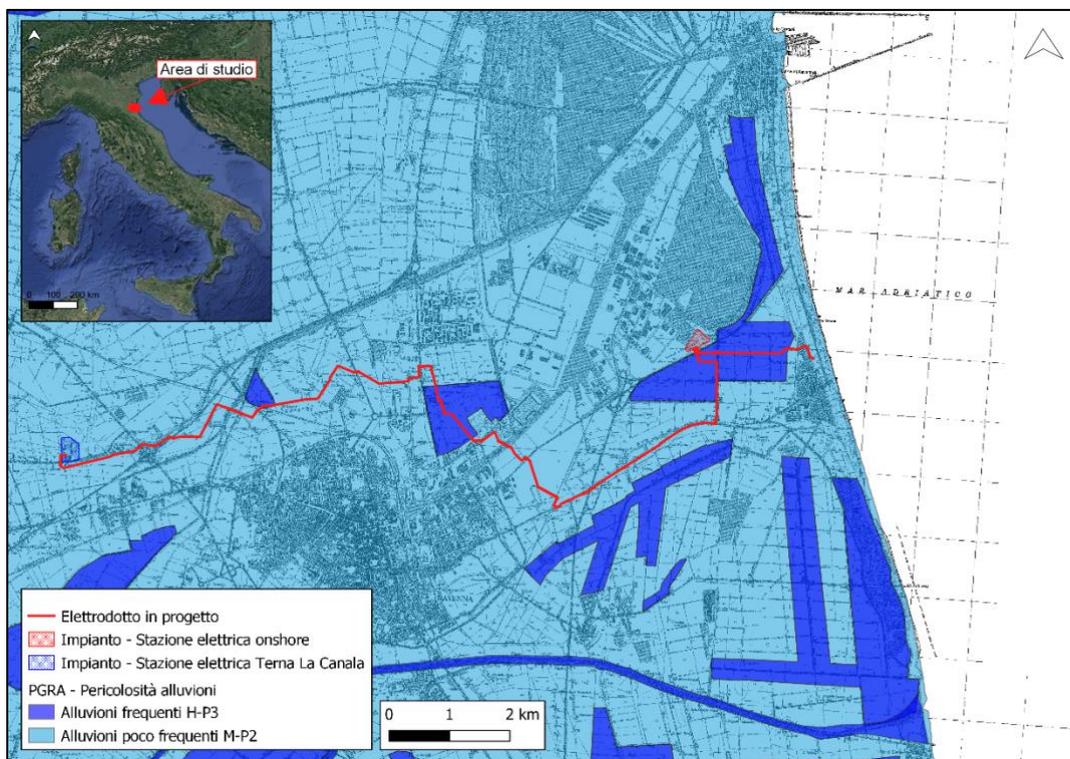


Figura 17 – Mappa di pericolosità del PGRA 2019 nell’area di studio.

Tabella 1 – Interferenze dell’opera in progetto con la pericolosità alluvioni del PGRA.

Elettrodotto	Progressive chilometriche (ca.)	Classe di Pericolosità P.G.R.A.
kV220	0+000 – 0+588	P2 – Pericolosità media
kV220	0+588 – 2+141	P3 – Pericolosità elevata
kV220	2+141 – 2+259	P2 – Pericolosità media
kV380	0+000 – 0+110	P2 – Pericolosità media
kV380	0+110 – 0+908	P3 – Pericolosità elevata
kV380	0+908 – 7+034	P2 – Pericolosità media
kV380	7+034 – 8+200	P3 – Pericolosità elevata
kV380	8+200 – 11+756	P2 – Pericolosità media
kV380	11+756 – 11+985	P3 – Pericolosità elevata
kV380	11+985 – 16+116	P2 – Pericolosità media



In corrispondenza dell'area di studio vengono riportati, di seguito, gli stralci relativi al rischio da alluvioni del reticolo idrografico principale (Figura 18), del reticolo idrografico secondario (Figura 19) e nella zona costiera (Figura 20).

Da tali stralci si evince che il tracciato attraversa per lo più aree a rischio alluvioni R1 e R2 e, molto limitatamente in aree R3.

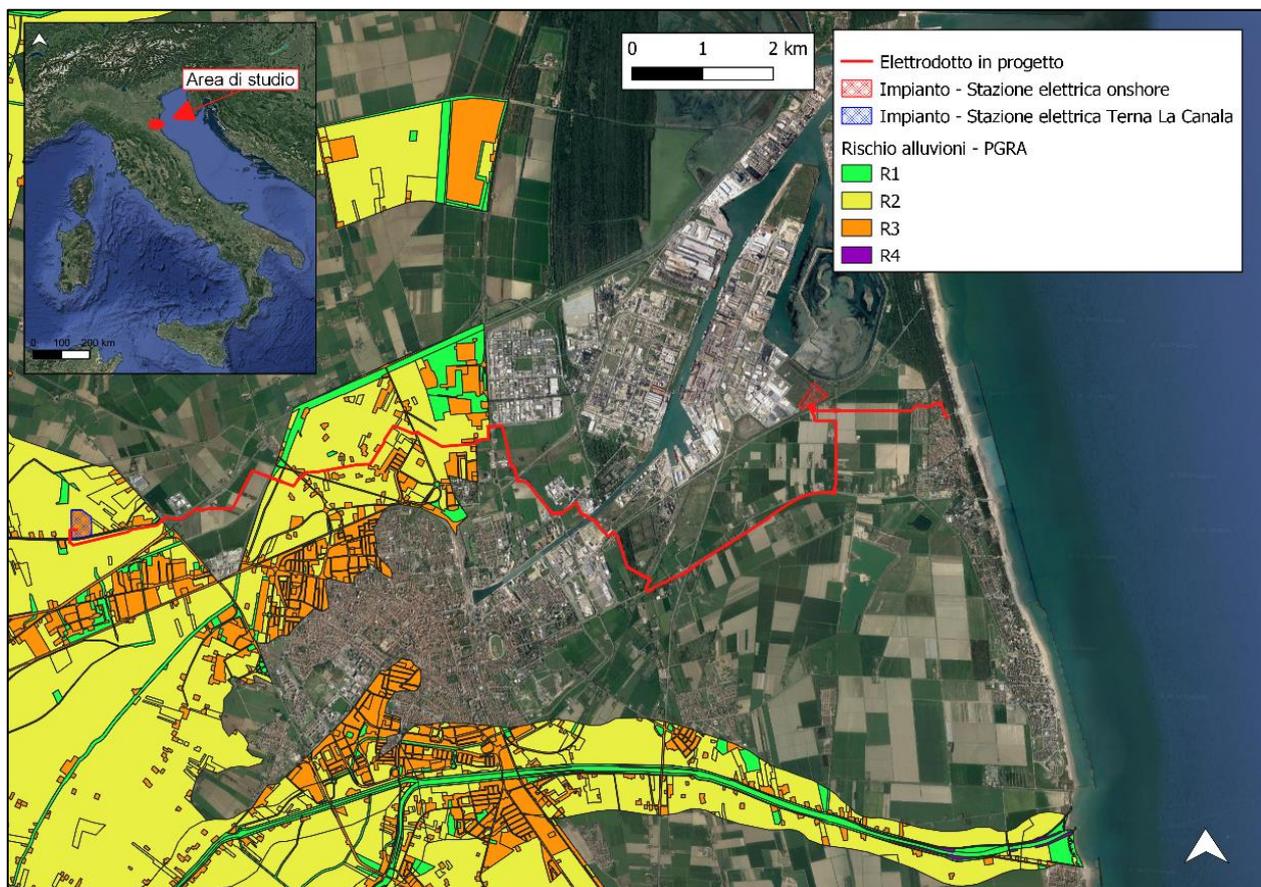


Figura 18 – Mappa del rischio del PGRA 2019 nell'area di studio relativa al reticolo principale.

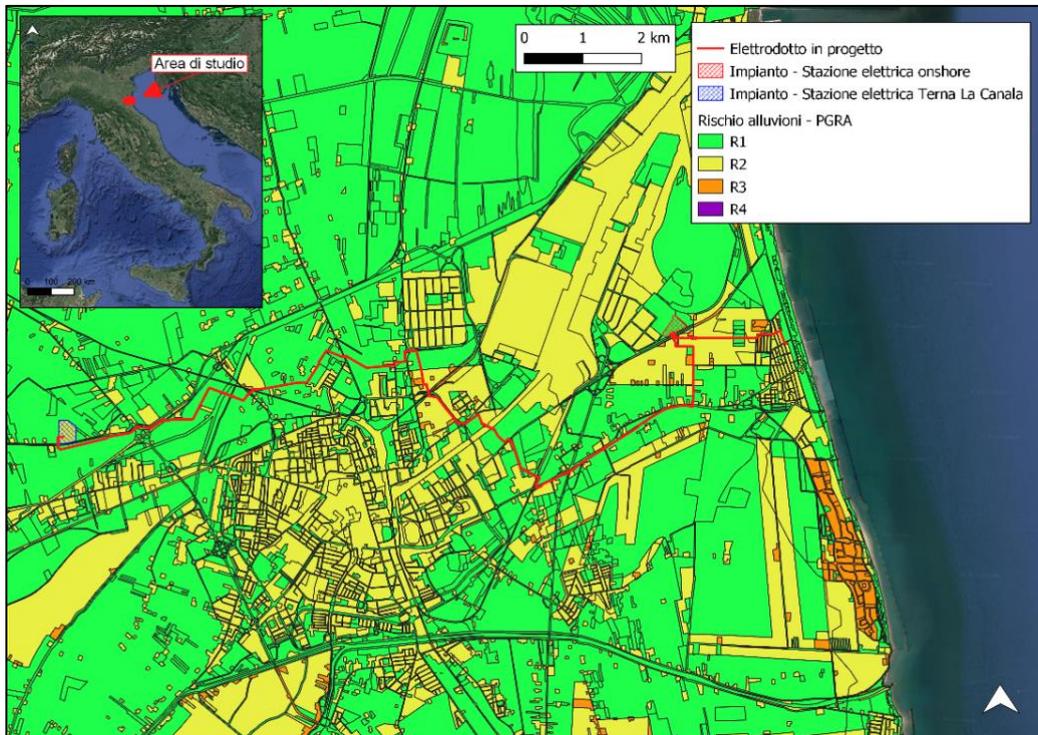


Figura 19 – Mappa del rischio del PGRA 2019 nell'area di studio relativa al reticolo secondario

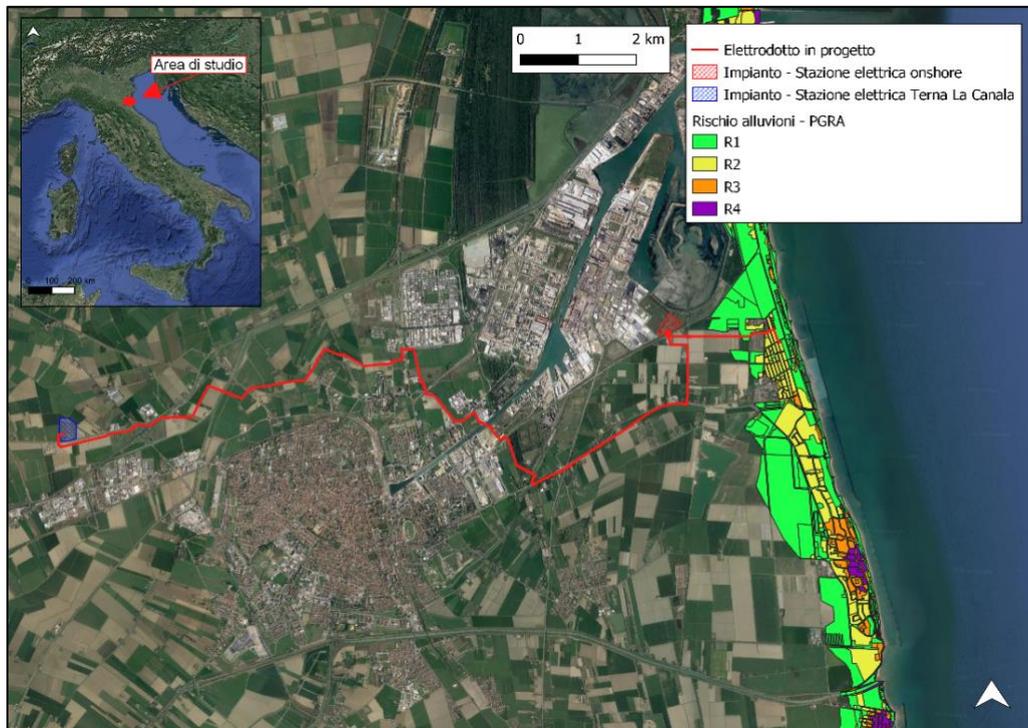


Figura 20 – Mappa del rischio del PGRA 2019 nell'area di studio relativa all'area costiera.



4.4 Riferimenti normativi P.A.I. e P.G.R.A.

Piano per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)

Secondo le Norme di Attuazione relative al PAI, approvato con Delibera Giunta Regionale n. 350 del 17 marzo 2003 (impianto originario) e successive modifiche, l'area di potenziale allagamento (art. 6) e l'area potenzialmente interessata da alluvioni rare (P1) per ingressione marina nella zona costiera, sono così normate:

- Titolo II – Assetto della rete idrografica

Art. 6 Aree di potenziale allagamento

1. Le aree di cui al presente articolo sono quelle nelle quali si riconosce la possibilità di allagamenti a seguito di piene del reticolo minore e di bonifica, nonché di sormonto degli argini da parte di piene dei corsi d'acqua principali di pianura, in corrispondenza di piene con tempo di ritorno non superiore ai 200 anni, senza apprezzabili effetti dinamici. Tali aree, individuate in conformità con il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni di cui alla Direttiva 2007/60/CE, sono indicate nelle tavole della Perimetrazione aree a rischio idrogeologico relative al territorio di pianura del bacino idrografico oggetto del presente piano.
2. Al fine di ridurre il rischio nelle aree di potenziale allagamento la realizzazione di nuovi manufatti edilizi, opere infrastrutturali, reti tecnologiche, impiantistiche e di trasporto di energia sono subordinate all'adozione di misure in termini di protezione dall'evento e/o di riduzione della vulnerabilità.
3. I Comuni il cui territorio ricade nelle aree di potenziale allagamento provvedono a definire e ad applicare tali misure in sede di revisione degli strumenti urbanistici comunali vigenti, e nel caso di adozione di nuove varianti agli stessi.
4. L'Autorità di Bacino definisce, con la "Direttiva per le verifiche e il conseguimento degli obiettivi di sicurezza idraulica", approvata con Delibera Comitato Istituzionale n. 3/2 del 20/10/2003 e s. m. e i., i tiranti idrici di riferimento e fornisce indicazioni riguardo agli accorgimenti tecnico-costruttivi e ai diversi gradi di cautela da adottare in funzione dei tiranti idrici di riferimento.
5. Le previsioni degli strumenti urbanistici vigenti vengono attuate tenendo conto delle indicazioni di cui al presente articolo. In particolare, in sede di approvazione dei progetti e di autorizzazione degli interventi i Comuni, prescrivono l'adozione di tutti gli accorgimenti tecnico - progettuali di cui ai commi 3 e 4, necessari a evitare o limitare l'esposizione dei beni e delle persone a rischi connessi all'esondazione.
6. Qualora emergano motivi per modificare le perimetrazioni delle aree di cui al presente articolo, quali modifiche morfologiche dei siti, interventi di messa in sicurezza o nuove conoscenze di tipo idrologico e idraulico o topografico, l'Autorità di Bacino apporta le necessarie varianti cartografiche al piano secondo le medesime procedure individuate ai commi 6 e 7 dell'art. 3 precedente.



- Titolo IV – Costa

Art. 15 Contenuti e finalità

1. Le disposizioni del presente Titolo attuano, per quanto di competenza della pianificazione di bacino, le misure relative alla costa previste dal Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (di seguito PGRA), redatto in adempimento della Direttiva 2007/60/CE ed in conformità con il D.lgs. 23 febbraio 2010 n. 49, al fine di perseguire la riduzione delle potenziali conseguenze negative derivanti dalle alluvioni per la vita e la salute umana, per il territorio, per l'ambiente, per il patrimonio culturale e per le attività economiche e sociali.

2. Al fine della mitigazione del rischio idraulico e per il coordinamento del presente piano con i contenuti del PGRA, nelle tavole 240E, 223E e 256O sono indicate le aree potenzialmente interessate da inondazioni secondo gli scenari alluvioni frequenti, poco frequenti o rare:

- aree potenzialmente interessate da alluvioni frequenti (contraddistinte dalla sigla P3)
- aree potenzialmente interessate da alluvioni poco frequenti (contraddistinte dalla sigla P2)
- aree potenzialmente interessate da alluvioni rare (contraddistinte dalla sigla P1)

Art.16 Aree interessate da alluvioni frequenti e poco frequenti o rare

1. Nelle aree potenzialmente interessate da alluvioni frequenti (P3) o poco frequenti (P2), le amministrazioni comunali, nell'esercizio delle attribuzioni di propria competenza opereranno in riferimento alla strategia e ai contenuti del PGRA e, a tal fine, dovranno:

a. aggiornare i Piani di emergenza ai fini della Protezione Civile, conformi a quanto indicato nelle linee guida nazionali e regionali, in cui siano specificati lo scenario d'evento atteso e il modello d'intervento per ciò che concerne il rischio idraulico.

b. assicurare la congruenza dei propri strumenti urbanistici con il quadro della pericolosità d'inondazione caratterizzante le aree facenti parte del proprio territorio, valutando la sostenibilità delle previsioni relativamente al rischio idraulico, facendo riferimento alle possibili alternative localizzative e all'adozione di misure di riduzione della vulnerabilità dei beni e delle persone esposte.

c. consentire, prevedere e/o promuovere, anche mediante meccanismi incentivanti, la realizzazione di interventi finalizzati alla riduzione della vulnerabilità alle inondazioni di edifici e infrastrutture.

2. Nelle aree potenzialmente interessate da alluvioni rare (P1), le amministrazioni comunali, in ottemperanza ai principi di precauzione e dell'azione preventiva, dovranno sviluppare le azioni amministrative di cui al punto a) del precedente comma 1.

3. Nelle more dell'attuazione delle disposizioni per la costa da parte della Regione Emilia Romagna previste dal PGRA, approvato ai sensi della Direttiva 2007/60/CE e del D.lgs. 23 febbraio 2010 n. 49, nelle aree potenzialmente interessate da alluvioni frequenti (P3) o poco frequenti (P2), i Comuni provvederanno, nell'ambito delle procedure autorizzative di loro specifiche misure di riduzione della vulnerabilità in funzione:

- delle caratteristiche del territorio e del relativo uso del suolo,



- del tipo di intervento e della destinazione d'uso prevista,
 - del riferimento ai seguenti valori dell'elevazione totale della superficie del mare indicati dal PGRA per diversi scenari e relativi tempi di ritorno:
 - 1,50 m per Tempo di ritorno pari a 10 anni;
 - 1,80 m per Tempo di ritorno pari a 100 anni;
 - 2,50 m per Tempo di ritorno superiore a 100 anni.
4. Qualora emergano motivi per modificare le perimetrazioni delle aree di cui al presente articolo, quali modifiche morfologiche dei siti, interventi di messa in sicurezza o nuove conoscenze di tipo idrologico e idraulico o topografico, l'Autorità di Bacino apporta le necessarie varianti cartografiche al piano secondo le medesime procedure individuate ai commi 6 e 7 del precedente art. 3.

Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (P.G.R.A.)

Secondo la relazione PAI "Variante di coordinamento tra il Piano Gestione Rischio Alluvioni e il Piano Stralcio per il Rischio Idrogeologico", adottata dal Comitato Istituzionale con delibera n. 2/2 del 7 novembre 2016, le aree con pericolosità P2 e P3 sono normate dalle Norme di Attuazione relative al PAI, approvato con Delibera Giunta Regionale n. 350 del 17 marzo 2003 (impianto originario) e successive modifiche. Le aree P2 sono normate dall'art. 4 e le aree P3 sono normate dall'art. 6.

- Titolo II Assetto della rete idrografica

Art. 4 Aree a moderata probabilità di esondazione

(...)

2. L'uso delle aree a moderata probabilità di inondazione andrà regolamentato in sede di revisione degli strumenti urbanistici dai Comuni tenendo conto, compatibilmente con la presenza di centri abitati, di salvaguardare ed eventualmente ampliare le aree di naturale espansione al fine:

- di mantenere e migliorare le condizioni di funzionalità idraulica del corso d'acqua in relazione alla capacità di invaso e laminazione delle piene delle aree predette anche in rapporto agli effetti sulla condizione di deflusso della rete idrografica di valle;
- di mantenere e migliorare le caratteristiche naturali e ambientali dei siti.

(...)

Art. 3 Aree ad elevata probabilità di esondazione

(...)

2. Nelle aree di cui al presente articolo sono consentiti:



- gli interventi idraulici volti alla messa in sicurezza delle aree a rischio, approvati

dall'autorità idraulica competente, tali da migliorare significativamente le condizioni di funzionalità idraulica, da non aumentare il rischio di inondazione a valle e da non pregiudicare la possibile attuazione di una sistemazione idraulica definitiva.

- demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo, ristrutturazione edilizia, così come definiti alle lettere a), b), c) e d) dell'art. 31 della legge n. 457/1978 e senza aumento di superficie o volume, ampliamento degli edifici esistenti unicamente per motivate necessità di adeguamento igienico-sanitario e di sicurezza.

3. Nelle aree di cui al presente articolo sono altresì consentiti i seguenti interventi a condizione che essi non aumentino sensibilmente il livello di rischio comportando significativo ostacolo al deflusso o riduzione apprezzabile della capacità di invaso delle aree stesse e non precludano la possibilità di eliminare le cause che determinano le condizioni di rischio:

- interventi volti a mitigare la vulnerabilità dell'edificio, nuovi manufatti che non siano qualificabili quali volumi edilizi;
- la manutenzione, l'ampliamento o la ristrutturazione delle infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico e dei relativi manufatti di servizio riferiti a servizi essenziali e non delocalizzabili, nonché la realizzazione di nuove infrastrutture parimenti essenziali e non delocalizzabili.

I progetti relativi ai suddetti interventi dovranno essere corredati da un adeguato studio di compatibilità idraulica che dovrà ottenere l'approvazione dell'autorità idraulica competente (si veda relazione "AGNROM_EP-R_REL-IDRO"). I criteri per la redazione degli studi di compatibilità idraulica sono stabiliti dall'Autorità di Bacino con apposite norme tecniche ai sensi del comma 4 del successivo articolo 7.



5. SISMICA

5.1 Classificazione sismica regionale e zonazione sismica

Gli studi sulla classificazione sismica si basano essenzialmente sulle conoscenze derivanti dai cataloghi dei terremoti, dalle ricerche sulla zonazione sismogenetica, dagli studi delle relazioni di attenuazione del moto del suolo e dalle valutazioni dell'accelerazione massima (a_{max}) attesa al sito con determinati tempi di ritorno.

La regione Emilia-Romagna con delibera n. 1164 del 23/07/2018, ritenendo valida la classificazione sismica dell'O.P.C.M. n. 3274/2003 e in seguito aggiornamenti con l'O.P.C.M. 3519/2006, ha individuato tre zone sismiche e ha stilato un elenco regionale dei comuni in zona sismica.

In base a quanto detto, il territorio comunale di Ravenna appartiene alla zona sismica 3 (Figura 21), associata ad una classe di pericolosità sismica media. Ciascuna zona è individuata mediante valori di accelerazione massima del suolo a_g con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, riferiti a suoli rigidi caratterizzati da $V_{s30} > 800$ m/s (Tabella 2).

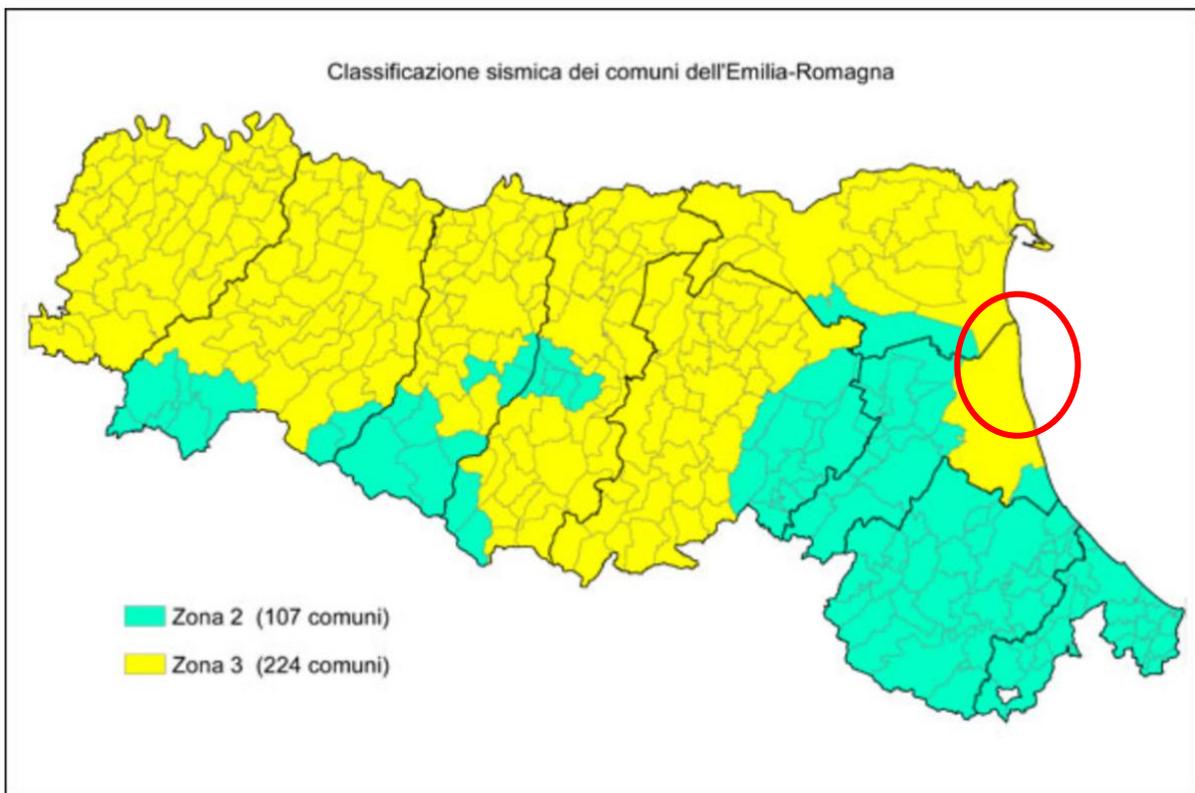


Figura 21 – Classificazione sismica Regione Emilia-Romagna secondo D.G.R. n. 1164 del 23 luglio 2018.



Tabella 2 – Valori di accelerazione massima al suolo a_g per la zona sismica 3.

Zona sismica	Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni [a_g]	Accelerazione orizzontale massima convenzionale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico [a_g]
3	$0,05 < a_g \leq 0,15$ g	0,15 g

In relazione alla microzonazione sismica della Regione Emilia-Romagna, invece, è stato approvato l'aggiornamento delle linee guida per la microzonazione sismica ai sensi della L.R. 24/2017, attraverso la D.G.R. n. 476 del 12 aprile 2021 e la D.G.R. n. 564 del 26 aprile 2021, consistenti nella disponibilità dei nuovi riferimenti relativi all'analisi di microzonazione sismica di terzo livello.

5.2 Zone sismogenetiche della regione Emilia-Romagna

Sulla base di uno studio condotto dall'INGV (Meletti & Valensise, 2004) sono state individuate nel territorio nazionale alcune aree sismogenetiche, rappresentate da zone nelle quali sono attesi terremoti con magnitudo $M \geq 5$; questa zonazione, denominata ZS9, rappresenta il principale punto di riferimento per le valutazioni di pericolosità sismica del territorio, in particolare per quanto attiene ai criteri di costruzione degli edifici.

La ZS9 si basa sui dati derivanti dal catalogo dei terremoti, dalla localizzazione delle sorgenti sismogenetiche (faglie attive) ed è quindi coerente ed aggiornato con il quadro sismotettonico del territorio nazionale ad oggi disponibile. Un importante elemento di novità rispetto al passato è rappresentato dall'utilizzo dei meccanismi focali dei terremoti italiani; in particolare, sono stati utilizzati 1051 meccanismi relativi a terremoti avvenuti tra il 1905 ed il 2003, con magnitudo compresa tra 1.9 e 6.6 e profondità ipocentrale media di 11 km.

La mappa seguente evidenzia la localizzazione delle zone sismogenetiche ZS9 con la loro denominazione numerica. Da quanto emerge il territorio comunale di Ravenna, all'interno della quale ricade l'opera in progetto, rientra nella zona sismogenetica denominata 912 (Figura 22).



5.3 Database D.I.S.S.

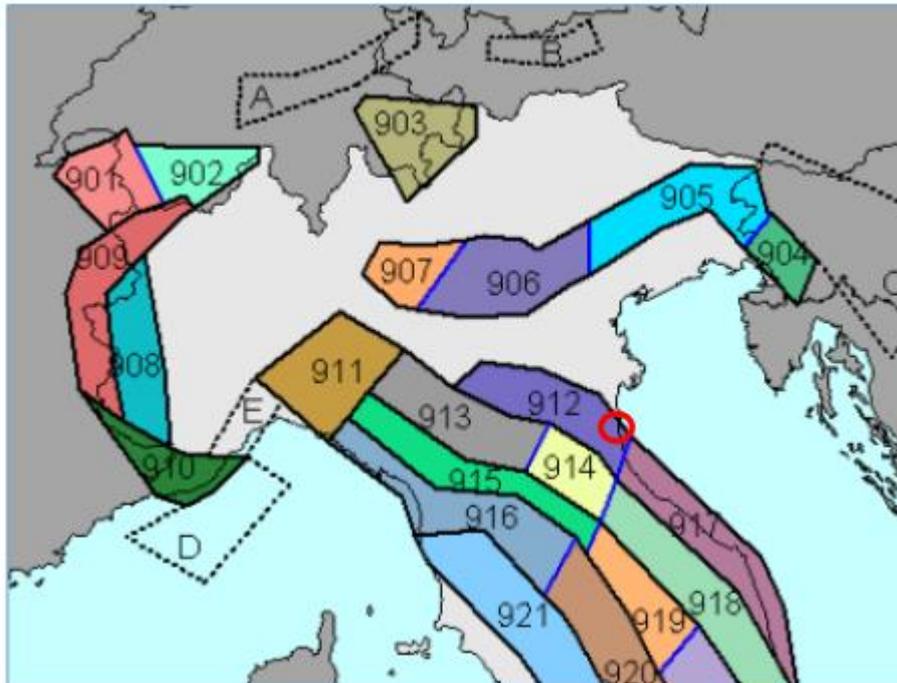


Figura 22 - Zonizzazione sismogenetica; in rosso l'area di studio.

Nel dettaglio la zona sismogenetica 912 rappresenta la porzione più esterna della fascia in compressione dell'arco appenninico settentrionale. La sismicità di tale zona sembra evidenziare l'andamento del fronte compressivo sepolto più avanzato (a ridosso del Po) che si è manifestata in occasione dei recenti terremoti del maggio 2012 nel modenese.

Per questa zona lo studio ha messo in evidenza i seguenti parametri:

- Num. Eventi $M_d > 2.0$ → 180
- Num. Eventi $M_d > 2.5$ → 141
- Num. Eventi $M_d > 3.0$ → 54
- Magnitudo massima (M_d) → 4.6
- Classe di profondità (km) → 5-8
- Profondità efficace (km) → 7

Dalla consultazione del "Database of Individual Seismogenic Source (D.I.S.S., versione 3.3.0) redatto dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (I.N.G.V.), l'area oggetto di studio risente dell'azione di alcune sorgenti sismogenetiche limitrofe, come si evince dalla figura sottostante (Figura 23), e le cui caratteristiche sono illustrate nelle tabelle sotto riportate (Tabella 3, Tabella 4, Tabella 5 e Tabella 6).



Il D.I.S.S. è una banca dati dell'I.N.G.V. delle sorgenti sismogenetiche in termini di scuotimento. Tale database contiene le informazioni relative a:

- La singola fonte sismogenetica, una rappresentazione semplificata e tridimensionale di un piano di faglia rettangolare. Si presume che le singole sorgenti sismogenetiche mostrino un comportamento “caratteristico” rispetto alla lunghezza/larghezza della rottura e all’ampiezza prevista;
- La fonte sismogenetica composta, una rappresentazione semplificata e tridimensionale di una faglia crostale contenente un numero imprecisato di fonti sismogenetiche che non può essere individuato. Le sorgenti sismogenetiche composte non sono associate a un insieme specifico di terremoti o distribuzione di terremoti;
- La zona di subduzione, una rappresentazione semplificata e tridimensionale del complesso sistema di subduzione, è principalmente identificata dai contorni di profondità della lastra subdotta. Analogamente alle fonti sismogenetiche composte, le zone di subduzione non sono associate a una serie specifica di terremoti o distribuzione di terremoti.

Nel D.I.S.S. è riportata la localizzazione e la geometria delle principali sorgenti sismogenetiche potenzialmente responsabili dei terremoti aventi magnitudo $M > 5.5$ individuate nell’area di progetto.

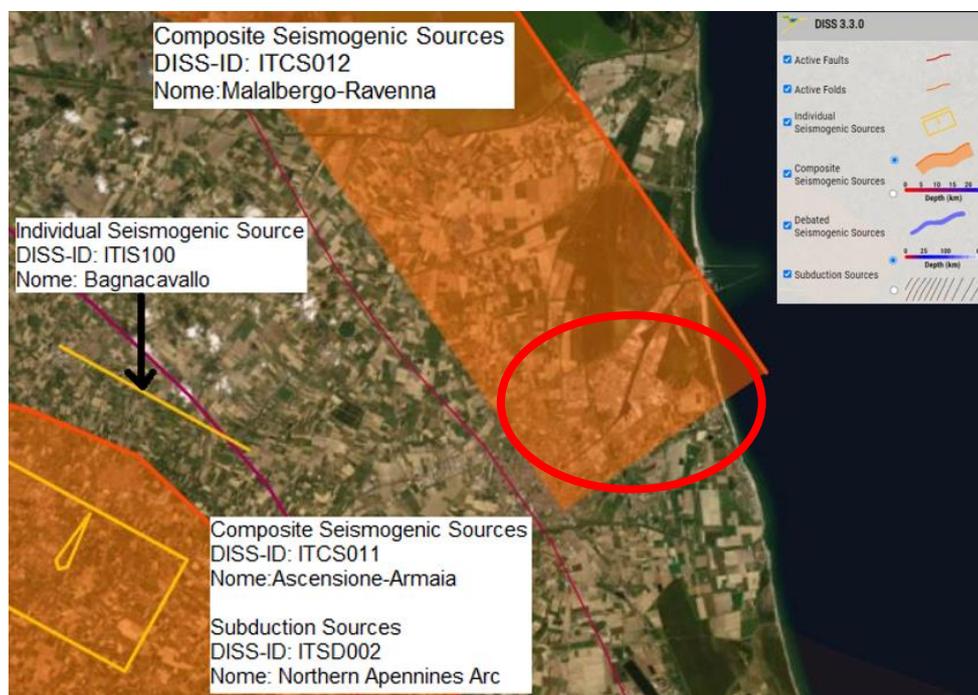


Figura 23 - Ubicazione sorgenti sismogenetiche (da INGV “Database of Individual Seismogenic Source”, DISS, ver. 3.3.0), evidenziata in rosso l’area di studio.



Le caratteristiche della zona di subduzione, delle sorgenti sismogenetiche composite e della sorgente singola prossime al sito di studio, sono elencate nelle seguenti tabelle :

Tabella 3 – Caratteristiche zona di subduzione ITSD002 - Northern Apennines Arc.

PARAMETRIC INFORMATION			
Parameter		Quality	Evidence
Min Seismogenic Depth [km]	12.0	LD	Based on various published geological profiles
Max Seismogenic Depth [km]	20.0	LD	Based on rheological profiles from Carafa et al. (2015).
Dip direction	SW	LD	Based on geophysical and geological data from various authors
Convergence azimuth [deg CW from North]	30...70	LD	Based on geodetic data from various authors.
Convergence Rate [mm/y]	0.5...1.5	LD	Based on geodetic data from various authors.
Max Magnitude [Mw]	8.1	ER	Estimated from the scaling relation by Allen & Hayes (2017) applied to the area of the largest rupture area that fits inside the seismic interface.

LD=Literature Data; OD=Original Data; ER=Empirical Relationship; AR=Analytical Relationship; EJ=Expert Judgement

Tabella 4 – Caratteristiche sorgente sismogenetica composta ITCS011 – Ascensione-Armaia.

PARAMETRIC INFORMATION			
PARAMETER		QUALITY	EVIDENCE
Min depth [km]	2.0	LD	Based on data of instrumental seismicity.
Max depth [km]	8.0	LD	Based on data of instrumental seismicity.
Strike [deg] min... max	85...150	OD	Based on consideration on regional geological data.
Dip [deg] min... max	20...40	OD	Based on consideration on regional geological data.
Rake [deg] min... max	80...120	OD	Based on geological data, constrained by orientation of T axes.
Slip Rate [mm/y] min... max	0.49...0.55	LD	Based on geological data from Maesano et al. (2015).
Max Magnitude [Mw]	6.0	EJ	Based on geological data and analysis of regional seismicity.

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



Tabella 5 – Caratteristiche sorgente sismogenetica composta ITCS012 – Malalbergo-Ravenna.

PARAMETRIC INFORMATION			
PARAMETER		QUALITY	EVIDENCE
Min depth [km]	2.0	LD	Based on geological data from various Authors.
Max depth [km]	10.0	LD	Based on geological data from various Authors.
Strike [deg] min... max	110...140	LD	Based on geological data from various Authors.
Dip [deg] min... max	25...45	LD	Based on geological data from various Authors.
Rake [deg] min... max	80...100	EJ	Inferred from regional tectonic data.
Slip Rate [mm/y] min... max	0.15...0.33	LD	Based on geological data from Maesano et al. (2015).
Max Magnitude [Mw]	6.0	EJ	Based on the strongest earthquake occurred in the region.

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

Tabella 6 – Caratteristiche sorgente sismogenetica singola ITCS011 – Bagnacavallo.

PARAMETRIC INFORMATION			
Parameter		Quality	Evidence
Min depth [km]	2.0	LD	Based on geological data from various Authors.
Max depth [km]	10.0	LD	Based on geological data from various Authors.
Strike [deg] min... max	110...140	LD	Based on geological data from various Authors.
Dip [deg] min... max	25...45	LD	Based on geological data from various Authors.
Rake [deg] min... max	80...100	EJ	Inferred from regional tectonic data.
Slip Rate [mm/y] min... max	0.1500... 0.3300	LD	Based on geological data from Maesano et al. (2015).
Max Magnitude [Mw]	7.0	ER	Estimated from Leonard's (2014) scaling relations.

LD=Literature Data; OD=Original Data; ER=Empirical Relationship; AR=Analytical Relationship; EJ=Expert Judgement

La zona di subduzione ITSD002 mette in contatto le unità umbro-marchigiane (Mesozoico-Cenozoico) sul bacino di avampaese adriatico (Lavecchia et al., 2003); nella sua porzione più orientale, rappresenta un piano di scollamento in comune con i *thrust* attualmente attivi nell'offshore adriatico e nel delta del Po.

La sorgente composta ITCS011 Ascensione-Armaia si trova a sinistra della bassa valle del T.te Savio, tra le città di Ravenna (a nord-est) e Forlì (a sud), e costituisce una parte del fronte compressivo dell'arco ferrarese.



Tale sistema di faglie costituisce l'arco interno nord-est vergente nel settore nord orientale della catena appenninica settentrionale, tra l'area pedemontana romagnola e la pianura padana.

La sorgente composita ITCS012 Malalbergo-Ravenna taglia la regione attraverso la bassa valle del Fiume Reno fino a Ravenna e appartiene anch'essa al fronte compressivo dell'arco ferrarese. Questo sistema di faglie rappresenta l'arco più esterno vergente a nord-nord est della catena appenninica settentrionale e costituisce il sistema compressivo con il potenziale sismico più dannoso nell'Appennino.

La sorgente singola ITCS011 Bagnacavallo appartiene al sistema di pieghe più interno dell'Arco ferrarese-romagnolo, che rappresenta la parte più esterna del cuneo compressionale appenninico. Non sono presenti studi specifici sulla sorgente, ci sono solo pochi studi sul terremoto dell'11 Aprile 1688. Le informazioni sull'ubicazione, la geometria e l'attività recente possono essere desunte da lavori che trattano della geologia e geomorfologia della piana del Po.

5.4 Faglie attive e capaci

Una faglia viene definita attiva quando si è attivata almeno una volta negli ultimi 40.000 anni ed è considerata capace se raggiunge la superficie topografica.

Sia la comunità scientifica e sia gli strumenti di pianificazione mostrano un grande interesse relativamente alle zone interessate da Faglie Attive e Capaci. La conoscenza e l'ubicazione delle suddette strutture tettoniche è di fondamentale importanza per definire la pericolosità sismica locale, al fine di dare delle soluzioni progettuali adeguate alla mitigazione del rischio sismico.

Le strutture antropiche (infrastrutture e costruzioni) dovrebbero essere collocate ad adeguata distanza dalle faglie attive e capaci o comunque essere progettate con opportuni accorgimenti tecnici.

In Italia, in recepimento della normativa europea (Eurocodice 2008) soltanto per alcuni siti di importanza strategica, è previsto che questi non siano costruiti nelle immediate vicinanze delle strutture tettoniche riconosciute come sismicamente attive.

Bisogna però evidenziare che negli ultimi tempi, anche in Italia c'è una particolare attenzione sull'argomento; infatti, il Dipartimento della Protezione Civile e la Conferenza delle Regioni e delle Provincie Autonome hanno emanato delle linee guida per la Gestione del Territorio in Aree Interessate da Faglie Attive e Capaci (FAC), da applicare soprattutto nelle microzonazioni sismiche.

Le faglie attive e capaci, allo stato attuale, sono contenute in un banca dati (ITHACA - CATALOGO DELLE FAGLIE CAPACI ISPRA - Dipartimento per il Servizio Geologico d'Italia) suddivisa in due parti. Una struttura GIS per la consultazione delle informazioni geografiche e una parte alfanumerica dove sono contenuti tutti i dati associati.

Tale database è liberamente consultabile al seguente link: <http://sgi2.isprambiente.it/ithacaweb/viewer/>.

Database ITHACA



Il catalogo ITHACA (*Italy Hazard from Capable faults*) raccoglie tutte le informazioni disponibili sulle faglie capaci, ovvero le faglie che potenzialmente possono creare una deformazione tettonica permanente in superficie. Tale catalogo risulta di fondamentale importanza nell'analisi di pericolosità ambientale e sismica, nella comprensione dell'evoluzione recente del paesaggio, nella pianificazione territoriale e nella gestione delle emergenze di Protezione Civile.

Dalla consultazione del catalogo ITHACA e del portale "ITHACA Mapviewer Portale" è emerso che il tracciato in progetto interferisce in modo diretto con le seguenti faglie attive e capaci (Figura 24):

- Faglia inversa "F. Lamone – Ravenna" (93789) del sistema "Ravenna-Comacchio" con immersione SSW e lunghezza 16,5 km;
- Faglia inversa "Ravenna" (93791) del sistema "Ravenna-Comacchio" con immersione NE e lunghezza 16,9 km.

Tali faglie sono riportate nel catalogo come "a bassa attendibilità" e non mostrano evidenze morfologiche in superficie (nei sedimenti olocenici), in quanto, l'ultima attività è datata al Pleistocene inferiore. Considerando che il substrato roccioso eventualmente dislocabile da tali strutture si trova a profondità di svariate centinaia di metri ricoperto da sedimenti sciolti, si può ipotizzare che il rischio derivante da tali strutture tettoniche sia trascurabile, anche in considerazione del fatto che essendo il cavidotto immerso in sedimenti sciolti, durante un evento sismico, è libero di muoversi uniformemente con il moto del terreno circostante.

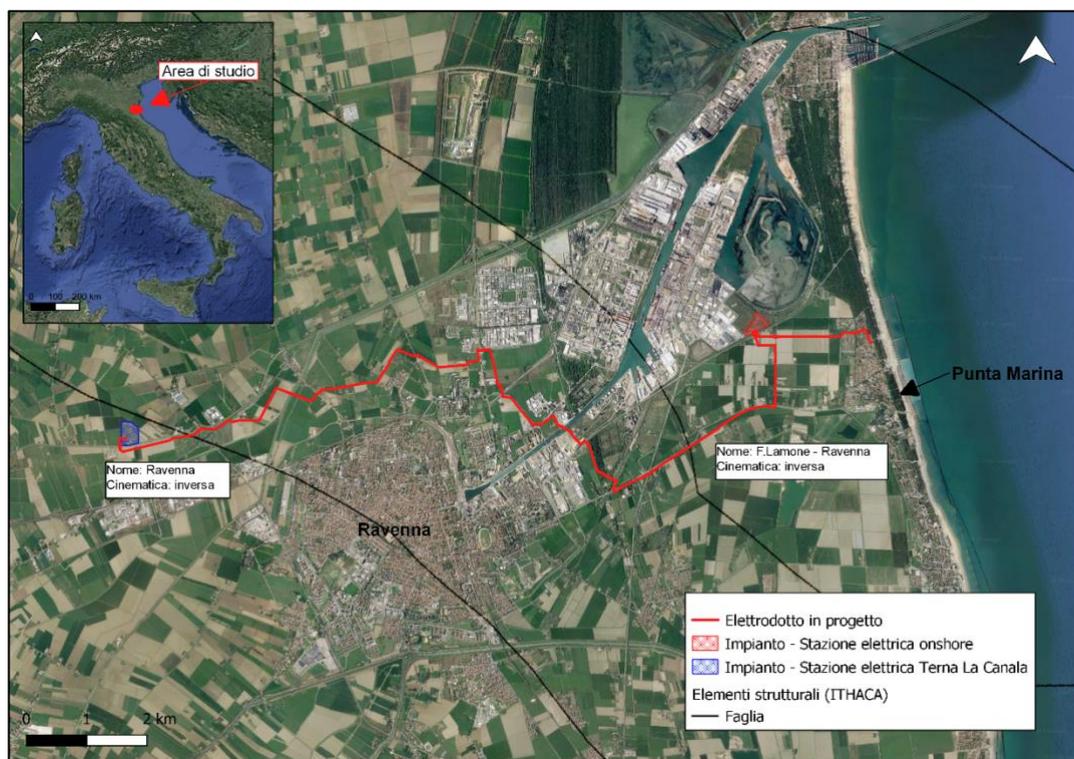


Figura 24 – Interferenza tra il tracciato in progetto e le faglie attive e capaci del catalogo ITHACA.



5.5 Pericolosità sismica di base

Il metodo probabilistico con cui è stata costruita la carta nazionale della pericolosità sismica di base considera il processo sismico come un processo statistico ed utilizza l'intero database o catalogo dei terremoti al di sopra di una prefissata soglia di magnitudo.

In base a questo approccio, la pericolosità viene definita come la probabilità di eccedenza di un parametro descrittivo del moto del terreno in un determinato intervallo di tempo.

Tale parametro è espresso, generalmente, in termini di accelerazione al *bedrock* mediante metodi probabilistici che consentono di associare una probabilità e, quindi, un'incertezza, ad un fenomeno tipicamente aleatorio quale il terremoto.

Tra i parametri maggiormente utilizzati per scopi ingegneristici ci sono l'intensità macrosismica, la P.G.A. (*Peak Ground Acceleration*) ed i valori spettrali. I risultati di questa metodologia sono riportati nell'Ordinanza n. 3274 del 20 marzo 2003 che aggiorna la normativa sismica italiana recependo gli indirizzi europei (Eurocodice 8). Essi sono, in genere, riferiti ad un certo livello di probabilità in un dato periodo di tempo; il valore presentato dalla norma, per l'indicatore di pericolosità è quello che si prevede non venga superato nel 90% dei casi in 50 anni.

I risultati possono essere interpretati come quel valore di scuotimento che nel 10% dei casi si prevede verrà superato in 50 anni, oppure la vibrazione che mediamente si verifica ogni 475 anni (cosiddetto periodo di ritorno).

Si tratta di una scelta convenzionale utilizzata nel mondo e, in particolare in campo europeo, è il valore di riferimento per l'Eurocodice sismico. Non corrisponde, pertanto, né al massimo valore possibile per la regione, né al massimo valore osservato storicamente, ma è un ragionevole compromesso legato alla presunta vita media delle strutture abitative. Va sottolineato che i due indicatori di pericolosità più utilizzati (PGA e I-MCS) rappresentano due aspetti diversi dello stesso fenomeno.

L'accelerazione orizzontale di picco (PGA) illustra l'aspetto più propriamente fisico: si tratta di una grandezza di interesse ingegneristico che viene utilizzata nella progettazione in quanto definisce le caratteristiche costruttive richieste agli edifici in zona sismica. L'intensità macrosismica (I_MCS) rappresenta, invece, in un certo senso, le conseguenze socio-economiche, descrivendo, infatti, il grado di danneggiamento causato dai terremoti.

La mappa di pericolosità, in termine di accelerazione di picco, è rappresentata in Figura 25.

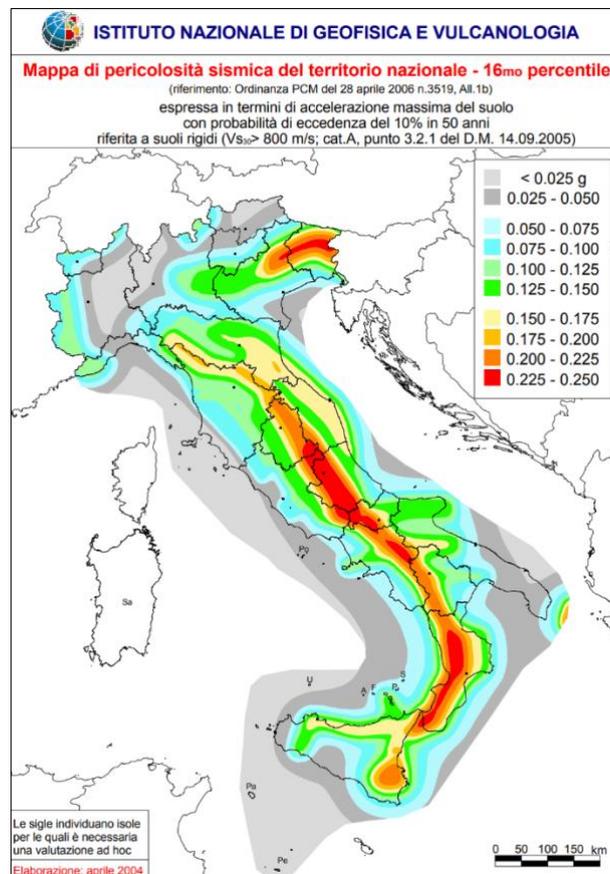


Figura 25 – Mappa della pericolosità del territorio sismico nazionale

La pericolosità sismica in un generico sito deve essere però descritta in modo da renderla compatibile con le Norme Tecniche sulle Costruzioni del 2018 e da dotarla di un sufficiente livello di dettaglio, sia in termini geografici che in termini temporali.

In base alle Norme Tecniche del 2018 l'azione sismica di riferimento è definita per ogni sito sulla base delle sue coordinate.

Definitivamente abbandonato il concetto di “Zone Sismiche”, il documento introduce un nuovo metodo di calcolo che considera la maglia elementare di riferimento come più preciso parametro per la classificazione sismica del territorio. Il territorio nazionale viene catalogato con 10.751 punti disseminati in modo omogeneo lungo la penisola; quindi, si è in grado di determinare, dato un certo punto geografico, quale terremoto ha una certa probabilità di verificarsi.

La rappresentazione grafica dello studio di pericolosità sismica di base dell'I.N.G.V., da cui è stata tratta la tabella A1 delle Norme Tecniche per le Costruzioni, è costituita da Mappe di Pericolosità Sismica del Territorio Nazionale, espressa in termini di accelerazione massima del suolo in funzione della probabilità di eccedenza nel periodo di riferimento considerato.



Allo stato attuale, la pericolosità sismica su reticolo di riferimento è fornita dai dati pubblicati sul sito <http://esse1.mi.ingv.it/>.

Le azioni di progetto si ricavano dalle accelerazioni a_g e dalle relative forme spettrali. Queste ultime sono definite, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione dei tre parametri:

- a_g = accelerazione orizzontale massima del terreno;
- F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- TC = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Questi parametri sono definiti sempre in corrispondenza dei punti del reticolo di riferimento suddetto, per diverse probabilità di superamento in 50 anni e per diversi periodi di ritorno (variabili tra 30 e 975 anni).

Di seguito (Figura 26) si riporta la mappa di pericolosità sismica relativa al territorio interessato dal tracciato dell'elettrodotto in cui si evince che i valori di $a(g)$ massimi attesi siano compresi tra 0.150 e 0.175 rispetto ad una scala che a livello nazionale si può spingere ad un massimo di $a(g)$ di 0.35 (OPCM 28 aprile 2006).

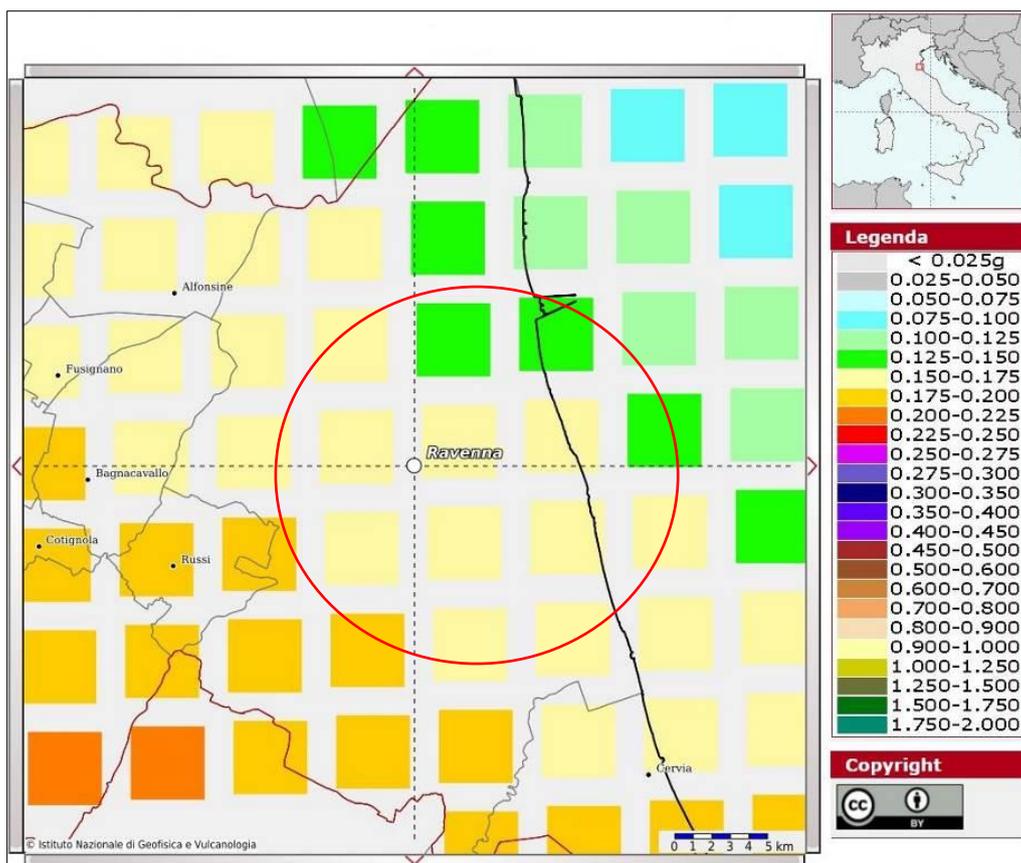


Figura 26 – Mappa di Pericolosità Sismica dell'area interessata dalla realizzazione dell'elettrodotto in progetto (cerchio rosso) espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni.



5.6 Pericolosità sismica di tracciato

La caratterizzazione della sismicità lungo il tracciato dell'elettrodotto fa riferimento ai dati bibliografici.

In particolare, per analizzare più dettagliatamente la Pericolosità Sismica Locale è stata consultata la "Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (M.O.P.S.)", in scala 1:40.000, del Comune di Ravenna, ver. 1 - dicembre 2020, allegata al Piano Urbanistico Generale (P.U.G.).

La Microzonazione Sismica consiste nella valutazione della pericolosità sismica locale attraverso l'individuazione di zone del territorio caratterizzate da un comportamento sismico omogeneo; in base a tale studio è stato possibile individuare e caratterizzare le zone stabili, le zone stabili suscettibili di amplificazione locale e le zone soggette a instabilità, come ad esempio frane, rotture della superficie per faglie e liquefazioni dinamiche del terreno.

Lo studio di Microzonazione Sismica di primo livello rappresenta un livello propedeutico ai successivi studi di Microzonazione Sismica e consiste, principalmente, nella raccolta organica e ragionata dei dati di natura geologica, geofisica e geotecnica preesistenti al fine di suddividere il territorio in microzone qualitativamente omogenee dal punto di vista del comportamento sismico.

Generalmente, esso è finalizzato alla realizzazione della Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (M.O.P.S.) e, quindi, alla valutazione della pericolosità, evidenziando le criticità ed identificando le aree per le quali sono richiesti studi di approfondimento.

Nello specifico la Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica individua e caratterizza:

- Zone stabili, ossia zone nelle quali non si ipotizzano effetti locali di alcuna natura (litotipi assimilabili al substrato rigido in affioramento, con $V_s > 800$ m/s), con morfologia pianeggiante o poco inclinata e, pertanto, gli scuotimenti attesi sono equivalenti a quelli forniti dagli studi di pericolosità sismica di base;
- Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali, ossia zone in cui il moto sismico è modificato rispetto a quello atteso in condizioni ideali di suolo, a causa delle caratteristiche litostratigrafiche del terreno e/o geomorfologiche del territorio;
- Zone di attenzione per le instabilità, ossia zone suscettibili di fenomeni di deformazione permanente del territorio indotti o innescati dal sisma (instabilità di versante, liquefazioni, faglie attive e capaci, cedimenti differenziali).

Le Zone di attenzione per instabilità (ZA) corrispondono alle "Zone suscettibili di instabilità" originariamente previste da I.C.M.S 2008 (Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica) e che vengono riferite al primo livello dello studio di Microzonazione Sismica.

La consultazione della "Carta di Microzonazione Sismica" è stata effettuata allo scopo di avere un quadro completo della complessità sismica delle aree interessate dal passaggio del cavidotto in progetto rispetto alla pianificazione urbanistica, in ottemperanza al D.G.R. 476/2021 ed al D.G.R. 564/2021. Infatti, in essa sono stati assegnati alle varie zone individuate nella "Carta delle aree suscettibili degli effetti locali", i valori dei fattori amplificazione secondo le procedure indicate nel D.G.R. 476/2021.



Dalla cartografia disponibile è emerso che la totalità del tracciato, ad eccezione di quelle aree non trattate dalla microzonazione sismica, ricade all'interno di "Zone di Attenzione per instabilità", la cui instabilità è dovuta al fenomeno della liquefazione (ZALQ; Figura 27). In particolare, ricade prevalentemente nella zona 5 e 6 e per due brevi tratti, nella zona 10 e nella zona 4.

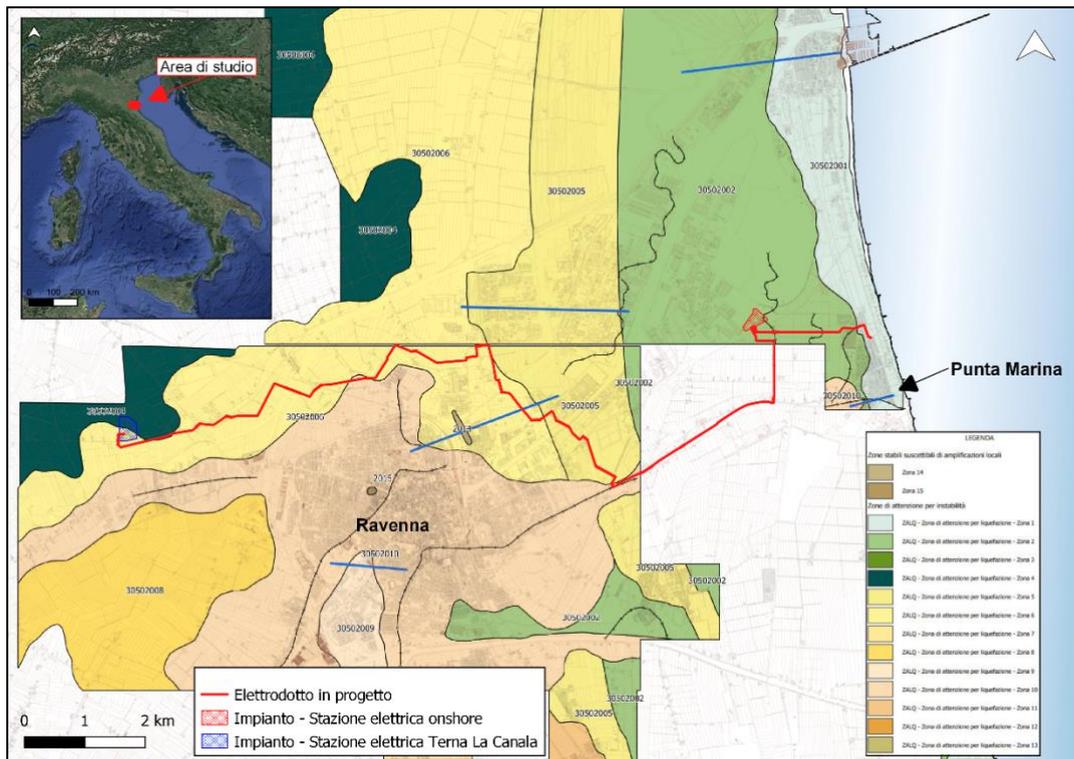


Figura 27 – Stralcio della Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS) del Comune di Ravenna.

Le zone suscettibili di liquefazione sono quelle nelle quali gli studi di microzonazione sismica di primo livello hanno verificato l'esistenza di quattro condizioni predisponenti, ossia:

- 1 Terreni sabbiosi;
- 2 Falda a profondità inferiore a 15 metri;
- 3 Magnitudo attesa al sito $M_w > 5$;
- 4 Accelerazioni massime in superficie (PGA) $> 0,1g$.

5.7 Sismicità storica

Il territorio dell'Emilia-Romagna presenta una sismicità rilevante distribuita prevalentemente lungo la catena appenninica, ma anche in una parte della Pianura Padana, e decisamente più moderata nel settore piacentino.



Negli ultimi decenni sono molte le sequenze sismiche significative che hanno interessato il territorio dell'Emilia-Romagna. La più recente è quella del maggio-giugno 2012 in Pianura Padana emiliana, lungo la dorsale ferrarese. Gli eventi di magnitudo più elevata hanno prodotto danni gravi in alcune località delle province di Modena e Ferrara. Le altre aree interessate da questa sequenza con eventi di magnitudo maggiore di 5.0 sono: il Parmense, il Reggiano, l'Appennino bolognese, la zona tra le province di Parma e Reggio Emilia e l'Appennino tosco-emiliano.

Tali eventi sono compatibili con la storia sismica locale, come deducibili dal catalogo DBMI15 (Database Macrosismico Italiano – versione 4.0, prodotto dall'INGV) rilasciato a gennaio 2022 nel quale sono riportate le osservazioni macrosismiche relative al comune di Ravenna (RA) (la cui intensità è sintetizzata in Figura 28).

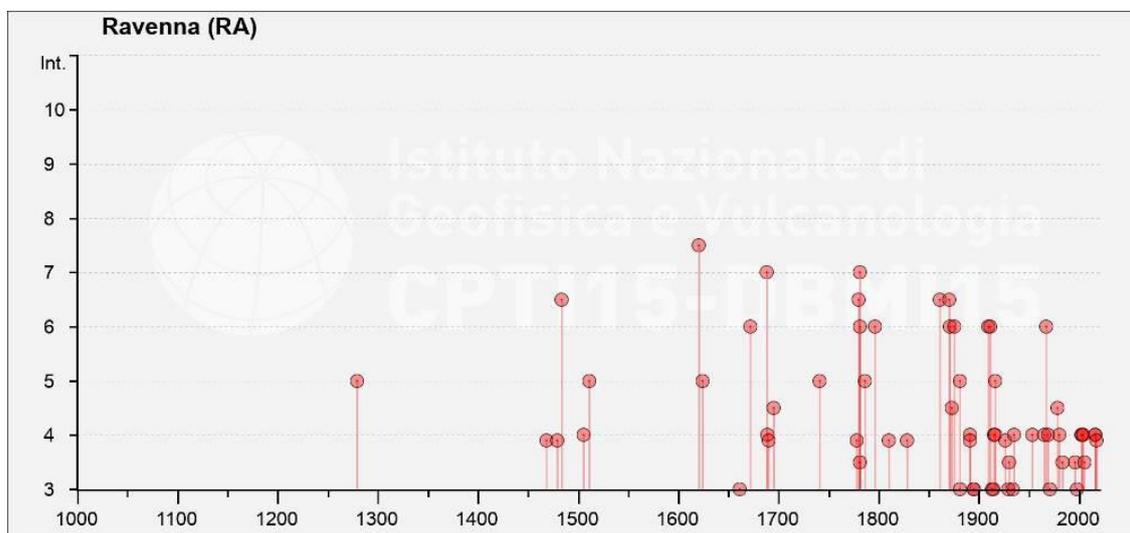


Figura 28 - Diagramma degli eventi sismici del comune di Ravenna (RA).



6. CONCLUSIONI

Dall'analisi tramite sopralluoghi in campo, dalla consultazione della cartografia di base e dall'analisi bibliografica, sono stati delineati gli elementi morfologici, geologici, strutturali, idrogeologici e sismici generali dell'area interessata dal progetto.

Il territorio di studio ricade in un contesto geologico e geomorfologico piuttosto omogeneo e stabile.

Da un punto di vista litologico, nell'area di interesse affiorano sabbie, argille e limi di ambiente alluvionale, deltizio e litorale appartenenti all'Unità di Modena AES8a (Post IV sec. d.C.).

Dal punto di vista morfologico, il territorio è costituito da una pianura alluvionale intensamente antropizzata, con alvei fluviali pensili ed argini rialzati, rinforzati dall'uomo nel corso dei secoli scorsi al fine di 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. Gli argini fluviali ed i rilevati stradali sono gli unici rilievi riscontrati nell'area di pianura, mentre nella zona costiera si hanno, in alcune ristrette fasce, modesti rilievi determinati dalla presenza di cordoni litorali dunosi.

Per quanto riguarda gli attraversamenti fluviali, si evidenzia che i corsi d'acqua minori verranno attraversati a cielo aperto prevedendo un accurato e ponderato approfondimento della posa del cavidotto ed eventuali opere di ripristino spondale, mentre, nel caso di Canale Principale, Scolo Centrale Sinistro, Canale Candiano, Scolo Dritto, Scolo Via cupa, Scolo Bartolotte e Scolo Canala, verranno realizzati mediante tecnologia *trenchless*.

Dal punto di vista idrogeologico, i terreni affioranti direttamente connessi al passaggio del cavidotto in progetto, sono ascrivibili al Gruppo Acquifero A – Complesso Acquifero A0, ossia una falda freatica superficiale alimentata dall'infiltrazione diretta, dalle perdite di subalveo del reticolo idrografico e dall'irrigazione, regimata dalla rete di canali e scoli consorziali e soggetta ad emungimenti da parte dei pozzi presenti in zona, per scopi prevalentemente domestici. Le caratteristiche litologiche dell'area, con presenza di livelli sabbiosi, soprattutto nell'ambito dei cordoni costieri, sono tali da poter ospitare tale acquifero freatico con livello piezometrico superficiale. Lo stralcio della carta "Acque sotterranee: Carta delle isofreatiche B.2.2.a" del PSC del comune di Ravenna, mostra infatti che nell'area di studio il livello isofreatico risulta molto superficiale, tra 0 e -2,00 m dal livello medio del mare.

Per quanto riguarda la pericolosità idraulica, secondo la Direttiva 2007/60/CE e del D.lgs. 49/2010 relativa ai corsi d'acqua naturali, l'opera in progetto è soggetta, in base al PGRA, ad uno scenario di elevata probabilità di alluvioni (P3) e ad uno scenario di media probabilità di alluvioni (P2).

Dal punto di vista sismico, il tracciato di progetto intercetta alcune faglie riportate nel catalogo ITHACA (catalogo delle faglie capaci ISPRA - dipartimento per il servizio geologico d'Italia) come "a bassa attendibilità", con ultimi indizi di movimento nel Pleistocene inferiore. Considerando che il substrato roccioso eventualmente dislocabile da tali strutture si trova a profondità di svariate centinaia di metri ricoperto da



sedimenti sciolti, si ritiene di fatto trascurabile o basso il rischio che si risenta in superficie di spostamenti strutturali.

Per quanto riguarda la pericolosità sismica relativa al comune di Ravenna, si evince che i valori di accelerazione massima del suolo, riscontrata con valori di PGA, sono compresi tra 0.150 e 0.175.

Per analizzare più dettagliatamente la Pericolosità Sismica Locale è stata consultata la “Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (M.O.P.S.)” redatta dal Comune di Ravenna e allegata al Piano Urbanistico Generale (P.U.G.), dalla quale si evince che la totalità del tracciato, ad eccezione di quelle aree non trattate dalla microzonazione sismica, ricade all’interno di “Zone di Attenzione per liquefazione (ZALQ)”.

In base alle considerazioni emerse, ad oggi, dal rilevamento geologico, si può affermare che l’opera in progetto risulta ampiamente compatibile con le caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e sismiche del territorio attraversato, nonché con i relativi strumenti di pianificazione vigenti.

L’intervento in progetto, infatti, è realizzato in condizione di sicurezza idraulica ed in modo da non costituire significativo ostacolo al libero deflusso e/o significativa riduzione dell’attuale capacità di invaso, impedimento alla realizzazione di interventi di attenuazione e/o riduzione delle condizioni di rischio idraulico e coerentemente con la pianificazione degli interventi di protezione civile.

Si evidenzia che il corridoio del tracciato di progetto è stato scelto in modo tale da rendere la soluzione più accettabile sia sotto l’aspetto della sicurezza del cavidotto e sia sotto l’aspetto costruttivo, rispetto ad altri percorsi alternativi verificati nella zona.

Le condizioni di rischio e gli effetti perturbativi sull’ambiente verranno limitati al minimo indispensabile.

In conclusione, si ritiene che l’opera in progetto non determini variazioni del livello di pericolosità del territorio.



BIBLIOGRAFIA

- Carta Geologica d'Italia in scala 1:50000 (1999) – Foglio 223 Ravenna. APAT-Servizio Geologico d'Italia – Regione Emilia Romagna
- DISS Working Group (2021). Database of Individual Seismogenic Sources (DISS), Version 3.3.0: A compilation of potential sources for earthquakes larger than M 5.5 in Italy and surrounding areas. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). <https://doi.org/10.13127/diss3.3.0>
- ITHACA Working Group (2019). ITHACA (ITaly HAZard from CAPable faulting), A database of active capable faults of the Italian territory. Version December 2019. ISPRA Geological Survey of Italy. Web Portal <http://sgi2.isprambiente.it/ithacaweb/Mappatura.aspx>
- Lavecchia G., Boncio P. & Creati N. (2003). A lithospheric-scale seismogenic thrust in Central Italy. *Journal of Geodynamics*, 36, 79-94.
- Meletti & Valensise (2004). Zonazione sismogenetica ZS9. In: Gruppo di Lavoro, Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCM 3274 del 20 Marzo 2003, Rapporto conclusivo per il Dipartimento della Protezione Civile, INGV, Milano-Roma, App. 2, 38 pp.
- Note illustrative della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50000 (1999) – Foglio 223 Ravenna. APAT-Servizio Geologico d'Italia – Regione Emilia Romagna. A cura di A. Amorosi.
- Pieri M. & Groppi G. (1981). Subsurface geological structure of the Po Plain, Italy. *Prog. Finalizzato Geodinamica CNR*, Publ. 414.
- Pieri M. & Groppi G. (1975). The structure of the base of the Pliocene-Quaternary sequence in the subsurface of the Po and Veneto Plains, the Pedepennine Basin and the Adriatic Sea. *Structural model of Italy, Quaderni de "La Ricerca Scientifica"* 90, 409-415.
- Regione Emilia-Romagna & ENI-AGIP (1998). Riserve idriche sotterranee della Regione Emilia-Romagna. A cura di G.M. Di Dio, Regione Emilia-Romagna – ENI divisione Agip. S.EL.CA., Firenze, 120 pp.
- Ricci Lucchi et al. (1982). Evoluzione sedimentaria e paleografica del margine appenninico. In: Cremonini G. & Ricci Lucchi F. (a cura di), Guida alla geologia del margine appenninico-padano. *Guide geol. Reg. S.G.I.*, 17-46, Bologna.