

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NC/22011	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> POGGIO RENATICO (FE)	<b>ZA-E-94715</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> ADEGUAMENTO CENTRALE DI COMPRESIONE DI POGGIO RENATICO	Fg. 1 di 97	<b>Rev.</b> 1

Rif. TPIDL: 201280C001-000-RT-1401-94715

## RELAZIONE IDROLOGICA E DI COMPATIBILITA' IDROGEOLOGICO-IDRAULICA

GEOLOGO Maurizio Scarapazzi

ING. Rocco Vincenzo Monaco




Rev.	Descrizione	Elaborato	Verificato	Approvato	Data
1	Emissione per Enti	G.L.BUFACCHI V. ZECCHI L.TRAMONTI	R.V.MONACO M.SCARAPAZZI	P.RUSSO G.MONTI	6/3/23
0	Emissione per commenti	G.L.BUFACCHI V. ZECCHI L.TRAMONTI	R.V.MONACO M.SCARAPAZZI	P.RUSSO G.MONTI	29/11/22

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NC/22011	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> POGGIO RENATICO (FE)	<b>ZA-E-94715</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> ADEGUAMENTO CENTRALE DI COMPRESSIONE DI POGGIO RENATICO	Fg. 2 di 97	<b>Rev.</b> 1

Rif. TPIDL: 201280C001-000-RT-1401-94715

## INDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE .....</b>	<b>4</b>
1.1	Scopo del documento .....	4
1.2	Localizzazione degli interventi .....	6
1.3	Descrizione degli interventi .....	8
<b>2</b>	<b>CARATTERIZZAZIONE CLIMATICA .....</b>	<b>14</b>
<b>3</b>	<b>PIANI DI SETTORE IN MATERIA DI DISSESTO IDROGEOLOGICO .....</b>	<b>19</b>
3.1	Piano per l'assetto idrogeologico (PAI)-Autorità di bacino Po.....	19
3.2	Piano stralcio per l'assetto idrogeologico (PSAI) Autorità di Bacino Reno.....	20
3.2	Piano di gestione del rischio alluvione (PGRA) – distretto idrografico padano .....	23
3.3	Piano di protezione civile intercomunale .....	30
<b>4</b>	<b>INQUADRAMENTO IDROLOGICO .....</b>	<b>37</b>
4.1	Idrografia superficiale a scala di bacino .....	37
4.2	Idrografia superficiale a scala di dettaglio .....	38
<b>5</b>	<b>INTERFERENZE DELLE OPERE IN PROGETTO CON IL RETICOLO IDROGRAFICO .....</b>	<b>41</b>
5.1	Interferenze del cavidotto MT con il reticolo idrografico.....	41
5.2	Modalità di attraversamento dei Canali consortili con spingitubo e TOC .....	44
<b>6</b>	<b>INDIVIDUAZIONE DEL BACINO DI INTERESSE .....</b>	<b>47</b>
6.1	Rilievo topografico Canali .....	47
6.2	Individuazione del bacino di interesse del consorzio di Bonifica.....	51
<b>7</b>	<b>ANALISI IDRAULICA E VERIFICA AREE ESONDABILI.....</b>	<b>54</b>
7.1	Introduzione .....	54
7.2	Raccolta ed analisi dei dati pluviometrici.....	54
7.3	Scopo della regionalizzazione delle piogge intense .....	55
7.4	Procedura VAPI .....	56
7.5	Stima regionale dei parametri con i massimi giornalieri.....	58
7.6	Terzo livello di regionalizzazione e piogge di massima intensità e breve durata. ....	58
7.7	Metodo delle zone omogenee.....	58
7.8	Risultati della regionalizzazione .....	60
7.9	Analisi delle portate .....	63
7.10	Calcolo del coefficiente di deflusso .....	63
7.11	Calcolo delle portate .....	65

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NC/22011	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> POGGIO RENATICO (FE)	<b>ZA-E-94715</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> ADEGUAMENTO CENTRALE DI COMPRESSIONE DI POGGIO RENATICO	Fg. 3 di 97	<b>Rev.</b> 1

Rif. TPIDL: 201280C001-000-RT-1401-94715

7.12	Analisi idraulica mediante HEC-RAS .....	68
7.13	Risultati dell'analisi idraulica sulla base del modello topografico .....	71
<b>8</b>	<b>GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA E LITOLOGIA.....</b>	<b>72</b>
8.1	Inquadramento geologico e tettonico regionale.....	72
8.2	Inquadramento geologico e tettonico locale .....	73
<b>9</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO.....</b>	<b>76</b>
<b>10</b>	<b>STRATIGRAFIE E UNITA' LITOLOGICHE NELLE AREE DI INTERVENTO.....</b>	<b>78</b>
<b>11</b>	<b>IDROGEOLOGIA.....</b>	<b>81</b>
11.1	Assetto idrogeologico.....	81
11.2	Indagini idrogeologiche nelle aree di intervento e profondità della falda.....	88
11.3	Caratterizzazione idraulica dei terreni all'interno della Centrale .....	89
<b>12</b>	<b>INTERFERENZE DELLE OPERE IN PROGETTO CON LA FALDA.....</b>	<b>93</b>
<b>13</b>	<b>CONCLUSIONI.....</b>	<b>96</b>
<b>14</b>	<b>ALLEGATI.....</b>	<b>98</b>

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NC/22011	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> POGGIO RENATICO (FE)	<b>ZA-E-94715</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> ADEGUAMENTO CENTRALE DI COMPRESSIONE DI POGGIO RENATICO	Fg. 4 di 97	<b>Rev.</b> 1

Rif. TPIDL: 201280C001-000-RT-1401-94715

## 1 INTRODUZIONE

### 1.1 Scopo del documento

SNAM ha inserito nel proprio piano degli investimenti un'iniziativa volta alla riduzione delle emissioni in atmosfera attraverso l'adeguamento degli impianti di compressione esistenti nel territorio nazionale, che prevede la sostituzione di alcuni turbocompressori con elettrocompressori di ultima tecnologia/generazione a minor impatto ambientale.

All'interno di questo progetto rientra la Centrale di Compressione gas SNAM di Poggio Renatico (FE), che non svolge alcuna funzione produttiva, ma effettua l'azione di spinta e movimentazione del gas naturale in arrivo da condotte nazionali ed estere, garantendo l'approvvigionamento dei metanodotti della rete italiana.

Nella Centrale di Compressione di Poggio Renatico esistente è prevista la sostituzione del TC1 esistente da 12 MW con un elettrocompressore integrato di taglia 15 MW (ELCO o EC5).

L'intervento di sostituzione del turbocompressore TC1 con l'elettrocompressore EC5, rende necessaria la realizzazione di una connessione alla Rete elettrica di Trasmissione Nazionale (RTN) di Alta Tensione TERNA per alimentare l'elettrocompressore.

E' prevista la realizzazione di opere di connessione alla Rete RTN dell'impianto SNAM in aree esterne alla Centrale di Compressione. Le opere di connessione includono:

- la Stazione Elettrica RTN (SE) AT 132 kV
- la Sottostazione Elettrica Utente (SSE) AT/MT 132 kV / 15 kV
- i raccordi aerei AT 132 kV in modalità entra-esce, di lunghezza pari a circa 137 m, alla SE RTN dalla linea Altedo-Ferrara Sud
- il cavidotto interrato MT da 15 kV, di lunghezza pari a circa 5,1 km, per la connessione della SSE Utente alla Centrale di compressione gas SNAM.

Snam in data 30/09/2021 ha presentato al Ministero della Transizione Ecologica (MiTE), l'Istanza per la Verifica di Assoggettabilità a VIA ai sensi dell'articolo 19 del D.lgs. 3 aprile 2006 n. 152 (Codice dell'ambiente) del progetto di "Adeguamento Impianto di compressione di Poggio Renatico" e ha ottenuto l'esclusione dalla Procedura di Valutazione di Impatto Ambientale con Decreto del MiTE n. 0000066 del 19 maggio 2022.

Successivamente SNAM ha presentato al MiTE in data 29/07/22 l'Istanza di Autorizzazione Unica ai sensi del DPR 327/01 del progetto di "Adeguamento Impianto di compressione di Poggio Renatico". L'istruttoria è in corso di svolgimento.

Il presente studio idrologico e di compatibilità idrogeologico-idraulica è stato redatto in ottemperanza alle prescrizioni di cui alle Condizioni Ambientali n.3 e n.4, riportate a seguire, contenute nel Parere di non Assoggettabilità a VIA n. 431, emanato dalla Sottocommissione VIA - Commissione Tecnica di Verifica dell'Impatto Ambientale VIA e VAS, in data 25 febbraio 2022 e allegato al DM 0000066 del 19 maggio 2022.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NC/22011	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> POGGIO RENATICO (FE)	<b>ZA-E-94715</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> ADEGUAMENTO CENTRALE DI COMPRESSIONE DI POGGIO RENATICO	Fg. 5 di 97	<b>Rev.</b> 1

Rif. TPIDL: 201280C001-000-RT-1401-94715

<b>Condizione ambientale n.3</b>	
Macrofase	Ante-operam
Fase	Progettazione esecutiva
Ambito di applicazione	Ambiente idrico superficiale
Oggetto della prescrizione	Il proponente deve presentare uno studio idrologico/idraulico, corredato da idonea cartografia, in cui siano identificate le aree esondabili e le possibili interferenze determinate tra le opere in progetto, nonché verificata la compatibilità dell'intervento.
Termine avvio Verifica Ottemperanza	Prima dell'avvio dell'attività di cantiere
Ente vigilante	MiTE

Enti coinvolti	Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara, per condivisione dello studio
----------------	---

<b>Condizione ambientale n.4</b>	
Macrofase	Ante-operam
Fase	Progettazione esecutiva
Ambito di applicazione	Idrogeologia
Oggetto della prescrizione	Il proponente deve presentare uno studio, corredato da idonea cartografia, in cui siano analizzate e valutate le possibili interferenze con le acque sotterranee delle opere in progetto, per quanto riguarda gli aspetti sia quantitativi che qualitativi.
Termine avvio Verifica Ottemperanza	Prima dell'avvio dell'attività di cantiere
Ente vigilante	MiTE
Enti coinvolti	

Il presente documento e la documentazione fornita al MITE per Autorizzazione Unica includono la variante al tracciato del cavidotto MT, il cui progetto è stato modificato a seguito della richiesta della Provincia, riportata nel su citato Parere n.431, di evitare le interferenze con la S.P. n.8 e prevedere l'accesso alle nuove Stazioni da via Padusa e non dal raccordo S.P.n.8-S.P.n.70.

Al fine del presente studio sono state svolte le seguenti analisi:

- analisi dei Piani di settore in materia di dissesto idrogeologico
- inquadramento idrologico e analisi delle interferenze
- analisi idraulica e verifiche aree di esondazione
- inquadramento idrogeologico
- conclusioni relative alla compatibilità idraulica e idrogeologica

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NC/22011	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> POGGIO RENATICO (FE)	<b>ZA-E-94715</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> ADEGUAMENTO CENTRALE DI COMPRESSIONE DI POGGIO RENATICO	Fg. 6 di 97	<b>Rev.</b> 1

Rif. TPIDL: 201280C001-000-RT-1401-94715

In particolare, nel presente documento è stata effettuata l'analisi delle aree di esondazione dei canali in prossimità della Centrale di compressione.

Si rimanda al documento allegato al presente Studio PR\_STZU\_R\_00030 – RELAZIONE IDROLOGICO IDRAULICA CONNESSIONE AT – STAZIONE RTN - CAVIDOTTO MT E IMPIANTO UTENTE 132 kV/ 15 kV, per l'inquadramento idrologico e l'analisi delle aree di esondazione relative alle nuove Stazioni elettriche in progetto.

Il documento PR\_STZU\_R\_00030 è stato allegato alla Documentazione per la Pratica Autorizzativa ai sensi del DPR 327/01, trasmessa al MITE con Prot. 24181 del 29/07/2022.

In sede di Pratica per Autorizzazione Unica è stata fornita, nella relazione PR\_STZU\_R\_00030, l'analisi delle aree esondabili delle Stazioni elettriche in quanto aree soggette a nuova edificazione in progetto, mentre gli interventi per l'installazione del nuovo ELCO sono interni alla Centrale di compressione e nessun ampliamento è previsto della recinzione di impianto.

## 1.2 Localizzazione degli interventi

La Centrale di Compressione del gas SNAM esistente si trova nel Comune di Poggio Renatico, in via dell'Uccellino - SP.8 km 11,5, in adiacenza al Nodo di smistamento gas sempre di proprietà SNAM. Dal punto di vista cartografico l'area ricade nel foglio n.42, particella 114 del N.C.E.U, mentre il Fabbricato Misure Fiscali, ubicato nella zona Nord, rientra nel foglio n.42 particella 124. Le coordinate geografiche del sito sono: Latitudine 44.774926°- Longitudine 11.505543°.

Le aree in cui saranno realizzate le Stazioni SE RTN e SSE Utente risultano censite nel foglio n.22, particella 21 e nel foglio n.13 particella 29 del N.C.E.U. del Comune di Poggio Renatico. Le coordinate geografiche del sito sono: Latitudine 44.788315°- Longitudine 11.543402°.

La topografia dell'area risulta sostanzialmente pianeggiante e presenta quota topografica media indicativamente compresa tra circa 7 e 9 m s.l.m.

Nelle Figure 1.2/A e 1.2/B sono riportate una visione d'insieme dell'area di progetto che comprende la Centrale di Compressione gas e le opere di connessione e il dettaglio dell'ubicazione su ortofoto della Centrale di compressione esistente.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NC/22011	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> POGGIO RENATICO (FE)	<b>ZA-E-94715</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> ADEGUAMENTO CENTRALE DI COMPRESIONE DI POGGIO RENATICO	Fg. 7 di 97	<b>Rev.</b> 1

Rif. TPIDL: 201280C001-000-RT-1401-94715



**Figura 1.2/A: Inquadramento territoriale della Centrale di compressione gas e delle opere di connessione (Google Earth). In blu il cavidotto interrato MT 15 kV di collegamento e in giallo le Stazioni SSE 132 kV /15 kV e la SE RTN a 132 kV**



**Figura 1.2/B: Inquadramento territoriale della Centrale di compressione gas e del Nodo adiacente**

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NC/22011	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> POGGIO RENATICO (FE)	<b>ZA-E-94715</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> ADEGUAMENTO CENTRALE DI COMPRESSIONE DI POGGIO RENATICO	Fg. 8 di 97	<b>Rev.</b> 1

Rif. TPIDL: 201280C001-000-RT-1401-94715

### 1.3 Descrizione degli interventi

All'interno dell'area della Centrale esistente verranno realizzati tre nuovi Fabbricati con struttura in c.a. (il Fabbricato Sottostazione ELCO, Il Fabbricato media tensione ed il Fabbricato HVAC), in aggiunta al nuovo Cabinato ELCO in carpenteria metallica, il refrigerante ad acqua del Sistema VFD dell'EC5, i pozzetti in c.a. per il nuovo piping in gran parte interrato e per gli impianti elettrici e di strumentazione, supporti tubazioni e valvole, torri faro e pali di illuminazione.

I nuovi Fabbricati sono previsti ad un piano eccetto il Fabbricato Sottostazione ELCO che ha un piano interrato. All'interno del Cabinato ELCO e del Fabbricato MT sono previsti cavedi per l'ispezione dei cavi di bassa e media tensione che saranno installati. Le quote di imposta delle fondazioni previste sono: -3,55/-4,0 m da p.c. per il Fabbricato Sottostazione, -1,05 m per il Fabbricato HVAC e il refrigerante acqua-aria del Sistema elettrico di controllo dell'ELCO (VFD), - 2,65 m per il Fabbricato MT e -3,30 m per il Cabinato ELCO. Le fondazioni saranno realizzate su pali trivellati.

Nella Stazione Utente sono previste le seguenti opere:

- Fabbricati MT, BT, Trasformatori controllo e misure
- Tettoia Gruppo elettrogeno e serbatoio gasolio
- Stalli per trasformatori AT/MT
- Torri faro e pali di illuminazione

Nella Stazione RTN son previste le seguenti opere:

- Fabbricato comandi e servizi ausiliari, punto di consegna MT e TLC
- Chioschi per apparecchiature periferiche
- Tettoia trasformatori ausiliari e Gruppi elettrogeni

I Fabbricati sono previsti ad un solo piano e avranno struttura prefabbricata in c.a.

I sostegni a traliccio dei Raccordi aerei AT (pali gatto) in numero di 2 sono previsti di altezza massima 40 m con ciascuno 4 fondazioni troncopiramidali.

Le quote di imposta delle fondazioni sono previste superficiali (a circa -1 m di profondità da p.c.) eccetto che per i tralicci dei Raccordi (la cui profondità di imposta della fondazione è prevista al massimo a -4 m da p.c.). Il tipo di fondazione su pali / micropali/ sarà definita in fase di progetto esecutivo delle Opere di connessione.

A seguire nelle Figure 1.3/A, 1.3/B, 1.3/C sono riportate la Planimetria degli interventi nella Centrale di compressione, l'inquadramento delle opere di connessione previste e la Planimetria delle Stazioni RTN e Utente.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NC/22011	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> POGGIO RENATICO (FE)	<b>ZA-E-94715</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> ADEGUAMENTO CENTRALE DI COMPRESIONE DI POGGIO RENATICO	Fg. 9 di 97	<b>Rev.</b> 1

Rif. TPIDL: 201280C001-000-RT-1401-94715

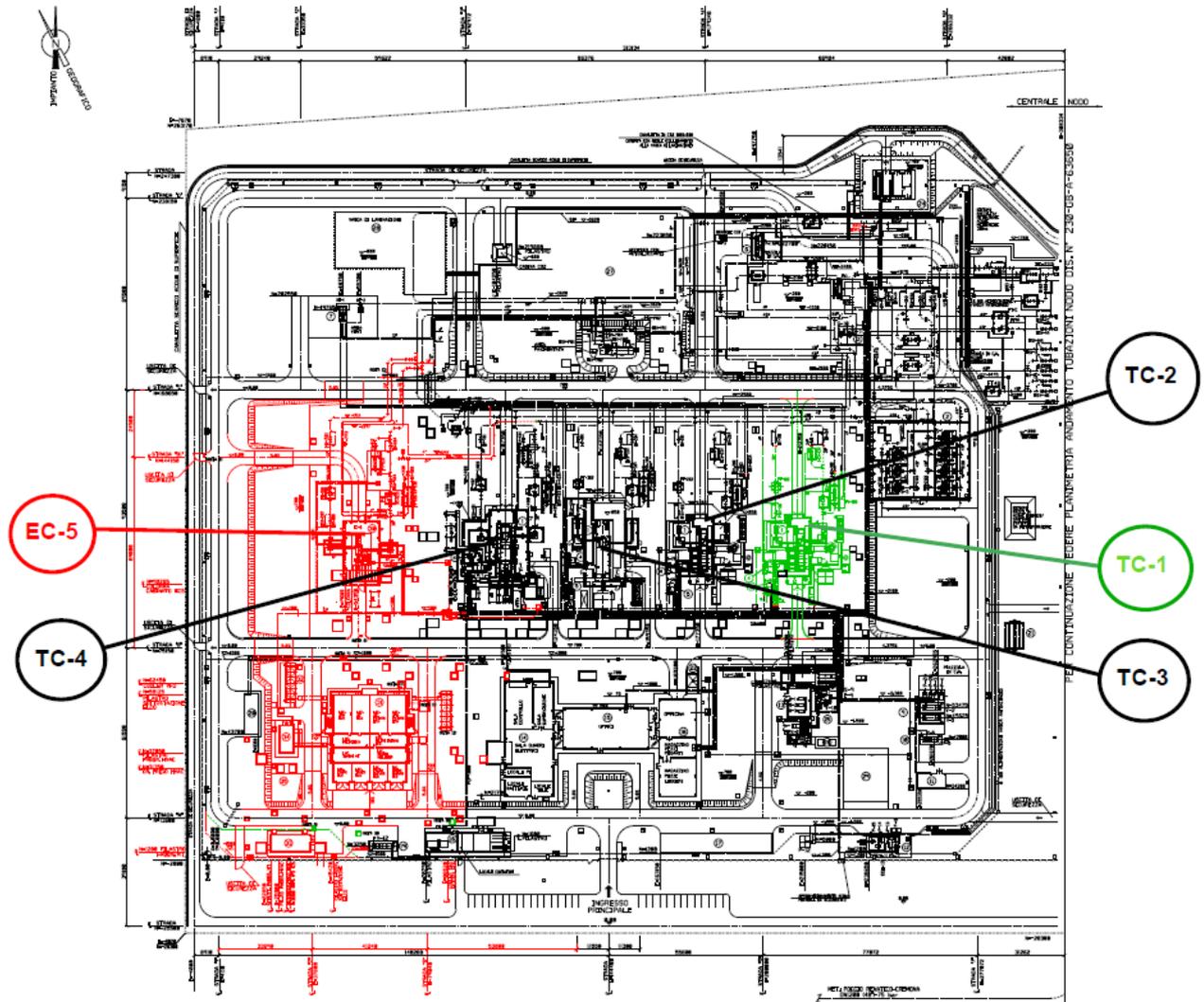


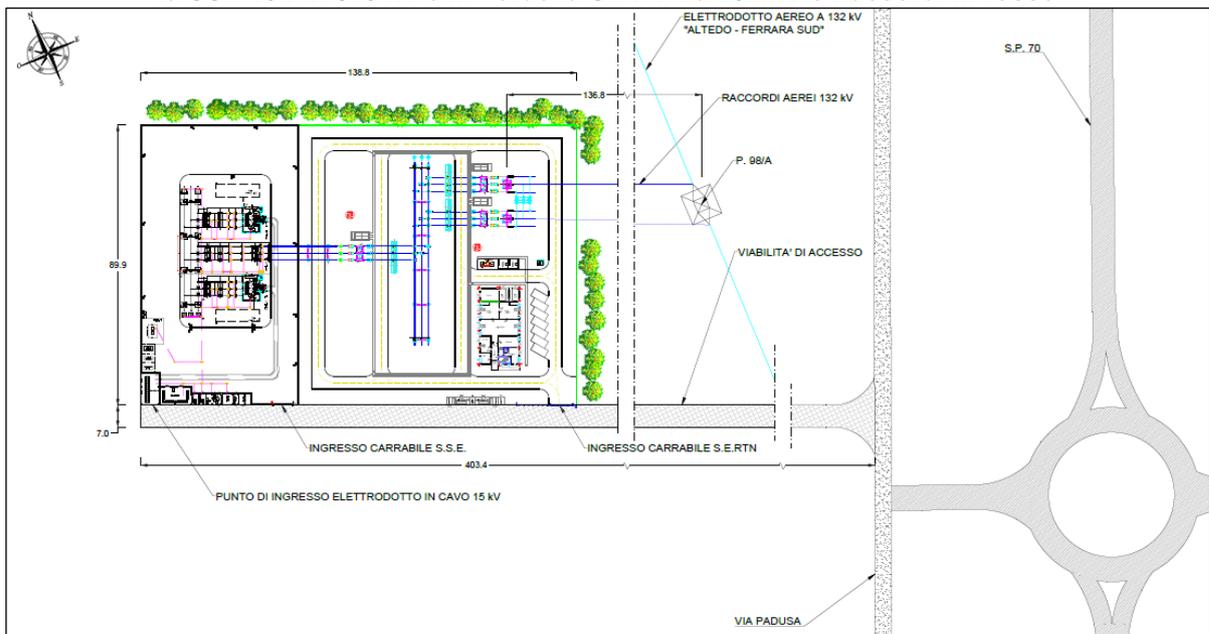
Figura 1.3/A: Planimetria generale dell'Adeguamento della Centrale di compressione (in rosso le nuove realizzazioni in progetto, in verde le dismissioni previste)

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NC/22011	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> POGGIO RENATICO (FE)	<b>ZA-E-94715</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> ADEGUAMENTO CENTRALE DI COMPRESSIONE DI POGGIO RENATICO	Fg. 10 di 97	<b>Rev.</b> 1

Rif. TPIDL: 201280C001-000-RT-1401-94715



**Figura 1.3/B: Inquadramento territoriale della Centrale di compressione gas e delle opere di connessione (Google Earth). In blu il cavidotto interrato MT 15 kV di collegamento, in verde la SSE 132 kV /15 kV e in verde la SE RTN a 132 kV e iraccordi in rosso**



**Figura 1.3/C: Planimetria delle Stazioni Utente, a nord ovest e RTN a sud est, dei nuovi Raccordi AT e della viabilità di accesso da via Padusa.**

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NC/22011	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> POGGIO RENATICO (FE)	<b>ZA-E-94715</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> ADEGUAMENTO CENTRALE DI COMPRESIONE DI POGGIO RENATICO	Fig. 11 di 97	<b>Rev.</b> 1

Rif. TPIDL: 201280C001-000-RT-1401-94715

Il cavidotto interrato MT, costituito da terne di cavi di media disposte in 2 file di tubi con diametro 160 mm avrà profondità pari a 1,67 m da p.c. e larghezza 1,15 m. Si riportano a seguire in Figura 1.3/D i tipici di installazione.

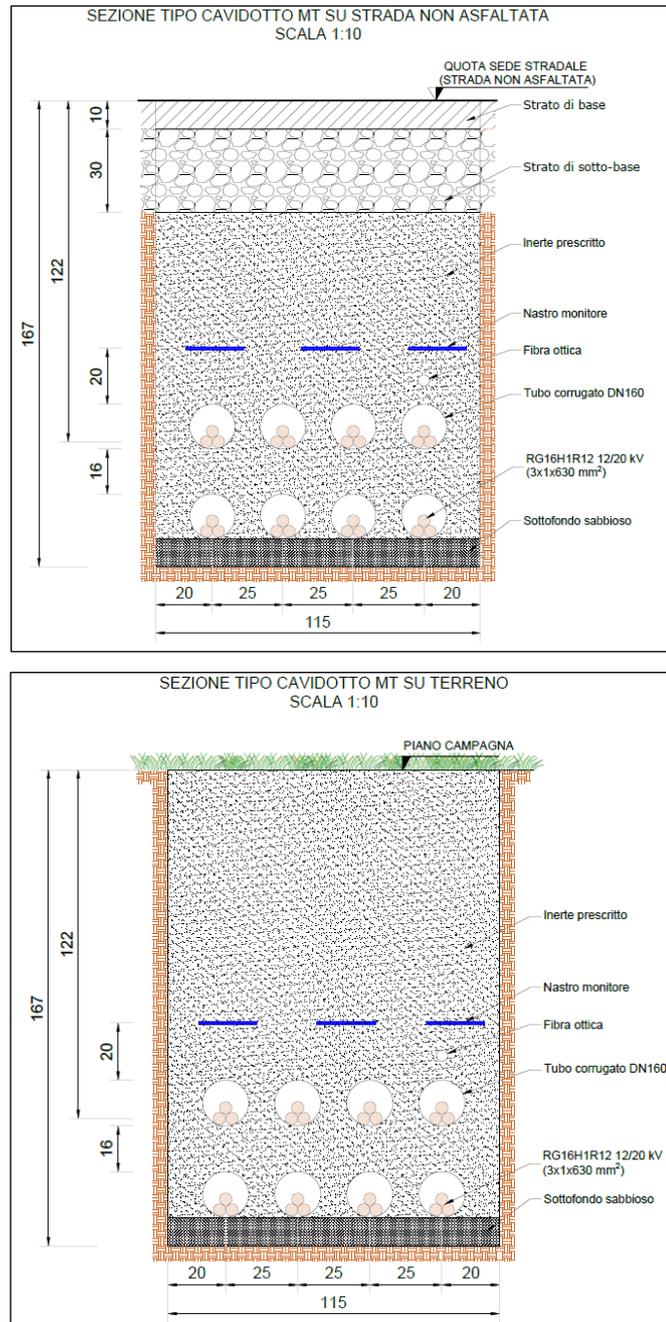
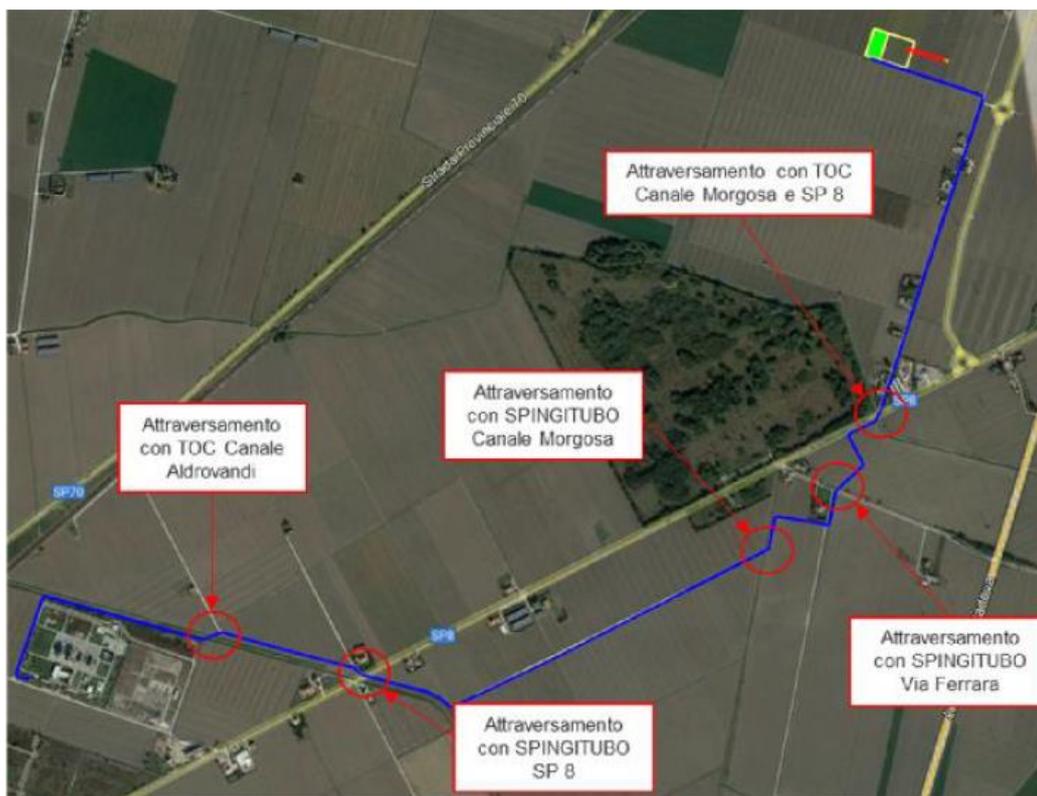


Figura 1.3/D: Schemi della posa in opera del cavidotto MT

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NC/22011	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> POGGIO RENATICO (FE)	<b>ZA-E-94715</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> ADEGUAMENTO CENTRALE DI COMPRESSIONE DI POGGIO RENATICO	Fg. 12 di 97	<b>Rev.</b> 1

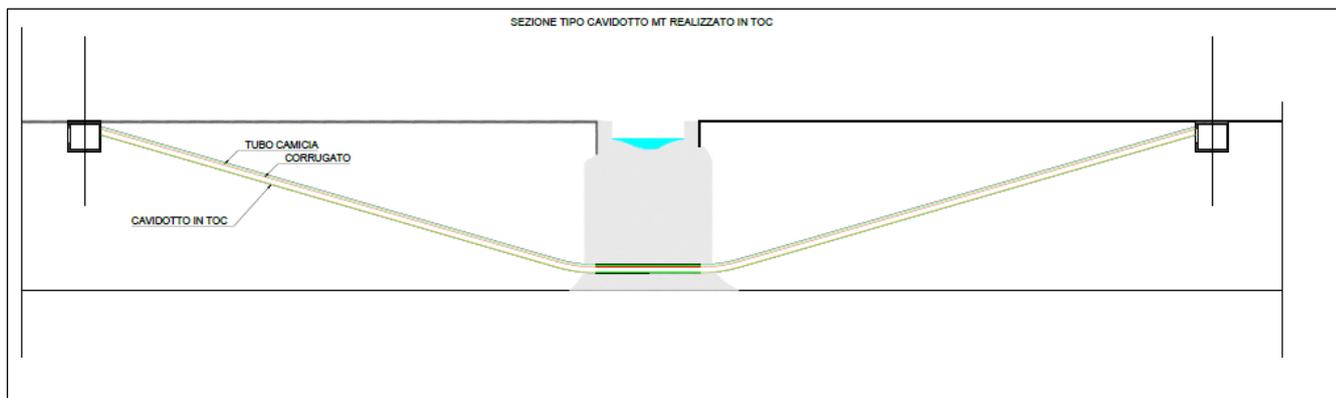
Rif. TPIDL: 201280C001-000-RT-1401-94715

Le interferenze previste del cavidotto MT con i Canali presenti nell'area di competenza del Consorzio di bonifica di Ferrara e con le strade comunali (via Ferrara) e provinciali (S.P. n.8) e le modalità di esecuzione degli attraversamenti sono riportati a seguire nella Figura 1.3/E.



**Figura 1.3/E: Inquadramento delle interferenze previste e modalità di esecuzione degli attraversamenti**

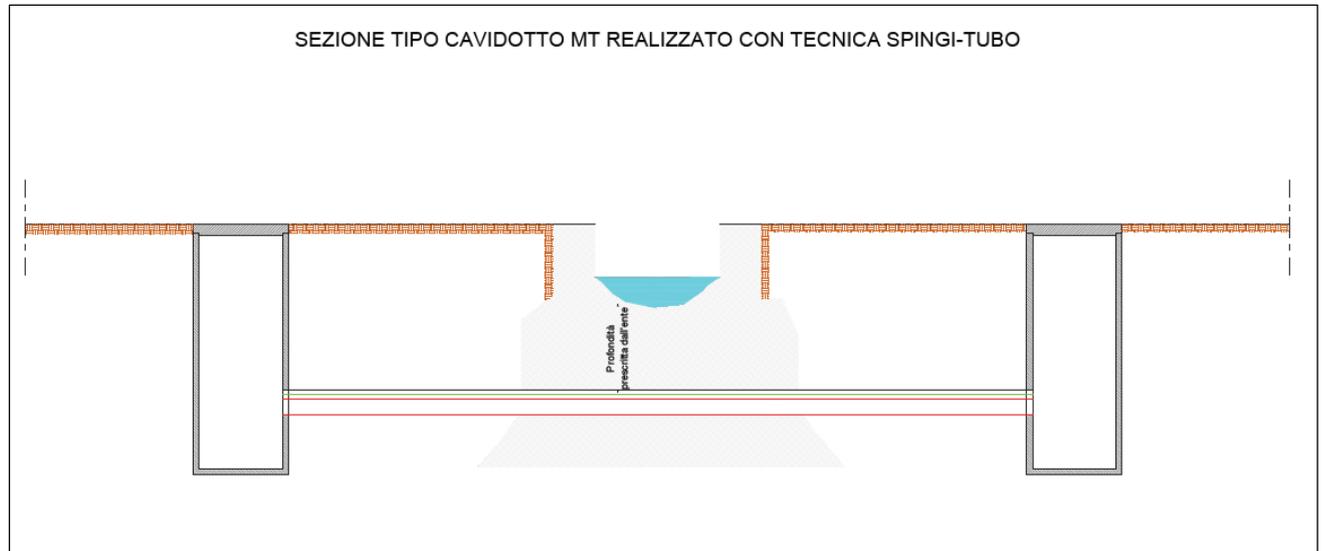
Le metodologie di attraversamento previste per il cavidotto MT sono in TOC (Figura 1.3/F) o con tecnica spingitubo (Figura 1.3/G):



**Figura 1.3/F: Tipico attraversamento in T.O.C.**

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NC/22011	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> POGGIO RENATICO (FE)	<b>ZA-E-94715</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> ADEGUAMENTO CENTRALE DI COMPRESIONE DI POGGIO RENATICO	Fg. 13 di 97	<b>Rev.</b> 1

Rif. TPIDL: 201280C001-000-RT-1401-94715



**Figura 1.3/G: Tipico attraversamento con tecnica spingitubo**

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NC/22011	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> POGGIO RENATICO (FE)	<b>ZA-E-94715</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> ADEGUAMENTO CENTRALE DI COMPRESSIONE DI POGGIO RENATICO	Fg. 14 di 97	<b>Rev.</b> 1

Rif. TPIDL: 201280C001-000-RT-1401-94715

## 2 CARATTERIZZAZIONE CLIMATICA

Sotto il profilo ambientale, il territorio provinciale ferrarese si inquadra nel comparto climatico dell'Alto Adriatico e può essere suddiviso in una zona costiera, che si estende dal mare per una trentina di chilometri nell'entroterra e da una zona padana, posta più ad occidente. Nel suo complesso, l'intera area provinciale può essere definita a clima temperato freddo, con inverni rigidi, estati calde, ma con modeste escursioni termiche diurne (10-12°) ed annue (20-25°).

Dal punto di vista climatico l'area in esame è ubicata nella regione climatica della Pianura Padana, che è delimitata a nord e ad ovest dall' Arco Alpino, ad est dal mare Adriatico e a sud dall'Appennino; in particolare, si colloca nella fascia della medio-bassa pianura padana, nell'Alto Ferrarese (a nord-ovest della provincia di Ferrara), in una porzione di territorio con altitudini di poche decine di metri o addirittura con quote inferiori al livello del mare.

L'azione esercitata dal mare Adriatico non è tale da mitigare in modo significativo il periodo invernale, se non nella parte di pianura più prossima alla costa. La mancanza di importanti barriere orografiche permette la libera circolazione delle correnti generali dell'atmosfera provenienti da tutte le direzioni. Gli aspetti climatici più caratteristici nell'area di pianura sono:

- Prolungati periodi di ristagno dell'area per assenza di ventilazione;
- Maggiore escursione termica giornaliera, con valori più marcati delle temperature estreme;
- Condizioni di gelo notturno in inverno per la presenza di inversioni termiche verticali al suolo;
- Intenso riscaldamento dei suoli in estate, con conseguenti condizioni di afa;
- Elevati valori di umidità dell'aria che derivano dalle inversioni termiche al suolo in inverno e all'intensa evaporazione nei mesi estivi.

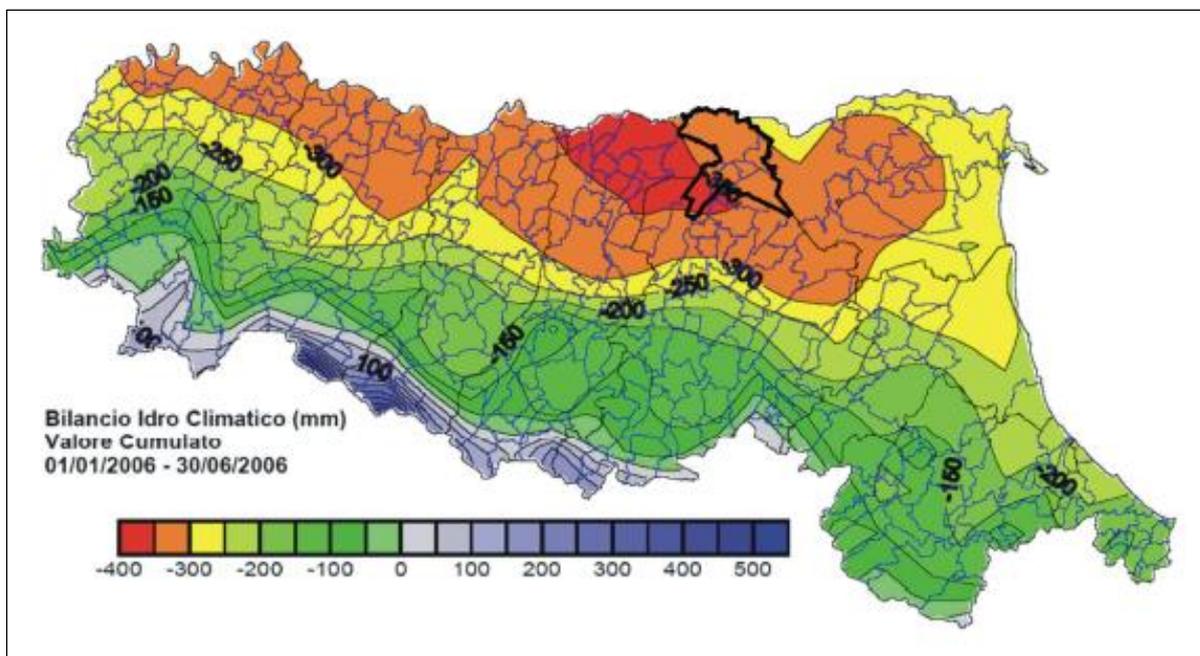
La temperatura media annua rilevata nell'Alto Ferrarese è pari a circa 13,4°, con valori più elevati in corrispondenza dei centri urbani ove si creano isole di calore. La temperatura media stagionale presenta un minimo annuale in gennaio e un massimo in luglio, con un incremento di circa 4° per mese nella prima metà dell'anno ed un decremento di circa 5-6° per mese nella seconda metà dell'anno.

Le precipitazioni sono numericamente scarse, ma distribuite uniformemente nelle quattro stagioni. Si hanno un massimo assoluto in autunno, tra la fine di ottobre e la metà di novembre, un secondo massimo in primavera e due minimi, estivi ed invernali, di cui il primo è più accentuato.

Ad una situazione di notevole piovosità (anni 1995 – 2002), con una media annua di 750 mm di pioggia, è seguita una situazione di sempre maggiore siccità, culminata nel 2006 con una media annua al di sotto dei 500 mm di pioggia. Nell'estate del 2006 a causa dell'instaurarsi sul bacino centrale del Mediterraneo di un promontorio di alta pressione, che ha escluso la possibilità di precipitazioni significative, si è verificato un grave stato di siccità che ha colpito tutta la pianura padana e di conseguenza anche tutto l'alto ferrarese. Nella Figura 2/A è rappresentato con bande policromatiche il deficit idrico che ha colpito la pianura padana nel 2006 e che ha raggiunto nell'Alto Ferrarese valori di -350 mm.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NC/22011	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> POGGIO RENATICO (FE)	<b>ZA-E-94715</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> ADEGUAMENTO CENTRALE DI COMPRESIONE DI POGGIO RENATICO	Fg. 15 di 97	<b>Rev.</b> 1

Rif. TPIDL: 201280C001-000-RT-1401-94715



**Figura 2/A: Stato di siccità che ha colpito la pianura padana nell'estate del 2006. Nell'Alto Ferrarese il deficit ha raggiunto valori di 350 mm.**

Un evento meteorico particolarmente intenso è invece quello che si è verificato il 19 e 20 giugno del 2010, su buona parte del territorio provinciale, ma con particolare intensità nella zona tra Porotto, Vigarano Mainarda, sud Ferrara e parte del Comune di Poggio Renatico; nell'alto ferrarese, complessivamente nelle 48 ore, la precipitazione ha registrato 170 mm d'acqua, di cui circa 110 mm nella sola giornata del 20 giugno, investendo un'ampia area, stimata in circa 4.000 ha. Tale evento ha provocato consistenti allagamenti, soprattutto nelle aree urbane di Ferrara e di Fondo Reno, oltre alle campagne limitrofe.

Nell'Alto Ferrarese i venti presentano in generale velocità comprese tra 2 e 5 nodi; per quanto riguarda la frequenza di calme di vento (intensità di vento <1 m/s), essa aumenta passando dalla zona costiera verso l'entroterra che rappresenta la zona con condizioni di calma di vento più frequente. Tale condizione, a cui si aggiunge l'elevato valore dell'altezza di rimescolamento, favorisce sul territorio lo stazionamento delle sostanze inquinanti emesse nell'atmosfera.

Nel periodo invernale, il periodo di tempo stabile, le intense formazioni nebbiose anche durante le ore diurne, sono imputabili alla presenza dell'anticiclone atlantico; mentre abbassamenti termici, cielo terso e buone condizioni di visibilità, invece derivano dalla presenza dell'anticiclone russo-siberiano.

In primavera il territorio è interessato da condizioni meteorologiche provenienti da Sud-Est e da Est a seguito della circuitazione seguita dalle masse d'aria lungo il bacino adriatico e le depressioni del mediterraneo e quelle che si formano sul Golfo di Genova, che

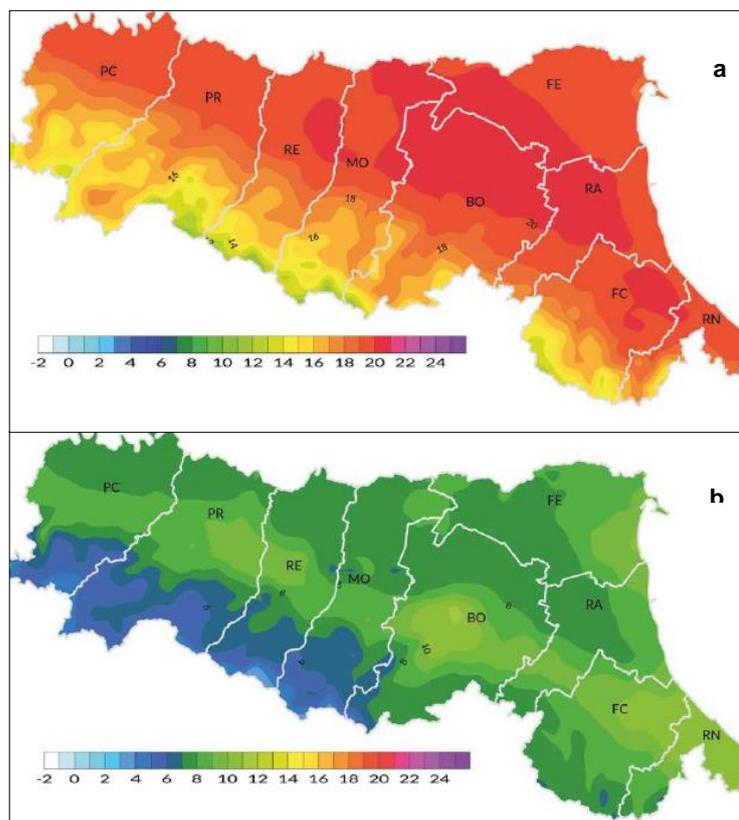
	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NC/22011	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> POGGIO RENATICO (FE)	<b>ZA-E-94715</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> ADEGUAMENTO CENTRALE DI COMPRESIONE DI POGGIO RENATICO	Fg. 16 di 97	<b>Rev.</b> 1

Rif. TPIDL: 201280C001-000-RT-1401-94715

contribuiscono alle condizioni di tempo perturbato. Lo Scirocco da Sud-Est apporta rialzi termici improvvisi fuori stagione e precipitazioni che si estendono sull'intero territorio.

Nel periodo estivo l'anticiclone atlantico predomina e garantisce il prevalere di tempo stabile su quello perturbato: tempo stabile è presente nella zona padana nei mesi di luglio e agosto, periodi in cui gli scarsi gradienti barici (pressioni livellate) determinano assenza o quasi di circolazione atmosferica.

In base al rapporto annuale climatico del 2021 redatto dall'Agenzia Prevenzione Ambiente Energia Emilia Romagna – ARPAE, la distribuzione spaziale dei valori medi annui della temperatura massima registrati nel 2021 nella Regione Emilia Romagna, mostra valori compresi tra 11° e 20,5° C (Figura 2/B); i valori più bassi sono stati registrati nell'Appennino centrale, mentre quelli più alti in provincia di Bologna e nella parte orientale della provincia di Forli-Cesena. Le anomalie medie annue della temperatura massima nel 2021, calcolate rispetto al 1991-2020, sono state positive su tutta la regione, con una media regionale di +0,2 °C e punte fino a +1 °C. Per quanto riguarda invece la temperatura minima i valori medi annui registrati nel 2021, sono compresi tra 3,5° e 11° C. A livello regionale, la media delle anomalie di temperatura minima è stata di -0,2 °C. Il valore medio regionale di temperatura minima per il 2021 è di circa 7,7 °C, mantenendo positiva la tendenza registrata sul lungo periodo 1961-2021.

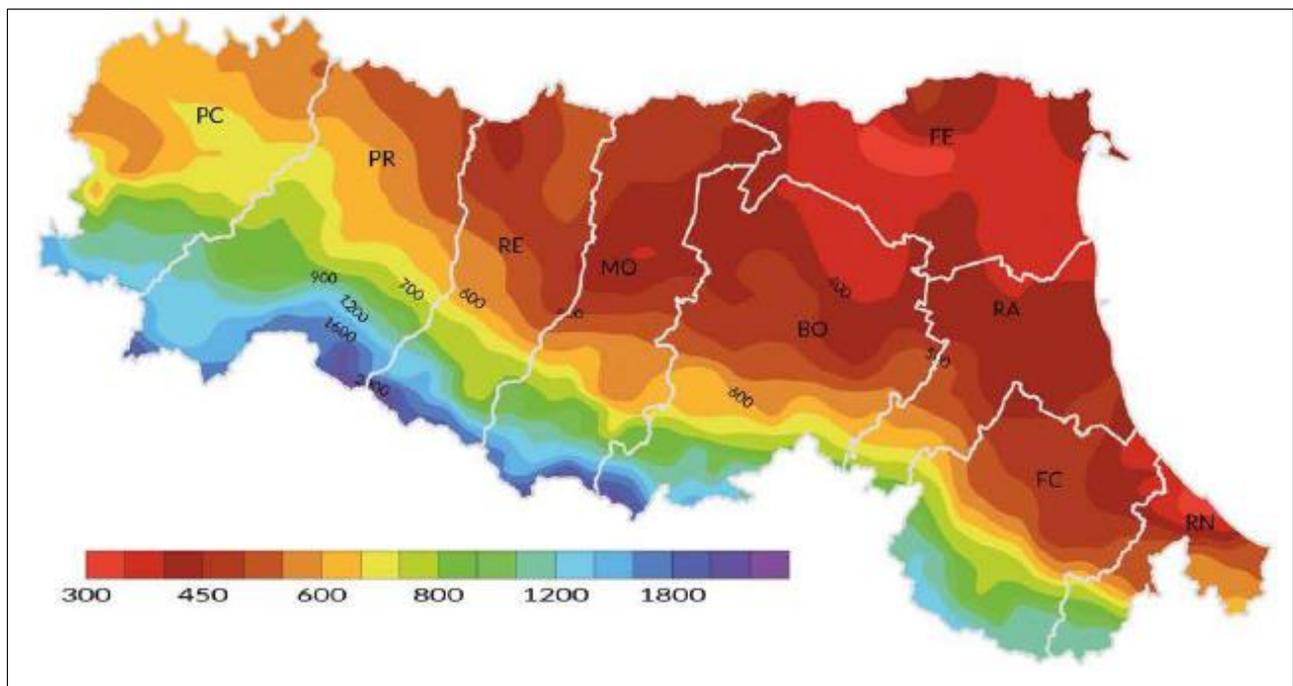


**Figura 2/B: Distribuzione spaziale dei valori medi della temperatura massima (a) e minima (b) nella Regione Emilia Romagna nell'anno 2021 (da rapporto annuale climatico redatto da ARPAE)**

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NC/22011	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> POGGIO RENATICO (FE)	<b>ZA-E-94715</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> ADEGUAMENTO CENTRALE DI COMPRESIONE DI POGGIO RENATICO	Fg. 17 di 97	<b>Rev.</b> 1

Rif. TPIDL: 201280C001-000-RT-1401-94715

La distribuzione spaziale della precipitazione cumulata annuale, nel 2021, varia tra circa 320 mm nel ferrarese e 2200 mm sull'Appennino centrale, come rappresentato in Figura 2/C.



**Figura 2/C: Distribuzione spaziale della precipitazione cumulata per l'anno 2021 nella Regione Emilia Romagna (da rapporto annuale climatico redatto da ARPAE)**

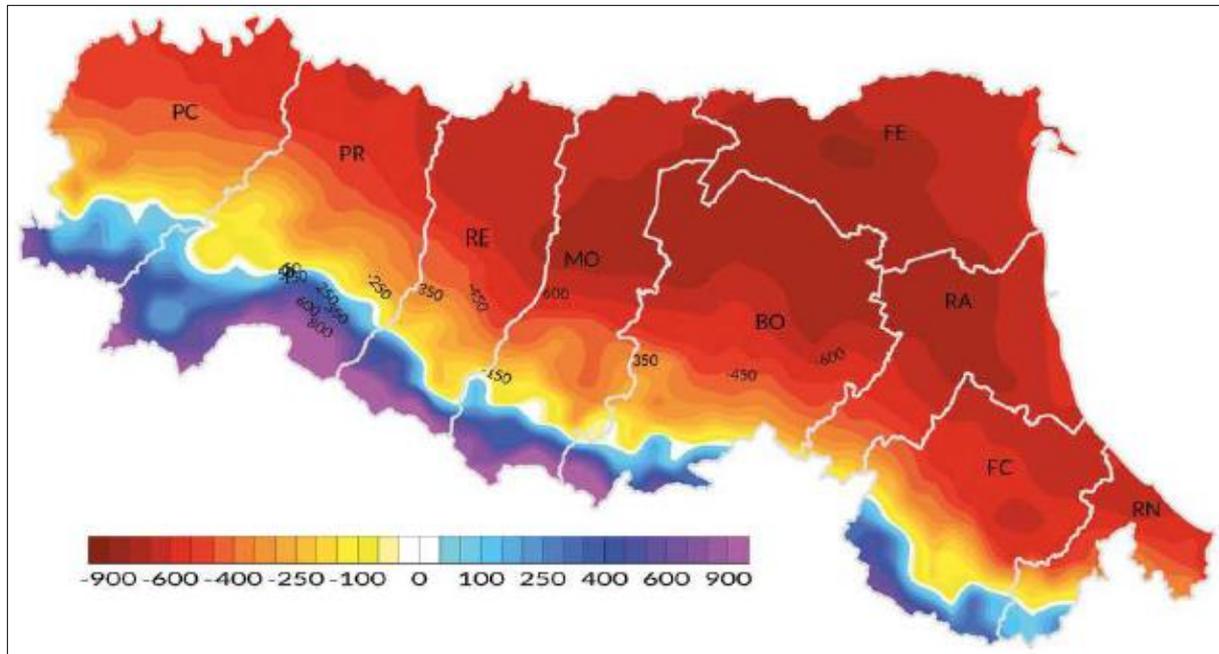
In gran parte del territorio emiliano, tranne sull'Appennino Centrale, si evidenziano valori di precipitazione inferiori rispetto agli anni precedenti; le anomalie negative sono state molto intense, con scarti negativi superiori a 380 mm nelle province di Bologna, Forlì-Cesena e Rimini.

La media delle anomalie annue di precipitazione, a livello regionale, evidenzia un deficit di circa 235 mm rispetto al periodo di riferimento 1991-2020. L'andamento annuo della quantità totale di precipitazione mostra, per il 2021, un valore regionale di circa 660 mm, il quarto più basso della serie dal 1961.

Il bilancio idroclimatico cioè la differenza tra precipitazioni ed evapotraspirazione di riferimento per l'anno 2021 è in deficit nella zona di pianura e di collina, con valori fino a -800 mm nelle pianure tra Modena e Ravenna. Un surplus fino a 1260 mm si osserva invece localmente sui crinali appenninici (Figura 2/D). Si sono registrate anomalie negative su quasi tutta la regione rispetto al periodo di riferimento 1991-2020, con valori fino a -350 mm in Romagna e nella collina bolognese, mentre in alcune aree isolate dei crinali appenninici sono state registrate anomalie positive fino a +200 mm. Il bilancio idroclimatico medio regionale, per il 2021, è di circa -370 mm, il terzo valore più basso dal 1961.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NC/22011	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> POGGIO RENATICO (FE)	<b>ZA-E-94715</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> ADEGUAMENTO CENTRALE DI COMPRESSIONE DI POGGIO RENATICO	Fg. 18 di 97	<b>Rev.</b> 1

Rif. TPIDL: 201280C001-000-RT-1401-94715



**Figura 2/D: Bilancio idroclimatico annuo (mm) per l'anno 2021 (da rapporto annuale climatico redatto da ARPAE)**

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NC/22011	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> POGGIO RENATICO (FE)	<b>ZA-E-94715</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> ADEGUAMENTO CENTRALE DI COMPRESSIONE DI POGGIO RENATICO	Fg. 19 di 97	<b>Rev.</b> 1

Rif. TPIDL: 201280C001-000-RT-1401-94715

### 3 PIANI DI SETTORE IN MATERIA DI DISSESTO IDROGEOLOGICO

#### 3.1 Piano per l'assetto idrogeologico (PAI)-Autorità di bacino Po

Il Piano Stralcio per l'assetto idrogeologico è stato adottato con Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 18 del 26 aprile 2001.

La pubblicazione sulla G.U. n. 183 dell'8 agosto 2001 del Decreto del Presidente del Consiglio dei ministri 24 maggio 2001 ne sancisce l'entrata in vigore. Successivamente al 2001 sono state approvate numerose Varianti: in data 7 dicembre 2016 con deliberazione n. 5 il Comitato Istituzionale ha adottato la variante alle norme del PAI e del PAI Delta, allo scopo di armonizzarli con il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni – PGRA.

L'ambito territoriale di riferimento del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) è costituito dall'intero bacino idrografico del fiume Po chiuso all'incile del Po di Goro, ad esclusione del Delta, per il quale è previsto un atto di pianificazione separato.

Obiettivo prioritario del PAI è la riduzione del rischio idrogeologico entro valori compatibili con gli usi del suolo in atto, in modo tale da salvaguardare l'incolumità delle persone e ridurre al minimo i danni ai beni esposti.

I contenuti del Piano si articolano in interventi strutturali (opere), relativi all'assetto di progetto delle aste fluviali, dei nodi idraulici critici e dei versanti e interventi e misure non strutturali (norme d'uso del suolo e regole di comportamento).

La parte normativa regola le condizioni di uso del suolo secondo criteri di compatibilità con le situazioni a rischio e detta disposizioni per la programmazione dell'attuazione del Piano stesso. L'apparato normativo del Piano è rappresentato dalle Norme di Attuazione, che contengono indirizzi e prescrizioni e dalle Direttive di Piano.

Il PAI coordina le determinazioni assunte con i precedenti stralci di piano e piani straordinari, in particolare il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF) che contiene la definizione e la delimitazione cartografica delle fasce fluviali dei corsi d'acqua principali piemontesi, del fiume Po e dei corsi d'acqua emiliani e lombardi, limitatamente ai tratti arginati a monte della confluenza in Po.

Il PSFF individua tre fasce fluviali definite nella Relazione Generale del PAI come segue:

la «Fascia A» o Fascia di deflusso della piena; è costituita dalla porzione di alveo che è sede prevalente, per la piena di riferimento, del deflusso della corrente, ovvero che è costituita dall'insieme delle forme fluviali riattivabili durante gli stati di piena;

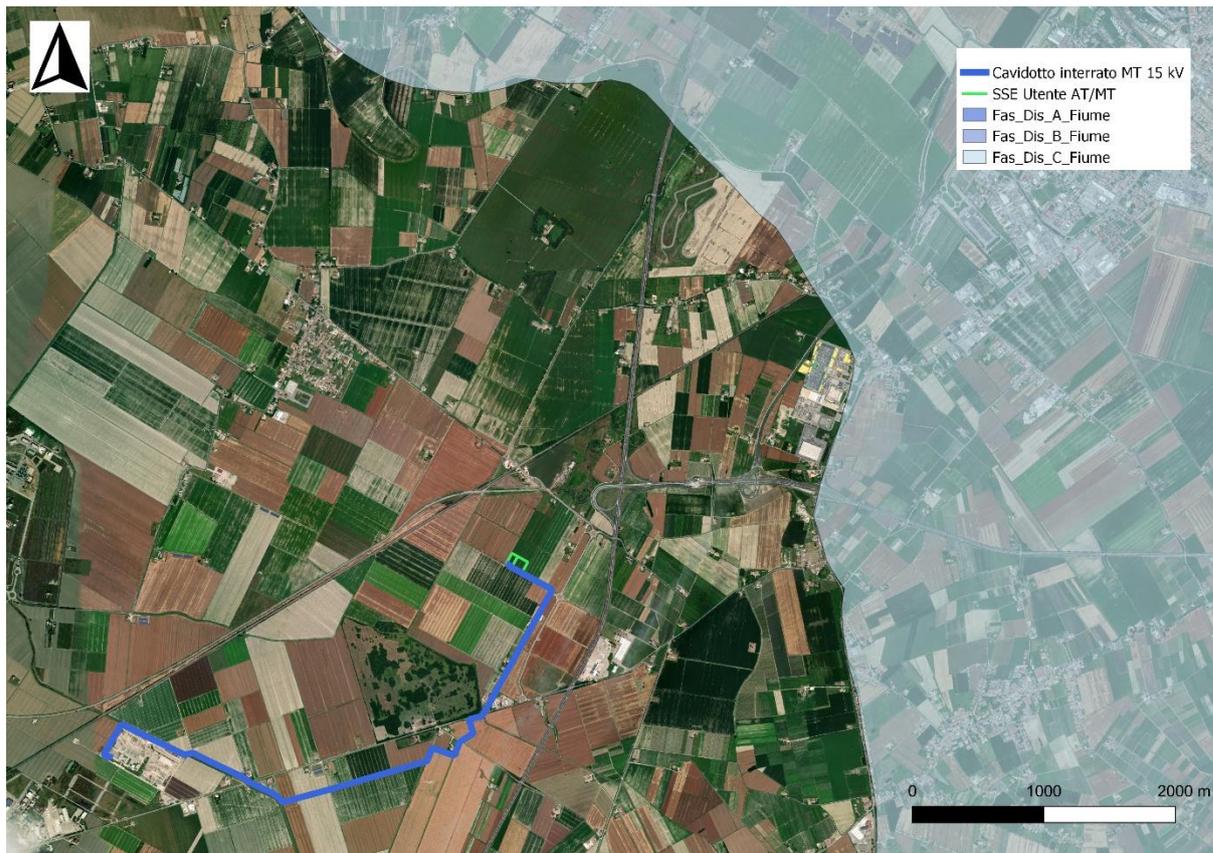
la «Fascia B» o Fascia di esondazione; esterna alla precedente, è costituita dalla porzione di alveo interessata da inondazione al verificarsi dell'evento di piena di riferimento. Il limite della fascia si estende fino al punto in cui le quote naturali del terreno sono superiori ai livelli idrici corrispondenti alla piena di riferimento ovvero sino alle opere idrauliche di controllo delle inondazioni (argini o altre opere di contenimento), dimensionate per la stessa portata;

la «Fascia C» o Area di inondazione per piena catastrofica; è costituita dalla porzione di territorio esterna alla precedente (Fascia B), che può essere interessata da inondazione al verificarsi di eventi di piena più gravosi di quelli di riferimento.”

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NC/22011	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> POGGIO RENATICO (FE)	<b>ZA-E-94715</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> ADEGUAMENTO CENTRALE DI COMPRESIONE DI POGGIO RENATICO	Fg. 20 di 97	<b>Rev.</b> 1

Rif. TPIDL: 201280C001-000-RT-1401-94715

Dall'analisi della cartografia relativa alle fasce fluviali, ricostruendo la "Tavola di delimitazione delle fasce fluviali" – Foglio 185 Ferrara e Foglio 203 Poggio Renatico" partendo dagli SHP file (<https://pai.adbpo.it/index.php/documentazione-pai/>) messi a disposizione dall'Autorità di Bacino del PO (Aggiornamento 2014), risulta che l'area della Centrale e delle Opere connesse è fuori dalla Fascia C (Figura 3.1/A).



**Figura 3.1/A: Elaborazione della cartografia del PAI (Fonte dati: Adb Po – Aggiornamento PAI 2014)**

Nelle aree di interesse non sono presenti aree di inondazione per piena catastrofica (Fascia C), costituita dalla porzione di territorio esterna alla Fascia B, che può essere interessata da inondazione al verificarsi di eventi di piena più gravosi di quella di riferimento, come definita nell'Allegato 3 "Metodo di delimitazione" della Relazione Generale del PAI.

### **OPiano stralcio per l'assetto idrogeologico (PSAI) Autorità di Bacino Reno**

Il Piano è stato adottato con Deliberazione n. 1/1 del 6 dicembre 2002 dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del Reno, a seguito dell'esame delle modificazioni e dei pareri dalle regioni Emilia-Romagna e Toscana; approvato dalle due regioni per i rispettivi territori di competenza. La Regione Emilia Romagna ha approvato per il territorio di

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NC/22011	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> POGGIO RENATICO (FE)	<b>ZA-E-94715</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> ADEGUAMENTO CENTRALE DI COMPRESIONE DI POGGIO RENATICO	Fg. 21 di 97	<b>Rev.</b> 1

Rif. TPIDL: 201280C001-000-RT-1401-94715

competenza il piano con Deliberazione della Giunta Regionale n. 57 del 07/04/2003. Il piano è entrato in vigore con la pubblicazione sul BUR il 14/05/2003.

La variante ai Piani Stralcio del bacino idrografico del Fiume Reno finalizzata al coordinamento tra tali Piani e il Piano Gestione Rischio Alluvioni (PGRA) è stata adottata con delibera C.I. n. 3/1 del 07/11/2016, approvata, per il territorio di competenza, dalla Giunta Regionale Emilia-Romagna con deliberazione n. 2111 del 05/12/2016.

Gli strumenti di Pianificazione adottati dall'Autorità di Bacino Reno si rivolgono a sub-bacini in cui il territorio di competenza è stato suddiviso. Attraverso questa operazione si è arrivati ad una pianificazione composta dai Piani seguenti:

- Piano Stralcio Assetto Idrogeologico (fiume Reno, torrente Idice-Savona vivo, torrente Sillaro, torrente Santerno);
- Piano per il sistema idraulico Navile/Savona Abbandonato;
- Piano stralcio per il bacino del torrente Senio;
- Piano stralcio per il bacino del torrente Samoggia.

In termini spaziali oggetto del Piano sono pertanto i bacini dell'asta fluviale del Reno e dei torrenti Idice, Sillaro, Santerno, per i quali le attività di pianificazione in corso sono state rimodulate dando priorità ai contenuti previsti dal Piano stralcio assetto idrogeologico.

Il PSAI presenta, per l'intero territorio d'interesse, le attività svolte e i risultati per quanto riguarda il rischio da frana e l'assetto dei versanti e in particolare, in riferimento ai bacini dei corsi d'acqua principali Reno, Idice, Sillaro, Santerno per il rischio idraulico e l'assetto della rete idrografica.

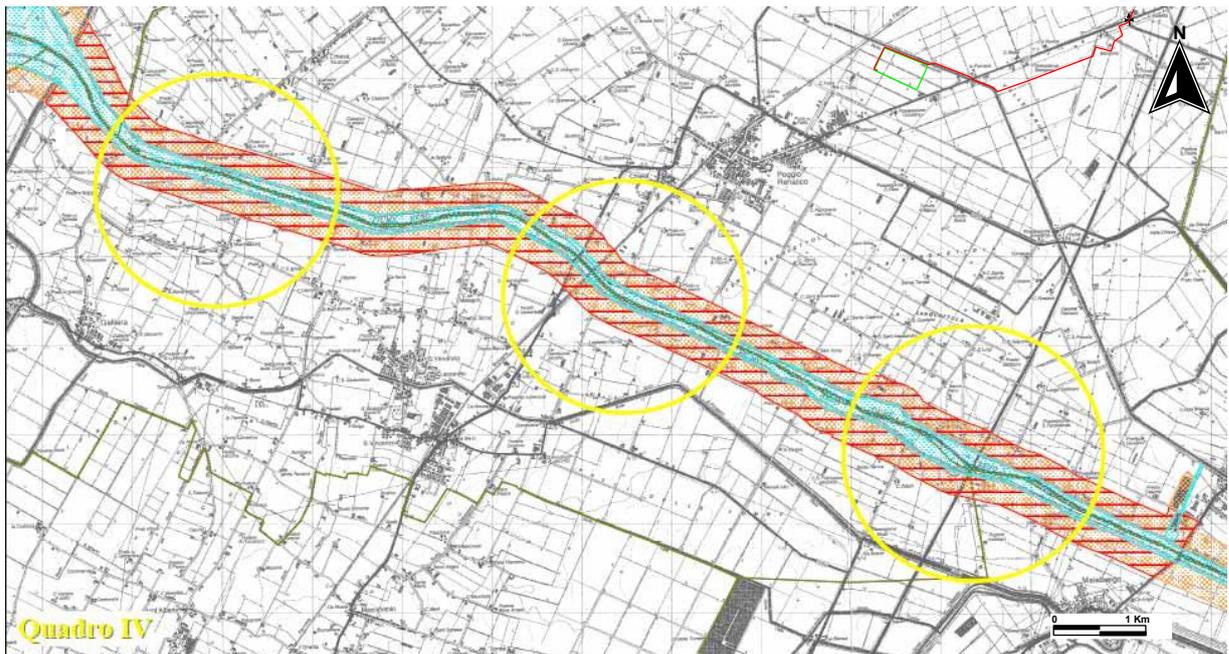


**Figura 3.2/A: Bacino del Reno**

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NC/22011	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> POGGIO RENATICO (FE)	<b>ZA-E-94715</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> ADEGUAMENTO CENTRALE DI COMPRESIONE DI POGGIO RENATICO	Fg. 22 di 97	<b>Rev.</b> 1

Rif. TPIDL: 201280C001-000-RT-1401-94715

L'area di interesse è esterna al bacino del Reno, è ubicata immediatamente a nord del limite nord dello stesso ed è, inoltre, posta a buona distanza dalla sua fascia di pertinenza fluviale; quest'ultimo aspetto è evidenziato nella successiva Figura 3.2/B che riporta lo stralcio della Tavola A "Localizzazione delle situazioni a rischio elevato e molto elevato" del piano.



**LEGENDA**

-  Localizzazione delle situazioni a rischio elevato o molto elevato
-  Alveo attivo zonizzato
-  Aree ad alta probabilità di inondazione
-  Pertinenza fluviale
-  Area di localizzazione interventi
-  Confini comunali
-  Confini regionali
-  Autostrade
-  Strada statale n. 9 "Emilia"
-  Ferrovie
-  Capoluoghi

**Figura 3.2/B: Estratto Tavola A "Localizzazione delle situazioni a rischio elevato e molto elevato"**

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NC/22011	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> POGGIO RENATICO (FE)	<b>ZA-E-94715</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> ADEGUAMENTO CENTRALE DI COMPRESSIONE DI POGGIO RENATICO	Fg. 23 di 97	<b>Rev.</b> 1

Rif. TPIDL: 201280C001-000-RT-1401-94715

Dall'esame dello stralcio si nota che l'area della Centrale SNAM e le aree interessate dalle opere di connessione (poste a nord della Centrale) sono esterne alle aree ad alta probabilità di inondazione, relativamente a piene con tempo di ritorno di 25 anni. Sulla base di quanto sopra esposto, non si rilevano particolari criticità rispetto allo PSAI.

### 3.2 Piano di gestione del rischio alluvione (PGRA) – distretto idrografico padano

Il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (P.G.R.A.) è un nuovo strumento di pianificazione previsto nella legislazione comunitaria dalla Direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e gestione del rischio di alluvioni, recepita nell'ordinamento italiano con il D.lgs. 49/2010.

La Dir. 2007/60/CE (detta anche Direttiva Alluvioni) si inserisce all'interno di un percorso di politiche europee in tema di acque iniziato con la Direttiva quadro 2000/60/CE che si prefigge l'obiettivo di salvaguardare e tutelare i corpi idrici superficiali e sotterranei e di migliorare la qualità della risorsa, con la finalità di raggiungere il buono stato ambientale in tutti i corpi idrici europei.

Dopo un lungo iter, partito nel 2010, i P.G.R.A. sono stati adottati entro i termini previsti dal dispositivo comunitario (22 dicembre 2015) dai Comitati Istituzionali delle Autorità di Bacino Nazionali per poi essere definitivamente approvati in data 3 marzo 2016 (Primo Ciclo di Attuazione della Direttiva).

Nell'ambito del Piano sono state redatte le Mappe della pericolosità e del rischio idraulico.

L'art. 57 delle Norme del PAI (comma 1) stabilisce che "gli elaborati cartografici rappresentati dalla Mappe della pericolosità e dalle Mappe del rischio di alluvione indicanti la tipologia e il grado di rischio degli elementi esposti e pubblicate sui siti delle Regioni, costituiscono integrazione al quadro conoscitivo del PAI" e che (comma 3) "le suddette Mappe PGRA costituiscono quadro di riferimento per la verifica delle previsioni e prescrizioni del PAI".

Le mappe della pericolosità indicano le aree geografiche potenzialmente allagabili con riferimento all'insieme di cause scatenanti, ivi compresa l'indicazione delle zone ove possano verificarsi fenomeni con elevato volume di sedimenti trasportati e colate detritiche, in relazione a tre scenari:

1. **P1** - L (Alluvioni rare di estrema intensità: tempo di ritorno fino a 500 anni dall'evento bassa probabilità);
2. **P2** – M (Alluvioni poco frequenti: tempo di ritorno tra 100 e 200 anni - media probabilità);
3. **P3** – H (Alluvioni frequenti: tempo di ritorno tra 20 e 50 anni - elevata probabilità).

Ciascuno scenario è, inoltre, descritto attraverso i seguenti elementi:

- estensione dell'inondazione;
- altezza idrica o livello;
- caratteristiche del deflusso (velocità e portata).

Il D.lgs. 49/2010 definisce all'art. 2 il rischio di alluvioni "la combinazione della probabilità di accadimento di un evento alluvionale e delle potenziali conseguenze negative per la salute umana, il territorio, i beni, l'ambiente, il patrimonio culturale e le attività economiche e sociali derivanti da tale evento". Le mappe del rischio di alluvioni contengono, pertanto, tali elementi con riferimento ai già menzionati scenari.

Nel dicembre 2019 la Conferenza Istituzionale Permanente dell'Autorità di Bacino, con deliberazione n. 7 del 20 dicembre 2019 (entrata in vigore dal 16 marzo 2020, data della sua

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NC/22011	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> POGGIO RENATICO (FE)	<b>ZA-E-94715</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> ADEGUAMENTO CENTRALE DI COMPRESIONE DI POGGIO RENATICO	Fg. 24 di 97	<b>Rev.</b> 1

Rif. TPIDL: 201280C001-000-RT-1401-94715

pubblicazione sul sito istituzionale dell'AdBPo), ha adottato la revisione 2019 delle mappe di pericolosità e del rischio di alluvione.

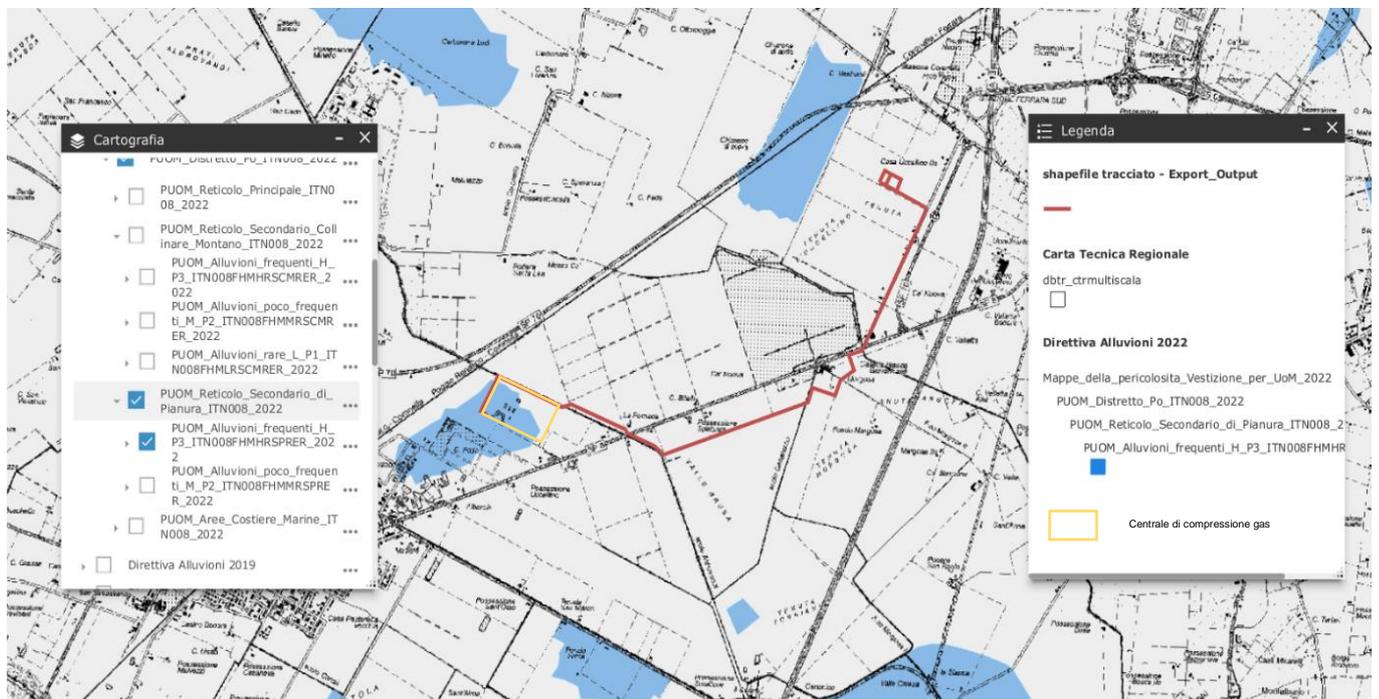
Il secondo Ciclo di attuazione ha portato alla finale elaborazione ed adozione dei PGRA 2021. Il territorio della Regione Emilia-Romagna è interessato da due nuovi Piani (2021): il PGRA del distretto padano e il PGRA del distretto dell'Appennino Centrale.

Il territorio di interesse ricade nell'ambito del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA) del Distretto Padano, redatto dall'Autorità di Bacino del fiume Po.

La nuova **cartografia interattiva DIRETTIVA ALLUVIONI** creata dalla Regione Emilia-Romagna, per la visualizzazione delle mappe della pericolosità e del rischio di alluvioni del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA), riporta i dati di pericolosità relativi al secondo ciclo di attuazione della Direttiva 2007/60/CE, conclusosi nel dicembre 2021 e definitivamente approvato dall'Autorità di bacino distrettuale del fiume Po con Decreto Segretariale (DS) n. 43/2022 del 11 aprile 2022.

Si riportano gli stralci delle mappe della pericolosità per i soli reticoli idrografici interessati, ossia:

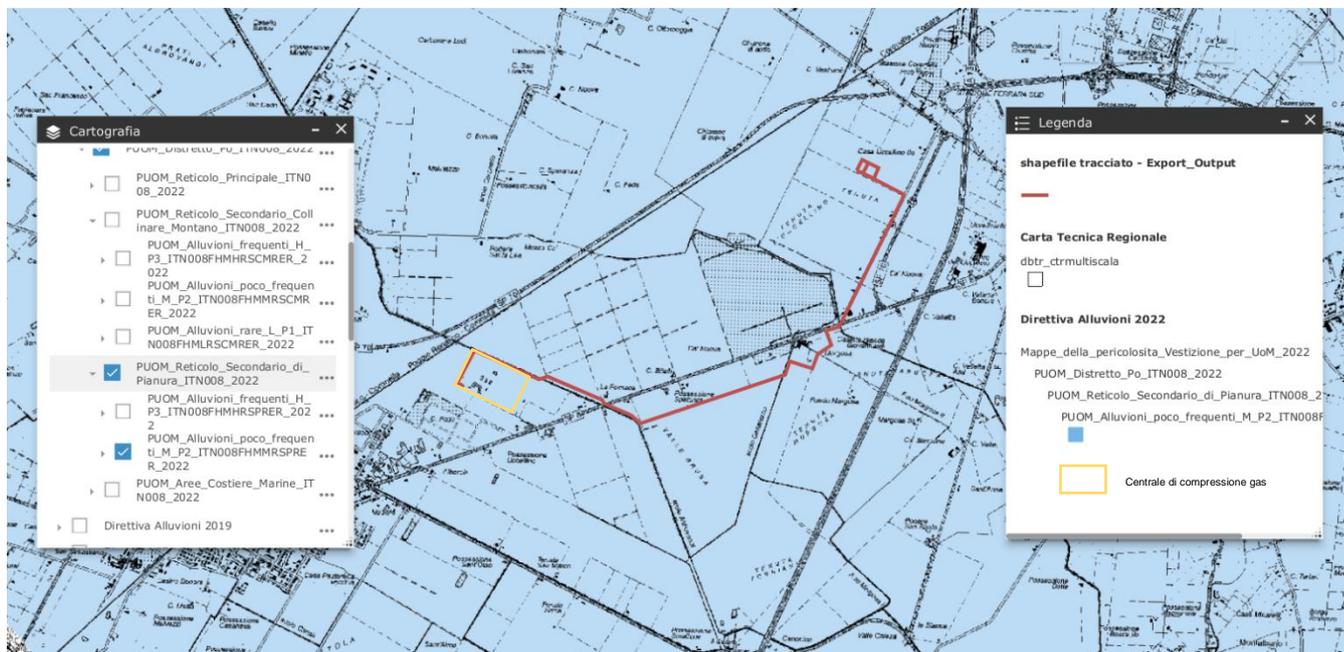
- il reticolo secondario di pianura (RSP) per il Bacino del Po (ITN008), di cui la mappa delle alluvioni frequenti P3 (Figura 3.3/A) e la mappa delle alluvioni poco frequenti P2 (Figura 3.3/B);
- il reticolo principale (RP) per il Bacino del Reno (ITI021), di cui la mappa delle alluvioni frequenti P3 (Figura 3.3/C), la mappa delle alluvioni poco frequenti P2 (Figura 3.3/D) e la mappa delle alluvioni rare P1 (Figura 3.3/E).



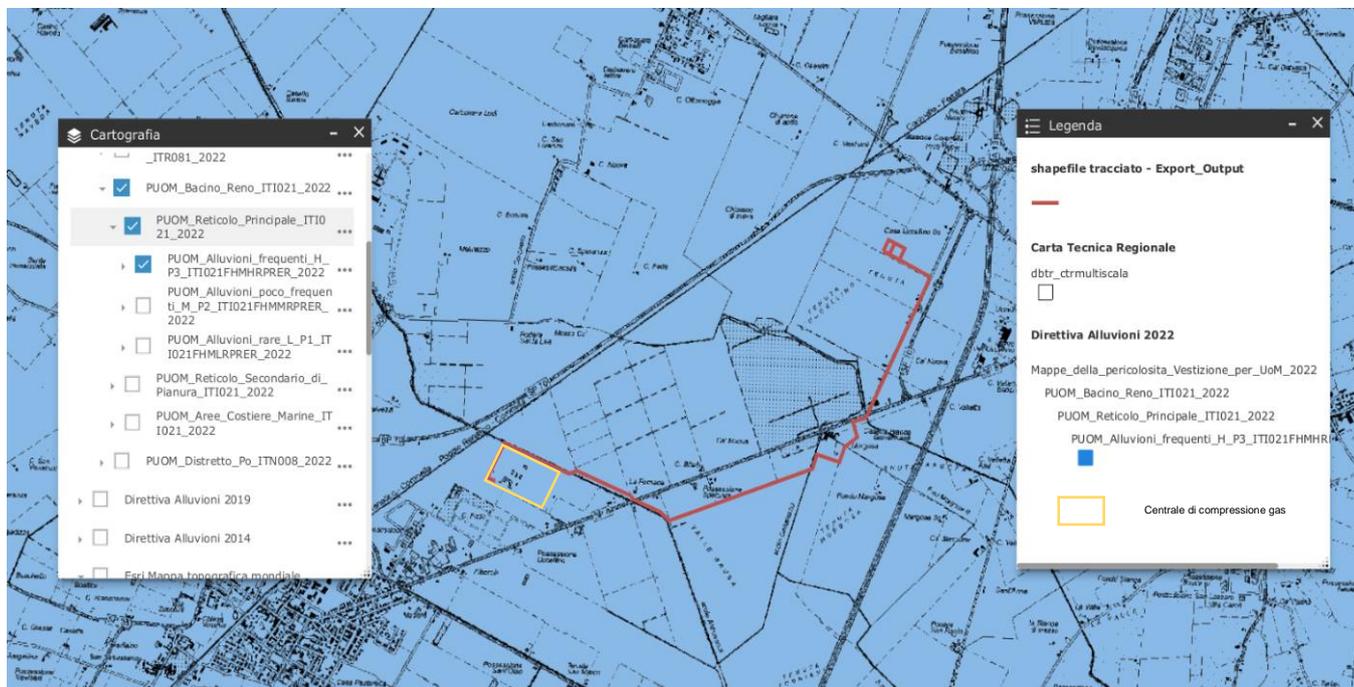
**Figura 3.3/A: PGRA agg.to 2022 – Bacino del Po ITN008 – Mappa della pericolosità Reticolo Secondario di pianura – Alluvioni frequenti P3**

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NC/22011	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> POGGIO RENATICO (FE)	<b>ZA-E-94715</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> ADEGUAMENTO CENTRALE DI COMPRESIONE DI POGGIO RENATICO	Fg. 25 di 97	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TPIDL: 201280C001-000-RT-1401-94715



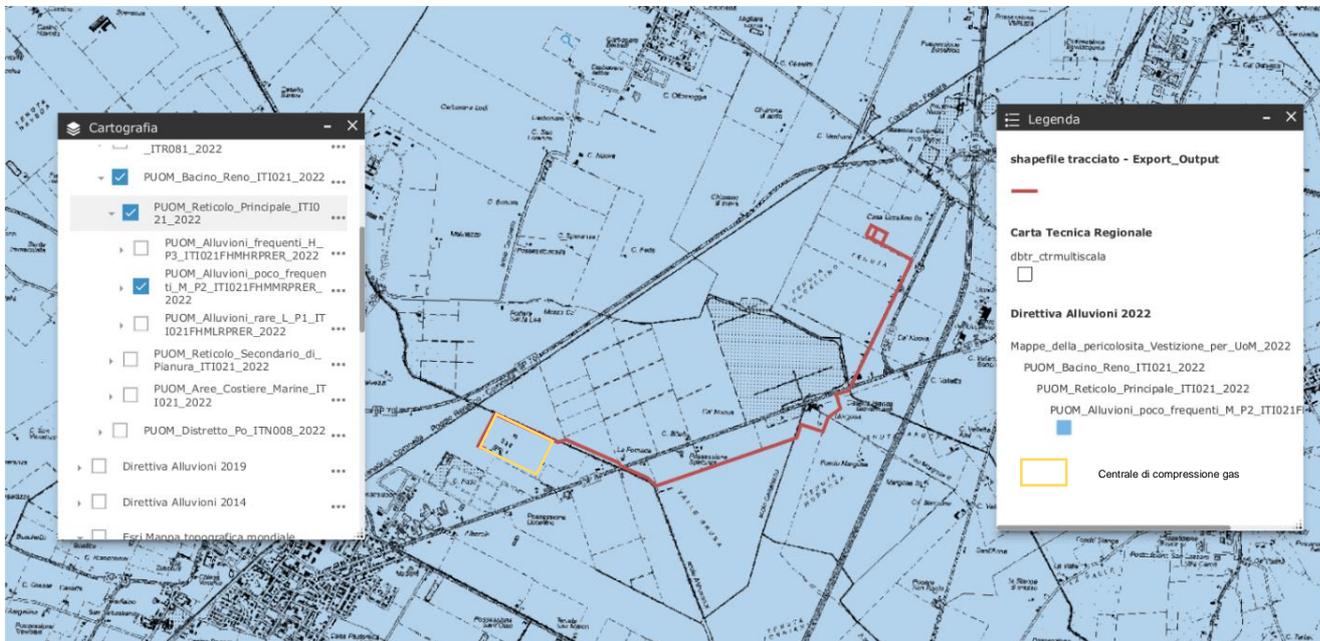
**Figura 3.3/B: PGRA agg.to 2022 – Bacino del Po ITN008 – Mappa della pericolosità Reticolo Secondario di pianura – Alluvioni poco frequenti P2**



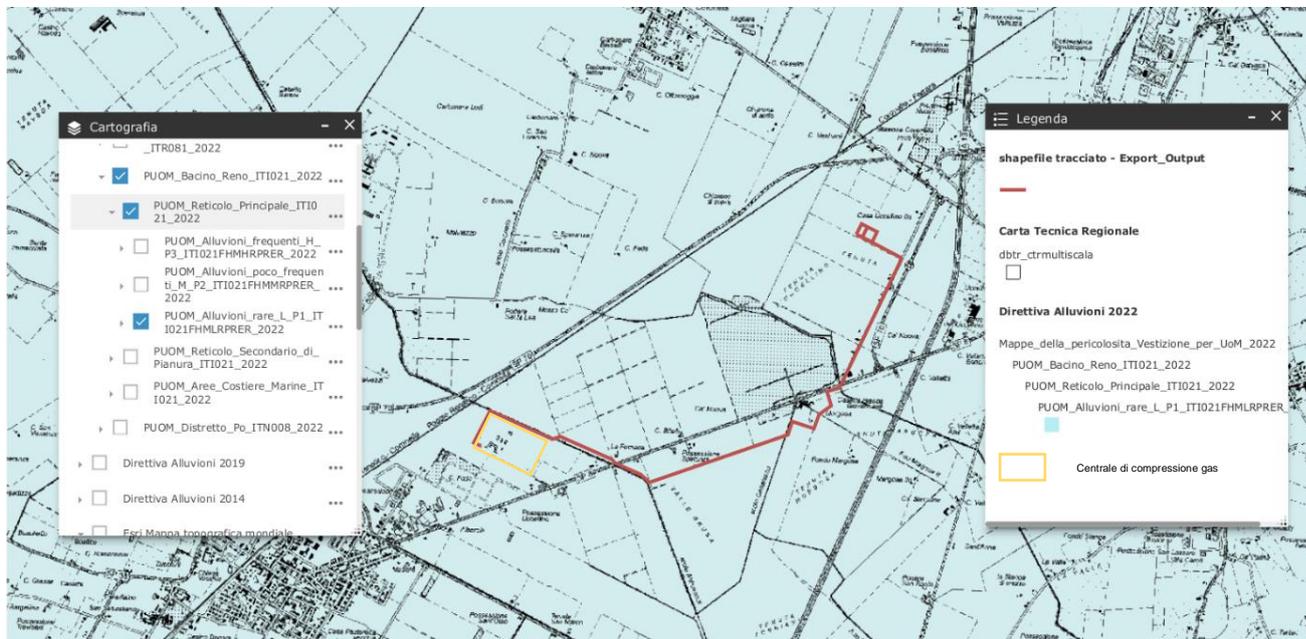
**Figura 3.3/C: PGRA agg.to 2022 – Bacino del Reno ITI021 – Mappa della pericolosità Reticolo Principale – Alluvioni frequenti P3**

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NC/22011	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> POGGIO RENATICO (FE)	<b>ZA-E-94715</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> ADEGUAMENTO CENTRALE DI COMPRESSIONE DI POGGIO RENATICO	Fg. 26 di 97	<b>Rev.</b> 1

Rif. TPIDL: 201280C001-000-RT-1401-94715



**Figura 3.3/D: PGRA agg.to 2022 – Bacino del Reno ITI021 – Mappa della pericolosità Reticolo Principale – Alluvioni poco frequenti P2**



**Figura 3.3/E: PGRA agg.to 2022 – Bacino del Reno ITI021 – Mappa della pericolosità Reticolo Principale – Alluvioni rare P1**

Nelle mappe della pericolosità l'area della Centrale risulta inclusa in aree potenzialmente allagabili all'interno del Bacino del Po del solo reticolo secondario di pianura (RSP), con probabilità pari a:

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NC/22011	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> POGGIO RENATICO (FE)	<b>ZA-E-94715</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> ADEGUAMENTO CENTRALE DI COMPRESSIONE DI POGGIO RENATICO	Fg. 27 di 97	<b>Rev.</b> 1

Rif. TPIDL: 201280C001-000-RT-1401-94715

- P3 (Alluvioni frequenti tempo di ritorno tra 20 e 50 anni)
- P2 (Alluvioni poco frequenti tempo di ritorno tra 100 e 200 anni)

ed all'interno del Bacino del Reno del solo reticolo primario (RP), con probabilità pari a:

- P3 (Alluvioni frequenti tempo di ritorno tra 20 e 50 anni)
- P2 (Alluvioni poco frequenti tempo di ritorno tra 100 e 200 anni)
- P1 (Alluvioni rare tempo di ritorno 500 anni)

Dalle stesse mappe le stazioni elettriche risultano incluse in aree potenzialmente allagabili all'interno del Bacino del Po del solo reticolo secondario di pianura (RSP), con probabilità pari a:

- P2 (Alluvioni poco frequenti tempo di ritorno tra 100 e 200 anni)

e all'interno del Bacino del Reno del solo reticolo primario (RP), con probabilità:

- P1, P2 e P3 (Alluvioni rare tempo di ritorno 500 anni, poco frequenti tra 100 e 200, frequenti tra 20 e 50 anni)

Con riferimento al reticolo principale (RP) l'art. 58, comma, 2 punto a) della Variante norme PAI del n. 5/2016 stabilisce che:

- le aree interessate da alluvioni frequenti (Aree P3) sono soggette alle limitazioni e prescrizioni previste per la Fascia A dalle norme del PAI (art.29)
- le aree interessate da alluvioni poco frequenti (Aree P2) sono soggette alle limitazioni e prescrizioni previste per la Fascia B dalle norme del PAI (art.30)
- le aree interessate da alluvioni rare (Aree P1) sono soggette alle limitazioni di cui all'art. 31 del PAI.

La fascia A è normata dall'art. 29 delle NTA del PAI:

*1. Nella Fascia A il Piano persegue l'obiettivo di garantire le condizioni di sicurezza assicurando il deflusso della piena di riferimento, il mantenimento e/o il recupero delle condizioni di equilibrio dinamico dell'alveo, e quindi favorire, ovunque possibile, l'evoluzione naturale del fiume in rapporto alle esigenze di stabilità delle difese e delle fondazioni delle opere d'arte, nonché a quelle di mantenimento in quota dei livelli idrici di magra.*

*2. Nella Fascia A sono vietate:*

*a) le attività di trasformazione dello stato dei luoghi, che modificano l'assetto morfologico, idraulico, infrastrutturale, edilizio, fatte salve le prescrizioni dei successivi articoli;*

*[.....]*

*3. Sono per contro consentiti:*

*[.....]*

*c) le occupazioni temporanee se non riducono la capacità di portata dell'alveo, realizzate in modo da non arrecare danno o da risultare di pregiudizio per la pubblica incolumità in caso di piena;*

*[.....]*

*i) il deposito temporaneo di rifiuti come definito all'art. 6, comma 1, let. m), del D.lgs. 5 febbraio 1997, n. 22;*

*[.....]*

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NC/22011	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> POGGIO RENATICO (FE)	<b>ZA-E-94715</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> ADEGUAMENTO CENTRALE DI COMPRESSIONE DI POGGIO RENATICO	Fg. 28 di 97	<b>Rev.</b> 1

Rif. TPIDL: 201280C001-000-RT-1401-94715

*5. Gli interventi consentiti debbono assicurare il mantenimento o il miglioramento delle condizioni di drenaggio superficiale dell'area, l'assenza di interferenze negative con il regime delle falde freatiche presenti e con la sicurezza delle opere di difesa esistenti.*

L'art. 58, comma 2, punto c), relativo alle aree del reticolo secondario di pianura (RSP) prevede che, nelle aree interessate da alluvioni frequenti, poco frequenti e rare, compete alle Regioni e agli Enti locali, anche d'intesa con le Autorità di Bacino, attraverso gli strumenti di pianificazione locale e urbanistica, regolamentare le attività consentite, i limiti e i divieti [...]”.

Le interferenze tra le opere in esame con le aree censite a pericolosità idraulica non risultano evitabili. In ambito idraulico la Centrale di compressione e le future relative opere di connessione rappresentano un'infrastruttura di interesse pubblico per il trasporto del gas, che risulta tra le tipologie d'intervento per le quali è consentita l'interferenza con le aree di pericolosità per alluvioni (frequenti o poco frequenti), a condizione che sia assicurato il non aggravio degli scenari di rischio.

Le mappe del rischio disponibili sulla **cartografia interattiva DIRETTIVA ALLUVIONI** fanno riferimento al PGRA 2019 e rappresentano le potenziali conseguenze negative delle alluvioni, espresse in termini di: popolazione potenzialmente coinvolta, tipo di attività economiche, patrimonio culturale e naturale, impianti che potrebbero provocare inquinamento accidentale in caso di evento, ecc.

Sono ottenute dalle mappe di pericolosità valutando i danni potenziali corrispondenti con una rappresentazione in 4 classi di rischio:

- **R4 molto elevato:** per il quale sono possibili perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture ed al patrimonio ambientale, la distruzione di attività socioeconomiche;
- **R3 elevato:** per il quale sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, la interruzione di funzionalità delle attività socioeconomiche e danni relativi al patrimonio ambientale;
- **R2 medio:** per il quale sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche;
- **R1 moderato (o nullo):** per il quale i danni sociali, economici ed al patrimonio ambientale sono trascurabili o nulli.

Per il Bacino del Po (ITN008), si riporta lo stralcio della mappa del rischio per il solo reticolo interessato, ossia il reticolo secondario di pianura (Figura 3.3/F). Per il Bacino del Reno (ITI021) si riporta lo stralcio della mappa della pericolosità per il solo reticolo interessato, ossia il reticolo principale di pianura (Figura 3.3/G).

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NC/22011	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> POGGIO RENATICO (FE)	<b>ZA-E-94715</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> ADEGUAMENTO CENTRALE DI COMPRESIONE DI POGGIO RENATICO	Fg. 29 di 97	<b>Rev.</b> 1

Rif. TPIDL: 201280C001-000-RT-1401-94715



**Figura 3.3/F: PGRA 2019 – Bacino del Po ITN008 – Mappa del Rischio - Reticolo Secondario di pianura**

La Centrale di compressione SNAM è indicata nelle mappe come “Infrastruttura strategica”, contemplata nell’Allegato I del DL 59/2005.



**Figura 3.3/G: PGRA 2019 – Bacino del Reno ITI021 – Mappa del Rischio - Reticolo Principale**

Nella Mappa di Rischio Potenziale del Bacino del Po la Centrale di compressione è in zona a Rischio Elevato (categoria R3) per il reticolo secondario, mentre nella mappa del Bacino del

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NC/22011	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> POGGIO RENATICO (FE)	<b>ZA-E-94715</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> ADEGUAMENTO CENTRALE DI COMPRESSIONE DI POGGIO RENATICO	Fg. 30 di 97	<b>Rev.</b> 1

Rif. TPIDL: 201280C001-000-RT-1401-94715

Reno risulta ricompresa in una zona di potenziale rischio molto elevato (categoria R4) per il reticolo principale. Il rischio elevato e molto elevato è legato alla strategicità dell'impianto. Nelle stesse mappe la SSE e la SE sono in zona a Rischio Moderato o nullo (categoria R1) nel Bacino del Po per il reticolo secondario, mentre risultano ricomprese in una zona di potenziale rischio medio (categoria R2) nel Bacino del Reno per il reticolo principale.

### 3.3 Piano di protezione civile intercomunale

La Regione Emilia-Romagna con la Legge Regionale 07/02/2005, n. 1, ha definito gli indirizzi atti a favorire la predisposizione dei piani comunali di emergenza, i cosiddetti PEC; inoltre l'Art. 12 del Decreto Legislativo 02/01/2018, n. 1 dispone che i Comuni debbano predisporre ed approvare il piano comunale di protezione civile sulla base degli indirizzi nazionali e regionali.

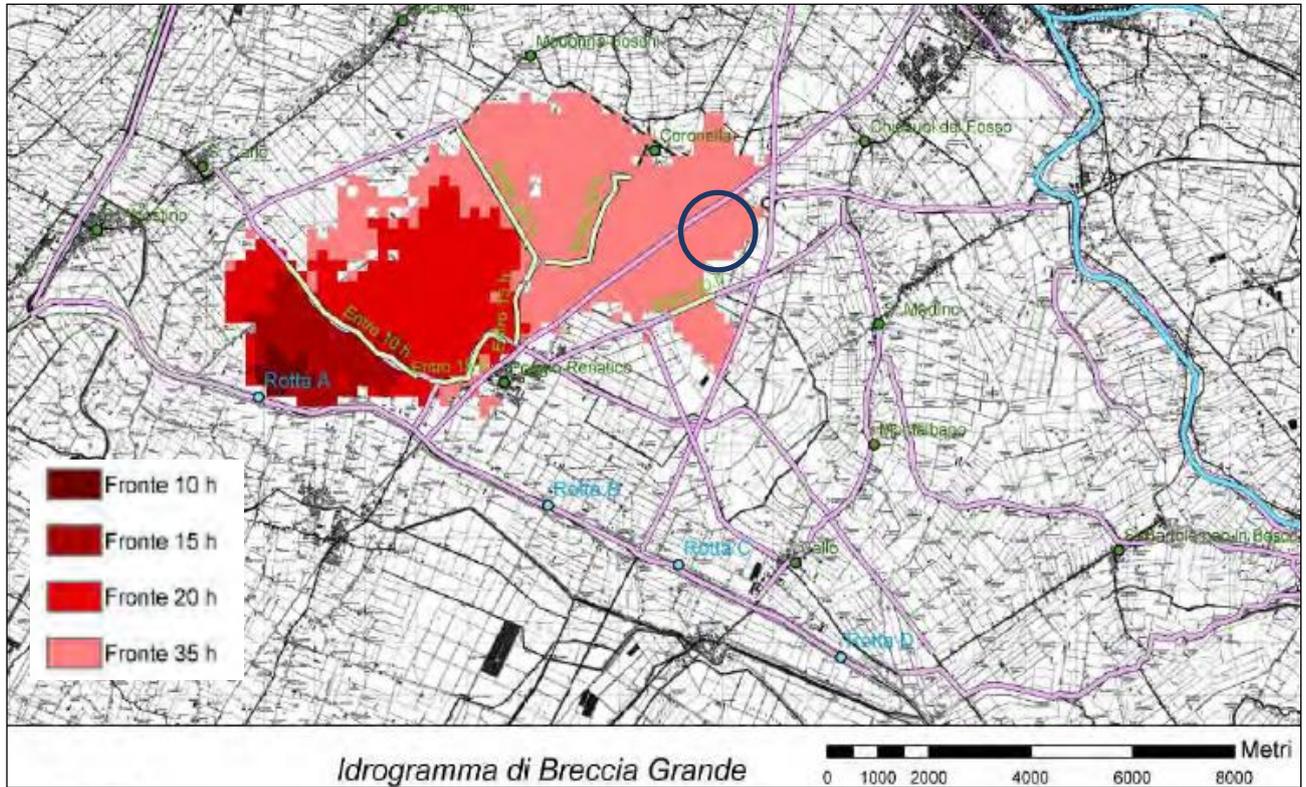
I piani costituiscono lo strumento unitario di risposta coordinata del sistema locale di protezione civile a qualsiasi tipo di situazione di crisi o di emergenza e devono contenere le procedure necessarie per effettuare una rapida ed ordinata evacuazione e/o assistenza dei cittadini e dei loro beni.

All'interno del Piano è inserito uno studio del rischio idraulico con individuazione di alcuni punti di fragilità arginale, conseguente ad una crisi arginale del fiume Po in destra idraulica ed al successivo allagamento della piana ferrarese circostante. Nel corso dello studio ai fini della modellazione idraulica è stato necessario introdurre i più importanti elementi morfologici, naturali e antropici, che influiscono sul deflusso delle acque fluviali disalveate. Tali elementi vanno a costituire una cella idraulica di pianura, *definita come una porzione di territorio pianeggiante delimitata da rilevati di altezza maggiore di 1 m sul piano di campagna, tale da costituire un'entità areale che se venisse allagata sarebbe in grado di costituire un elemento idraulico isolato dal resto del territorio.* Le diverse celle vengono messe in comunicazione mediante punti di collegamento chiamati botti o varchi. I limiti delle celle idrauliche sono rappresentati esclusivamente da rilevati che possono essere attraversati solamente nei loro punti di discontinuità.

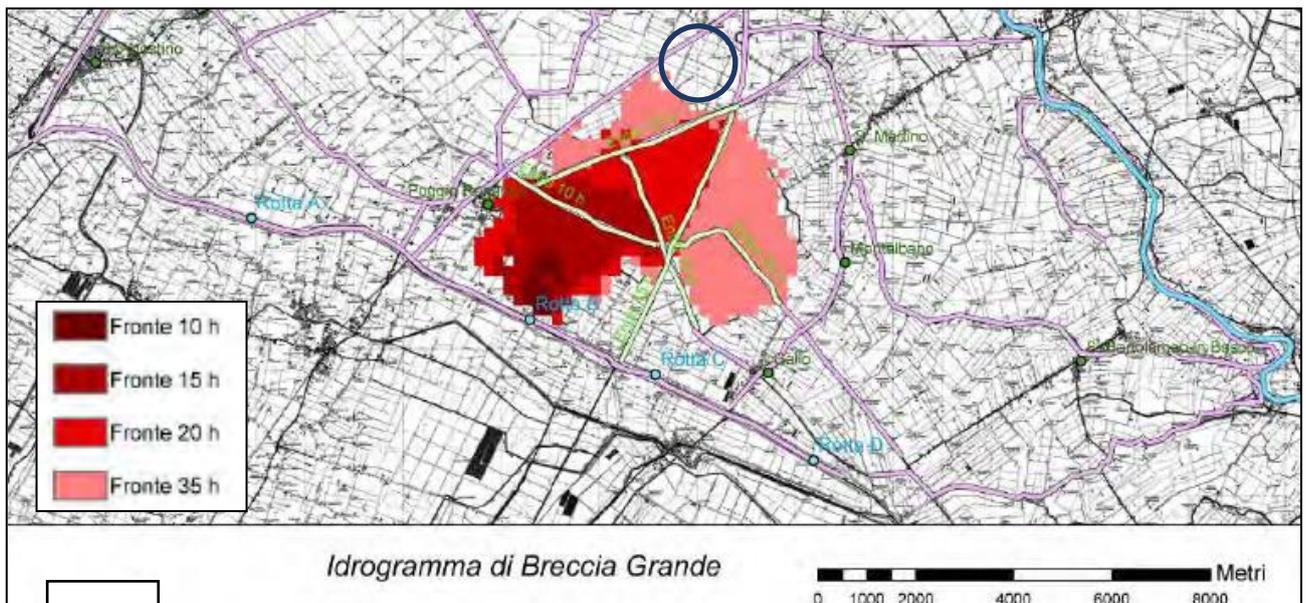
A seguire si riportano le mappe relative all'evoluzione delle aree allagate, estratte dallo studio "REALIZZAZIONE DI UN MODELLO DI EVENTO FINALIZZATO ALLA STESURA DEL PIANO DI PROTEZIONE CIVILE DELLA PROVINCIA DI FERRARA" Ferrara, Novembre 2006, (Autori: Prof. Ing. Marco Franchini e Prof. Ing. Paolo Russo), in riferimento ai 2 ipotetici punti di rottura dell'argine in sinistra idrografica del fiume Reno, in cui è interessata l'area in esame. In Figura 3.4/A ed in Figura 3.4/B sono rappresentate rispettivamente le isocrone del fronte d'onda in caso di rotta arginale del punto A e del punto B.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NC/22011	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> POGGIO RENATICO (FE)	<b>ZA-E-94715</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> ADEGUAMENTO CENTRALE DI COMPRESSIONE DI POGGIO RENATICO	Fg. 31 di 97	<b>Rev.</b> 1

Rif. TPIDL: 201280C001-000-RT-1401-94715



**Figura 3.4/A: Isocrone del fronte d'onda di piena in caso di rottura nel punto A dell'argine in sinistra idrografica del Fiume Reno. Il cerchio blu indica l'area in esame**

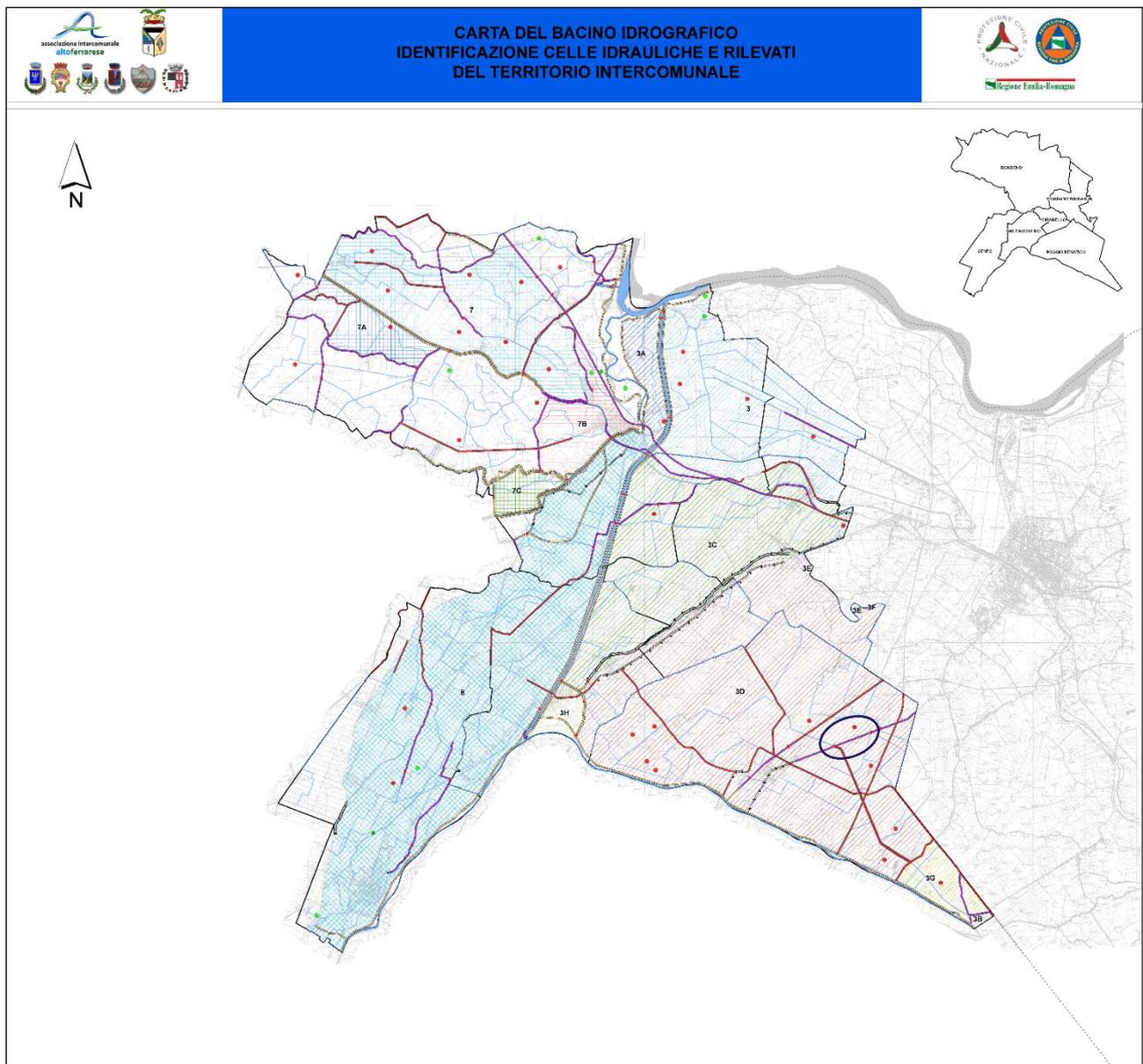


**Figura 3.4/B: Isocrone del fronte d'onda di piena in caso di rottura nel punto B dell'argine in sinistra idrografica del Fiume Reno. Il cerchio blu indica l'area in esame**

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NC/22011	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> POGGIO RENATICO (FE)	<b>ZA-E-94715</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> ADEGUAMENTO CENTRALE DI COMPRESSIONE DI POGGIO RENATICO	Fg. 32 di 97	<b>Rev.</b> 1

Rif. TPIDL: 201280C001-000-RT-1401-94715

Nelle figure sottostanti è riportato il bacino idrografico dell'area dei comuni appartenenti all'associazione intercomunale dell'altoferrarese, rispettivamente con l'identificazione delle celle idrauliche e dei rilevati (Figura 3.4/C), con la delimitazione delle aree inondabili e delle aree alluvionate (Figura 3.4/D), con la tavola riassuntiva (Figura 3.4/E) e con la legenda riferita alle tre figure (Figura 3.4/F).

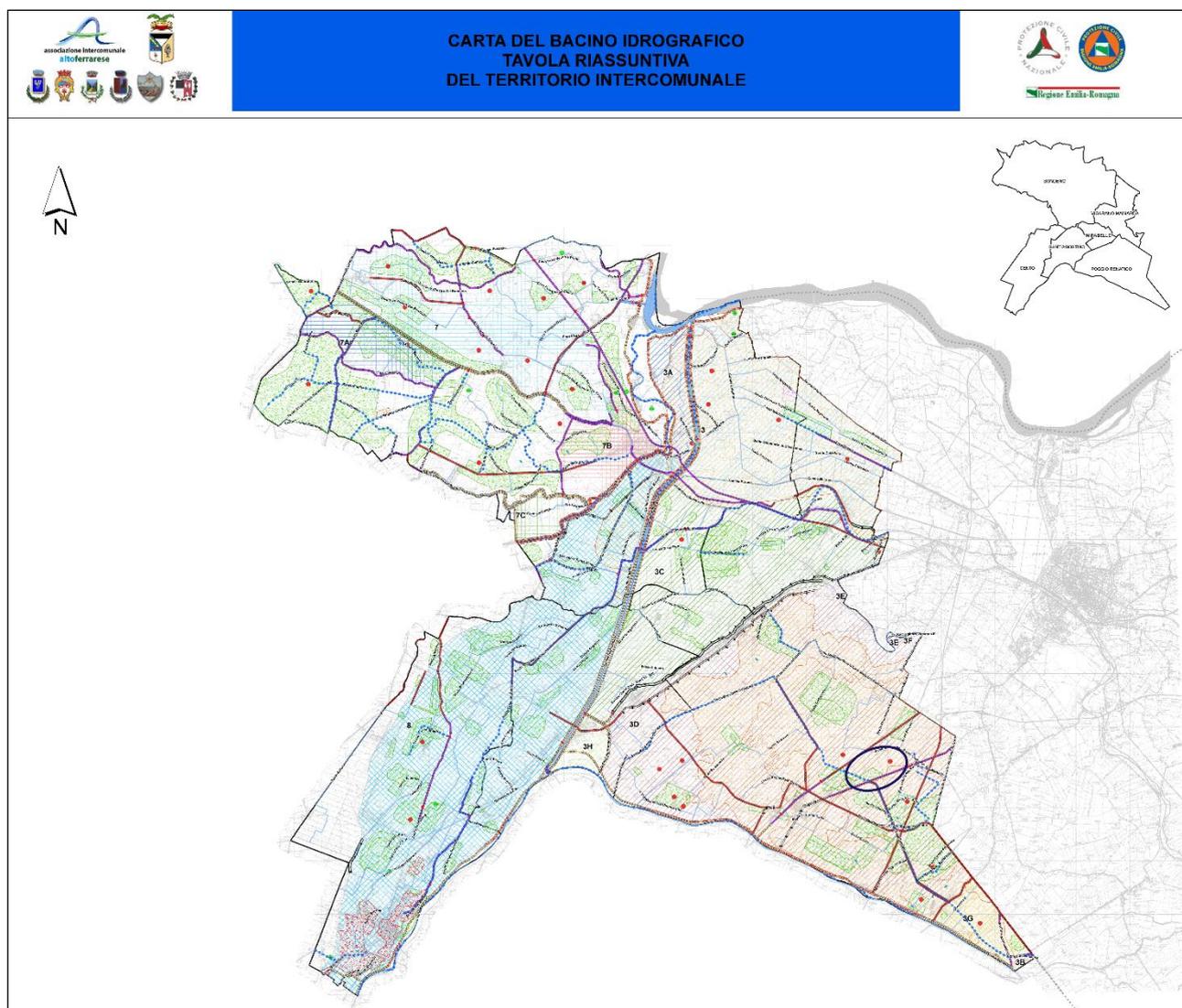


**Figura 3.4/C: Bacino Idrografico intercomunale dell'Alto Ferrarese – celle idrauliche e rilevati (tratta dal Piano Intercomunale di Protezione Civile del Comune di Poggio Renatico). L'area in esame è delimitata dal cerchio blu. La legenda è in figura 3.4F**



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NC/22011	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> POGGIO RENATICO (FE)	<b>ZA-E-94715</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> ADEGUAMENTO CENTRALE DI COMPRESIONE DI POGGIO RENATICO	Fg. 34 di 97	<b>Rev.</b> 1

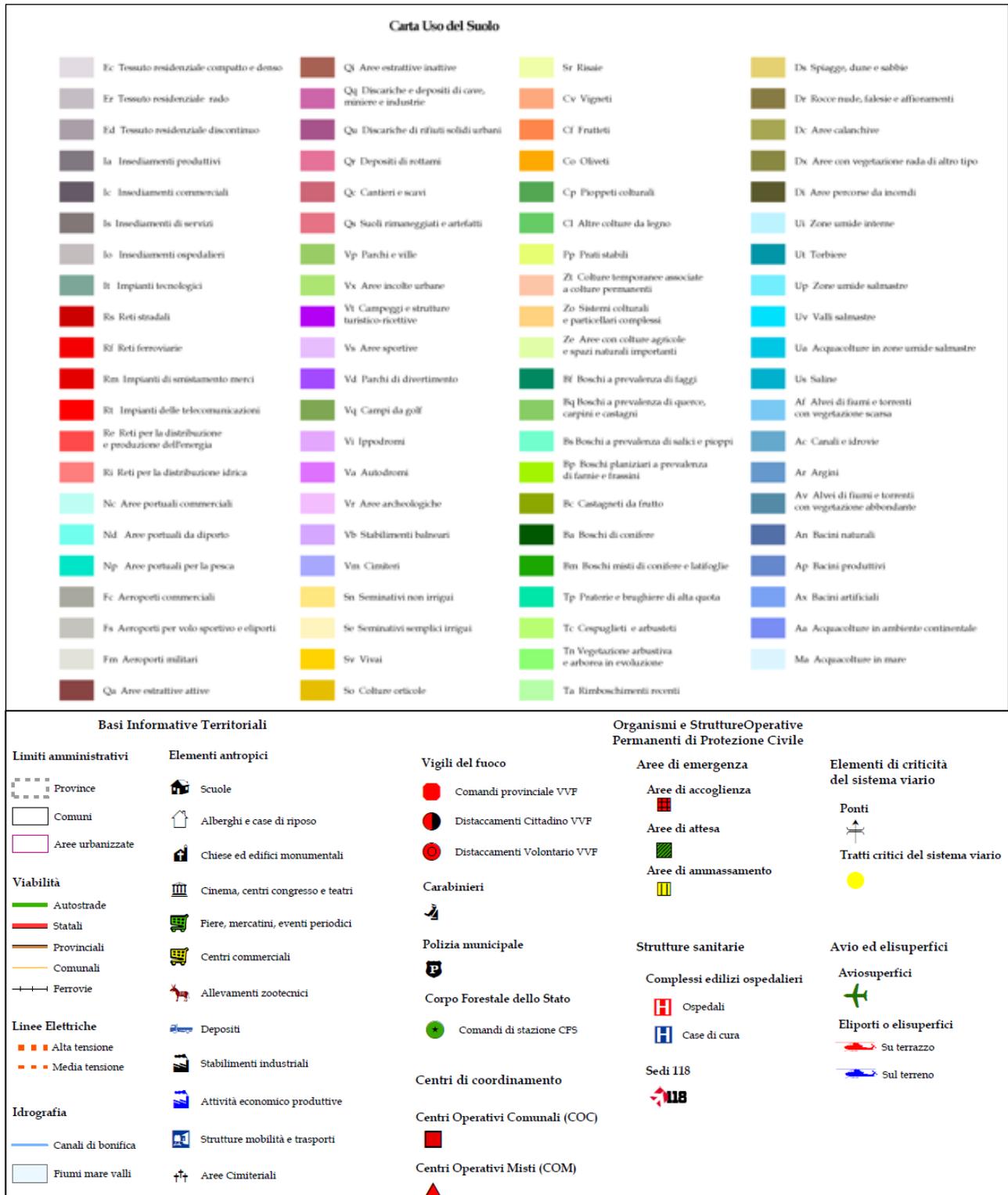
Rif. TPIDL: 201280C001-000-RT-1401-94715



**Figura 3.4/E: Bacino Idrografico intercomunale dell'Alto Ferrarese – tavola riassuntiva. L'area in esame è delimitata dal cerchio blu. La legenda è in figura 3.4F (tratta dal Piano Intercomunale di Protezione Civile del Comune di Poggio Renatico)**

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NC/22011	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> POGGIO RENATICO (FE)	<b>ZA-E-94715</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> ADEGUAMENTO CENTRALE DI COMPRESIONE DI POGGIO RENATICO	Fg. 35 di 97	<b>Rev.</b> 1

Rif. TPIDL: 201280C001-000-RT-1401-94715



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NC/22011	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> POGGIO RENATICO (FE)	<b>ZA-E-94715</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> ADEGUAMENTO CENTRALE DI COMPRESSIONE DI POGGIO RENATICO	Fg. 36 di 97	<b>Rev.</b> 1

Rif. TPIDL: 201280C001-000-RT-1401-94715

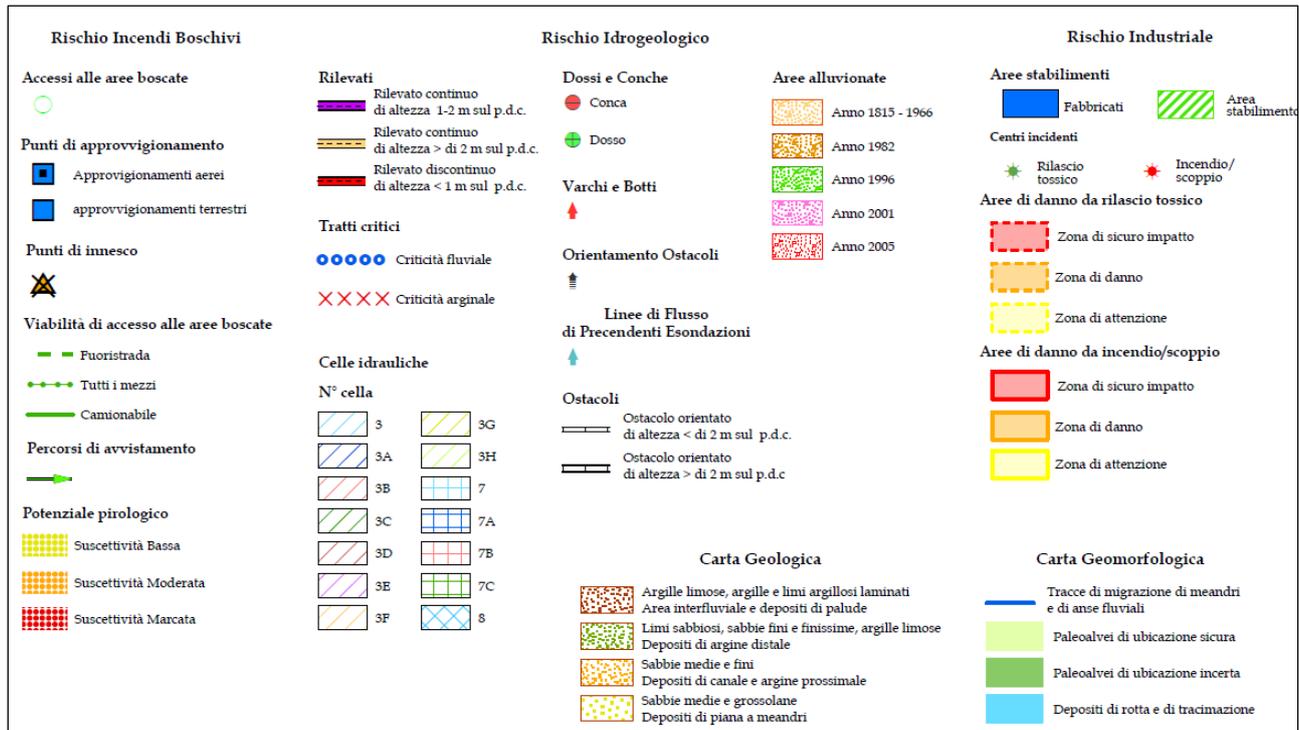


Figura 3.4/F: Legenda riferita alle figure precedenti

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NC/22011	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> POGGIO RENATICO (FE)	<b>ZA-E-94715</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> ADEGUAMENTO CENTRALE DI COMPRESIONE DI POGGIO RENATICO	Fg. 37 di 97	<b>Rev.</b> 1

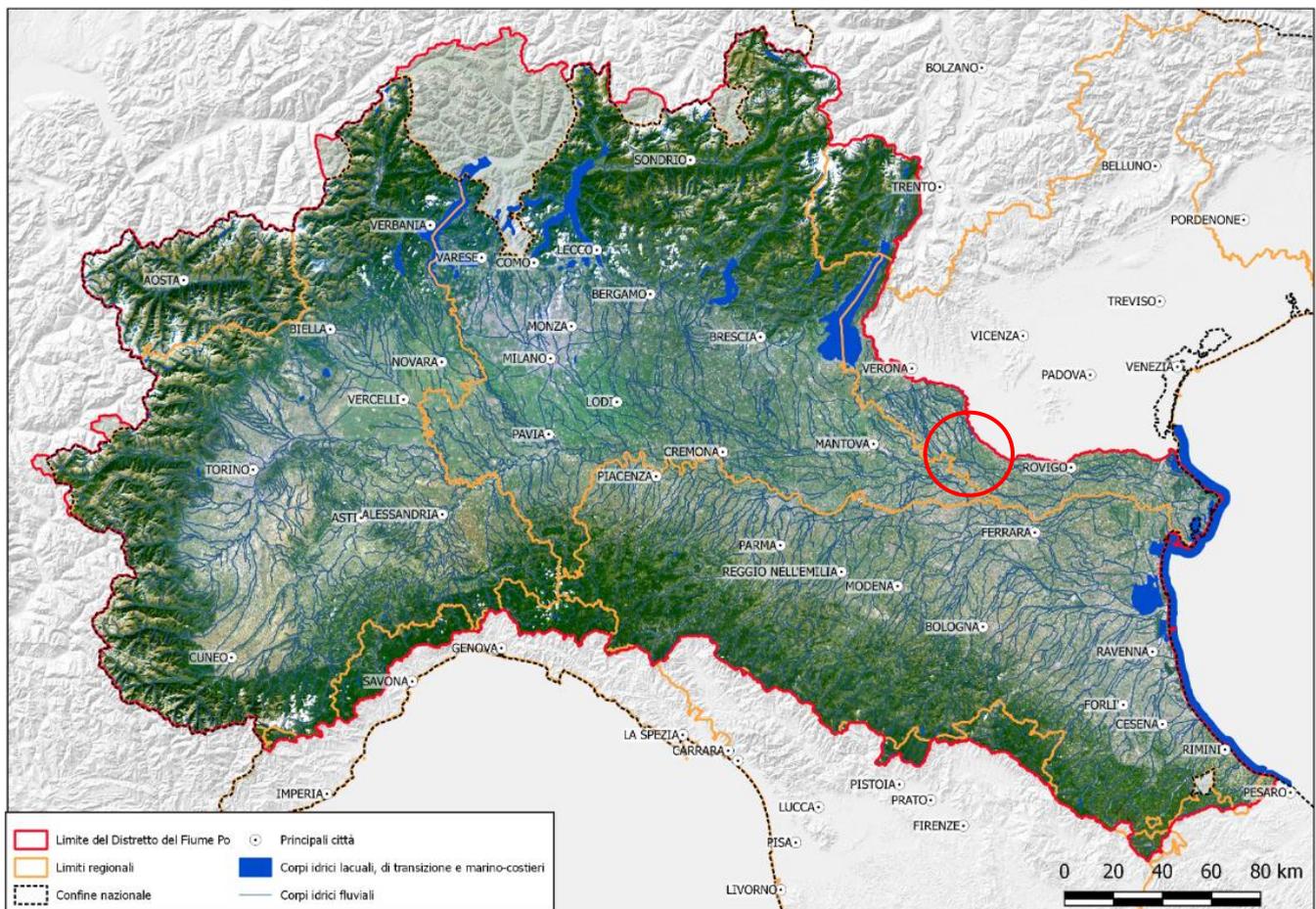
Rif. TPIDL: 201280C001-000-RT-1401-94715

## 4 INQUADRAMENTO IDROLOGICO

### 4.1 Idrografia superficiale a scala di bacino

Il territorio in esame, facente capo all'Autorità Distrettuale del Fiume Po, è incluso nel Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del fiume Po relativo all'ex Autorità di bacino del Fiume Po.

Il bacino idrografico del Po interessa il territorio di Liguria, Piemonte, Valle d'Aosta, Emilia-Romagna, Toscana, Lombardia, Provincia Autonoma di Trento, Marche, Veneto e si estende anche a porzioni di territorio francese e svizzero (Figura 4.1/A).



**Figura 4.1/A: perimetrazione del distretto Idrografico del Fiume Po e area in esame cerchiata in rosso**

Nel territorio regionale sono individuabili complessivamente 47 bacini idrografici, tributari del fiume Po o del mare Adriatico, drenanti areali imbriferi di almeno 10 Km<sup>2</sup>. Di essi, 22 si immettono nel fiume Po e interessano essenzialmente le province di Piacenza, Parma, Reggio Emilia e Modena, i restanti 25, riferibili sostanzialmente alle province di Bologna, Ferrara e alle province della Romagna, sfociano direttamente in Adriatico. Sono presenti,

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NC/22011	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> POGGIO RENATICO (FE)	<b>ZA-E-94715</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> ADEGUAMENTO CENTRALE DI COMPRESSIONE DI POGGIO RENATICO	Fg. 38 di 97	<b>Rev.</b> 1

Rif. TPIDL: 201280C001-000-RT-1401-94715

inoltre, 2 piccoli areali relativi a corsi d'acqua essenzialmente extraregionali, appartenenti ai bacini del Tevere e del Foglia.

#### 4.2 Idrografia superficiale a scala di dettaglio

Il territorio dove ricadono le opere in progetto appartiene alla pianura ferrarese del fiume Po, mentre il sistema dei canali interni al territorio ferrarese è ricompreso quasi interamente nel bacino idrografico Burana-Volano-Canal Bianco, in cui le acque trovano recapito a mare nel tratto costiero compreso fra la foce del Po di Goro e la foce del Reno (escluse dette foci). Un bacino idrografico in un territorio pianeggiante viene definito sulla base del sistema di convogliamento delle acque di scolo in condizioni ordinarie, ossia di normale piovosità e con la sistemazione più frequente delle chiaviche.

Il Bacino Burana Volano oltre a comprendere il territorio provinciale di Ferrara, include anche alcune aree adiacenti al Reno che ricadono nelle province di Ravenna e Bologna. L'acqua irrigua che alimenta i territori del Bacino Burana-Volano viene derivata per gravità quasi interamente dal Fiume Po, nel periodo che va da maggio a settembre, quando i livelli idrometrici sono sufficientemente alti; in caso contrario si ricorre a pompe idrovore, da alcuni punti di prelievo distribuiti nell'area ferrarese.

Il bacino idrografico Burana-Po di Volano può essere suddiviso dal punto di vista idraulico in tre sistemi principali:

- 1) *Sistema delle acque esterne*, tra cui Fiume Po Grande a nord e Fiume Reno a sud;
- 2) *Sistema delle acque interne – il reticolo principale*, tra cui il Canale di Burana ed il suo prolungamento oltre il Panaro cioè il Canale Emissario di Burana ed il Po di Volano. Nei pressi di Ferrara il Canale di Burana assume la denominazione di Po di Volano e riceve le acque dal Canale Boicelli. Un ulteriore apporto in ingresso alla rete, esclusivamente per gravità, è quello fornito dal ramo cieco del Po di Primaro, che raccoglie in sponda sinistra le acque di parte dei territori del Consorzio della Bonifica Valli di Vecchio Reno e le scarica nel Po di Volano.
- 3) *Sistema delle acque interne – il reticolo minore*, rappresentato dal reticolo idrografico di bonifica (di competenza dei Consorzi di Bonifica), costituito dalla restante parte dei canali interni preposti sia allo scolo che alla irrigazione, in prevalenza connessi con il sistema del reticolo principale del bacino.

Un tempo caratterizzato dal predominio delle valli e paludi, il territorio del bacino Burana-Volano è oggi interamente soggetto alla bonifica; infatti la rete idrografica nell'Alto Ferrarese è caratterizzata da alcuni canali di bonifica principali, da una serie di scoli minori e da numerosi canali irrigui dei vari appezzamenti di terreno.

I bacini di scolo sono organizzati secondo una gerarchia che li suddivide secondo tre ordini di afferenza, cioè: bacino principale (ordine 1), sottobacino di primo livello (ordine 2), sottobacino di secondo livello (ordine 3). Le acque di tutti i bacini di scolo vengono infine convogliate in una serie di vettori idraulici esterni alla bonifica, che costituiscono gli elementi di ordine 0 del sistema e sono il Canale Emissario di Burana, il Po di Volano ed il Po di Primaro.

Il sistema di canali interni in cui convogliano le acque di derivazione fluviale è utilizzato per scopi irrigui, nell'industria e nella navigazione interna. L'apporto di acqua alla rete idraulica svolge alcune funzioni fondamentali di tutela ambientale, come: alimentare la falda freatica

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NC/22011	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> POGGIO RENATICO (FE)	<b>ZA-E-94715</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> ADEGUAMENTO CENTRALE DI COMPRESIONE DI POGGIO RENATICO	Fg. 39 di 97	<b>Rev.</b> 1

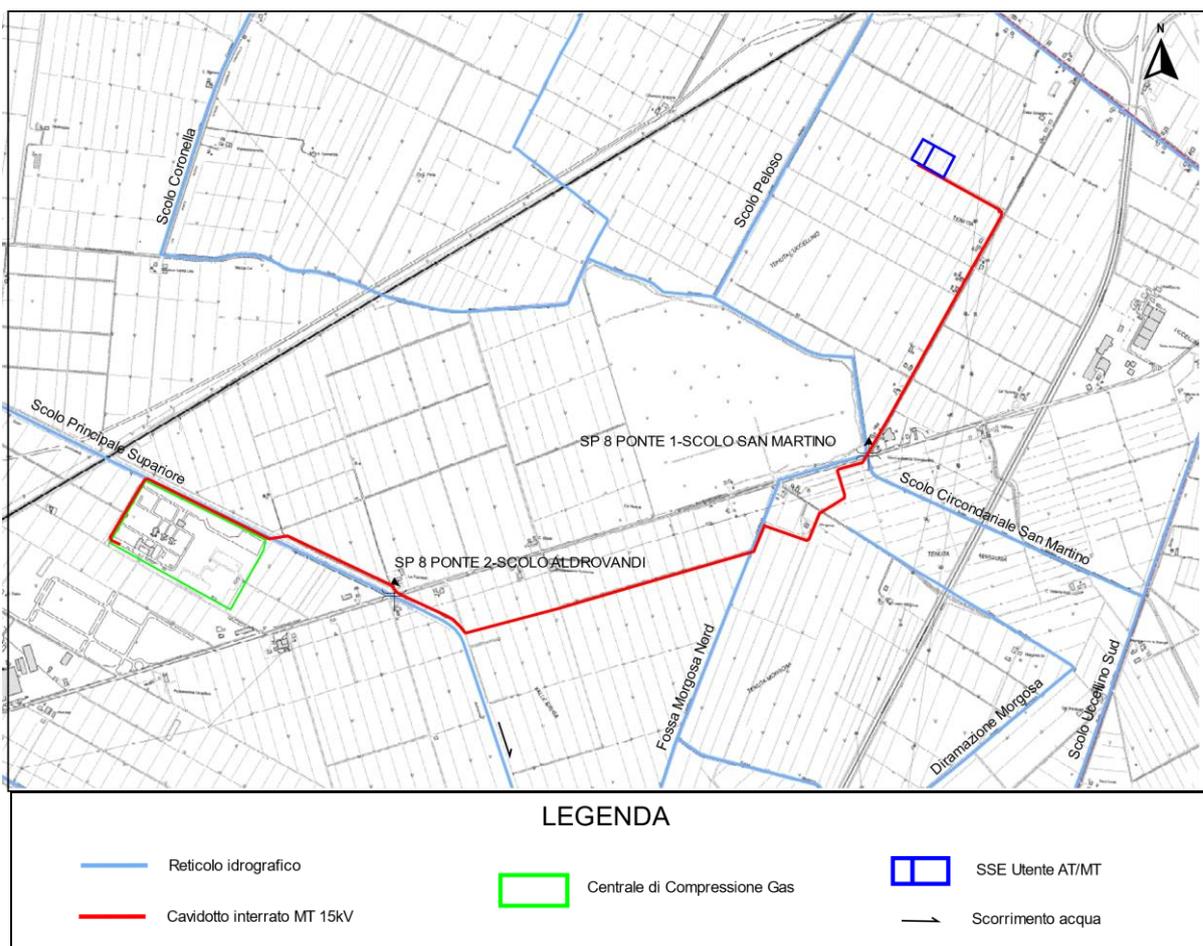
Rif. TPIDL: 201280C001-000-RT-1401-94715

con conseguente abbassamento del cuneo salino, assicurare una notevole diluizione degli inquinanti, ridurre fenomeni che potrebbero indurre subsidenza e garantire il “deflusso minimo vitale” necessario per il mantenimento delle caratteristiche biologiche.

Per l'area in esame la regolazione dei deflussi idrici è di competenza del Consorzio di Bonifica Renana ex Consorzio di Bonifica Valli del Vecchio Reno.

Le opere in progetto ricadono all'interno del Bacino principale di scolo “Cembalina”, che interessa tutto il settore della provincia compreso tra S.Agostino, Mirabello, Vigarano Mainarda, Chiesuol del Fosso, San Martino, Montalbano e Gallo, le cui acque sono raccolte dallo Scolo Principale Superiore o Scolo Aldrovandi e convogliate poi dalla Fossa Cembalina che le conferisce a gravità al Po di Primaro; esso comprende il sottobacino di I liv. Torniano, che comprende i terreni più depressi delle ex Valli del Poggio, le cui acque sono scaricate nello Scolo Principale dall'Impianto Idroforo Torniano (portata 4,2 m<sup>3</sup>/s).

La rete idrografica con i canali di scolo che scorrono nell'ambito di interesse è riportata in Figura 4.2/A.



**Figura 4.2/A: Rete idrografica dei canali di scolo nell'ambito di interesse. Il canale principale è rappresentato dal Canale Principale Superiore, in cui convogliano tutte le acque del Bacino di scolo “Cembalina”.**

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NC/22011	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> POGGIO RENATICO (FE)	<b>ZA-E-94715</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> ADEGUAMENTO CENTRALE DI COMPRESIONE DI POGGIO RENATICO	Fg. 40 di 97	<b>Rev.</b> 1

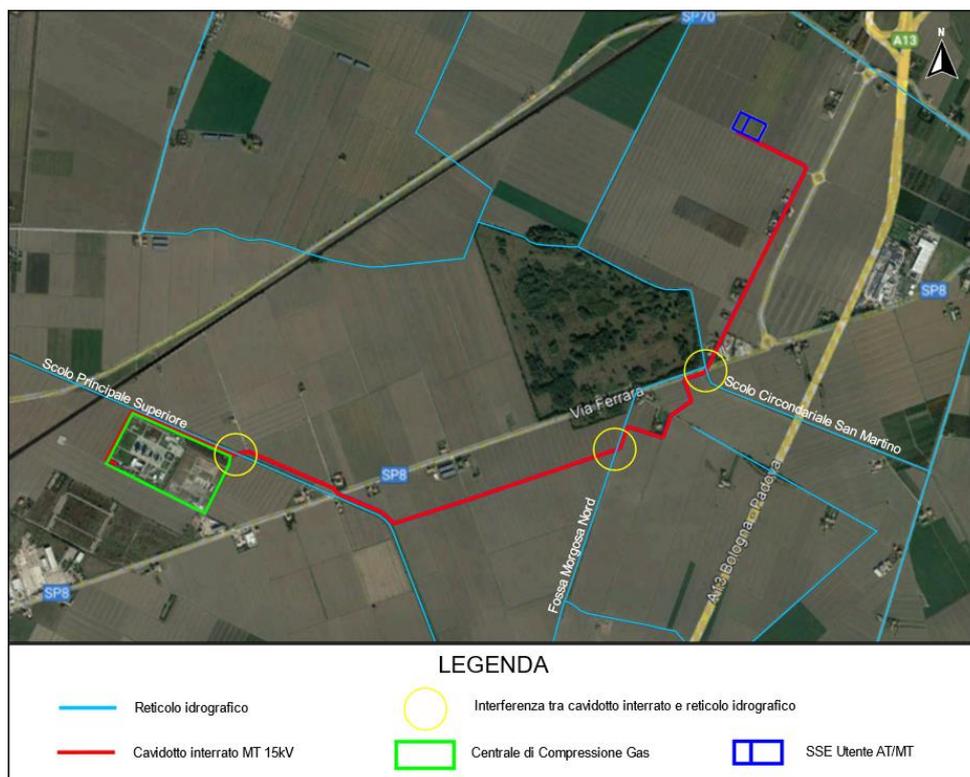
Rif. TPIDL: 201280C001-000-RT-1401-94715

Per quanto riguarda più strettamente il territorio del Comune di Poggio Renatico, si evidenzia come il principale corso d'acqua sia costituito dal Fiume Reno, che ne definisce il confine comunale più a sud.

La Centrale di Compressione gas di Poggio Renatico e le opere di connessione, si estendono prevalentemente in sinistra idrografica del Fiume Reno e si trovano da un punto di vista idrografico, procedendo da ovest verso est, tra lo Scolo Seghedizzo Ovest e lo Scolo Uccellino. I principali canali che ricadono nell'intero territorio comunale sono (da est a ovest):

- Scolo Seghedizzo;
- Scolo Principale Superiore o Scolo Aldrovandi;
- Scolo Coronella;
- Scolo circondariale San Martino
- Scolo Madonna dei Boschi, tratto Peloso e Fosso Morgosa;
- Scolo Uccellino.

Lo Scolo Seghedizzo convoglia le proprie acque nello Scolo Aldrovandi circa a 2 km dalla Centrale di Compressione gas di Poggio Renatico; successivamente dopo circa 15 km lo Scolo Aldrovandi confluisce nel Po di Primaro, nei pressi di Marrara. In relazione alla funzione irrigua i flussi idrici dei canali secondari possono presentare direzione variabili temporalmente con i canali principali, che fungono da scolo o da alimentazione. In particolare, il cavidotto MT interrato di nuova realizzazione interferisce nel suo percorso con lo Scolo Principale Superiore o Scolo Aldrovandi, con la Fossa Morgosa Nord e con lo Scolo Circondariale San Martino (Figura 4.2/B).



**Figura 4.2/B: Ambiti di attraversamento del cavidotto in progetto con la rete idrografica; le interferenze sono evidenziate con un cerchio giallo.**

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NC/22011	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> POGGIO RENATICO (FE)	<b>ZA-E-94715</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> ADEGUAMENTO CENTRALE DI COMPRESSIONE DI POGGIO RENATICO	Fg. 41 di 97	<b>Rev.</b> 1

Rif. TPIDL: 201280C001-000-RT-1401-94715

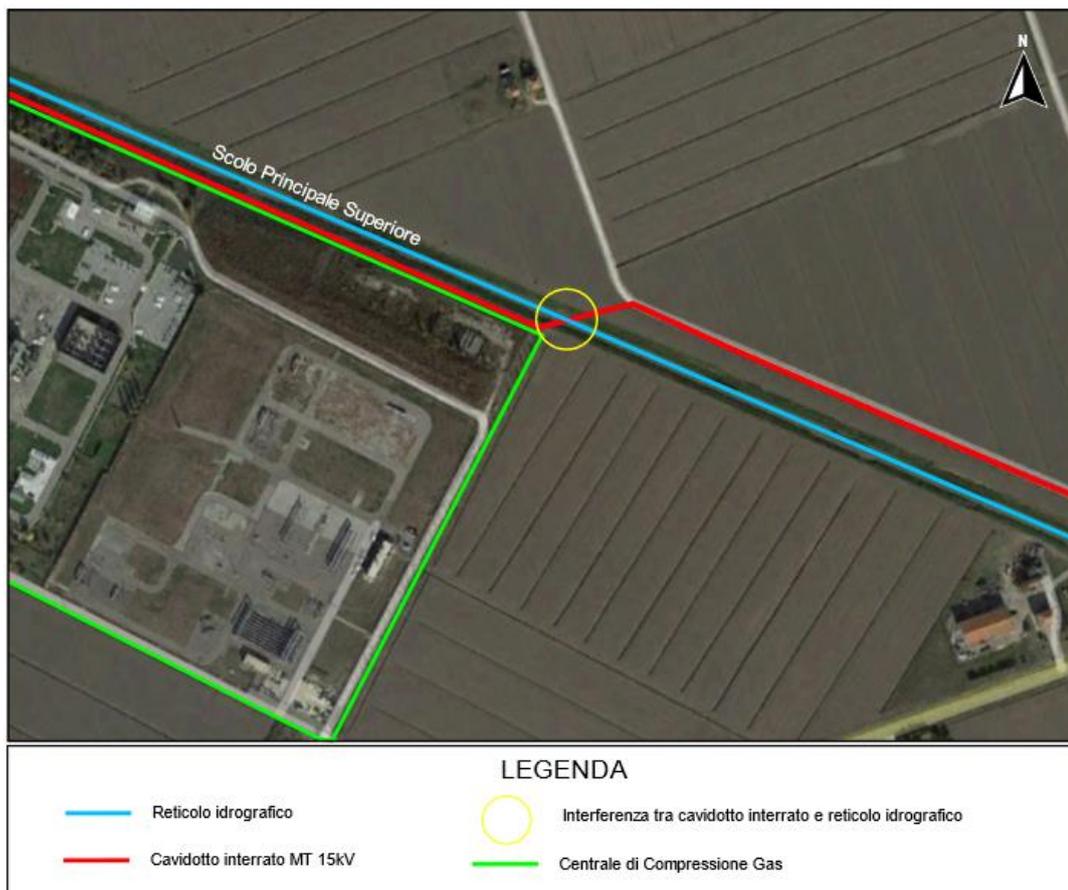
## 5 INTERFERENZE DELLE OPERE IN PROGETTO CON IL RETICOLO IDROGRAFICO

### 5.1 Interferenze del cavidotto MT con il reticolo idrografico

Le opere nella Centrale di compressione esistente e nell'area delle Stazioni elettriche e i Raccordi non interferiscono con i Canali esistenti nell'area.

Qui di seguito si riporta una disamina dei vari ambiti di attraversamento del reticolo idrografico previsti per il cavidotto MT e per ciascuna interferenza, una breve descrizione dell'inquadratura territoriale e della configurazione d'alveo. La documentazione fotografica riguardante gli attraversamenti e gli ambiti d'interferenza tra le opere e il territorio è riportata nel documento PR\_STZU\_R\_00006 in allegato.

Il primo ambito di attraversamento è relativo all'interferenza tra il cavidotto interrato MT 15 kV in progetto e lo Scolo Principale Superiore, laddove il tracciato dell'elettrodotta si allontana dalla Centrale di Compressione Gas per posizionarsi in sinistra idrografica del canale. Il territorio è caratterizzato da una morfologia completamente pianeggiante, con quote topografiche che si aggirano intorno a 5-6 m s.l.m. La tecnica di perforazione utilizzata per la posa del cavidotto è la trivellazione orizzontale controllata (TOC). In figura 5.1/A l'attraversamento in esame è indicato con un cerchio giallo.

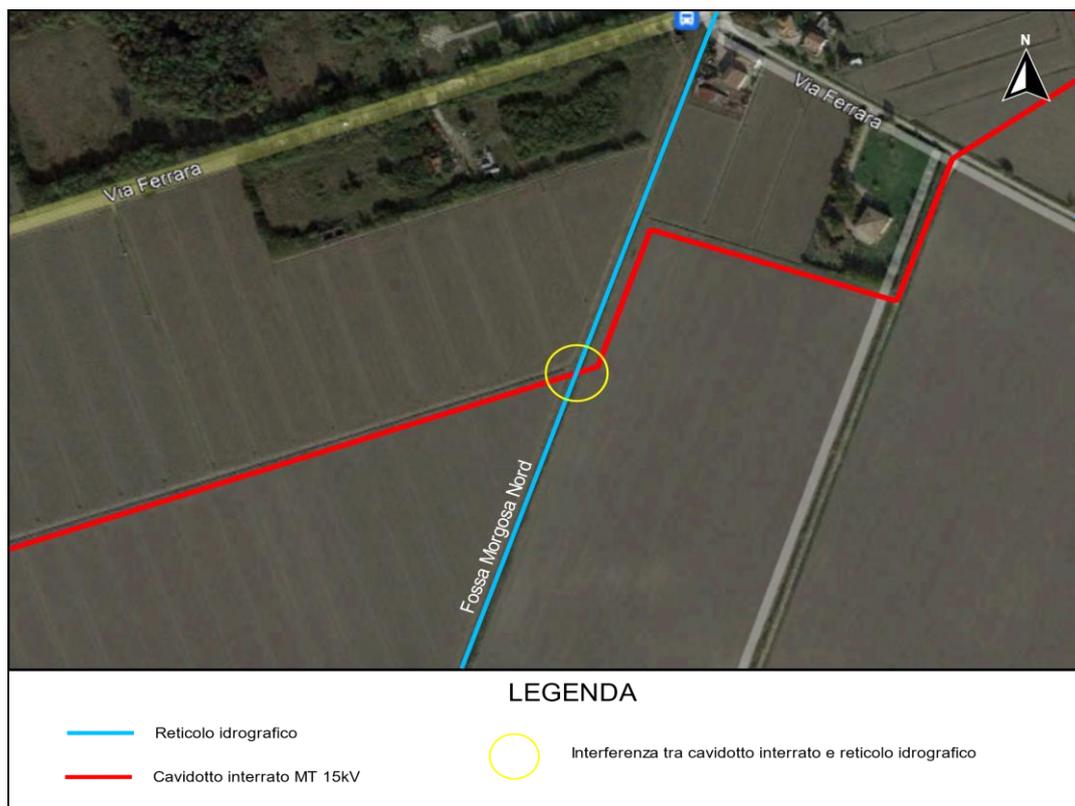


**Figura 5.1/A: Interferenza tra il cavidotto MT 15 kV e lo Scolo Principale Superiore (stralcio Google Earth)**

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NC/22011	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> POGGIO RENATICO (FE)	<b>ZA-E-94715</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> ADEGUAMENTO CENTRALE DI COMPRESIONE DI POGGIO RENATICO	Fg. 42 di 97	<b>Rev.</b> 1

Rif. TPIDL: 201280C001-000-RT-1401-94715

Il secondo attraversamento riguarda l'interferenza tra il tracciato del cavidotto in progetto ed il canale Fossa Morgosa Nord, in un territorio completamente pianeggiante, con quote topografiche di 6 m s.l.m. La tecnica di perforazione utilizzata per l'attraversamento del canale è lo spingitubo. In figura 5.1/B è riportato l'attraversamento in esame, anch'esso evidenziato con un cerchio giallo.

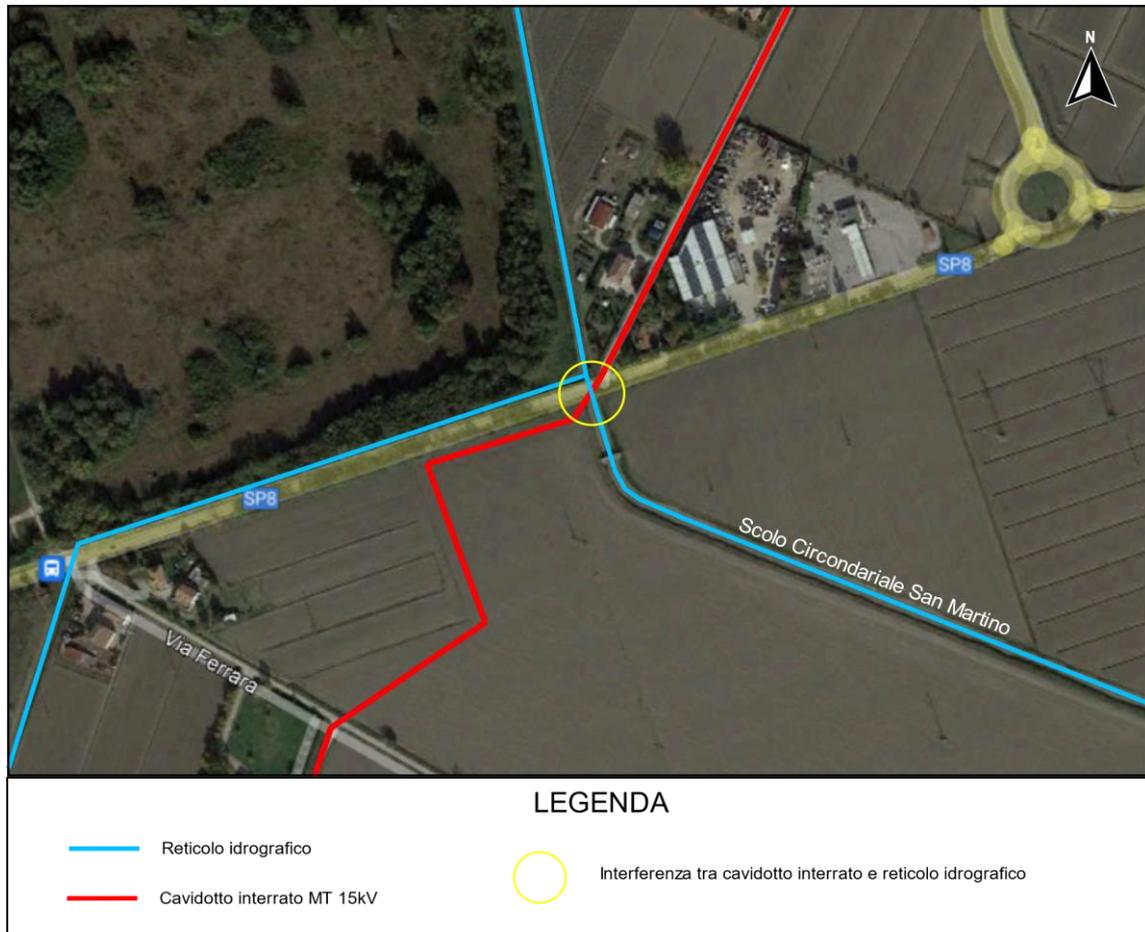


**Figura 5.1/B: Interferenza tra il cavidotto MT 15 kV e la Fossa Morgosa Nord (stralcio Google Earth)**

L'ultimo attraversamento è relativo all'interferenza tra il tracciato del cavidotto in progetto ed il canale Scolo Circondariale San Martino, in un territorio completamente pianeggiante, con quote topografiche di 8 m s.l.m. La tecnica di perforazione per la messa in posa del cavidotto è la TOC. In Figura 5.1/C è riportato l'attraversamento in esame.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NC/22011	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> POGGIO RENATICO (FE)	<b>ZA-E-94715</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> ADEGUAMENTO CENTRALE DI COMPRESSIONE DI POGGIO RENATICO	Fg. 43 di 97	<b>Rev.</b> 1

Rif. TPIDL: 201280C001-000-RT-1401-94715



**Figura 5.1/C: Interferenza tra il cavidotto MT 15 kV e lo Scollo Circondariale San Martino (stralcio Google Earth)**

Gli attraversamenti in subalveo dello Scollo Principale superiore o Scollo Aldovrandi, Fossa Morgosa Nord e Scollo circondariale San Martino e i parallelismi interrati, previsti nella fascia di 10 m dal ciglio del Canale, saranno realizzati in conformità al Regolamento del Consorzio di bonifica della Pianura di Ferrara, approvato dal Consiglio di Amministrazione con deliberazione n. 21 del 28/9/2011. Il dettaglio dell'attraversamento sarà fornito al Consorzio in fase di ingegneria di dettaglio, in sede di richiesta di Concessione alla realizzazione a cura della ditta, ancora da definire, che avrà in carico la progettazione esecutiva e la costruzione del cavidotto MT. Il Regolamento Consortile suddetto prevede che per gli attraversamenti in subalveo realizzati con tubo camicia, sia rispettata sotto la quota di fondo del canale una distanza minima di m 3,00. Detta distanza dovrà essere mantenuta per tutta la sezione del canale. Gli attraversamenti non dovranno interferire con le fondazioni e sottofondazioni dei manufatti stradali presenti, in particolare per l'attraversamento della SP 8 e del Canale Scollo circondariale San Martino in TOC.

I parallelismi interrati sono previsti lungo lo Scollo Principale superiore o Scollo Aldovrandi. Analogamente agli attraversamenti, il dettaglio dei parallelismi sarà fornito al Consorzio in

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NC/22011	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> POGGIO RENATICO (FE)	<b>ZA-E-94715</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> ADEGUAMENTO CENTRALE DI COMPRESSIONE DI POGGIO RENATICO	Fg. 44 di 97	<b>Rev.</b> 1

Rif. TPIDL: 201280C001-000-RT-1401-94715

fase di ingegneria di dettaglio in sede di richiesta di Concessione alla realizzazione. Sarà assicurata una distanza di almeno 4,0 m dal ciglio del Canale.

## 5.2 Modalità di attraversamento dei Canali consortili con spingitubo e TOC

Gli attraversamenti dei Canali di competenza del Consorzio di Bonifica di Ferrara saranno realizzati con piccoli cantieri, che opereranno simultaneamente all'avanzamento del cavidotto, in modo da garantire la realizzazione degli stessi prima dell'arrivo del cavidotto.

Non sono previsti attraversamenti dei canali tramite scavo a cielo aperto. Gli attraversamenti sono previsti in subalveo, con inserimento dei corrugati in PEAD contenenti i cavi di media tensione posizionati a trifoglio, all'interno di tubo camicia da definire in fase di progetto esecutivo. I procedimenti previsti sono:

- trivellazione con tecnica spingitubo
- trivellazione orizzontale controllata (T.O.C.)

### CAVIDOTTO MT REALIZZATO CON TECNICA SPINGITUBO

Con la trivella spingitubo viene perforato orizzontalmente il terreno in corrispondenza dell'asse dell'attraversamento, consentendo l'inserimento del tubo camicia di dimensioni maggiori dei corrugati e uguale asse. La procedura dei lavori con spingitubo prevede lo scavo di due buche:

- la buca di partenza nella quale sono posizionati la slitta, la parete reggispingita e la trivella spingitubo
- la buca di arrivo nella quale si recupera la testa della coclea di trivellazione

Sul telaio della trivella spingitubo viene posizionato il primo tubo da infiggere con all'interno la coclea che ha funzione di tagliente e di smarino del materiale di risulta. Si procede all'infissione, accoppiando i tubi e saldandoli tra loro. Durante la spinta viene continuamente monitorata la pressione di spinta, la velocità di rotazione della trivella, la lunghezza effettiva di infissione e la consistenza e tipologia del materiale scavato. Alla fine della trivellazione viene recuperata la coclea. Per mettere in sicurezza le aree di lavoro saranno realizzate, laddove necessario, opere provvisorie sul perimetro delle buche di arrivo e di spinta, che potranno essere definite nelle successive fasi progettuali.

### CAVIDOTTO MT REALIZZATO IN TOC

Le fasi operative per la posa del tubo camicia mediante trivellazione controllata sono essenzialmente quattro:

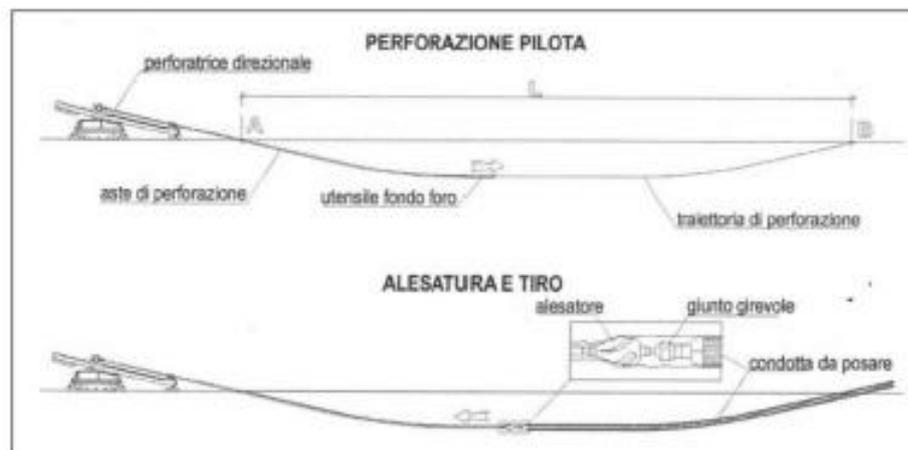
- apertura buche di immersione e di emersione
- esecuzione del foro pilota;
- alesatura e pulizia del foro;
- tiro e posa della tubazione camicia

L'esecuzione del foro pilota è la più delicata delle fasi di lavoro. La trivellazione avviene mediante l'inserimento nel terreno di una serie di aste flessibili rotanti, la prima delle quali collegata ad una testa di trivellazione orientabile. L'asportazione del terreno in eccesso avviene per mezzo di fanghi bentonitici e vari polimeri biodegradabili che, passando attraverso le aste di perforazione e fuoriuscendo dalla testa, asporta il terreno facendolo defluire a ritroso lungo il foro, fino alla buca di partenza (immersione) sotto forma di fango. Il controllo della testa di trivellazione, generalmente, avviene ad onde radio o via cavo per mezzo di una speciale sonda che, alloggiata all'interno della testa, è in grado di fornire in

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NC/22011	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> POGGIO RENATICO (FE)	<b>ZA-E-94715</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> ADEGUAMENTO CENTRALE DI COMPRESSIONE DI POGGIO RENATICO	Fg. 45 di 97	<b>Rev.</b> 1

Rif. TPIDL: 201280C001-000-RT-1401-94715

ogni istante dati multipli su profondità, inclinazione e direzione sul piano orizzontale. Di frequente utilizzo, in casi in cui non è possibile guidare la testa della trivella con uno dei metodi descritti precedentemente, si ricorre ad un sistema di guida denominato Para Track. Tale sistema consiste nel guidare la testa rotante tramite un segnale GPS di estrema precisione, permettendo così di ridurre ulteriormente eventuali deviazioni della trivellazione. Una volta realizzato il foro pilota, la testa di trivellazione viene sostituita con particolari alesatori di diverso diametro che vengono trascinati a ritroso all'interno del foro, i quali, ruotando grazie al moto trasmesso dalle aste, esercitano un'azione fresante e rendono il foro del diametro richiesto, sempre coadiuvati dai getti di fango per l'asportazione del terreno e la stabilizzazione delle pareti del foro (generalmente il diametro dell'alesatura deve essere del 20- 30% più grande del tubo camicia da posare). In Figura 5.2/A sono rappresentate in modo schematico le fasi di lavorazione per la realizzazione di una T.O.C.



**Figura 5.2/A: Fasi tipiche della realizzazione di una TOC**

Terminata la fase di alesatura, viene agganciato il tubo camicia dietro l'alesatore stesso per mezzo di un giunto rotante (per evitare che il moto di rotazione sia trasmesso al tubo stesso) e viene trainato a ritroso fino al punto di partenza.

Per quanto riguarda la presente tipologia di lavorazione, sono necessarie delle specifiche aree di lavoro per il posizionamento della macchina per la realizzazione delle T.O.C.. Le aree di lavoro si riferiscono a:

- Ingombro della trivella
- Buca di immersione delle aste
- Area di lavoro degli operatori
- Buca di emersione delle aste

Sia per la posa in opera mediante TOC, sia per la posa mediante spingitubo sarà necessaria l'installazione di aree per la termosaldatura dei corrugati in PEAD per l'alloggiamento dei cavi di media tensione.

L'attraversamento in trenchless è una metodologia senza scavi in alveo e senza interferenze con il regime idraulico dei corsi d'acqua, anche durante le fasi costruttive. In merito all'analisi delle interferenze con le dinamiche idrauliche di ciascun Canale consortile attraversato in trenchless, si possono esprimere le seguenti considerazioni:

**a. Non inducono modifiche sul profilo d'inviluppo di piena**

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NC/22011	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> POGGIO RENATICO (FE)	<b>ZA-E-94715</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> ADEGUAMENTO CENTRALE DI COMPRESSIONE DI POGGIO RENATICO	Fg. 46 di 97	<b>Rev.</b> 1

Rif. TPIDL: 201280C001-000-RT-1401-94715

Essendo previsti tubazione camicia e corrugati completamente interrati con posa in trivellazione, non viene generata alcuna alterazione dell'assetto morfologico e, pertanto non sarà determinato nessun effetto di variazione dei livelli idrici e del profilo d'inviluppo di piena

**b. Non riducono la capacità di laminazione e/o di invaso dell'alveo**

La posa del cavidotto MT, essendo completamente interrata, non crea alcun ostacolo al corretto deflusso delle acque e/o all'azione di laminazione delle piene, né contrazioni areali delle fasce d'erosione e pertanto non sottrae capacità d'invaso.

**c. Non inducono modifiche sull'assetto morfologico planimetrico ed altimetrico dell'alveo**

Le opere in progetto non inducono alcuna modifica all'assetto morfologico dell'alveo, sia dal punto di vista planimetrico che altimetrico, essendo queste localizzate in subalveo ad una profondità superiore ad ogni prevedibile fenomeno d'approfondimento nei canali.

**d. Non inducono interazioni sulle potenziali dinamiche del corso d'acqua**

Il sistema operativo previsto consente di prevedere il posizionamento delle tubazioni e dei corrugati a profondità di subalveo ben oltre ogni prevedibile fenomeno di dinamica del canale

**e. Non alterano le caratteristiche naturali e paesaggistiche dei canali**

Essendo l'opera del tutto interrata ed essendo prevista la metodologia costruttiva in trivellazione, non saranno introdotte alterazioni al contesto naturale dei canali consortili presenti nell'area.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NC/22011	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> POGGIO RENATICO (FE)	<b>ZA-E-94715</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> ADEGUAMENTO CENTRALE DI COMPRESSIONE DI POGGIO RENATICO	Fg. 47 di 97	<b>Rev.</b> 1

Rif. TPIDL: 201280C001-000-RT-1401-94715

## 6 INDIVIDUAZIONE DEL BACINO DI INTERESSE

Le Stazioni elettriche sono prossime allo Scolo Peloso, ubicato a ovest della Stazione Utente; si rimanda alla Relazione idrologico-idraulica PR\_STZU\_R\_00030 allegata.

La Centrale di compressione gas SNAM è ubicata in prossimità dello Scolo Principale superiore o Scolo Aldovrandi, a nord a distanza variabile tra i 25 e i 70 m dalla recinzione dell'impianto.

A seguire sono riportati il rilievo topografico eseguito dei canali in prossimità della Centrale e l'individuazione del bacino di calcolo per le verifiche idrauliche.

### 6.1 Rilievo topografico Canali

Per lo studio di compatibilità idraulica della Centrale di compressione, è stato eseguito, in data 20-23 Settembre, un rilievo topografico delle sezioni riportate a seguire, estese per una lunghezza di 300 m a destra e sinistra dei corsi d'acqua, del Canale Aldovrandi (Figura 6.1/A) limitrofo alla Centrale stessa, della Fossa Morgosa Nord (Figura 6.1/B) e dello Scolo Circondariale S.Martino (Figura 6.1/C). In funzione della delimitazione del bacino di calcolo sono state individuate tre sezioni caratteristiche a distanza regolare poste a monte a valle e in prossimità della Centrale. Le sezioni distano circa 800 m l'una dall'altra e vanno ad individuare i punti critici del corso d'acqua.

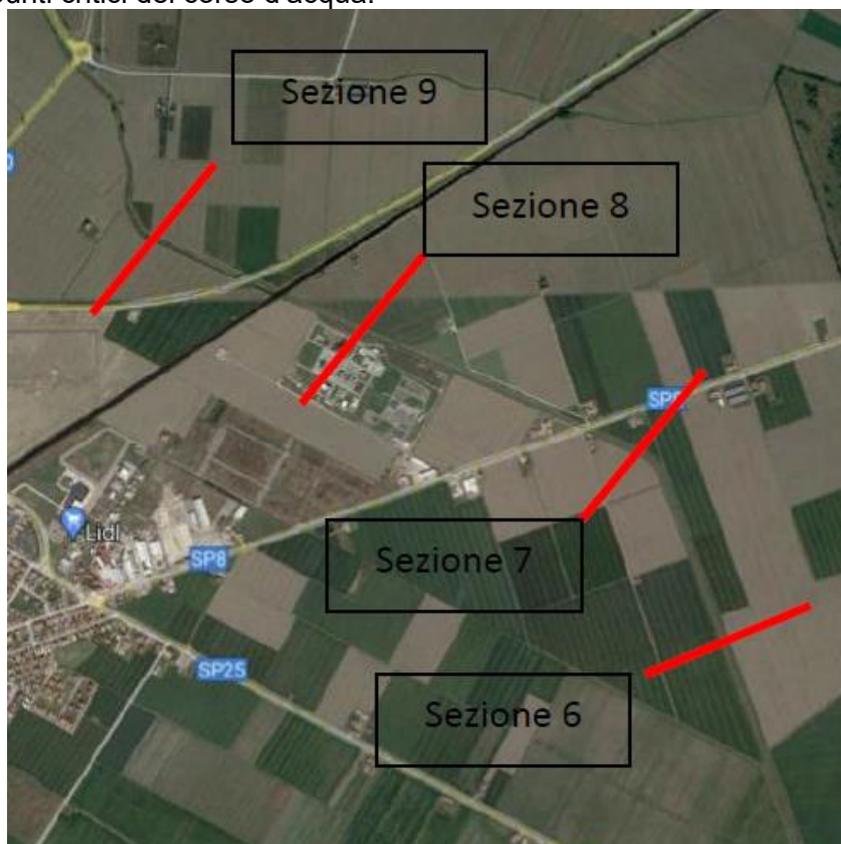


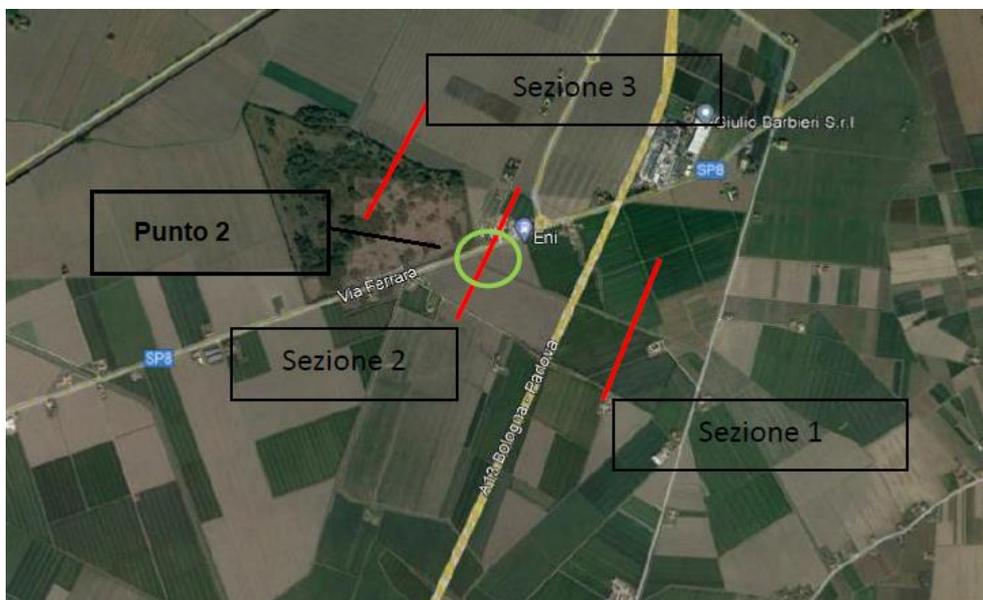
Figura 6.1/A: Sezioni rilievo Scolo Aldovrandi

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NC/22011	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> POGGIO RENATICO (FE)	<b>ZA-E-94715</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> ADEGUAMENTO CENTRALE DI COMPRESIONE DI POGGIO RENATICO	Fg. 48 di 97	<b>Rev.</b> 1

Rif. TPIDL: 201280C001-000-RT-1401-94715



**Figura 6.1/B: Sezioni rilievo Fossa Morgosa Nord. Il punto critico 1 è evidenziato dal cerchio giallo.**



**Figura 6.1/C: Sezioni rilievo Scolo Circondariale San Martino. Il punto critico 2 è evidenziato dal cerchio verde.**

Il rilievo delle Sezioni riportate è il doc. 000-GB-A-94767\_allegato.

Il punto critico 1, in giallo in Figura 6.1/B, si trova all'intersezione del Fosso Morgosa Nord con lo scolo Aldrovandi ed è visibile nella foto di Figura 6.1/D.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NC/22011	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> POGGIO RENATICO (FE)	<b>ZA-E-94715</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> ADEGUAMENTO CENTRALE DI COMPRESIONE DI POGGIO RENATICO	Fg. 49 di 97	<b>Rev.</b> 1

Rif. TPIDL: 201280C001-000-RT-1401-94715



**Figura 6.1/D: Foto punto 1 dal quale si evince un collegamento tra i due corsi d'acqua ma non si riesce ad evincere se tale collegamento è gestito da un sistema di controllo degli afflussi**

Il punto critico 2, in verde in Figura 6.1/C, si colloca in corrispondenza del ponticello sullo Scolo Circondariale San Martino, posto 50 metri a sud dell'attraversamento della SP8 (vedi foto in Figura 6.1/E).

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NC/22011	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> POGGIO RENATICO (FE)	<b>ZA-E-94715</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> ADEGUAMENTO CENTRALE DI COMPRESSIONE DI POGGIO RENATICO	Fg. 50 di 97	<b>Rev.</b> 1

Rif. TPIDL: 201280C001-000-RT-1401-94715



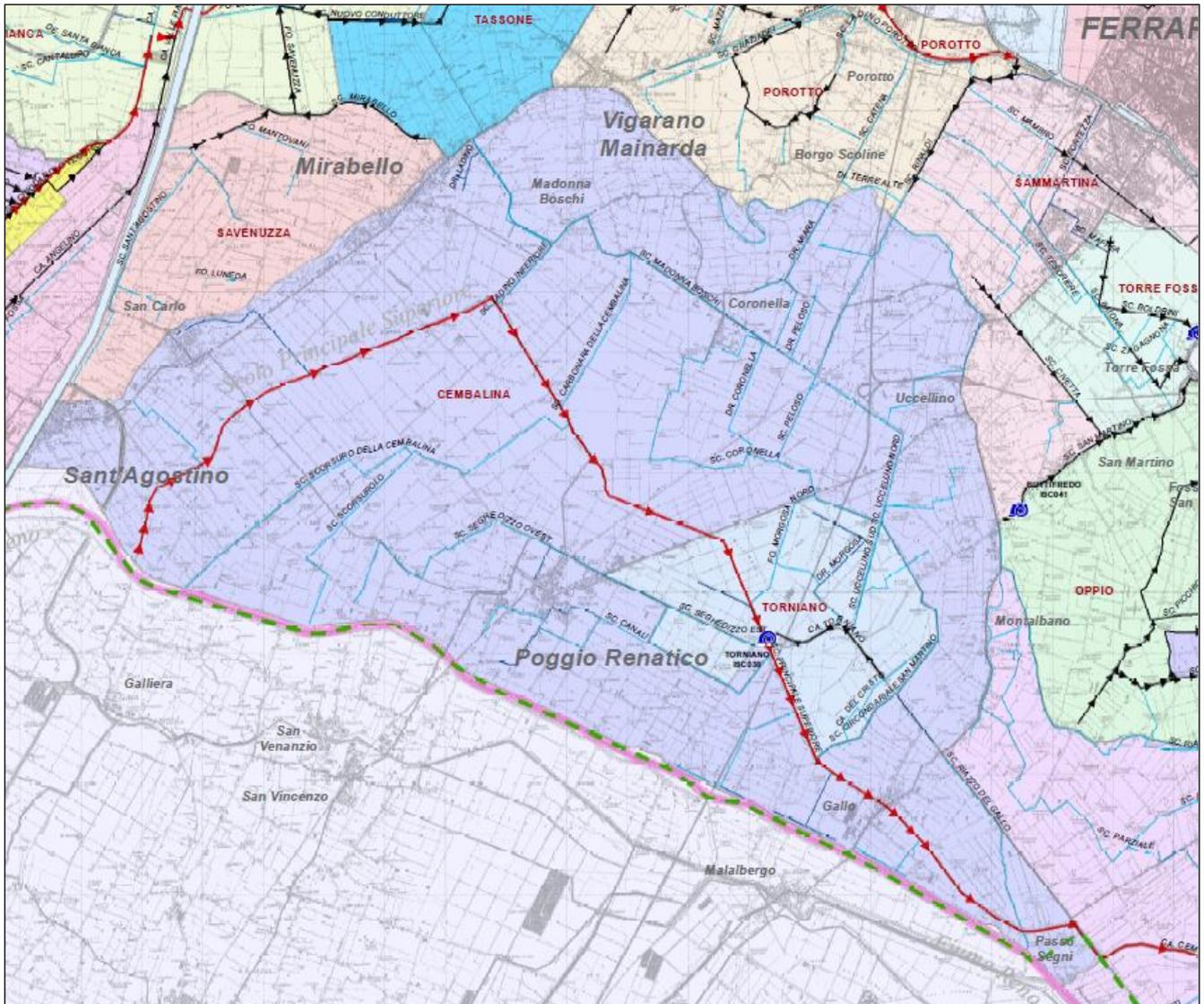
**Figura 6.1/E: Foto del punto critico 2 da cui si evince che la presenza del ponte non ostruisce/modifica la sezione dell'alveo, per cui non crea ostacolo al deflusso delle acque.**

Le sezioni sono state rilevate tramite GPS e le quote sono state riferite al Caposaldo consorziale (Figura 6.1/F) come da procedura indicata dal Consorzio di Bonifica di Ferrara. Il consorzio di bonifica ha individuato per la zona di interesse due caposaldi identificati con 080050 e 100050 riferiti al sistema ED50-UTM32



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NC/22011	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> POGGIO RENATICO (FE)	<b>ZA-E-94715</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> ADEGUAMENTO CENTRALE DI COMPRESIONE DI POGGIO RENATICO	Fg. 52 di 97	<b>Rev.</b> 1

Rif. TPIDL: 201280C001-000-RT-1401-94715

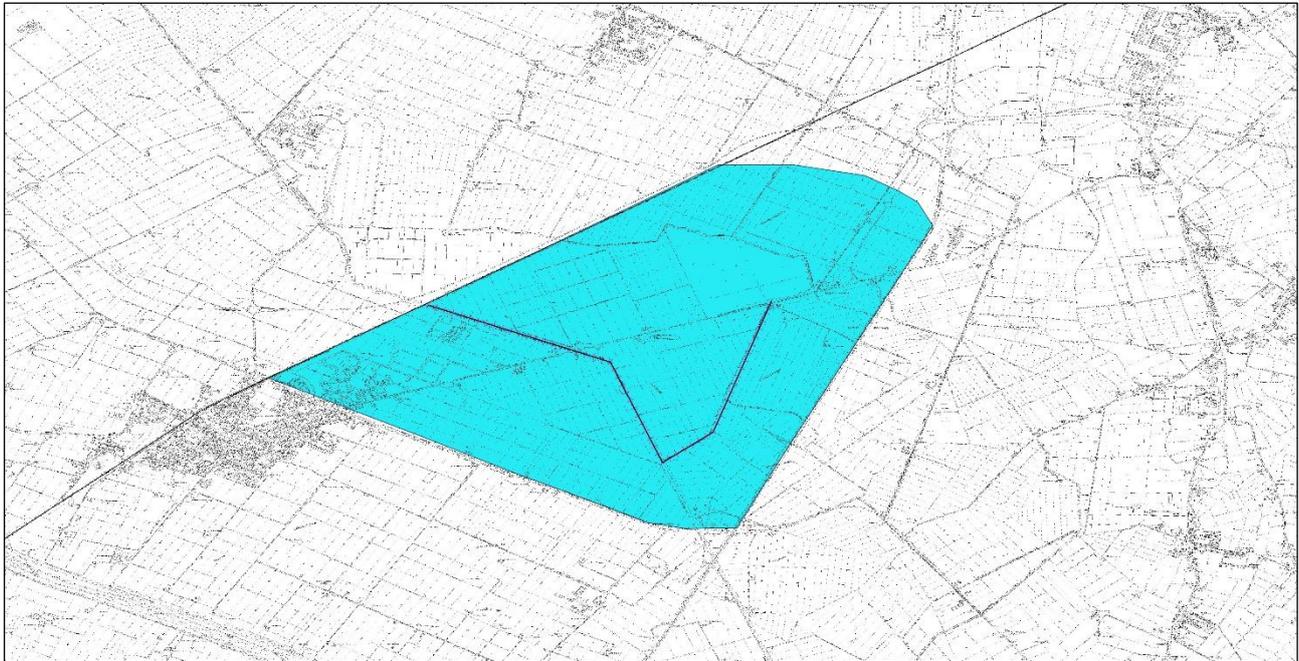


**Figura 6.2/A: Stralcio della carta dei Bacini del consorzio di Bonifica, in cui vengono definiti i bacini di interesse del canale Aldovrandi, rappresentato in figura con linea rossa e frecce.**

In Figura 6.2/B è riportato il bacino di riferimento per la verifica idraulica.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NC/22011	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> POGGIO RENATICO (FE)	<b>ZA-E-94715</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> ADEGUAMENTO CENTRALE DI COMPRESIONE DI POGGIO RENATICO	Fg. 53 di 97	<b>Rev.</b> 1

Rif. TPIDL: 201280C001-000-RT-1401-94715



**Figura 6.2/B: Bacino di riferimento**

### 6.3 Individuazione del bacino di calcolo

La delimitazione dei sottobacini di interesse è stata ottenuta studiando la morfologia del terreno e l'analisi delle pendenze mediante l'uso del DTM (Digital Terrain Model) e dalla cartografia dei bacini messi a disposizione dalla Regione Emilia Romagna. Fissata una sezione del corso d'acqua, che si indica come sezione di chiusura del bacino, è stato definito il bacino idrografico o imbrifero relativo alla sezione considerata, ossia il luogo dei punti della superficie terrestre che raccoglie le acque che scorrendo in superficie raggiungono tale sezione. La delimitazione del bacino è stata effettuata individuando su carta topografica base CTR e sovrapponendo la cartografia dei bacini prodotta dal consorzio di Bonifica, il cosiddetto spartiacque sotteso dalla sezione di chiusura. Lo spartiacque individua il luogo dei punti da cui hanno origine le linee di massima pendenza che finiscono per raggiungere la sezione di chiusura e si traccia in base alle isopse e al reticolo dei canali imponendo il passaggio per le vette e le selle.

Il sottobacino definito prende parte del Bacino Torniano e del Bacino Cembalina

A seguire i parametri del bacino. La scelta dei Tempi di ritorno 20, 200 e 500 anni è stata dettata da considerazioni di tipo idraulico, e dalla vita utile dell'opera.

PARAMETRI BACINO	VALORI
Tempo di ritorno	20,200 e 500 anni
$A_b$ (area bacino $Km^2$ )	11,39 $km^2$
Lunghezza Asta fluviale ALDOVRANDI	3857 m
$T_b$ Tempo di concentrazione	1.41 h
Coefficiente di deflusso ante operam	0,39
Coefficiente di ragguglio	0,99

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NC/22011	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> POGGIO RENATICO (FE)	<b>ZA-E-94715</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> ADEGUAMENTO CENTRALE DI COMPRESSIONE DI POGGIO RENATICO	Fg. 54 di 97	<b>Rev.</b> 1

Rif. TPIDL: 201280C001-000-RT-1401-94715

## 7 ANALISI IDRAULICA E VERIFICA AREE ESONDABILI

### 7.1 Introduzione

La presente analisi idraulica ha riguardato il canale SCOLO ALDROVANDI, ai fini della verifica di compatibilità idraulica degli interventi previsti per l'adeguamento della Centrale di Compressione gas SNAM di Poggio Renatico in risposta alla condizione ambientale numero 3 del Parere\_n\_431\_SCVIA\_del\_25\_02\_2022\_ID\_VIP\_7485.

Per quanto riguarda le verifiche di compatibilità idraulica delle Stazioni RTN e Utente si rimanda all'allegato PR\_STZU\_R\_00030, a cura del progettista.

Viene simulata nell'analisi idraulica a seguire per la Centrale e nell'analisi idraulica di cui al documento PR\_STZU\_R\_00030 la portata al colmo di piena con tempo di ritorno di 200 anni al fine di individuare le aree inondabili, ovvero la parte di territorio allagabile al fine di definire il livello di pericolosità alta, media e bassa.

Nel seguito verrà esposta la formulazione metodologica utilizzata ed i risultati delle analisi relative alla stima delle portate di progetto del reticolo idrografico del bacino imbrifero in oggetto per diversi tempi di ritorno.

La determinazione delle caratteristiche idrologiche è stata effettuata tramite l'uso di tecniche di regionalizzazione che utilizzano i dati idrometrici e pluviometrici osservati, in regioni idrologicamente omogenee, per ottenere la migliore stima delle massime portate di piena.

La metodologia permette di ottenere stimatori efficienti generati anche da modelli probabilistici complessi, con un maggior numero di parametri rispetto a quelli tradizionali. Inoltre, con queste tecniche, risulta possibile estendere a bacini ove non siano disponibili misure dirette di portata, sulla base di analisi statistiche effettuate su dati di aree riconosciute pluviometricamente omogenee, tramite opportune analisi di correlazione.

In particolare, per lo studio in esame, è stata utilizzata la regionalizzazione prodotta per il territorio dell'Italia Centrale, dal Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche del CNR, nell'ambito del progetto speciale Valutazione delle Piene in Italia, denominato Progetto VAPI (G. Calenda, F. Campolo, C. Cosentino e R. Guercio, in "La valutazione delle piene in Italia" - Rapporto Nazionale di Sintesi, Bozza, CNR-GNDCI, Allegato F, 1994).

Le portate di progetto sono quindi state determinate ricostruendo in dettaglio, sulla base della cartografia disponibile, le caratteristiche morfologiche del bacino ed applicando le formule previste dalla regionalizzazione.

### 7.2 Raccolta ed analisi dei dati pluviometrici

Nel bacino nel quale ricade il canale Aldrovandi, la densità della rete pluviometrica del Servizio Idrografico, non particolarmente elevata, presenta un sufficiente numero di stazioni pluviometriche di adeguata affidabilità. Peraltro, in base a considerazioni di carattere generale, non appare opportuna l'elaborazione diretta delle serie storiche dei valori massimi annuali, preferendo una metodologia di regionalizzazione della funzione di perequazione tra l'intensità di precipitazione e la durata oraria.

L'analisi statistica degli estremi idrologici è stata condotta partendo innanzitutto dalla ricerca e dalla modellazione dei dati idrologici disponibili, effettuata scegliendo le stazioni di

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NC/22011	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> POGGIO RENATICO (FE)	<b>ZA-E-94715</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> ADEGUAMENTO CENTRALE DI COMPRESSIONE DI POGGIO RENATICO	Fg. 55 di 97	<b>Rev.</b> 1

Rif. TPIDL: 201280C001-000-RT-1401-94715

riferimento e analizzando le serie di pioggia collezionate. In particolare, le serie pluviometriche a cui si è fatto riferimento sono quelle che contenevano le altezze massime di pioggia cadute ogni anno in occasione di eventi di durata pari a 1h, 3h, 6h, 12h e 24h, per il bacino di interesse.



**Figura 7.2/A: Stazioni Pluviometriche di riferimento**

Le stazioni di riferimento sono state individuate considerando le stazioni prossime al sottobacino di interesse Burana – Po di Volano ed aventi serie storiche statisticamente significative.

Ai fini del presente studio le stazioni di riferimento considerate sono:

- Stazione di **Ferrara**;
- Stazione di **Poggio Renatico**, nel Comune di Poggio Renatico (FE);
- Stazione di **Malalbergo**, nel Comune di Malalbergo (BO).

### 7.3 Scopo della regionalizzazione delle piogge intense

Sul territorio italiano la rete dei pluviometri registratori è molto più rada di quella che include anche i pluviometri ordinari e, benché questi ultimi vengano gradualmente sostituiti con apparecchi registratori, gran parte dell'informazione pluviometrica del passato è purtroppo fornita da pluviometri ordinari. D'altra parte, per l'accidentata morfologia del territorio italiano le caratteristiche pluviometriche sono molto variabili nello spazio. Inoltre, le singole serie

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NC/22011	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> POGGIO RENATICO (FE)	<b>ZA-E-94715</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> ADEGUAMENTO CENTRALE DI COMPRESSIONE DI POGGIO RENATICO	Fg. 56 di 97	<b>Rev.</b> 1

Rif. TPIDL: 201280C001-000-RT-1401-94715

pluviografiche hanno spesso una durata limitata e sono poco attendibili per le elaborazioni statistiche. La regionalizzazione delle piogge mira a superare questi limiti, utilizzando in modo coerente tutta l'informazione pluviometrica disponibile sul territorio, per individuare la distribuzione regionale delle caratteristiche delle precipitazioni.

Il progetto VAPI (VALutazione Plene) sviluppato dal Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI) del Consiglio Nazionale delle Ricerche [CNR, 1994] ha per obiettivo la regionalizzazione delle piogge intense su tutto il territorio nazionale secondo criteri omogenei, che allo stato attuale delle elaborazioni sono riportati nel rapporto VAPI 1994 [CNR, 1994].

#### 7.4 Procedura VAPI

Il metodo di regionalizzazione proposto dal programma VAPI è basato sulla distribuzione dei valori estremi tipo I a due componenti (TCEV1) [Rossi e Versace, 1982] [Rossi e altri, 1984], che rappresenta la distribuzione del massimo valore di una mistura di due popolazioni, che hanno la caratteristica di prestarsi all'interpretazione di variabili fortemente asimmetriche e con presenza di alcuni valori estremi di cui difficilmente le distribuzioni usuali (log-normale, Gumbel, Fréchet, ecc.) riescono a rendere conto.

La funzione di distribuzione di probabilità della  $h_d$  (altezza di precipitazione) è funzione di 4 parametri:  $\Lambda_{b,d}$ ,  $\Theta_{b,d}$ ,  $\Lambda_{s,d}$  e  $\Theta_{s,d}$ , che esprimono il numero medio annuo di eventi indipendenti superiori a una soglia delle due popolazioni ( $\Lambda_{b,d}$  e  $\Lambda_{s,d}$ ) e il loro valore medio ( $\Theta_{b,d}$  e  $\Theta_{s,d}$ ) con  $\Lambda_{b,d}$ ,  $\Theta_{b,d}$  relativi ad una componente base contenente i valori medi e bassi e  $\Lambda_{s,d}$ ,  $\Theta_{s,d}$  relativi ad una componente straordinaria contenente i valori più elevati.

$$P(h_d) = e^{\left( -\Lambda_{b,d} e^{-\frac{h_d}{\Theta_{b,d}}} - \Lambda_{s,d} e^{-\frac{h_d}{\Theta_{s,d}}} \right)}$$

Se si pone  $\Theta^* = \Theta_{s,d} / \Theta_{b,d}$  e  $\Lambda^* = \Lambda_{s,d} / \Lambda_{b,d} \cdot 1/\Theta^*$  si può considerare la quaterna di parametri  $\Lambda^*$ ,  $\Theta^*$ ,  $\Lambda_{b,d}$  e  $\Theta_{b,d}$ . La funzione di distribuzione di probabilità della variabile casuale  $x = h_d$  (massimo annuale della pioggia di durata  $t$ ) è espressa come segue:

$$P(h_d) = e^{\left( -\Lambda_{b,d} e^{-\frac{h_d}{\Theta_{b,d}}} - \Lambda^* \Lambda_{b,d} \frac{1}{\Theta^*} e^{-\frac{h_d}{\Theta^* \Theta_{b,d}}} \right)}$$

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NC/22011	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> POGGIO RENATICO (FE)	<b>ZA-E-94715</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> ADEGUAMENTO CENTRALE DI COMPRESSIONE DI POGGIO RENATICO	Fg. 57 di 97	<b>Rev.</b> 1

Rif. TPIDL: 201280C001-000-RT-1401-94715

Si può dimostrare che il coefficiente d'asimmetria  $\xi(h_d)$  dipende soltanto dai parametri  $\Lambda^*$  e  $\Theta^*$  il coefficiente di variazione  $\gamma(h_d)$  dipende dai parametri  $\Lambda^*$ ,  $\Theta^*$  e  $\Lambda_{b,d}$  e la media  $\mu(h_d)$  dipende dai parametri  $\Lambda^*$ ,  $\Theta^*$ ,  $\Lambda_{b,d}$ ,  $\Theta_{b,d}$  che si esprime con:

$$\mu(h_d) = \left[ \ln \Lambda_{b,d} + 0,5772 - \sum_{j=1}^{\infty} \frac{(-1)^j \Lambda^{*j}}{j!} \Gamma\left(\frac{j}{\Theta^*}\right) \right] \Theta_{b,d}$$

Dove posto

$$\beta = \left[ \ln \Lambda_{b,d} + 0,5772 - \sum_{j=1}^{\infty} \frac{(-1)^j \Lambda^{*j}}{j!} \Gamma\left(\frac{j}{\Theta^*}\right) \right]$$

Si ha:

$$P(h_d) = e^{\left( -\Lambda_{b,d} e^{-\beta \frac{h_d}{\mu_{h,d}}} - \Lambda^* \Lambda_{b,d}^{1/\Theta^*} e^{-\beta \frac{h_d}{\Theta^* \mu_{h,d}}} \right)}$$

Sostituendo nella precedente espressione il coefficiente di crescita  $K_T = h_d / \mu_{h,d}$  si ottiene:

$$P(h_d) = e^{\left( -\Lambda_{b,d} e^{-\beta K_T} - \Lambda^* \Lambda_{b,d}^{1/\Theta^*} e^{-\beta \frac{K_T}{\Theta^*}} \right)}$$

che in forma implicita fornisce la curva di crescita  $K(Tr)$  della variabile  $h_d$ , dove  $Tr$  è il tempo di ritorno di  $h_d$ :

$$Tr = \frac{1}{1 - P(K_T)}$$

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NC/22011	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> POGGIO RENATICO (FE)	<b>ZA-E-94715</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> ADEGUAMENTO CENTRALE DI COMPRESSIONE DI POGGIO RENATICO	Fg. 58 di 97	<b>Rev.</b> 1

Rif. TPIDL: 201280C001-000-RT-1401-94715

## 7.5 Stima regionale dei parametri con i massimi giornalieri.

Con la regionalizzazione delle altezze di pioggia  $h_{d,k}$  nei diversi pluviometri  $k = 1, 2, \dots, n$  s'intende l'aggregazione di tali variabili in gruppi con caratteristiche stocastiche comuni. Si richiede generalmente che i raggruppamenti abbiano anche riferimenti geografici. Utilizzando le massime altezze di pioggia giornaliere secondo la procedura proposta da Versace, Ferrari, Gabriele e Rossi [Versace e altri, 1989], vengono considerati tre livelli di regionalizzazione, individuando:

- al primo livello, regioni omogenee rispetto al coefficiente di asimmetria;
- al secondo livello, zone omogenee rispetto al coefficiente di variazione;
- al terzo livello, sottozone omogenee rispetto ad alcune grandezze geografiche locali (quota, distanza dal mare, orientamento dei versanti).

La grandezza geografica che nell'ambito di una sottozona omogenea ha mostrato di avere maggiore influenza sulle precipitazioni è la quota  $z$  della stazione.

La quota da attribuire alle stazioni pluviometriche inerenti il bacino delle acque medie, sono le quote corrispondenti alla sezione del fiume, la quale è stata stimata in una media di 8.72 metri s.m.l.

## 7.6 Terzo livello di regionalizzazione e piogge di massima intensità e breve durata.

Al terzo livello di regionalizzazione sono state individuate delle zone omogenee in cui è accettabile l'ipotesi che la media del massimo annuale dell'altezza giornaliera  $m(h_g)$ , che prende il nome di pioggia indice, dipenda linearmente dalla sola quota  $z$  della stazione

$$m[h_g] = C Z + D$$

I parametri esaminati non assumono unico valore per l'intera regione esaminata, è invece possibile identificare delle aree pluviometriche omogenee.

Il terzo livello di regionalizzazione per le piogge di massima intensità e breve durata è stato svolto seguendo due procedure alternative.

## 7.7 Metodo delle zone omogenee

Per ottenere le leggi di probabilità pluviometrica, l'elaborazione effettuata è stata rivolta a stabilire una relazione durata-intensità-frequenza, attraverso una legge del tipo:

$$i_t(T) = \frac{a(T)}{(b+t)^m}$$

dove:

- $b$  è un parametro di trasformazione della scala temporale, indipendente sia dalla durata  $t$ , sia dal tempo di ritorno,

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NC/22011	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> POGGIO RENATICO (FE)	<b>ZA-E-94715</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> ADEGUAMENTO CENTRALE DI COMPRESSIONE DI POGGIO RENATICO	Fg. 59 di 97	<b>Rev.</b> 1

Rif. TPIDL: 201280C001-000-RT-1401-94715

- $m$  è un parametro adimensionale compreso tra 0 e 1, indipendente sia dalla durata, sia dal tempo di ritorno,
  - $a(T)$  è un parametro dipendente dal tempo di ritorno, ma indipendente dalla durata.
- Può essere messa nella forma:

$$i_t(T) = i_0(T) \left( \frac{b}{b+t} \right)^m$$

dove  $i_0(T)$  è l'intensità istantanea con tempo di ritorno  $T$ . La *pioggia indice* è data dalla media di  $i_t$ , che risulta:

$$\mu_{it} = \mu_{i0} \left( \frac{b}{b+t} \right)^m$$

dove  $\mu_{i0}$  è la media dell'intensità istantanea.  
Il *coefficiente di crescita* da introdurre è

$$k = \frac{i_t}{\mu_{i0}} \left( \frac{b+t}{b} \right)^m$$

L'esponente  $m$  e il parametro di deformazione temporale  $b$  sono stati assunti indipendenti dal tempo di ritorno  $T$ , in modo da imporre il parallelismo sul piano logaritmico delle leggi IDF relative a diversi tempi di ritorno. Per ricavare tali parametri sono state fatte le seguenti ipotesi:

l'intensità media di 24 ore  $\mu_{i24}$  è proporzionale all'intensità media giornaliera  $\mu_{id}$

$$\mu_{i24} = \delta \cdot \mu_{id}$$

dove il coefficiente di proporzionalità è assunto costante su tutto il territorio considerato, con valore  $\delta = 1,15$ ;

il rapporto tra l'intensità media della pioggia di 5' e quella della pioggia oraria è costante su tutta l'area esaminata, assunto pari al valore ottenuto dallo studio delle piogge intense della stazione pluviometrica di:

- Stazione di **Ferrara**;
- Stazione di **Poggio Renatico**, nel Comune di Poggio Renatico (FE);
- Stazione di **Malalbergo**, nel Comune di Malalbergo (BO).

$$r = \frac{\mu_{i5'}}{\mu_{i1}} = \left( \frac{b+1}{b+0,0833} \right)^m = 3,36$$

da cui si ricava per ciascuna zona omogenea il coefficiente di trasformazione temporale:

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NC/22011	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> POGGIO RENATICO (FE)	<b>ZA-E-94715</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> ADEGUAMENTO CENTRALE DI COMPRESSIONE DI POGGIO RENATICO	Fg. 60 di 97	<b>Rev.</b> 1

Rif. TPIDL: 201280C001-000-RT-1401-94715

$$b = \frac{1 - 0,0833r^{1/m}}{r^{1/m} - 1}$$

Sulle zone omogenee identificate per i massimi giornalieri dell'anno l'intensità istantanea media  $\mu_{i0}$  è dipendente dalla quota  $z$  della stazione pluviometrica secondo la relazione:

$$\frac{\mu_{i0}(z)}{\bar{\mu}_{i0}} = \frac{\mu_{hd}(z)}{\bar{\mu}_{hd}}$$

dove  $\mu_{i0}$  e  $\mu_{hd}$  sono la media sulla zona omogenea di  $\mu_{i0}$  e  $\mu_{hd}$ .

Da queste ipotesi si ricava per ciascuna zona omogenea l'esponente:

$$m = \frac{\ln\left(\frac{\bar{\mu}_{i0}}{\bar{\mu}_{i24}}\right)}{\ln\left[1 + \frac{24(r^{1/m} - 1)}{1 - 0,0833r^{1/m}}\right]}$$

## 7.8 Risultati della regionalizzazione

L'area interessata dallo studio comprende i bacini idrografici affluenti in destra Po compresi tra lo Scrivia ed il Panaro (Ufficio Idrografico del Po di Parma), i bacini idrografici con foce in Adriatico compresi tra il fiume Reno ed il fiume Tronto (Compartimento SIMN di Bologna), nonché quelli con foce in Tirreno tra il Serchio e l'Albegna (Compartimento SIMN di Pisa) e tra il Marta a Nord ed il Tevere a Sud (Compartimento SIMN di Roma). La rete pluviometrica cui si è fatto riferimento risulta composta da 1556 stazioni di misura con numerosità variabile da 1 a 72 anni, per 540 delle quali sono disponibili anche le osservazioni relative ai massimi annuali delle altezze di pioggia di durata inferiore al giorno, con numerosità variabile da 1 a 62 anni. L'analisi statistica è stata condotta sulle stazioni con almeno 30 anni di osservazione, individuando così 792 stazioni di misura della precipitazione giornaliera (numerosità media campionaria 48 anni) e 240 delle piogge di durata 1-24 ore (numerosità media campionaria di 43 anni).

Il modello TCEV è stato impiegato nel progetto VAPI (Valutazione delle Piene in Italia), sviluppato dal Consiglio Nazionale delle Ricerche.

Gli studi e le ricerche condotte, al primo e al secondo livello di regionalizzazione, hanno portato all'individuazione di regioni omogenee (Figura 7.8/A sottozona dalla A alla G), in cui l'ipotesi della costanza del coefficiente di variazione e del coefficiente di asimmetria può essere accettata.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NC/22011	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> POGGIO RENATICO (FE)	<b>ZA-E-94715</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> ADEGUAMENTO CENTRALE DI COMPRESSIONE DI POGGIO RENATICO	Fg. 61 di 97	<b>Rev.</b> 1

Rif. TPIDL: 201280C001-000-RT-1401-94715

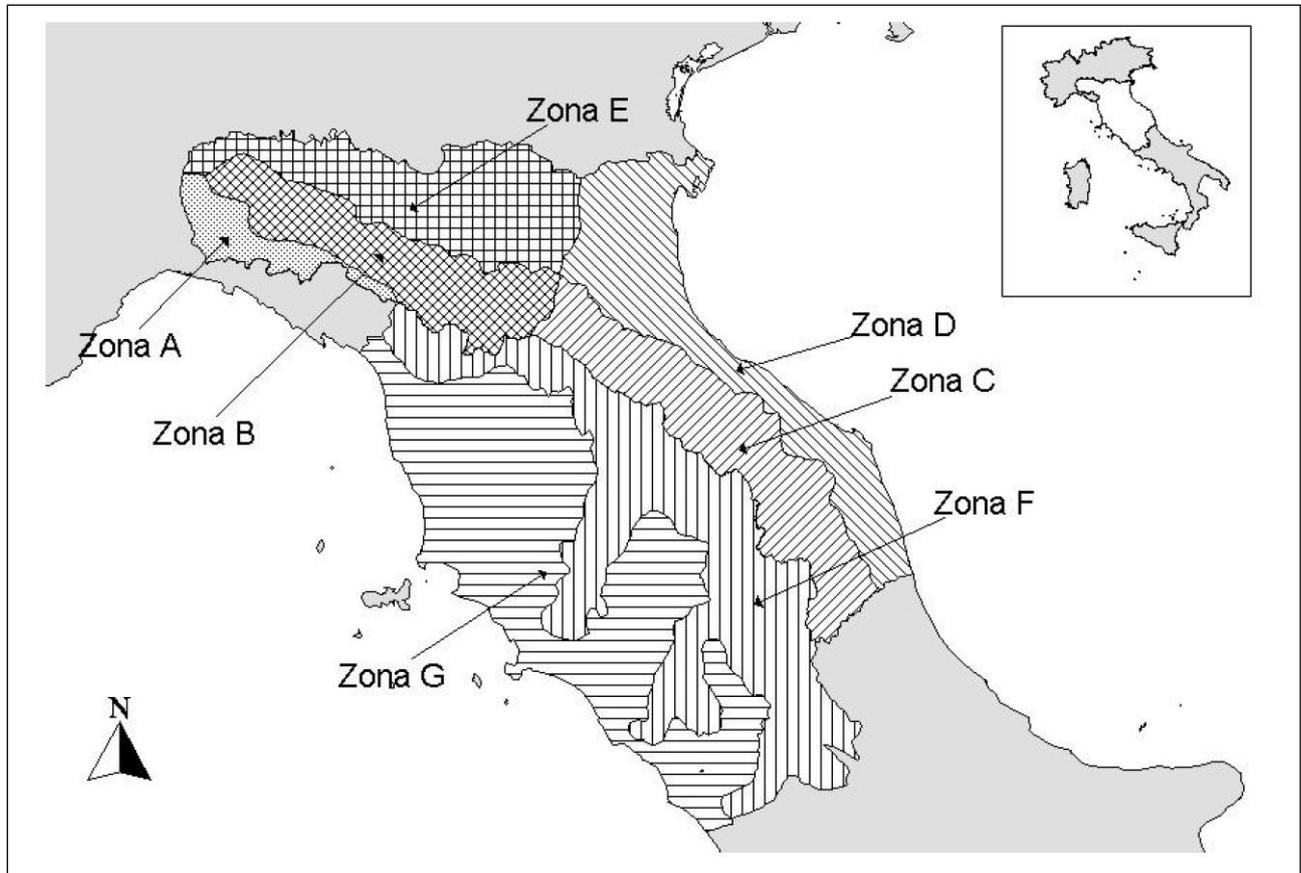


Figura 7.8/A: Regioni omogenee

**Parametri regionali piogge giornaliere**

Sottozona	$\Lambda^*$	$\theta^*$	$\Lambda 1$	$\eta$
A	0.109	2.361	24.70	4.001
B	1.528	1.558	39.20	5.335
C	1.528	1.558	25.70	4.913
D	0.361	2.363	29.00	4.634
E	0.044	3.607	30.45	4.135
F	0.144	2.042	33.03	4.321
G	0.221	3.322	30.78	4.628

**Fattori di crescita piogge giornaliere**

T (anni)	2	5	10	20	25	40	50	100	200	500
SZO A	0.93	1.24	1.46	1.70	1.78	1.95	2.04	2.34	2.68	3.18
SZO B	1.01	1.30	1.51	1.71	1.77	1.90	1.97	2.17	2.37	2.63
SZO C	1.01	1.33	1.55	1.77	1.84	1.98	2.05	2.27	2.48	2.77
SZO D	0.87	1.19	1.44	1.72	1.82	2.02	2.13	2.45	2.79	3.23
SZO E	0.93	1.22	1.43	1.64	1.72	1.89	1.98	2.32	2.78	3.53
SZO F	0.93	1.23	1.43	1.65	1.72	1.87	1.95	2.20	2.47	2.86
SZO G	0.88	1.22	1.50	1.87	2.01	2.32	2.47	2.96	3.46	4.12

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NC/22011	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> POGGIO RENATICO (FE)	<b>ZA-E-94715</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> ADEGUAMENTO CENTRALE DI COMPRESSIONE DI POGGIO RENATICO	Fg. 62 di 97	<b>Rev.</b> 1

Rif. TPIDL: 201280C001-000-RT-1401-94715

### Parametri regionali piogge brevi

Sottozona	$\Lambda^*$	$\theta^*$	$\Lambda_1$	$\eta$	durata (ore)
A	0.109	2.361	24.70	4.001	Tutte
B	1.528	1.558	13.65	4.280	1
			19.35	4.629	3
			26.20	4.932	6
			39.20	5.335	$\geq 12$ e 1g
C	1.528	1.558	13.65	4.280	1
			14.70	4.354	3
			20.25	4.674	6
			25.70	4.913	$\geq 12$ e 1g
D	0.361	2.363	29.00	4.634	Tutte
E	0.044	3.607	13.60	3.329	1
			19.80	3.704	3
			23.65	3.882	6
			30.45	4.135	$\geq 12$ e 1g
F	0.073	1.406	21.01	3.713	1
	0.144	2.042	33.03	4.321	$\geq 3$ e 1g
G	0.131	1.820	16.28	3.571	1
	0.770	2.391	24.71	5.140	3
	0.380	2.592	26.21	4.633	6
	0.303	2.799	30.01	4.680	12
	0.221	3.322	30.78	4.628	24 e 1g

### Fattori di crescita piogge brevi

T (anni)	2	5	10	20	25	40	50	100	200	500
$K_{T(24ora)}$	0.94	1.26	1.49	1.71	1.79	1.94	2.02	2.25	2.48	2.80
$K_{T(12ore)}$	0.95	1.25	1.47	1.68	1.75	1.90	1.97	2.19	2.41	2.71
$K_{T(6ore)}$	0.95	1.25	1.46	1.68	1.74	1.89	1.96	2.18	2.40	2.70
$K_{T(3ore)}$	0.94	1.28	1.51	1.75	1.83	1.99	2.07	2.32	2.56	2.89
$K_{T(1ora)}$	0.94	1.28	1.51	1.75	1.83	1.99	2.07	2.31	2.56	2.89

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NC/22011	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> POGGIO RENATICO (FE)	<b>ZA-E-94715</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> ADEGUAMENTO CENTRALE DI COMPRESSIONE DI POGGIO RENATICO	Fg. 63 di 97	<b>Rev.</b> 1

Rif. TPIDL: 201280C001-000-RT-1401-94715

## 7.9 Analisi delle portate

### Parametri

Comp. SIMN di Bologna	$\theta^* = 2.512$	$\Lambda^* = 0.745$	$\Lambda 1 = 9.5$	$\eta = 4.225$
-----------------------	--------------------	---------------------	-------------------	----------------

### Fattori di crescita

T (anni)	2	5	10	20	25	40	50	100	200	500
KT(portate)	0.86	1.35	1.74	2.14	2.27	2.55	2.68	3.10	3.51	4.05

L'applicazione della procedura VAPI descritta precedentemente ha identificato il bacino del canale SCOLO ALDROVANDI ricadente nella Zona E

Sulla scorta della esposta metodologia si è proceduto alla determinazione dei valori di portata di piena al colmo con tempi di ritorno di 20,200 e 500 anni in corrispondenza delle sezioni di interesse poste all'intersezione della rete di drenaggio con la zona di progetto.

Il tempo di concentrazione del bacino è stato calcolato adottando la formula prevista dal Piano di assetto Idrografico della regione Lazio, per  $A_b > 1$

Il calcolo della massima portata è stato effettuato attraverso il metodo razionale, assumendo come intensità di pioggia quella corrispondente all'evento di durata critica:

$$Q(t) = 278 \cdot \Phi(T) \cdot A_b \cdot i(T_b, T) \cdot r(A_b, T_b)$$

- T = Tempo di ritorno medio in anni
- $A_b$  = area bacino in  $\text{km}^2$
- $T_b$  = è il tempo di concentrazione, in ore.
- $i(T_b, T)$  = intensità di pioggia di durata  $T_b$  e tempo di ritorno T
- $\Phi(T)$  = Coefficiente di deflusso
- $r(A_b, T_b)$  = Coefficiente di ragguglio

Il coefficiente di ragguglio del bacino viene determinato con la formula:

$$r = 1 - e^{-1,1 \cdot t^{0,25}} + e^{-1,1 \cdot t^{0,25} - 0,00386 A_b}$$

in cui t è assunto pari a  $t_b$  in ore.

## 7.10 Calcolo del coefficiente di deflusso

La stima del coefficiente di deflusso è estremamente difficoltosa e costituisce il maggior elemento di incertezza nella valutazione della portata. Il parametro, infatti, tiene conto in forma implicita di tutti i fattori che intervengono a determinare la relazione tra la portata al colmo e l'intensità media della pioggia (tipo di terreno, grado di saturazione dello stesso, tipo di copertura vegetale e pendenza); si utilizzano normalmente valori di riferimento, tratti dalla letteratura scientifica, che spesso sono adattabili con difficoltà alle effettive condizioni del bacino in studio. Le valutazioni derivanti dalla letteratura indicano univocamente che il valore del coefficiente di deflusso in un dato bacino varia in modo consistente da evento ad evento, in funzione delle differenti condizioni di imbibizione del suolo antecedenti l'evento stesso.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NC/22011	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> POGGIO RENATICO (FE)	<b>ZA-E-94715</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> ADEGUAMENTO CENTRALE DI COMPRESSIONE DI POGGIO RENATICO	Fg. 64 di 97	<b>Rev.</b> 1

Rif. TPIDL: 201280C001-000-RT-1401-94715

Nel caso frequente che la superficie S sia composta da più superfici S<sub>i</sub>, ognuna caratterizzata da un coefficiente φ<sub>i</sub>, il coefficiente medio ponderale φ per l'intera area vale:

$$\phi = \sum S_i * \phi_i / S$$

Inoltre per una verifica ottimale della stima del coefficiente di deflusso si è provveduto al calcolo dello scarto quadratico medio mediante la seguente formula:

$$\sigma_X = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N}}$$

Dove la media aritmetica è:

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i$$

Dallo studio della carta dell'uso del suolo, si sono individuate le seguenti aree omogenee:

- Superfici a verde su suolo profondo, prati, orti, superfici boscate ed agricole
- Corsi d'acqua in alveo naturale
- Specchi d'acqua, stagni o bacini di accumulo e infiltrazione con fondo naturale
- Incolto, sterrato, superfici naturali degradate
- Area di impianto sportivo con sistemi drenanti e superficie a prato
- Coperture discontinue (tegole in laterizio o sim.)
- Pavimentazioni in asfalto o cls
- Pavimentazioni in macadam, strade, cortili, piazzali
- Corsi d'acqua in alveo impermeabile
- Serre

Calcolo coefficiente di corrivazione		
Superficie totale 1139 Ha		
DESCRIZIONE	φ <sub>i</sub>	S <sub>i</sub>
Superfici a verde su suolo profondo, prati, orti, superfici boscate ed agricole	0.25	1099
Corsi d'acqua in alveo naturale	0.25	5
Specchi d'acqua, stagni o bacini di accumulo e infiltrazione con fondo naturale	0.2	1
Incolto, sterrato, superfici naturali degradate	0.2	5
Area di impianto sportivo con sistemi drenanti e superficie a prato	1	5
Coperture discontinue (tegole in laterizio o sim.)	0.9	5
Pavimentazioni in asfalto o cls	0.9	5
Pavimentazioni in macadam, strade, cortili, piazzali	0.35	5
Corsi d'acqua in alveo impermeabile	1	5
Serre	1	8
Coefficiente di corrivazione		0.39

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NC/22011	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> POGGIO RENATICO (FE)	<b>ZA-E-94715</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> ADEGUAMENTO CENTRALE DI COMPRESSIONE DI POGGIO RENATICO	Fg. 65 di 97	<b>Rev.</b> 1

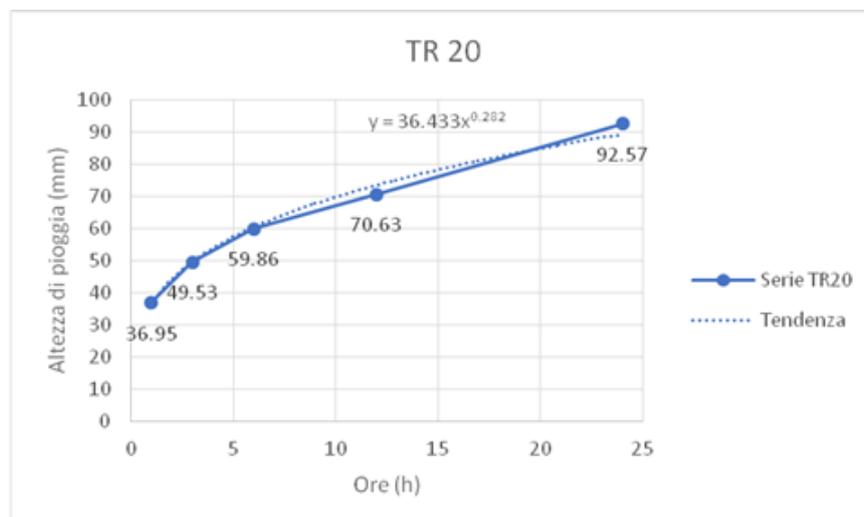
Rif. TPIDL: 201280C001-000-RT-1401-94715

## 7.11 Calcolo delle portate

Fissata una sezione del corso d'acqua, che si indica come sezione di chiusura del bacino, è stato definito il bacino idrografico o imbrifero relativo alla sezione considerata, ossia il luogo dei punti della superficie terrestre che raccoglie le acque che scorrendo in superficie raggiungono tale sezione. La delimitazione del bacino è stata effettuata individuando su carta topografica base CTR il cosiddetto spartiacque sotteso dalla sezione di chiusura. Lo spartiacque individua il luogo dei punti da cui hanno origine le linee di massima pendenza che finiscono per raggiungere la sezione di chiusura e si traccia in base alle isoipse e al reticolo dei canali imponendo il passaggio per le vette e le selle.

I risultati dell'elaborazione statistica dei dati di pioggia sono stati espressi sotto forma di *curve di probabilità pluviometrica*, rappresentate in forma esponenziale con evidenza dei parametri "a" ed "n".

<b>h</b>	<b>20</b>	<b>200</b>	<b>500</b>
<b>1</b>	36.95	46.28	51.54
<b>3</b>	49.53	62.39	69.64
<b>6</b>	59.86	75.29	84
<b>12</b>	70.63	88.33	98.32
<b>24</b>	92.57	118.43	133.02



	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NC/22011	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> POGGIO RENATICO (FE)	<b>ZA-E-94715</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> ADEGUAMENTO CENTRALE DI COMPRESSIONE DI POGGIO RENATICO	Fg. 66 di 97	<b>Rev.</b> 1

Rif. TPIDL: 201280C001-000-RT-1401-94715

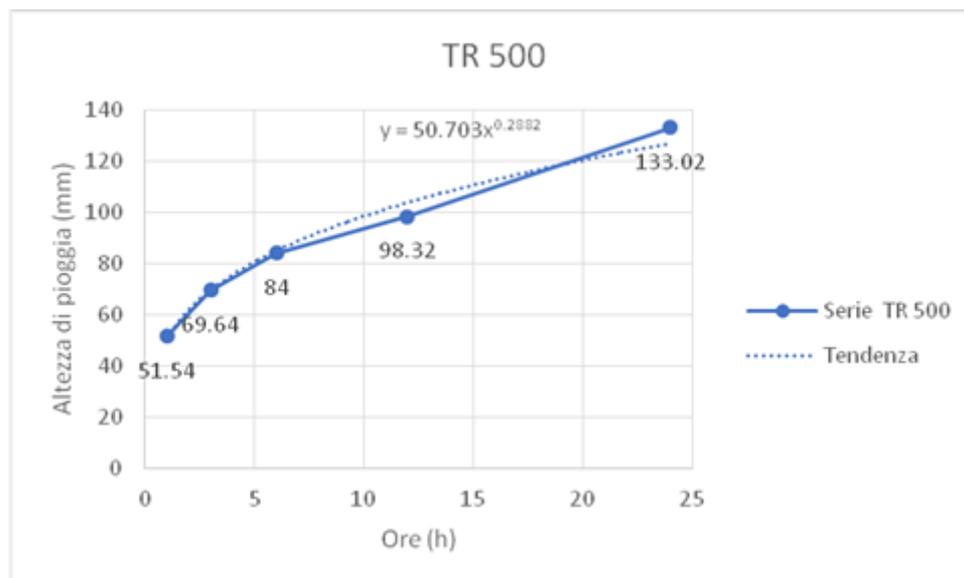
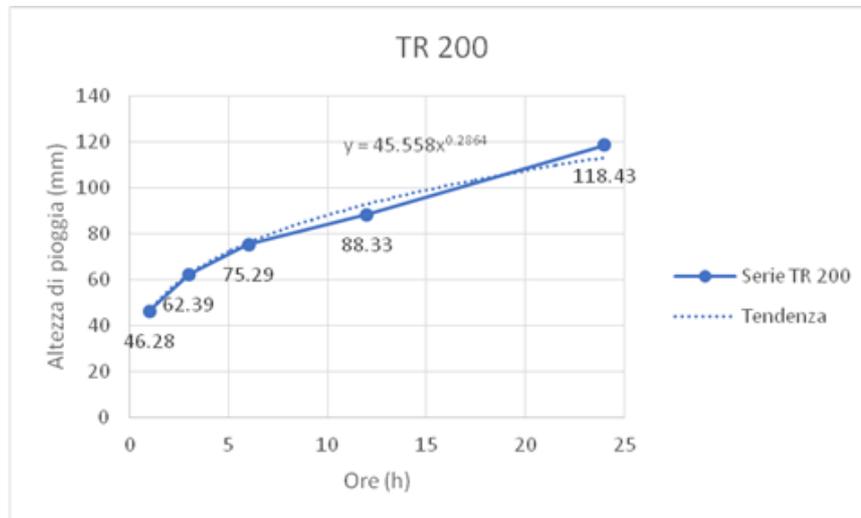


Figura 7.11/A: Altezze di pioggia (mm) calcolate per diverse durate e diversi periodi di ritorno

	Tr		
	20	200	500
<b>a</b>	36.43	45.55	50.7
<b>n</b>	0.28	0.28	0.29

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NC/22011	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> POGGIO RENATICO (FE)	<b>ZA-E-94715</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> ADEGUAMENTO CENTRALE DI COMPRESSIONE DI POGGIO RENATICO	Fg. 67 di 97	<b>Rev.</b> 1

Rif. TPIDL: 201280C001-000-RT-1401-94715

	i (mm)		
<b>1</b>	36.43	45.55	50.7
<b>3</b>	16.51703	20.65195	23.24084
<b>6</b>	10.02744	12.53775	14.2076
<b>12</b>	6.087636	7.611634	8.685389
<b>24</b>	3.695788	4.621003	5.309553

$$Q = k \cdot C \cdot i_c \cdot A_{tot}$$

<b>Q max m<sup>3</sup>/s</b>	<b>20</b>	<b>200</b>	<b>500</b>
Canale Aldovrandi	43.64	54.56	62.69

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NC/22011	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> POGGIO RENATICO (FE)	<b>ZA-E-94715</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> ADEGUAMENTO CENTRALE DI COMPRESSIONE DI POGGIO RENATICO	Fg. 68 di 97	<b>Rev.</b> 1

Rif. TPIDL: 201280C001-000-RT-1401-94715

## 7.12 Analisi idraulica mediante HEC-RAS

HEC – RAS è un pacchetto integrante dei programmi d'analisi idraulica, nei quali l'utente interagisce con il sistema attraverso l'uso di un Graphical User Interface (GUI).

Il sistema è capace di compiere analisi in regime stazionario (**Steady Flow**) e non-stazionario (**Unsteady Flow**), e calcolare i profili della superficie. Il programma potrà includere il trasporto di sedimenti e calcolare i diversi scenari idraulici futuri.

Nella terminologia di HEC – RAS, un progetto (**Project**), consiste nell'immissione di una serie di dati sottoforma di file, associati ad un particolare sistema fluviale.

Il programma può compiere uno o tutti i diversi tipi d'analisi che fanno parte del pacchetto di HEC – RAS, come parte a sé stante del singolo progetto.

I dati per il progetto sono catalogati come segue:

- Dati progetto (Plan Data);
- Dati geometrici (Geometric Data);
- Dati regime stazionario (Steady Flow Data);
- Dati regime non – stazionario (Unsteady Flow Data);
- Dati sedimenti (Sediment Data);
- Dati idraulici di progetto ( Hydraulic Design Data ).

Durante il corso dello studio del progetto il modello può formulare diversi piani (**Plans**). Ogni progetto è rappresentato da uno specifico insieme di dati geometrici e dati idraulici. Una volta che tali dati sono stati immessi all'interno dell'HEC – RAS, il programma può facilmente utilizzare gli stessi dati per formulare diversi modelli di comportamento del fiume.

Dopo che le simulazioni dei vari piani sono state effettuate, i risultati possono confrontarsi sia in forma grafica, sia in forma tabulare con le seguenti voci:

- **Q tot** : Portata totale della sezione.
- **Min Ch El** : Minimo livello del canale.
- **W.S. Elev**: Livello Idrico per il corrispondente  $T_r$
- **E.G. Elev**: Livello energia potenziale
- **E.G. Slope**: Pendenza
- **Vel Chnl**: Velocità
- **Flow Area**: Area
- **Top Width**: Quota massima della sezione bagnata
- **Froude**

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: 1 Reach: ALDOVRANDI												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m <sup>3</sup> /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m <sup>2</sup> )	Top Width (m)	Froude # Chl
ALDOVRANDI	9	20 anni	43.64	5.4	8.16	7.01	8.24	0.000404	1.21	36.64	25.57	0.3
ALDOVRANDI	9	200 anni	54.56	5.4	8.31	7.18	8.4	0.000484	1.37	42.96	63.32	0.34
ALDOVRANDI	9	500 anni	62.69	5.4	8.38	7.3	8.49	0.000547	1.48	48.52	87.73	0.36

	<b>PROGETTISTA</b> 		<b>COMMESSA</b> NC/22011	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> POGGIO RENATICO (FE)		<b>ZA-E-94715</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> ADEGUAMENTO CENTRALE DI COMPRESSIONE DI POGGIO RENATICO		Fg. 69 di 97	<b>Rev.</b> 1

Rif. TPIDL: 201280C001-000-RT-1401-94715

ALDOVRANDI	8	20 anni	43.64	5.28	7.62		7.74	0.000891	1.58	33.54	96.53	0.44
ALDOVRANDI	8	200 anni	54.56	5.28	7.75		7.85	0.000881	1.57	55.76	249.45	0.43
ALDOVRANDI	8	500 anni	62.69	5.28	7.81		7.9	0.000863	1.59	72.41	340.04	0.43
ALDOVRANDI	7	20 anni	43.64	4.45	6.62	5.94	6.73	0.000885	1.65	43.9	160.79	0.43
ALDOVRANDI	7	200 anni	54.56	4.45	6.7	6.44	6.81	0.000975	1.76	58.62	233.8	0.45
ALDOVRANDI	7	500 anni	62.69	4.45	6.74	6.69	6.85	0.001015	1.81	69.78	279.79	0.46

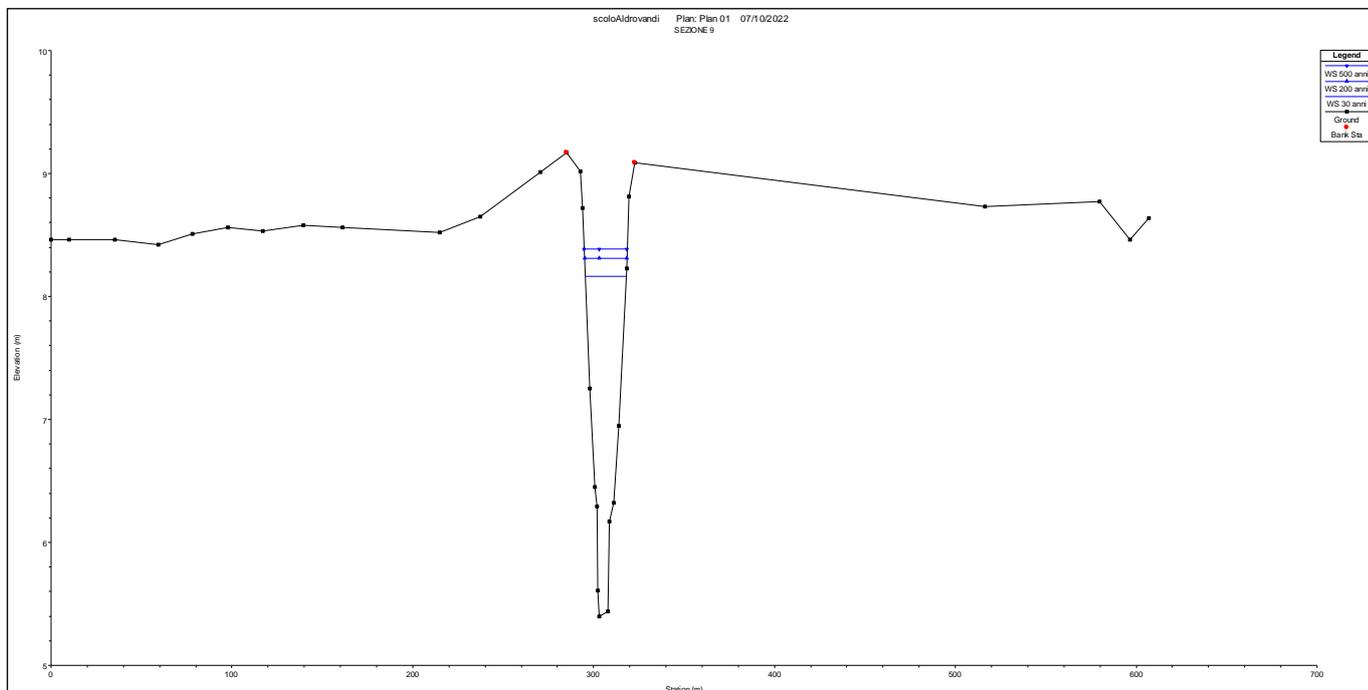
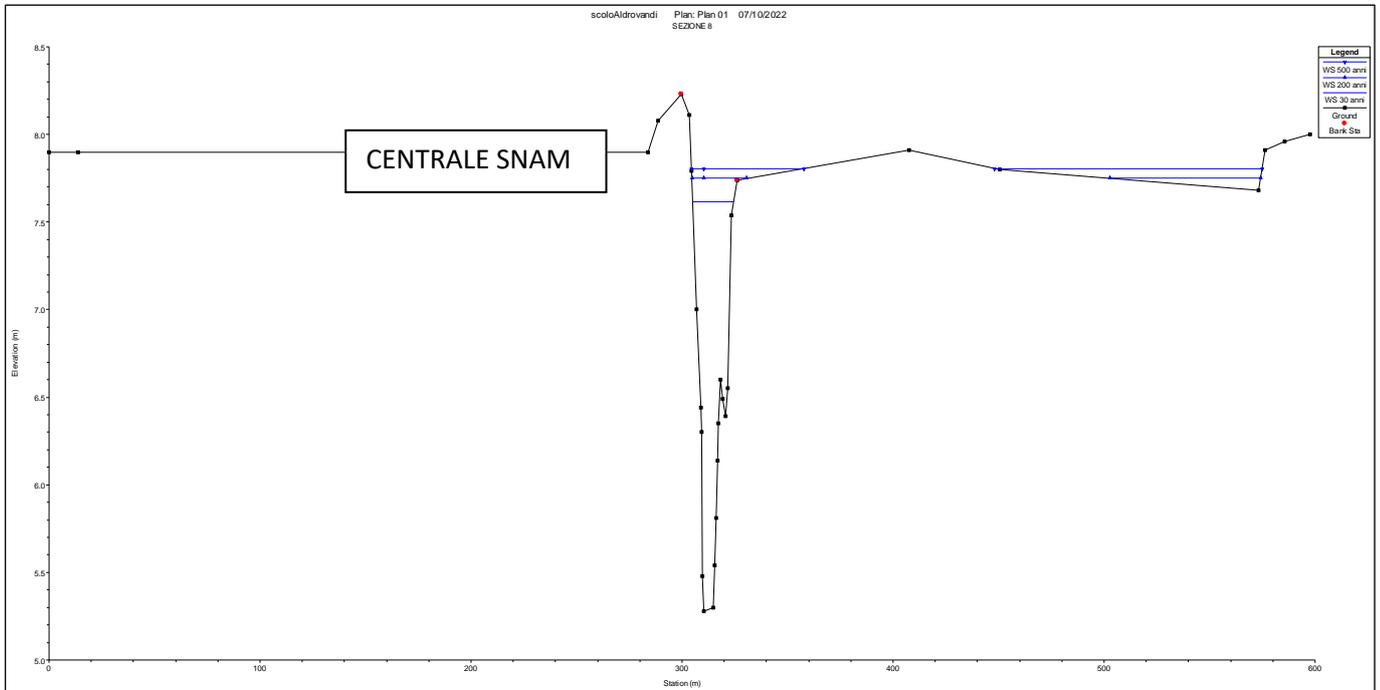


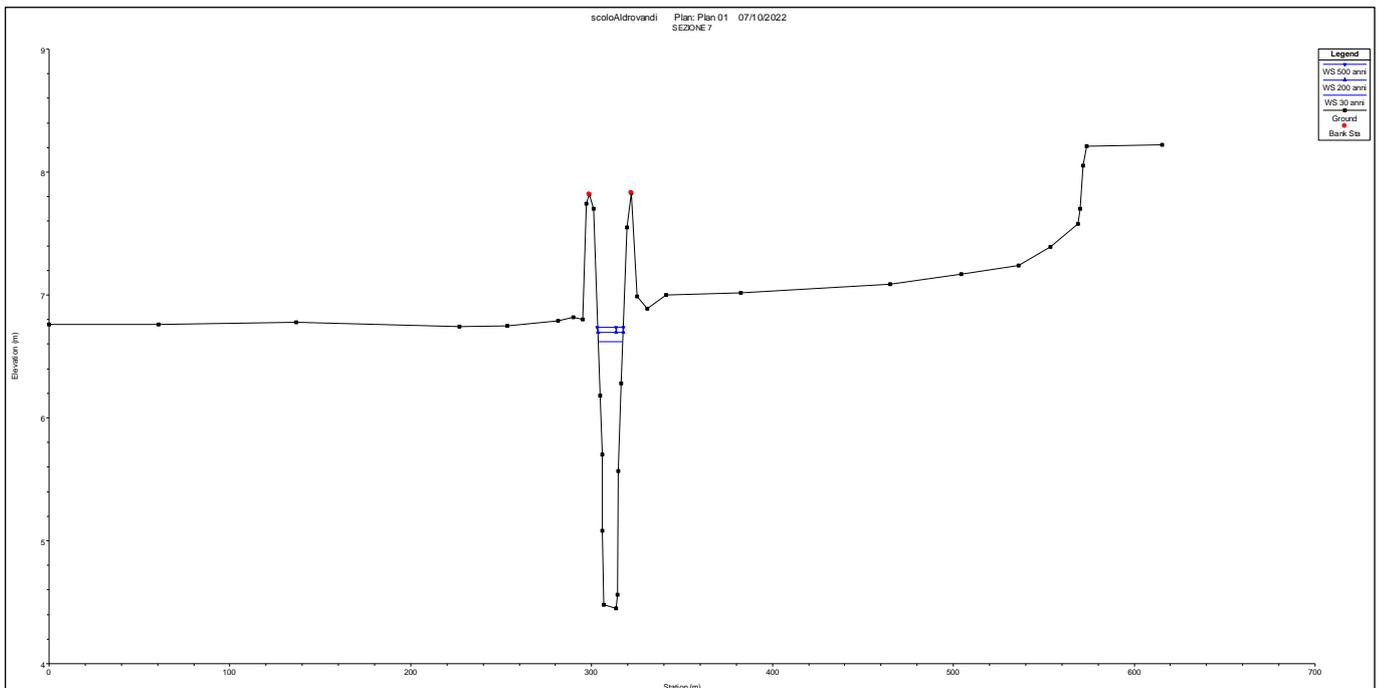
Figura 7.12/A: Sezione 9

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NC/22011	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> POGGIO RENATICO (FE)	<b>ZA-E-94715</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> ADEGUAMENTO CENTRALE DI COMPRESSIONE DI POGGIO RENATICO	Fg. 70 di 97	<b>Rev.</b> 1

Rif. TPIDL: 201280C001-000-RT-1401-94715



**Figura 7.12/B: Sezione 8**



**Figura 7.12/C: Sezione 7**

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NC/22011	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> POGGIO RENATICO (FE)	<b>ZA-E-94715</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> ADEGUAMENTO CENTRALE DI COMPRESSIONE DI POGGIO RENATICO	Fg. 71 di 97	<b>Rev.</b> 1

Rif. TPIDL: 201280C001-000-RT-1401-94715

### 7.13 Risultati dell'analisi idraulica sulla base del modello topografico

Dall'analisi attraverso il metodo di regionalizzazione del programma VAPI, il tirante idrico, ovvero la distanza dal pelo libero al fondo del canale, non supera la sezione dello stesso in nessuno dei tratti analizzati, pertanto, a valle della simulazione effettuata, non sono riscontrabili aree soggette ad allagamento.

Tale risultato conferma una modellazione, eseguita sempre con il software HEC-RAS, condotta in fase conoscitiva con il modello DTM, messo a disposizione dalla Regione ed analogamente a quanto eseguito per le opere di connessione.

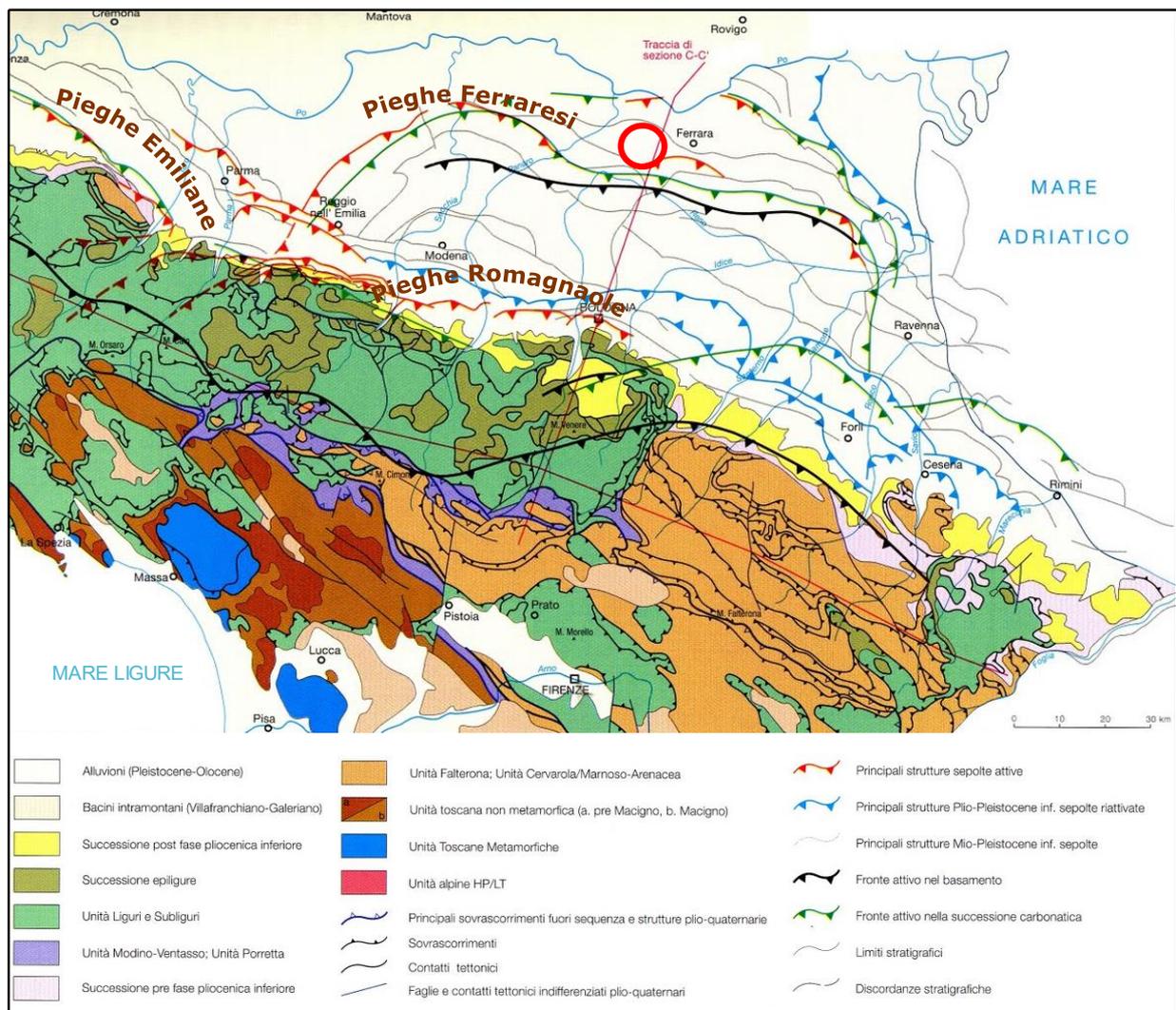
	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NC/22011	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> POGGIO RENATICO (FE)	<b>ZA-E-94715</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> ADEGUAMENTO CENTRALE DI COMPRESIONE DI POGGIO RENATICO	Fg. 72 di 97	<b>Rev.</b> 1

Rif. TPIDL: 201280C001-000-RT-1401-94715

## 8 GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA E LITOLOGIA

### 8.1 Inquadramento geologico e tettonico regionale

L'evoluzione del territorio dell'Emilia – Romagna coincide con l'evoluzione del settore esterno della catena nord – appenninica. Si tratta, di un edificio formato da una pila di unità tettoniche riferibili a due principali domini: il dominio Ligure, i cui sedimenti si sono depositi originariamente su crosta oceanica (Liguridi) e il dominio Tosco – Umbro – Marchigiano, rappresentato da successioni del margine continentale dell'Adria la cui età inizia a partire dal Triassico (circa 200 milioni di anni fa). L'evoluzione tettonica dell'area emiliana e romagnola è riportata in Figura 8.1/A.



**Figura 8.1/A: Stralcio schema tettonico della Pianura Padana (da Boccaletti e Martelli 2004). Il cerchio rosso indica l'area in esame**

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NC/22011	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> POGGIO RENATICO (FE)	<b>ZA-E-94715</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> ADEGUAMENTO CENTRALE DI COMPRESSIONE DI POGGIO RENATICO	Fg. 73 di 97	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TPIDL: 201280C001-000-RT-1401-94715

## 8.2 Inquadramento geologico e tettonico locale

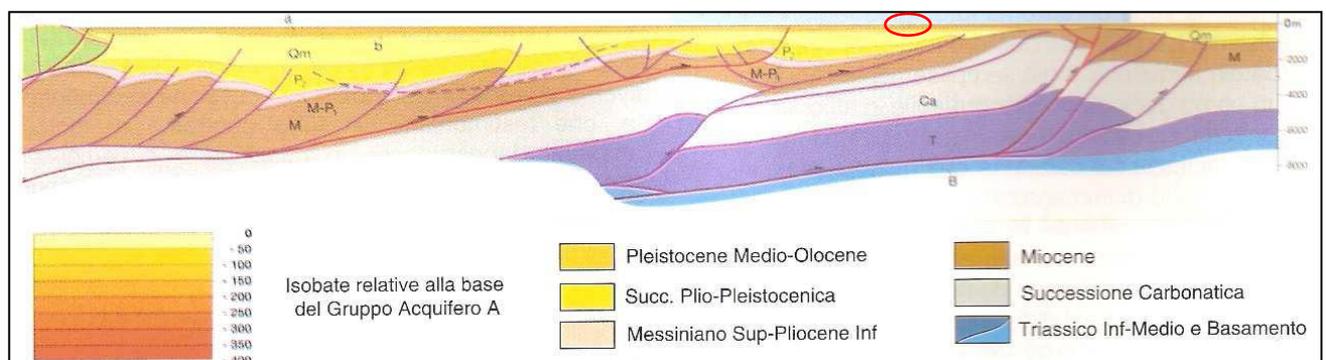
L'area in esame si colloca nella porzione centro-orientale della Pianura Padana, a sud del Fiume Po. La Pianura Padana è un ampio bacino di avanfossa subsidente, compreso tra la catena appenninica a sud e quella alpina a nord che, a partire dal Terziario, ha raccolto i sedimenti provenienti dallo smantellamento delle catene alpina e appenninica in formazione.

L'assetto strutturale di tale bacino appare 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.

L'area è caratterizzata dalla presenza di faglie inverse e sovrascorrimenti sepolti nord-vergenti, associati ad anticlinali e costituenti i fronti più esterni della catena appenninica (Pieri e 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, ed un motivo strutturale sepolto di pieghe pedappenniniche che marca il margine pedemontano della Regione, delimitando la zona collinare in sollevamento dall'antistante pianura subsidente.

In particolare, il settore di Pianura in esame ricade, dal punto di vista strutturale, nella zona caratterizzata dalla presenza della Dorsale Ferrarese. Essa rappresenta il top del substrato mesozoico che modella in profondità la fossa sub-padana, ed assume l'aspetto di un horst delimitato da un grande fascio arcuato di pieghe e faglie inverse, che da Correggio (RE) si estende fino ad oltre le valli di Comacchio (FE). In corrispondenza di tale struttura la copertura dei terreni pliocenici e quaternari in alcuni punti è ridotta a poche centinaia di metri. Nella Figura 8.2/A è rappresentata una sezione geologica passante al di sotto dell'area in esame, che ricostruisce l'assetto geologico-tettonico della Pianura Padana.



**Figura 8.2/A: Sezione geologica interpretativa da Bologna al Fiume Po (da RER e CNR 2002). Il cerchio nero indica l'area in esame**

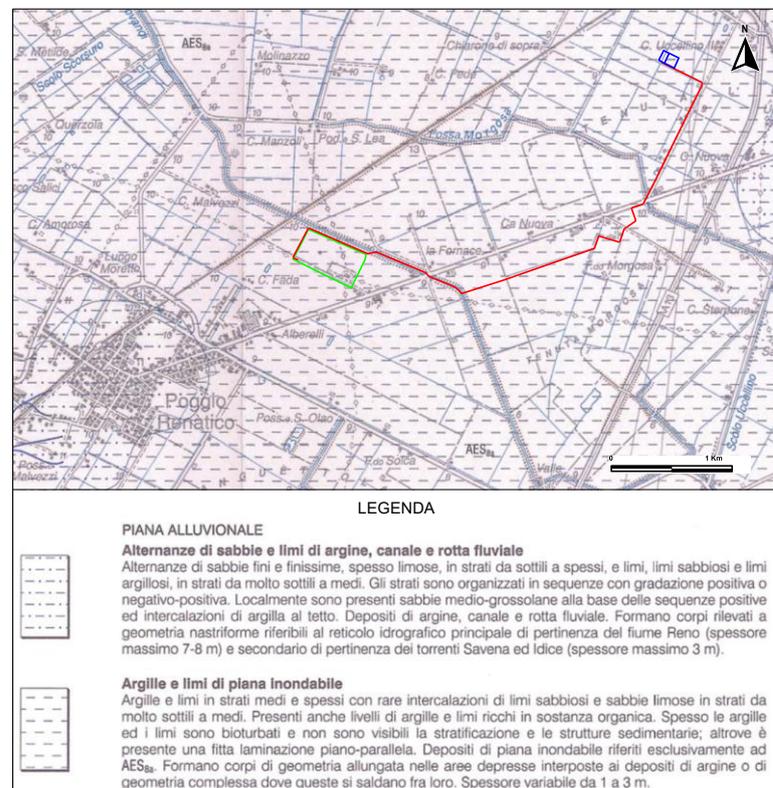
	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NC/22011	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> POGGIO RENATICO (FE)	<b>ZA-E-94715</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> ADEGUAMENTO CENTRALE DI COMPRESIONE DI POGGIO RENATICO	Fg. 74 di 97	<b>Rev.</b> 1

Rif. TPIDL: 201280C001-000-RT-1401-94715

L'andamento degli assi tettonici è tipicamente arcuato e la vergenza delle pieghe è, come per quelle della pianura romagnola, verso nord, cioè nello stesso senso delle altre strutture appenniniche. Le unità geologiche affioranti nel territorio comunale di Poggio Renatico sono esclusivamente di ambiente continentale e costituite da depositi di piana alluvionale. Si distinguono in:

- Alternanze di sabbie e limi di argine, canale e rotta fluviale (Olocene), costituite da alternanze di sabbie fini e finissime, spesso limose, in strati da sottili a spessi, e limi, limi sabbiosi e limi argillosi, in strati da molto sottili a medi.
- Argille e limi di piana inondabile (Olocene), costituite da argille e limi in strati medi e spessi con rare intercalazioni di limi sabbiosi e sabbie limose in strati da sottili a medi. Risultano presenti anche livelli di argille e limi ricchi in sostanza organica.

Da uno stralcio della Carta Geologica d'Italia CarG in scala 1:50.000 (Figura 8.2/B) l'area rientra nel subsistema di Ravenna (AES8) – Unità di Modena (AES8a), costituito da depositi continentali piuttosto complessi, con forti eteropie, che sono suddivisi in due litofacies principali: depositi sabbiosi e limosi di argine, rotta e canale fluviale a geometria nastriforme, legati alla dinamica del reticolo principale; argille e limi di piana inondabile con presenza di livelli di argille e limi ricchi in sostanza organica, legati alle aree topograficamente depresse e localmente di piana deltizia. Tali depositi hanno età post-romana e spessore massimo di circa 10 m. I passaggi litologici da un'unità all'altra avvengono con contatti graduali.

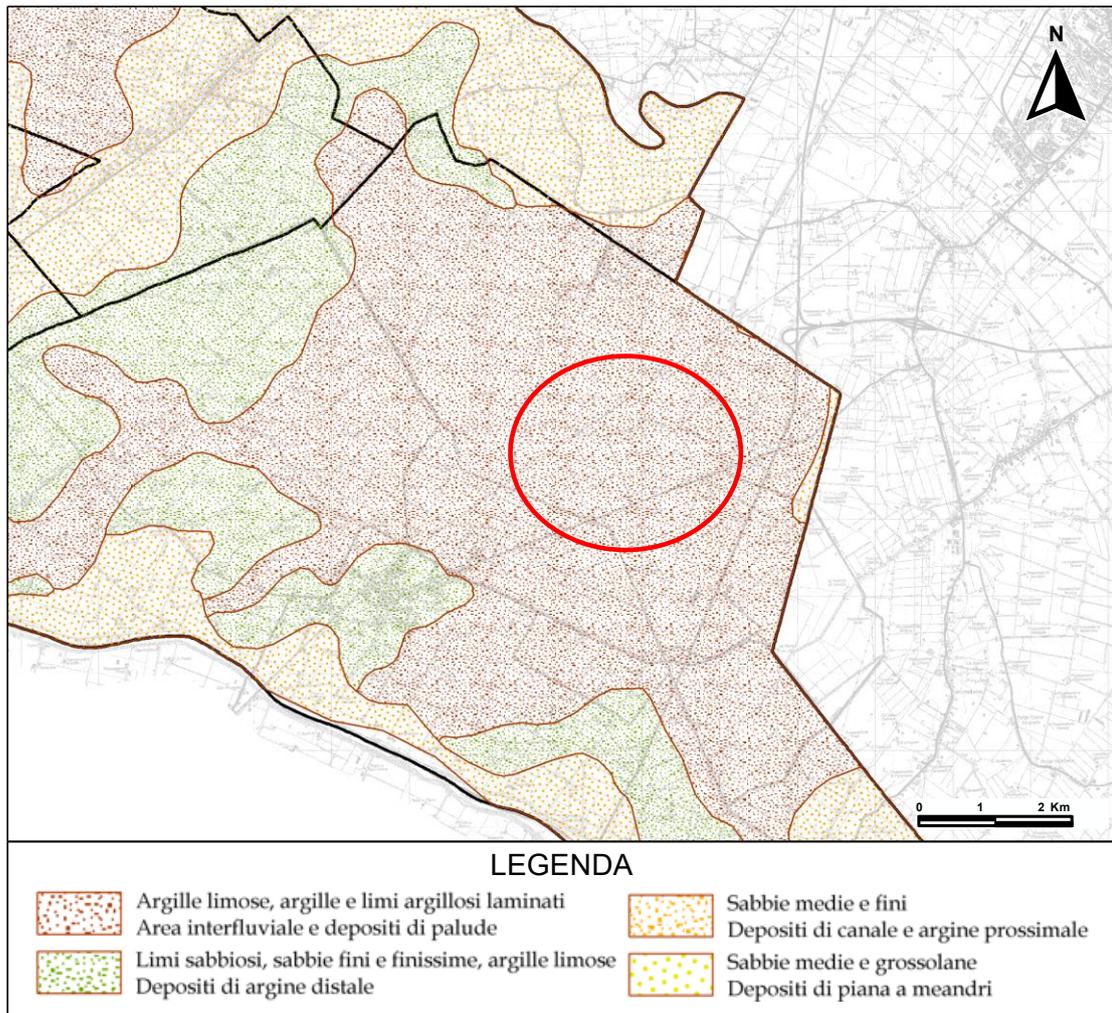


**Figura 8.2/B: Stralcio Carta Geologica d'Italia in scala 1:50 000 (da Progetto CARG - Foglio Geologico n.203 "Poggio Renatico")**

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NC/22011	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> POGGIO RENATICO (FE)	<b>ZA-E-94715</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> ADEGUAMENTO CENTRALE DI COMPRESSIONE DI POGGIO RENATICO	Fg. 75 di 97	<b>Rev.</b> 1

Rif. TPIDL: 201280C001-000-RT-1401-94715

Per maggiore completezza di seguito si riporta la “Carta delle Litologie di Superficie” del Piano Strutturale Comunale Associato dell’Associazione Intercomunale Alto Ferrarese, che conferma, nel sito oggetto di studio, la presenza di litologia prevalentemente argillosa (Figura 8.2/C).



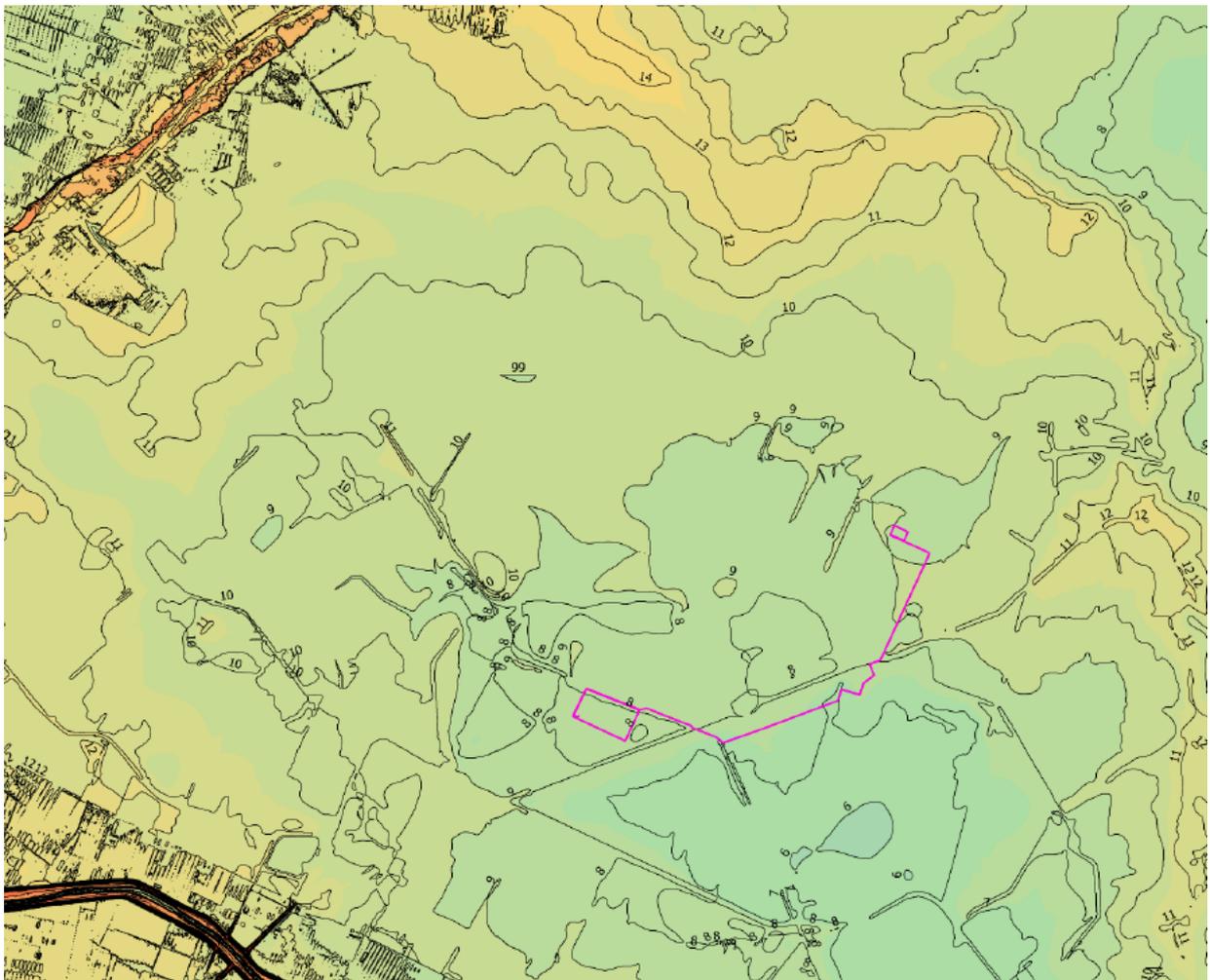
**Figura 8.2/C: Stralcio Carta Geologica Alto Ferrarese d’Italia in scala 1:50 000 (da Piano Strutturale Alto Ferrarese). L’area degli interventi in esame ricade all’interno del cerchio rosso.**

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NC/22011	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> POGGIO RENATICO (FE)	<b>ZA-E-94715</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> ADEGUAMENTO CENTRALE DI COMPRESSIONE DI POGGIO RENATICO	Fg. 76 di 97	<b>Rev.</b> 1

Rif. TPIDL: 201280C001-000-RT-1401-94715

## 9 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

L'area ricade nella Pianura Padana, in destra idrografica del Fiume Po, nel territorio dell'Alto Ferrarese. E' dominata da un andamento pianeggiante (Figura 9/A) con pendenze minori del 3% e dalla presenza di un reticolo idrografico non inciso e diretto secondo la direttrice della pianura stessa, ovvero da ovest ad est.



**Figura 9/A: DTM dell'area in esame (passo 5 m, da Regione Emilia Romagna) con isoipse di passo 1 m**

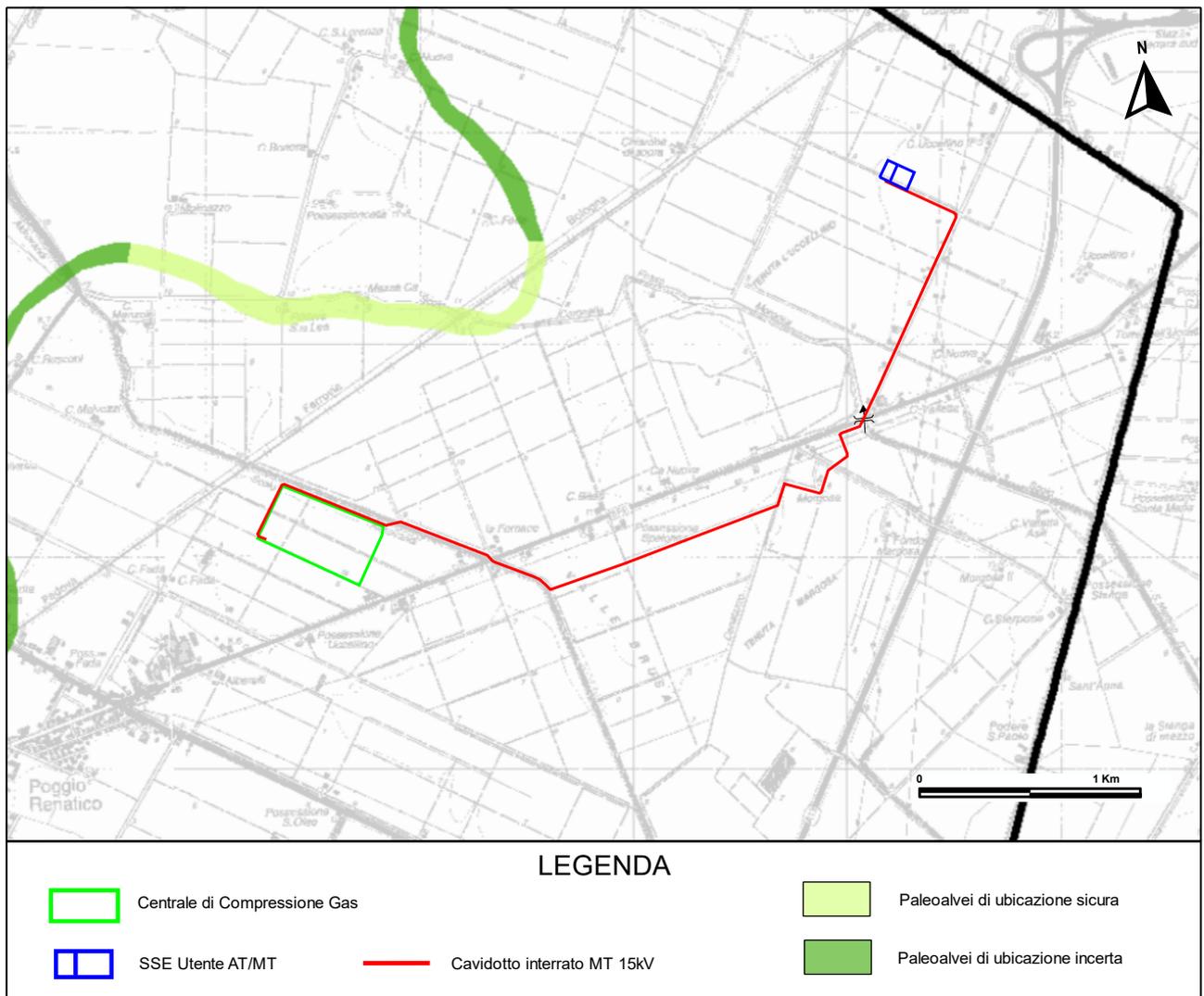
Il sito è caratterizzato in particolare dall'azione fluviale del fiume Reno e dalla sua storia evolutiva sia in termini di evoluzione naturale, sia in termini di controllo antropico. Tale asta fluviale, come pure altre aste vicine, ha avuto un lungo periodo in cui l'alveo ha potuto divagare liberamente all'interno della propria piana alluvionale. Molte delle diversioni del Reno hanno avuto luogo in epoca storica e sono ben conosciute; per ovviare a tali diversioni sono stati effettuati, nel corso dei secoli, lavori di sistemazione idraulica tali da garantire (o almeno tali erano le intenzioni) il controllo dell'alveo e delle piene. In tale contesto la morfologia è dominata da un lato da fasce di terreno relativamente elevate (11-13 m s.l.m.),

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NC/22011	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> POGGIO RENATICO (FE)	<b>ZA-E-94715</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> ADEGUAMENTO CENTRALE DI COMPRESIONE DI POGGIO RENATICO	Fg. 77 di 97	<b>Rev.</b> 1

Rif. TPIDL: 201280C001-000-RT-1401-94715

ben riconoscibili in corrispondenza dei corsi fluviali attuali ed estinti, e dall'altro, da varie zone depresse e bacini interfluviali (1.5-2.5 m s.l.m.) in cui i sedimenti più fini limoso-argillosi si costipano maggiormente per effetti di consolidazione primaria e secondaria.

Con riferimento alla Figura 9/B, i principali elementi morfologici presenti nell'area sono rappresentati da tracce di antichi percorsi fluviali e da ventagli di esondazione; i primi sono forme connesse con vecchi letti fluviali, ora abbandonati, mentre i secondi sono un elemento morfologico tipico nella piana fluviale inferiore, dove il basso gradiente topografico facilita le rotte dei fiumi che possono o rompere gli argini o tracimarli.



**Figura 9/B: Stralcio carta geomorfologica Alto Ferrarese d'Italia in scala 1:50 000 (da Piano Strutturale Alto Ferrarese). L'area in esame ricade all'interno del cerchio rosso.**

La morfologia risultante è quindi sostanzialmente piatta o con blande ondulazioni e gli elementi di alta pendenza, oltre agli elementi fluviali suddetti, sono legati alla presenza di infrastrutture antropiche (rilevati stradali e ferroviari).

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NC/22011	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> POGGIO RENATICO (FE)	<b>ZA-E-94715</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> ADEGUAMENTO CENTRALE DI COMPRESSIONE DI POGGIO RENATICO	Fg. 78 di 97	<b>Rev.</b> 1

Rif. TPIDL: 201280C001-000-RT-1401-94715

## 10 STRATIGRAFIE E UNITA' LITOLOGICHE NELLE AREE DI INTERVENTO

Le relazioni geologiche, comprensive delle planimetrie, delle indagini geognostiche e dei risultati delle prove geotecniche in sito e in laboratorio, relative alla Centrale di compressione, alla Stazione Utente e alla Stazione RTN e Raccordi sono state fornite al MITE in sede di AUTORIZZAZIONE UNICA ai sensi del DPR 327/01 per ciascuna sezione progettuale e sono riportate a seguire:

- 200-CI-E-10210 – Adeguamento Centrale di Compressione - Relazione geologico-sismica
- RUDR21003B2132236 – Stazione elettrica 132 kV e Raccordi – Studio geologico, geotecnico e di compatibilità geomorfologica
- PR\_STZU\_R\_00031 – Connessione AT Centrale SNAM Impianto Utente – Relazione geologica.

e allegate al presente studio.

In riferimento ai risultati ottenuti dalle indagini eseguite nelle aree della Centrale di Compressione e delle Stazioni elettriche, è riportata la schematizzazione in orizzonti stratigrafici dei terreni investigati.

Per la progettazione dell'Adeguamento della Centrale di Compressione SNAM a partire da Gennaio 2021 sono stati eseguiti nelle aree dove saranno ubicate le nuove opere 3 sondaggi geognostici S1-S2-S3 a carotaggio continuo di profondità rispettivamente 35-35-20 m da p.c. L'ubicazione delle indagini è visibile in Figura 10/A.



**Figura 10/A: Ubicazione dei sondaggi eseguiti nella Centrale di compressione**

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NC/22011	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> POGGIO RENATICO (FE)	<b>ZA-E-94715</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> ADEGUAMENTO CENTRALE DI COMPRESSIONE DI POGGIO RENATICO	Fg. 79 di 97	<b>Rev.</b> 1

Rif. TPIDL: 201280C001-000-RT-1401-94715

A seguire è descritto il modello geologico della Centrale di Compressione, desunto dai sondaggi S1-S2-S3 effettuati e dalle prove in sito e in laboratorio:

- Terreno di riporto fino a 2 m di profondità da p.c.
- Argille debolmente limose e limose, mediamente consistenti, fino a 18 m di profondità da p.c. Lo strato presenta alla profondità di 4 m dal p.c. un marcato orizzonte di argilla organica a tratti torbosa di spessore circa 4 m
- Sabbie debolmente limose di spessore circa 2 m fino alla profondità di 20 m da p.c.
- Argille a tratti limose mediamente consistenti tra i 20 m e i 32 m di profondità, intercalate a volte da strati di sabbia di spessore variabile da 2 m a 0,5 a circa 24 m di profondità
- Sabbie limoso-argillose di spessore circa 2 m tra i 32 e i 34 m di profondità da p.c., seguite da orizzonti di argille fino a fondo foro

Per la progettazione delle opere delle Stazioni Elettriche sono stati effettuati nel luglio del 2021 n. 5 sondaggi S01-S05 a carotaggio continuo profondi 20 metri da p.c. L'ubicazione delle prove è rappresentata in Figura 10/B.



**Figura 10/B: Ubicazione dei sondaggi eseguiti nella campagna geologica 2021 nell'area delle Stazioni elettriche**

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NC/22011	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> POGGIO RENATICO (FE)	<b>ZA-E-94715</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> ADEGUAMENTO CENTRALE DI COMPRESSIONE DI POGGIO RENATICO	Fg. 80 di 97	<b>Rev.</b> 1

Rif. TPIDL: 201280C001-000-RT-1401-94715

A seguire è descritto il modello geologico delle Stazioni elettriche, desunto dai sondaggi S01-S02-S03-S04-S05 effettuati e dalle prove in sito e in laboratorio:

- Limi argillosi e argille limose con locali lenti di argille debolmente limose e limi debolmente argillosi, grigio nocciola, fino a 5 metri di profondità da p.c.
- Limi argillosi e argille limose con locali lenti di limi debolmente argillosi, limi sabbiosi e limi debolmente sabbioso-argillosi, grigi, da 5 a 20 m di profondità da p.c. con livelli torbosi
- Limi argillosi e argille limose con locali lenti di argille limoso-sabbiose, limi sabbiosi e sabbie limose, nocciola, a partire da profondità maggiori di 10 metri
- Sabbie fini limose a partire da 20 m da p.c.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NC/22011	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> POGGIO RENATICO (FE)	<b>ZA-E-94715</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> ADEGUAMENTO CENTRALE DI COMPRESIONE DI POGGIO RENATICO	Fg. 81 di 97	<b>Rev.</b> 1

Rif. TPIDL: 201280C001-000-RT-1401-94715

## 11 IDROGEOLOGIA

### 11.1 Assetto idrogeologico

Da un punto di vista idrogeologico, l'evoluzione del territorio comunale di Ferrara è frutto di una complessa rete di interazioni fra la realtà geologica e lo sviluppo antropico ed economico dell'area. I rami abbandonati del Po (Volano e Primaro) e la rete di canali determinano la distribuzione dei battenti idraulici di ricarica e di alimentazione delle falde (da Piano Strutturale di Ferrara).

Uno studio effettuato nel 2007 relativo alle riserve idriche sotterranee della Regione Emilia-Romagna ha permesso di riconoscere tre *gruppi acquiferi* (denominati dall'alto al basso A, B e C), separati tra loro da l'interposizione di importanti acquitardi (orizzonti a bassa conducibilità idraulica). Nella Figura 11.1/A sono elencate le unità idrostratigrafiche della Regione Emilia Romagna.

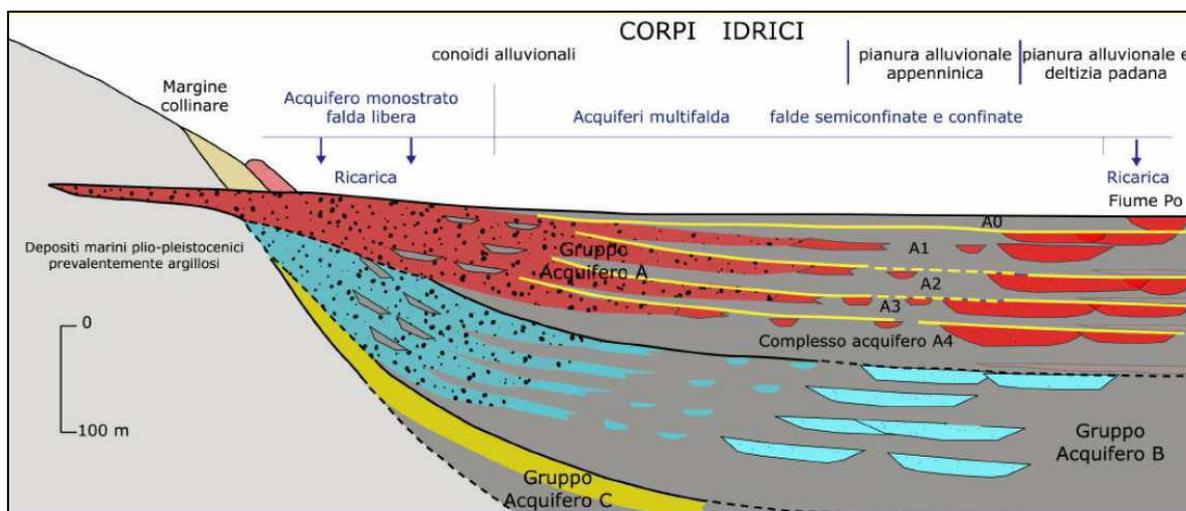
UNITÀ IDROSTRATIGRAFICHE				ETÀ (milioni di anni)	SCALA CRONO- STRATIGRAFICA (milioni di anni)
GRUPPO ACQUIFERO	COMPLESSO ACQUIFERO	SISTEMA ACQUIFERO	SISTEMA ACQUITARDO		
A	A1			- 0.12	PLEISTOCENE SUPERIORE
	A2				
	A3				
	A4				
B	B1			- 0.35-0.45	PLEISTOCENE MEDIO
	B2				
	B3				
	B4				
C	C1			- 0.65	PLEISTOCENE INFERIORE
	C2			- 0.8	
	C3			- 1.0	
	C4			- 2.2	
	C5			- 3.9	
ACQUITARDO BASALE				- 3.9	0.89 PLEISTOCENE INFERIORE 1.72 PLIOCENE MEDIO-SUPERIORE 3.55 PLIOCENE INF. MEDICENE

Figura 11.1/A: Schema idrostratigrafico della Regione Emilia Romagna

All'interno di ciascuno di essi sono poi distinguibili delle unità idrostratigrafiche gerarchicamente inferiori, denominate *complessi acquiferi*, sulla base del loro spessore, della continuità ed estensione areale e del volume complessivo (ENI-AGIP, 1988). I tre Gruppi Acquiferi sono separati da barriere di permeabilità di estensione regionale, che isolano perfettamente i diversi sistemi di circolazione e quindi le risorse allocate nei diversi Gruppi Acquiferi, cosicché ciascuno di essi è caratterizzato da un differente stato quali/quantitativo. In Figura 11.1/B è rappresentata una sezione schematica della pianura emiliano-romagnola con la distribuzione dei tre gruppi acquiferi.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NC/22011	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> POGGIO RENATICO (FE)	<b>ZA-E-94715</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> ADEGUAMENTO CENTRALE DI COMPRESSIONE DI POGGIO RENATICO	Fg. 82 di 97	<b>Rev.</b> 1

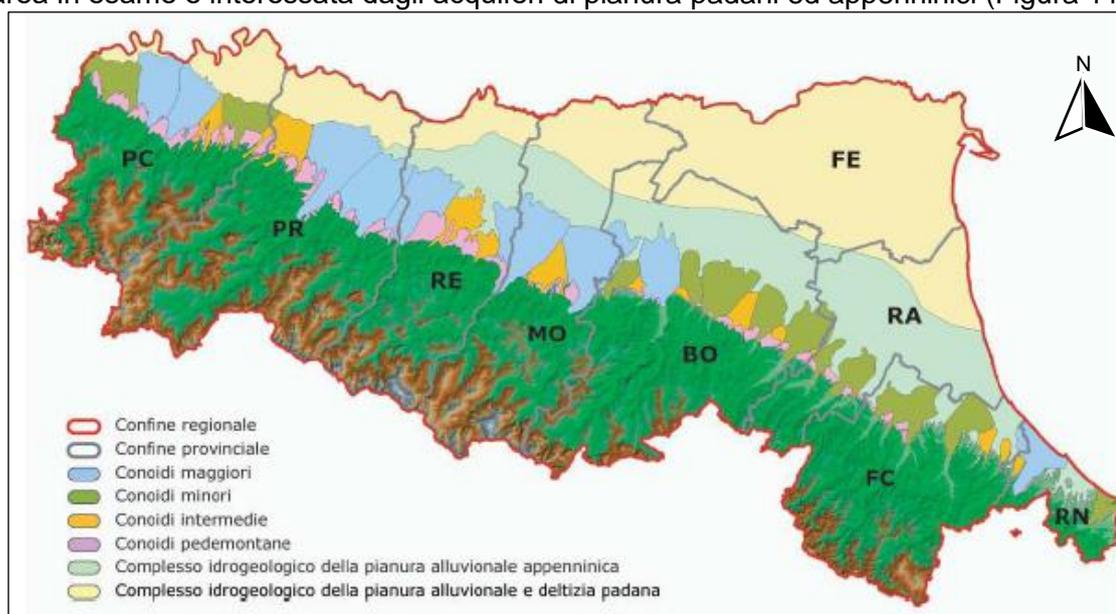
Rif. TPIDL: 201280C001-000-RT-1401-94715



**Figura 11.1/B: Distribuzione schematica dei corpi idrici, e delle unità idrostratigrafiche nel sottosuolo della pianura emiliano-romagnola**

Gli acquiferi individuati sono di due tipi: a Sud vi sono una serie di corpi ghiaiosi prevalenti sovrapposti gli uni agli altri per centinaia di metri (conoidi), che i fiumi appenninici depositano allo sbocco in pianura, a Nord invece sono presenti le sabbie depositate dal Fiume Po. Dall'area del reggiano fino al mare nella pianura alluvionale prevalgono depositi più fini costituiti da limi ed argille che si interpongono tra i depositi sabbiosi così da mantenerli fisicamente separati e non permettere lateralmente il contatto idraulico con le ghiaie appenniniche. I corpi sabbiosi di origine padana sono più abbondanti e più spessi di quelli appenninici ed hanno una maggiore continuità laterale.

L'area in esame è interessata dagli acquiferi di pianura padani ed appenninici (Figura 11.1/C).

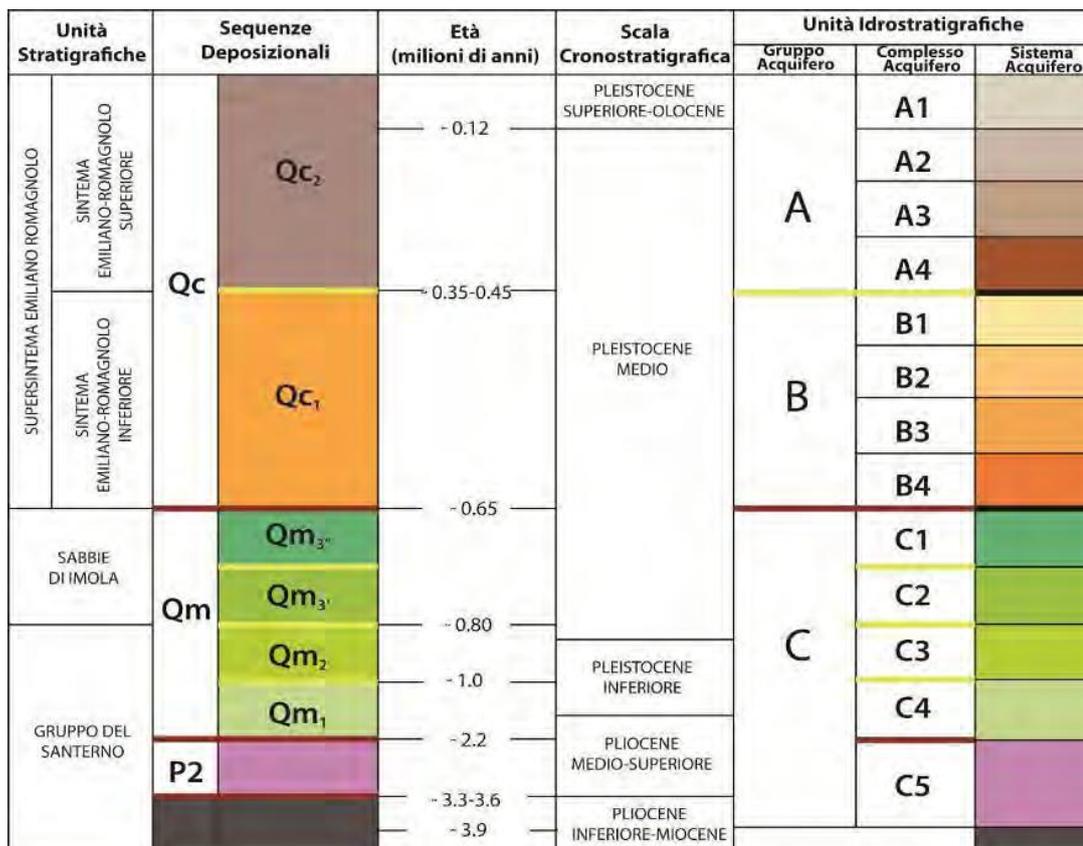


**Figura 11.1/C: Distribuzione dei complessi idrogeologici nella pianura emiliano-romagnola (da Piano Strutturale Alto Ferrarese)**

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NC/22011	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> POGGIO RENATICO (FE)	<b>ZA-E-94715</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> ADEGUAMENTO CENTRALE DI COMPRESIONE DI POGGIO RENATICO	Fg. 83 di 97	<b>Rev.</b> 1

Rif. TPIDL: 201280C001-000-RT-1401-94715

Nel sottosuolo di vasti settori di alta pianura, il limite inferiore è marcato dalla sovrapposizione di corpi ghiaiosi di conoide alluvionale (Sintema Emiliano-Romagnolo Superiore - AES) su una discordanza erosiva, incisa in depositi fluviodeltizi di AEI (Sintema Emiliano-Romagnolo Inferiore). Nelle porzioni più distali della pianura, procedendo in direzione Nord-Est, i corpi ghiaiosi vengono sostituiti dalle sabbie alluvionali. L'intero sintema relativo ad AES è organizzato in quattro o cinque cicli deposizionali trasgressivo-regressivi, ciascun avente uno spessore approssimativamente di un centinaio di metri, in cui la porzione trasgressiva basale di ciascun ciclo è caratterizzata dalla frequente presenza di argille organiche di piana alluvionale, palude e piana costiera, con occasionali intercalazioni di sabbie litorali o fanghi salmastri. La porzione regressiva di ciascun ciclo è formata da depositi fini di piana alluvionale, in cui le sabbie di canale fluviale sono subordinate e presenti solo come corpi nastriformi isolati, mentre al tetto del ciclo, le sabbie di canale fluviale risultano più abbondanti, fino alla formazione di corpi sabbiosi compositi, lateralmente estesi in tutto il sottosuolo della bassa Pianura ferrarese. Gli spessori medi di AES, nelle zone di bassa pianura, si aggirano sui 200-300 m. Nella Figura 11.1/D ad ogni Complesso Acquifero descritto corrisponde una sequenza deposizionale sulla base dagli eventi erosivi più importanti accaduti a scala geologica.



**Figura 11.1/D Schema stratigrafico-sequenziale dei depositi plio-quadernari del bacino padano, con indicazione delle unità idrostratigrafiche. Regione Emilia-Romagna & Eni-Agip, 1998.**

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NC/22011	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> POGGIO RENATICO (FE)	<b>ZA-E-94715</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> ADEGUAMENTO CENTRALE DI COMPRESSIONE DI POGGIO RENATICO	Fg. 84 di 97	<b>Rev.</b> 1

Rif. TPIDL: 201280C001-000-RT-1401-94715

In riferimento al Piano Strutturale dell'Alto Ferrarese il sottosuolo è interessato dai seguenti acquiferi:

1. **Gruppo Acquifero A**, suddiviso in 4 Complessi Acquiferi denominati A1, A2, A3 ed A4. Tale Gruppo appartiene al "Sintema Emiliano-Romagnolo Superiore" – AES, sequenza deposizionale Q<sub>c1</sub> (Olocene-Pleistocene medio);
2. **Gruppo Acquifero B**, suddiviso in 4 Complessi Acquiferi denominati B1, B2, B3 ed B4. Tale Gruppo appartiene al "Sintema Emiliano-Romagnolo Inferiore" – AEI, sequenza deposizionale Q<sub>c2</sub> (Pleistocene medio);
3. **Gruppo Acquifero C**, suddiviso in 5 Complessi Acquiferi denominati C1, C2, C3, C4 e C5. Questo Gruppo appartiene alle "Sabbie di Imola" e al "Gruppo del Santerno", sequenze deposizionali Q<sub>m</sub> e P2 (Pleistocene medio-Pliocene Inferiore)

Gli acquiferi più superficiali del Gruppo A sono ospitati nelle sabbie di riempimento dei canali fluviali che vanno a costituire due importanti orizzonti idrostratigrafici:

1) Il complesso acquifero A1 di Regione Emilia-Romagna & ENI-AGIP (1998) contenente la prima significativa falda acquifera sfruttata nel sottosuolo di pianura. I corpi sabbiosi che contengono l'orizzonte acquifero sono di provenienza appenninica (prevalentemente originati dal F. Reno) e appartengono al Subsintema di Villa Verucchio - AES7;

2) Il complesso acquifero A2 di Regione Emilia-Romagna & ENI-AGIP (1998), sede della più importante falda acquifera del sottosuolo. In questo caso i corpi sabbiosi che contengono la falda hanno una provenienza padana e appartengono al Subsintema di Bazzano - AES6.

Di seguito si descrivono le caratteristiche degli acquiferi del Gruppo A:

**Acquifero A0** è costituito prevalentemente da corpi sabbiosi nastriformi. Spesso questi depositi sabbiosi sono circondati da livelli di argille e limi di piana deltizia o di palude/laguna che costituiscono l'acquitardo del sistema. Nella parte sommitale di questo complesso è contenuta la falda libera superficiale, essa è caratterizzata da un gradiente piezometrico compreso tra 0.05 % e 0.15 % e si attesta a pochi metri da p.c. La direzione di flusso è indicativamente SO-NE con locali deviazioni, come nel caso dell'area d'interesse, dove sembra assumere un andamento NO-SE. La quota della superficie piezometrica può subire notevoli oscillazioni nel corso della stagione, che determina alterazioni della direzione di flusso soprattutto in vicinanza di paleoalvei.

**Acquifero A1** è costituito da depositi sabbiosi che formano dei corpi composti di tipo nastriforme che, per la loro intrinseca geometria, hanno contatti idrogeologici non sempre ottimali e uno spessore complessivo massimo di 10-15 m. A sud sono geneticamente e geometricamente legati ai depositi di conoide del margine appenninico e quindi hanno una buona connessione con l'area di ricarica (i terrazzi dell'alta pianura e lo stesso alveo del F. Reno, Regione Emilia-Romagna & ENI-AGIP, 1998). Questo complesso si suddivide in due sottounità A1-I e A1-II. Nell'area dell'Alto Ferrarese il complesso A1-I si trova tra -8 m e -15 m s.l.m. con spessore di 15-20 m. Le aree di ricarica corrispondono ad ampi settori di conoide e di depositi di terrazzo sia di origine appenninica che alpina. Una fonte di ricarica diretta di questo sottocomplesso sono l'alveo attuale del Fiume Po e le zone adiacenti di piana a meandri; infatti in ampi tratti del suo corso l'alveo incide sia le sabbie di A-I, sia i depositi sabbiosi dei paleocanali appartenenti ad A0.

L'acquifero A1-II raggiunge spessori di 12-15 m all'interno della depressione strutturale compresa tra l'alto di Poggio Renatico-Spinazzino e quello di Casaglia. Nell'area dell'Alto Ferrarese l'isobata di tale complesso è compresa tra -46 m e - 48 m s.l.m.

**Acquifero A2** consiste di depositi sabbiosi più tabulari e molto più ampi dei precedenti, raggiungendo lo spessore massimo complessivo di 20 m ed estensione dell'ordine delle

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NC/22011	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> POGGIO RENATICO (FE)	<b>ZA-E-94715</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> ADEGUAMENTO CENTRALE DI COMPRESSIONE DI POGGIO RENATICO	Fg. 85 di 97	<b>Rev.</b> 1

Rif. TPIDL: 201280C001-000-RT-1401-94715

decine di km. Anche questo come il precedente si suddivide in due sottocomplessi: A2-I e A2-II (completamente assente nell'alto ferrarese).

Il complesso acquifero A2-I passa verso sud dal sistema fluviale padano con spessori maggiori al sistema fluviale appenninico (Paleo Fiume Reno) con spessori decisamente minori; in corrispondenza di Poggio Renatico è individuato dall'isobata -60 m s.l.m. Anche in questo caso le aree di ricarica provengono dalle conoidi appenniniche ed alpine. Questo sistema acquifero risulta filtrato da un ingente quantitativo di pozzi ad uso industriale per cui è stata stimata una portata complessiva di emungimento che si aggira intorno a 50-60 l/s.

#### **Acquifero A3**

L'isobata di tetto si trova a -70/-90 m s.l.m. nelle zone di alto strutturale fino a profondità di -220/-230 m s.l.m.; nell'area di Poggio Renatico questo acquifero si rinviene a profondità comprese tra -120 m e -130 m s.l.m. Le aree di ricarica del sistema acquifero A3 appartengono ai depositi terrazzati dei sistemi di conoide sia alpini che appenninici, ma per areali più ristretti rispetto agli acquiferi superiori.

#### **Acquifero A4**

Si trova a -90/-100 m s.l.m. nelle zone di alto strutturale; nell'area di Poggio Renatico l'isobata di tetto è la -160 m s.l.m. Le aree di ricarica del sistema acquifero A4 sono le stesse dell'acquifero A3, ma in generale sono minimamente interessate dal ciclo idrologico attuale essendo costituite da acque fossili o connate.

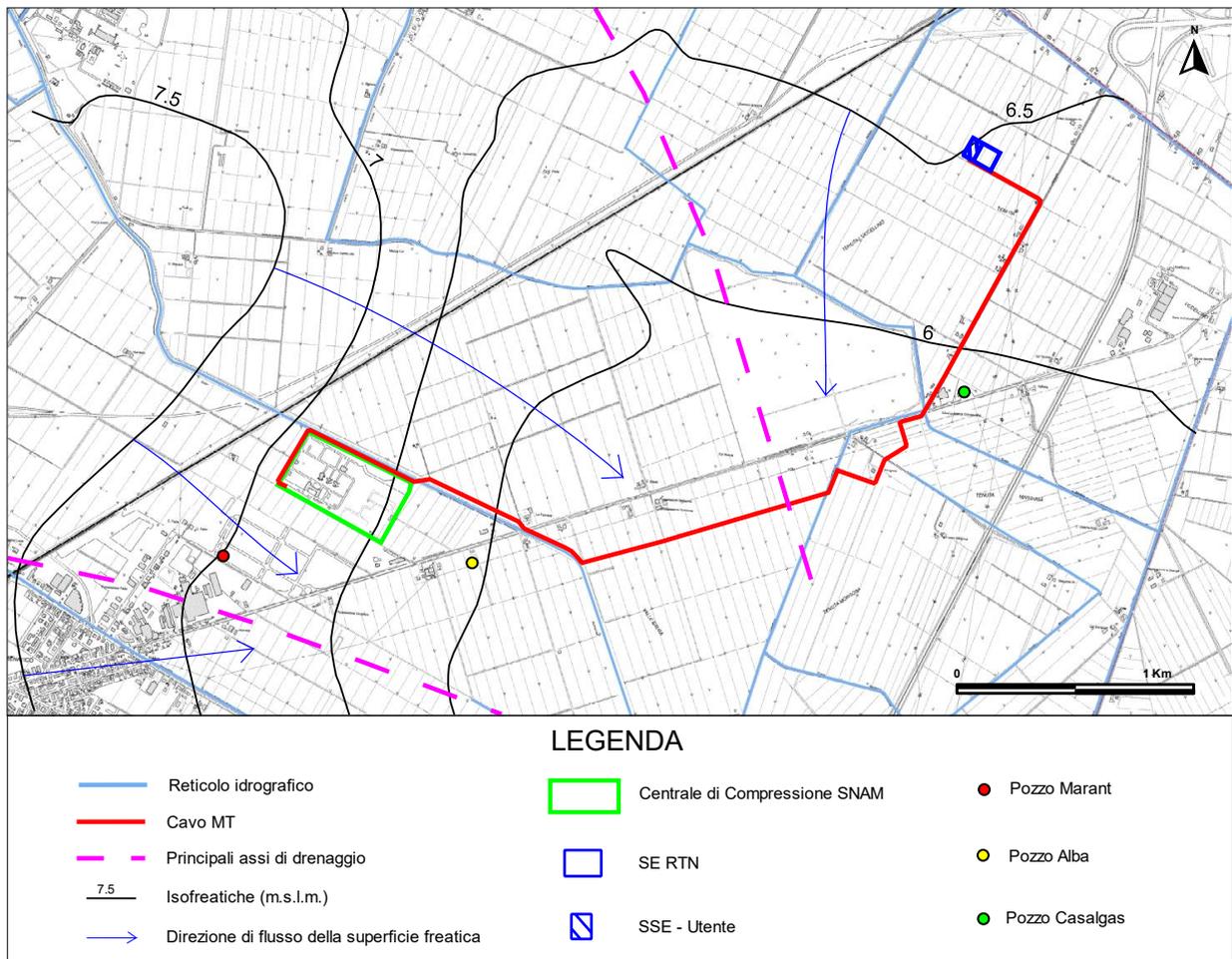
Gli acquiferi del **Gruppo B** sono costituiti dalle sabbie fluvio-deltizie e di piattaforma di provenienza padana. Sono presenti in diversi orizzonti idrostratigrafici all'interno del Sistema Emiliano Romagnolo inferiore (AEI) e rappresentano l'insieme delle falde acquifere più profonde del sottosuolo di Regione Emilia-Romagna & ENI-AGIP (1998). In esse, per esempio, si concentrano i più importanti campi pozzi ad uso industriale dell'area (zuccherificio Eridania e Agricola Industriale Emiliana).

Per il **Gruppo Acquifero C** non si hanno dati sufficienti perché ancora poco investigato da perforazioni profonde, ma potrebbe ospitare acque di importanza strategica per i possibili impieghi futuri della risorsa idrica.

Nel Piano Strutturale dell'Alto Ferrarese è stata redatta la carta della superficie freatica riportata in Figura 11.1/E. Tale carta è attualmente da considerare indicativa in quanto realizzata utilizzando dati raccolti in periodi differenti (decade 1998-2007), non equamente distribuiti sul territorio, acquisiti da differenti tecnici mediante mezzi differenti (pozzi, piezometri, prove) e per diverse finalità.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NC/22011	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> POGGIO RENATICO (FE)	<b>ZA-E-94715</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> ADEGUAMENTO CENTRALE DI COMPRESSIONE DI POGGIO RENATICO	Fg. 86 di 97	<b>Rev.</b> 1

Rif. TPIDL: 201280C001-000-RT-1401-94715



**Figura 11.1/E: Stralcio Carta idrogeologica della superficie freatica dell'area in studio (da Piano Strutturale dell'Alto Ferrarese)**

In riferimento alla suddetta suddivisione degli acquiferi a scala regionale, l'area di interesse nel presente studio è caratterizzata dal Complesso Acquifero A0 (acquifero freatico) e dal Complesso Acquifero A1 (primo acquifero confinato).

Per quanto inerente la messa in posto dei terreni contenenti i suddetti acquiferi è stata necessaria l'azione di due processi concomitanti e sincroni. A Sud i fiumi appenninici depositano allo sbocco in pianura una serie di corpi ghiaiosi e sabbiosi, sovrapposti gli uni agli altri per centinaia di metri (conoidi); a Nord il Fiume Po deposita importanti corpi sabbiosi nastriformi.

Il settore di Poggio Renatico è ragionevolmente interessato da entrambe le tipologie di acquifero correlate quindi sia all'attività del Fiume Reno di provenienza appenninica e sia alle alluvioni del Po di Volano. Nello specifico l'area in esame è caratterizzata prevalentemente da depositi più fini costituiti da limi ed argille di piana interfluviale, a cui si intercalano, a vari livelli, orizzonti sabbiosi di spessore crescenti con la profondità, aventi continuità laterale non definita.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NC/22011	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> POGGIO RENATICO (FE)	<b>ZA-E-94715</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> ADEGUAMENTO CENTRALE DI COMPRESSIONE DI POGGIO RENATICO	Fg. 87 di 97	<b>Rev.</b> 1

Rif. TPIDL: 201280C001-000-RT-1401-94715

Nel settore in studio, come desunto anche dalla principale bibliografia di riferimento, la distribuzione di alcuni elementi geomorfologici (paleoalvei, ventagli e canali di rotta associati, e catini interfluviali) condiziona il flusso della falda freatica. In generale i paleoalvei (a maggiore permeabilità) corrispondono a zone di distribuzione e di alimentazione della falda freatica, laddove i catini interfluviali (a minore permeabilità) corrispondono a zone di richiamo delle acque. In relazione agli aspetti suddetti l'andamento della quota della falda freatica è irregolare, ed è controllata in generale dagli "alti" morfologici del Po di Ferrara e del Fiume Reno in corrispondenza dei paleoalvei e bassi relativi rappresentati dai catini interfluviali.

Per quanto inerente il livello idrico superficiale, questo risulta certamente condizionato anche dalla profondità dei canali presenti nell'area, che nel corso dell'anno possono costituire sia un livello di drenaggio della falda (periodi asciutti) e sia una zona di ricarica della stessa (periodi piovosi), con conseguenza variabilità delle isofreatiche. Inoltre, si fa presente che le zone depresse sono soggette a bonifica e la falda è tenuta forzatamente bassa dal sollevamento meccanico delle acque ad opera di impianti idrovori (da Relazione Idrogeologica Piano Strutturale di Ferrara).

L'assetto idrogeologico locale può essere definito a partire dalle indagini geognostiche presenti nell'area e dalle informazioni bibliografiche, che hanno consentito di individuare in dettaglio i complessi idrogeologici presenti e la piezometria. Sostanzialmente l'area è caratterizzata da due complessi idrogeologici, con caratteristiche ben distinte:

Il Complesso Acquifero A0 (acquifero freatico), che contiene una falda propriamente detta, è presente quando superficialmente si riscontrano depositi granulari sabbioso-ghiaiosi aventi caratteristiche di permeabilità medio-alta. Per quanto inerente specificatamente il sito in studio, la presenza in affioramento di terreni limoso-argillosi, a bassa conducibilità idraulica, non permette l'esistenza di un corpo d'acqua continuo (acquifero p.d.); in questo contesto idrogeologico, pertanto, è più corretto parlare di zona di saturazione e non di falda vera e propria (da Relazione Idrogeologica del Piano Strutturale Ferrara). Tali terreni sono caratterizzati nel complesso da permeabilità molto bassa per porosità primaria (la permeabilità secondaria può essere maggiore ove localmente si ha la presenza di livelli più o francamente sabbiosi o torbosi). Il livello idrico superficiale dell'acqua, che di fatto raccorda con continuità sia i terreni permeabili sede di acquifero p.d. e sia i terreni saturi a bassa permeabilità, rappresenta l'effettiva quota di interesse pratico per la successiva valutazione delle possibili interferenze con l'opera in progetto; tale livello nel proseguo del documento viene genericamente definito come quota della falda freatica.

Si rimanda al par. 11.2 per le indagini piezometriche effettuate nell'area della Centrale e delle Stazioni elettriche.

Il Complesso Acquifero A1 (primo acquifero confinato ad estensione locale e regionale) costituisce un complesso sabbioso multiplo, presente a varie quote stratigrafiche, nastriforme o lentiforme, con eteropie frequenti e variazioni granulometriche locali, che causano fenomeni di drenanza verticale e rendono estremamente complicata la circolazione idrica. In tal senso l'acquifero, confinato da terreni limoso-argillosi superficiali, non costituisce un corpo unico omogeneo ma piuttosto un insieme di corpi idrici, fluenti nei litotipi sabbiosi e sabbioso-limosi, separati da livelli/lenti argillose o limoso-argillose aventi spessori variabili. Questa falda è interessata in maniera meno diretta dalle variazioni stagionali e la velocità di risposta agli eventi meteorici dipende dalla distanza della zona d'accumulo. La permeabilità è medio-elevata, primaria per porosità singenetica. La trasmissività dell'acquifero è piuttosto variabile localmente in funzione dello spessore del livello acquifero: i pozzi nell'area sono sia di tipo

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NC/22011	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> POGGIO RENATICO (FE)	<b>ZA-E-94715</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> ADEGUAMENTO CENTRALE DI COMPRESSIONE DI POGGIO RENATICO	Fg. 88 di 97	<b>Rev.</b> 1

Rif. TPIDL: 201280C001-000-RT-1401-94715

superficiale (generalmente con pressione prossima all'idrostatica e portate modeste, spessori dell'acquifero 0,5-4 m mediamente) sia di tipo profondo (acquiferi in pressione con portate elevate intorno a 70-100 m, con spessori degli acquiferi 15-20 m).

In profondità sono presenti livelli idrici potenti e produttivi in pressione, con soggiacenze lontane dal p.c. come riportato nella Tabella 11.1/F, relativa ai pozzi ubicati nelle aree della Centrale e delle Stazioni elettriche:

Pozzi	Profondità acquiferi (m dal p.c.)
Pozzo Alba	-39 m da p.c. (p.c. 11 m) prof. 50 m
Pozzo Casalgas	prof. 82 m
Pozzo Maranit	-71 m da p.c. (p.c. 11 m) prof. 82 m

**Tabella 11.1/F: Livelli idrici acquiferi profondi rinvenuti nei pozzi realizzati nell'area in studio**

## 11.2 Indagini idrogeologiche nelle aree di intervento e profondità della falda

L'assetto idrogeologico delle aree in cui è ubicata la Centrale di Compressione gas esistente e le Stazioni Elettriche in progetto, è ricostruito sulla base delle misurazioni piezometriche nel corso delle campagne geognostiche eseguite.

Nelle aree delle Stazioni Elettriche n.3 dei 5 sondaggi eseguiti sono stati attrezzati con tubi piezometrici tipo Norton (diam.3"), allestiti al termine delle perforazioni, fessurati per il tratto compreso tra -5 e -15 m da p.c. A seguire nella tabella 11.2/A sono riportate le misurazioni effettuate in corrispondenza dei sondaggi S01, S02, S03;

ID Sondaggio	Soggiacenza falda (m da p.c.)	Data misurazione
S01	2,15	30/08/2021
S04	2,35	01/07/2021
S05	2,40	01/07/2021

**Tabella 11.2/A: Misurazioni piezometriche nelle aree delle Stazioni elettriche**

La quota della falda nell'area delle Stazioni risulta variabile tra 2,15 m e 2,40 m dal p.c.

Nell'area della Centrale di compressione i sondaggi S1, S2, S3 sono stati attrezzati con piezometri del tipo a celle di Casagrande; a seguire si riportano le misurazioni effettuate in data 26/03/2021 (tabella 11.2/B):

ID piezometro	Profondità cella di Casagrande (m)	Soggiacenza falda da p.c. (m)
S1	12/26	1.80/1.70
S2	33	2.25
S3	17	2.44

**Tabella 11.2/B: Misurazioni piezometriche nelle aree delle Stazioni elettriche**

In particolare, nella Centrale i piezometri a cella di Casagrande sono stati spinti fino alle profondità di 33 e 17 m da p.c. nello strato delle sabbie (Sondaggi S2 e S3).

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NC/22011	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> POGGIO RENATICO (FE)	<b>ZA-E-94715</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> ADEGUAMENTO CENTRALE DI COMPRESSIONE DI POGGIO RENATICO	Fg. 89 di 97	<b>Rev.</b> 1

Rif. TPIDL: 201280C001-000-RT-1401-94715

La quota della falda nell'area delle nuove installazioni all'interno della Centrale di compressione risulta variabile tra 1,70 m e 2,40 m dal p.c.

Le differenze di quota della falda riscontrate nelle aree investigate, sono dovute a variazioni topografiche dei boccafiori dei piezometri.

Le indagini idrologiche effettuate hanno indicato un unico livello idrico della falda freatica a pochi m dal p.c. (all'incirca 1,80 da p.c. per la Centrale e 2,00 m da p.c. per le Stazioni elettriche) e differenze non apprezzabili tra la profondità della falda libera superficiale riscontrata nei livelli argillosi saturi e quella confinata all'interno dei terreni sabbiosi più profondi (a circa 20 m di profondità), caratterizzata sostanzialmente da un regime idrostatico. L'andamento della superficie della falda freatica risulta congruente con la carta delle isopieze del Piano Strutturale Comunale Alto Ferrarese, riportata nel par. 11.1; sia per l'area della Centrale sia per l'area delle Stazioni elettriche; le isopieze variano tra 6,5 s.l.m e 6,0 m s.l.m., con diminuzione della quota sul livello del mare della falda freatica in direzione nord-ovest / sud-est. Considerando la quota del p.c. della Centrale pari a 8,2 m s.l.m. e delle Stazioni elettriche pari a 8,5 m s.l.m., la profondità della falda freatica risulta compresa tra 1,7 m e 2,2 m per la Centrale e tra 2 e 2,5 m per le Stazioni.

La superficie della falda freatica, che nel complesso risulta congruente con la carta delle isopieze del PSC dei Comuni dell'Alto Ferrarese (Figura 11.1/E), è certamente condizionata dalla presenza dei canali, che nel corso dell'anno possono costituire sia un livello di drenaggio della falda (periodi secchi) e sia una zona di ricarica della stessa (periodi piovosi).

### 11.3 Caratterizzazione idraulica dei terreni all'interno della Centrale

Al fine della caratterizzazione idraulica dei terreni all'interno della Centrale di compressione, è stata condotta un'ulteriore campagna di indagine, con l'esecuzione di ulteriori sondaggi S4 e S5 sempre nell'area delle nuove installazioni e di n.2 pozzi di emungimento P1 e P2, volta, oltre ad indagini mirate alla misura del livello piezometrico, alla determinazione della permeabilità dei litotipi presenti. Le prove eseguite sono state le seguenti:

1. prove in sito tipo Lefranc;
2. prove di laboratorio;
3. prove di dissipazione;
4. test di risalita.

Nelle Stazioni elettriche indagini più accurate verranno eseguite in fase progettazione esecutiva.

#### 1) Prove in sito tipo Lefranc

I valori dei coefficienti di permeabilità orizzontale  $k_h$  risultanti dall'elaborazione delle prove sono evidenziati in tabella 11.3/A, in cui è specificato per ciascuna prova Lefranc la corrispondente unità litologica su cui è stato eseguito il test.

Sondaggio	I.D. prova	$k_h$ permeabilità (m/sec)	Tipologia terreno
<b>S4</b>	<b>Lf<sub>1</sub></b>	$2.9 \times 10^{-8}$	argilla limosa
	<b>Lf<sub>2</sub></b>	$3.8 \times 10^{-7}$	argilla limosa
	<b>Lf<sub>3</sub></b>	$8.3 \times 10^{-6}$	argilla limoso-sabbiosa

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NC/22011	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> POGGIO RENATICO (FE)	<b>ZA-E-94715</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> ADEGUAMENTO CENTRALE DI COMPRESSIONE DI POGGIO RENATICO	Fg. 90 di 97	<b>Rev.</b> 1

Rif. TPIDL: 201280C001-000-RT-1401-94715

	<b>Lf<sub>4</sub></b>	9.1 x 10 <sup>-7</sup>	sabbia argillosa
<b>S5</b>	<b>Lf<sub>1</sub></b>	1.2 x 10 <sup>-5</sup>	argilla con torba
	<b>Lf<sub>2</sub></b>	6.4 x 10 <sup>-8</sup>	argilla debolmente limosa
	<b>Lf<sub>3</sub></b>	9.0 x 10 <sup>-7</sup>	argilla debolmente limosa
	<b>Lf<sub>4</sub></b>	4.6 x 10 <sup>-7</sup>	sabbia argillosa

**Tabella 11.3/A: Risultati prove Lefranc**

I valori di permeabilità ottenuti variano tra 3,8\*10<sup>-7</sup> m/sec e 2,9\*10<sup>-8</sup> m/sec per quanto riguarda i terreni argilloso-limosi, mentre è 1,2\*10<sup>-5</sup> m/sec per argilla con torba.

## 2) Prove di laboratorio

Nel corso delle perforazioni sono stati prelevati complessivamente n. 6 campioni di terreno indisturbati (Q1), su cui sono state eseguite prove di permeabilità in triassiale (TX) ed in edometro per determinare la permeabilità dei litotipi (Tabella 11.3/B).

Sond.	Camp.	prof. (m)	Granulometria (%)				Permeabilità (m/s)		Tipologia terreno
			Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla	TX	Edometrica	
<b>S4</b>	S <sub>h</sub> 1	3.0-3.7	-	1.43	28.99	69.58	-	3.85E <sup>-10</sup>	Argille limose
	S <sub>h</sub> 2	4.5-5.2	-	1.74	54.31	43.95	1.72E <sup>-10</sup>	-	Argille limose
	S <sub>h</sub> 3	6.0-6.7	-	11.15	57.45	31.40	-	1.06E <sup>-9</sup>	Argille limose
<b>S5</b>	S <sub>h</sub> 1	2.0-2.7	4.15	1.06	28.11	66.68	3.89E <sup>-10</sup>	-	Argille limose
	S <sub>h</sub> 2	4.3-5.0	-	1.09	41.97	56.93	-	5.44E <sup>-10</sup>	Argille limose
	S <sub>h</sub> 3	6.0-6.6	-	1.42	50.00	48.58	1.91E <sup>-10</sup>	-	Argille limose

**Tabella 11.3/B: Campioni indisturbati prelevati nel corso dei sondaggi geognostici, su cui sono state seguite prove TX e prove edometriche ai fini della misura della permeabilità**

Nel corso delle prove di permeabilità in triassiale ed edometro si misurano valori di permeabilità relativi alla componente verticale  $k_v$ ; tali valori relativi ai terreni limoso-argillosi, variano tra 1,06\*10<sup>-9</sup> e 5,44\*10<sup>-10</sup> m/sec.

## 3) Prove di dissipazione

Al fine di ottenere maggiori informazioni dalle prove eseguite, in riferimento alla misura diretta e puntuale della conducibilità idraulica, nel corso delle prove penetrometriche CPT sono stati eseguiti n. 9 test di dissipazione, ugualmente distribuiti nelle 3 verticali indagate, i cui risultati sono riportati in Tabella 11.3/C.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NC/22011	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> POGGIO RENATICO (FE)	<b>ZA-E-94715</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> ADEGUAMENTO CENTRALE DI COMPRESSIONE DI POGGIO RENATICO	Fg. 91 di 97	<b>Rev.</b> 1

Rif. TPIDL: 201280C001-000-RT-1401-94715

CPTU	I.D. prova	profondità (m da p.c.)	permeabilità $K_v$ (m/sec)	Tipologia terreno
CPTU4	1	3,50	$4,05 \times 10^{-9}$	Argille limose
	2	5,50	$2,66 \times 10^{-8}$	Argille limose
	3	9,50	$3,40 \times 10^{-10}$	Argille limose
CPTU5	1	3,20	$4,26 \times 10^{-10}$	Argille limose
	2	6,00	$1,69 \times 10^{-9}$	Argille limose
	3	9,50	$1,81 \times 10^{-10}$	Argille limose
CPTU8	1	5,55	$4,49 \times 10^{-9}$	Argille limose
	2	7,50	$1,27 \times 10^{-7}$	Argille limose
	3	10,50	$8,99 \times 10^{-10}$	Argille limose

**Tabella 11.3/C: Prove di dissipazione eseguite nel corso delle indagini penetrometriche**

I valori di permeabilità ottenuti dalle prove di dissipazione variano tra  $1,27 \cdot 10^{-7}$  m/sec e  $4,26 \cdot 10^{-10}$  m/sec relativamente ai terreni argilloso-limosi.

#### 4) Test di risalita

In Tabella 11.3/D si illustrano i risultati emersi dall'esecuzione delle prove in risalita all'interno dei due piezometri P1 e P2.

ID Pozzo	Tratto di prova	Trasmissività (m/sec)	Permeabilità $K_h$ (m/sec)	Tipologia terreno
P1	Da 2 a 6 m	$7,63E^{-06}$ m <sup>2</sup> /s	$1,27E^{-06}$ m/s	Argille limose con torba
P2	Da 2 a 6 m	$8,47E^{-06}$ m <sup>2</sup> /s	$1,41E^{-06}$ m/s	Argille limose con torba

**Tabella 11.3/D: Prove di permeabilità eseguite nel corso dei test di risalita**

Sulla base delle prove eseguite sono state riportate le misure di conducibilità idraulica (Tabella 11.3/E) nel sito della Centrale di Compressione.

Nell'area delle Stazioni Elettriche non sono state eseguite prove di permeabilità; tali prove saranno effettuate in fase di progetto esecutivo, ma le stratigrafie evidenziano la presenza di terreni con caratteristiche similari.

In particolare, sono stati distinti valori di conducibilità idraulica rilevati in direzione verticale, relativi alle caratteristiche microstrutturali, mediante le prove in laboratorio e i test di dissipazione eseguiti, da quelli in direzione orizzontale, relativi alle caratteristiche macrostrutturali, desunti da prove Lefranc e dai test di risalita. Per ciascuna tipologia di terreno i valori di conducibilità idraulica non riportati mediante range ma in riferimento alle singole prove perché ritenuti più rappresentativi.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NC/22011	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> POGGIO RENATICO (FE)	<b>ZA-E-94715</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> ADEGUAMENTO CENTRALE DI COMPRESSIONE DI POGGIO RENATICO	Fg. 92 di 97	<b>Rev.</b> 1

Rif. TPIDL: 201280C001-000-RT-1401-94715

Tipologia di terreno	Profondità (m da p.c.)	Permeabilità $K_v$ (m/s)	Permeabilità $K_h$ (m/s)
Terreni di riporto	2.0	-	-
Argille limose e limi con argilla inorganici da poco a mediamente consistenti	da 2.0 a oltre 32.0	+4,05 E-9 +2,66 E-8 +4,26 E-10 +1,69 E-9 +4,49 E-9 +1,27 E-7 +3,40 E-10 +1,81 E-10 +8,99 E-10 **3.85 E-10 **1.72 E-10 **1.06 E-9 **3.89 E-10 **5.44 E-10 **1.91 E-10	*2.9 E-8 *3.8 E-7 *8.3 E-6 *6.4 E-8 *9.0 E-7
Argille limose organiche torbose a consistenza plastica	da 2.0 a 8.0	-	***1.27 E-6 m/s ***1.41 E-6 m/s *1.2 x 10-5
Sabbie limoso-argillose e sabbie limose mediamente addensate	da 16.0 a 19.0	ND	*9.1 E-7 *4.6 E-7

\* prove Lefranc \*\* prove di laboratorio \*\*\* prove di risalita + test di dissipazione

**Tabella 11.3/E: Caratterizzazione idraulica dei terreni**

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NC/22011	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> POGGIO RENATICO (FE)	<b>ZA-E-94715</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> ADEGUAMENTO CENTRALE DI COMPRESSIONE DI POGGIO RENATICO	Fg. 93 di 97	<b>Rev.</b> 1

Rif. TPIDL: 201280C001-000-RT-1401-94715

## 12 INTERFERENZE DELLE OPERE IN PROGETTO CON LA FALDA

Le indagini piezometriche eseguite nelle aree delle nuove installazioni all'interno della Centrale hanno evidenziato limitate differenze tra la profondità della falda libera superficiale e quella confinata all'interno dei terreni sabbiosi più profondi. In ragione di ciò, a fini applicativi, si evince la presenza di un unico livello idrico, con quota all'incirca pari a - 1,80 m circa dal p.c., caratterizzato sostanzialmente da un regime idrostatico.

Nelle aree delle Stazioni Elettriche i piezometri installati hanno evidenziato una soggiacenza della falda freatica di circa - 2,00 m da p.c.

L'assetto idrogeologico del sito evidenzia un alto grado di vulnerabilità delle acque superficiali determinato principalmente dalla ridotta soggiacenza.

Gli scavi per la realizzazione delle opere di fondazione nella Centrale di compressione per il piping e per i nuovi Fabbricati (-3,55/-4,0 m, - 3,30 m e - 2,65 m da p.c. rispettivamente quote di imposta fondazioni per il Fabbricato Sottostazione ELCO, il Cabinato ELCO e il Fabbricato MT, aventi un vero e proprio piano interrato il primo e cavedi ispezionabili le altre due opere per l'alloggiamento dei cavi di media tensione) interferiranno con la falda freatica superficiale. Le fondazioni dei Fabbricati, del Cabinato ELCO, degli ancoraggi tubazioni e del refrigerante aria-acqua saranno su pali trivellati in c.a.

Le opere di fondazione dei Fabbricati e delle apparecchiature nelle Stazioni Elettriche sono previste superficiali all'incirca a -1 m da p.c. La quota di imposta fondazioni dei tralicci dei Raccordi di alta tensione è prevista a circa -4,0 m da p.c. e interferirà con la falda freatica superficiale. L'utilizzo di fondazioni di tipo profondo e il tipo saranno dettagliati in fase di progetto esecutivo.

Il cavidotto interrato MT, costituito da terne di cavi di media tensione disposti all'interno di 2 file di tubi, sarà realizzato ad una profondità di -1,67 m dal p.c.

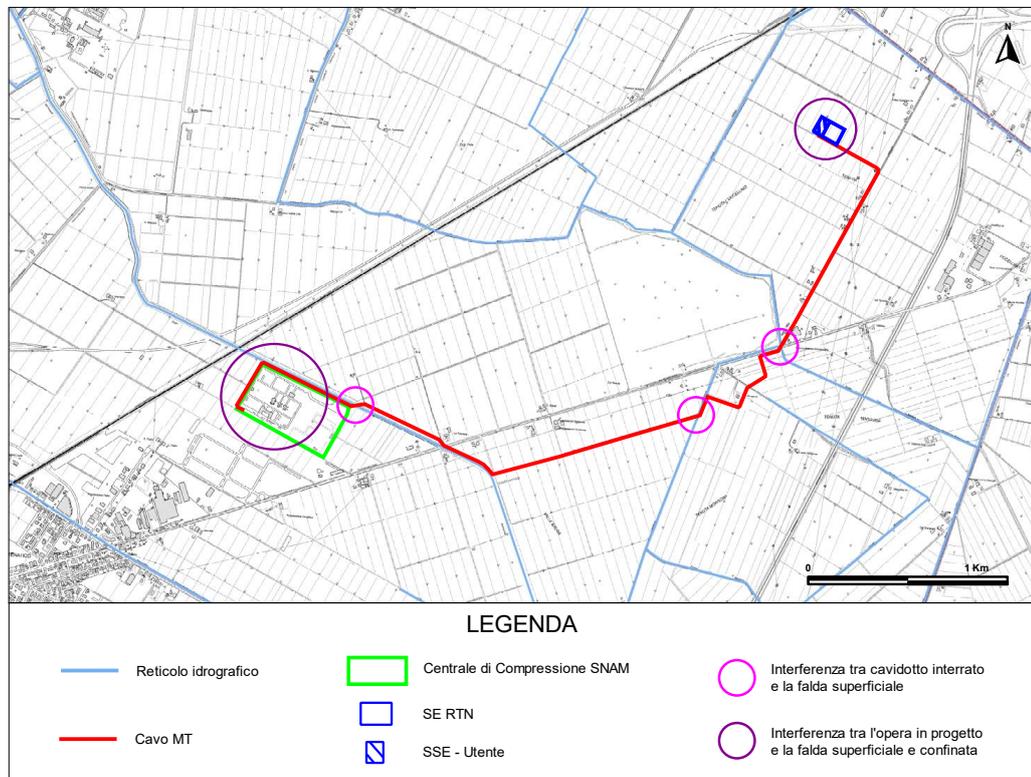
Le trivellazioni orizzontali (T.O.C e spingitubo) per la posa del cavidotto MT in corrispondenza degli attraversamenti dei canali e delle strade comunali e provinciali, interferiranno con la falda freatica; la profondità di installazione del tubo camicia sarà definita in fase di progettazione esecutiva.

Tali opere tenderanno a perturbare localmente la falda per il tempo necessario alla messa in opera; seguirà alla realizzazione delle opere un riequilibrio del livello idrico superficiale, in virtù anche della bassa conducibilità idraulica dei terreni argilloso-limosi prevalenti nel volume di scavo.

Nella Figura 12/A sono evidenziate le aree di interferenza tra le opere in progetto e il livello della falda superficiale.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NC/22011	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> POGGIO RENATICO (FE)	<b>ZA-E-94715</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> ADEGUAMENTO CENTRALE DI COMPRESSIONE DI POGGIO RENATICO	Fg. 94 di 97	<b>Rev.</b> 1

Rif. TPIDL: 201280C001-000-RT-1401-94715



**Figura 12/A: Interferenze tra opere in progetto e la circolazione idrica sotterranea**

Le interferenze suddette necessiteranno, in diversa misura, della raccolta e eliminazione delle acque drenate dagli scavi. A presidio degli scavi di maggiori profondità e al fine di limitare l'entità del drenaggio e contenere il cono di depressione del livello freatico, saranno installate opere di presidio temporaneo con funzione di contenimento (palancole).

La realizzazione degli scavi si svilupperà all'interno delle argille limose da poco a mediamente consistenti aventi, nel complesso, bassa conducibilità idraulica; solo localmente la presenza di livelli irregolari francamente torbosi, conferisce alle argille una maggiore capacità di drenaggio delle acque superficiali, pertanto è consigliato l'utilizzo di idonei mezzi di prosciugamento degli scavi.

La valutazione quantitativa degli effetti del drenaggio, in riferimento ai risultati delle indagini eseguite, dovrà indicativamente considerare i seguenti valori di conducibilità idraulica in direzione orizzontale:

- Argille limose e limi con argilla inorganici  $K_h = 10^{-7} \text{ m/s} - 10^{-8} \text{ m/s}$
- Argille limose organiche torbose  $K_h = 10^{-5} \text{ m/s} - 10^{-6} \text{ m/s}$

All'interno delle zone francamente torbose, irregolarmente presenti, si possono avere valori maggiori di permeabilità.

Le indagini eseguite evidenziano permeabilità medie nei livelli sabbiosi, spesso in matrice limoso-argillosa, che tendono ad aumentare nei livelli francamente sabbiosi più profondi. I valori indicativi desunti dalle indagini eseguite sono i seguenti:

- Sabbie limose e sabbie limoso-argillose  $K_h = 10^{-6} \text{ m/s} - 10^{-7} \text{ m/s}$

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NC/22011	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> POGGIO RENATICO (FE)	<b>ZA-E-94715</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> ADEGUAMENTO CENTRALE DI COMPRESSIONE DI POGGIO RENATICO	Fg. 95 di 97	<b>Rev.</b> 1

Rif. TPIDL: 201280C001-000-RT-1401-94715

La realizzazione di fondazioni profonde nelle aree di nuova installazione previste per la realizzazione delle opere di fondazione nella Centrale, indurranno interferenze anche con gli strati permeabili torbosi presenti nei livelli superficiali fino a 8 m di profondità da p.c. e con la falda confinata presente nei livelli sabbiosi riscontrati a profondità maggiori.

Riguardo alle fondazioni profonde è previsto nella Centrale di compressione l'utilizzo di pali trivellati, soluzione più adatta sia alla perforazione di vari tipi di terreno (da argilloso-limosi a sabbioso-limosi), sia alla riduzione di vibrazioni eccessive durante l'installazione all'interno di un impianto esistente. Nella perforazione, essendo prevista presenza di terreno sottofalda, l'utilizzo di tubo camicia metallico permetterà il contenimento del drenaggio delle acque presenti nelle lenti torbose, negli strati superficiali e nei livelli sabbiosi più profondi nonché di evitare il franamento del foro di perforazione.

Maggiori dettagli riguardo la tipologia di fondazioni e il tipo di pali da realizzare per quanto riguarda le opere di connessione saranno fornite nel corso del progetto esecutivo.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NC/22011	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> POGGIO RENATICO (FE)	<b>ZA-E-94715</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> ADEGUAMENTO CENTRALE DI COMPRESSIONE DI POGGIO RENATICO	Fg. 96 di 97	<b>Rev.</b> 1

Rif. TPIDL: 201280C001-000-RT-1401-94715

### 13 CONCLUSIONI

La presente relazione idrogeologica e di compatibilità idraulica è stata redatta in riferimento al contesto territoriale e alle specifiche caratteristiche degli interventi previsti, illustrando l'assetto idrologico ed idrogeologico dei principali corpi idrici superficiali e delle falde sotterranee, interessate dalle opere in progetto.

In riferimento alla suddivisione degli acquiferi a scala regionale l'area di interesse nel presente studio è caratterizzata dal Complesso Acquifero A0 (acquifero freatico) e dal Complesso Acquifero A1 (primo acquifero confinato). Dalle risultanze delle indagini eseguite emerge che le differenze tra la profondità della falda libera superficiale e di quella confinata all'interno dei terreni sabbiosi più profondi sono limitate, pertanto sarà considerato un unico livello idrico, a profondità di circa 1,8 e 2,0 m dal p.c. rispettivamente per le aree della Centrale e delle Stazioni, caratterizzato sostanzialmente da un regime idrostatico.

L'assetto idrogeologico del sito evidenzia un alto grado di vulnerabilità delle acque superficiali determinato principalmente dalla ridotta soggiacenza; queste verranno ad interferire con gli scavi per le opere di fondazione e con le trivellazioni orizzontali per la posa del cavidotto MT; inoltre, si prevedono interferenze anche con l'esecuzione dei pali di fondazione.

Riguardo alle fondazioni profonde è previsto nella Centrale di compressione l'utilizzo di pali trivellati; la perforazione è prevista con l'inserimento di tubo camicia metallico, essendo prevista in terreni sottofalda.

Maggiori dettagli riguardo la tipologia di fondazioni e il tipo di pali da realizzare saranno fornite nel corso del progetto esecutivo per quanto riguarda le opere di connessione.

In fase di realizzazione delle opere di fondazione delle nuove strutture e delle opere a valle e a monte degli attraversamenti tramite trivellazioni orizzontali per la posa del cavidotto MT, dovranno essere previste opportune opere di contenimento dei terreni e della falda nonché specifiche modalità esecutive per limitare il drenaggio delle acque superficiali negli scavi di sbancamento e a sezione obbligata ed inoltre idonei mezzi di prosciugamento dei suddetti scavi.

Per quanto riguarda l'analisi idraulica eseguita per la Centrale di compressione SNAM è stato possibile stimare gli afflussi meteorici corrispondenti a diversi tempi di ritorno, sulla base di un campione di dati pluviometrici statisticamente significativo per le stazioni di Ferrara, Poggio Renatico e Malalbergo. L'analisi statistica degli estremi idrologici è stata condotta utilizzando il Metodo VAPI (TCEV). La modellazione, eseguita con software HEC-RAS, è stata condotta considerando il modello DTM messo a disposizione dalla Regione analogamente a quanto eseguito per le opere di connessione, successivamente è stata approfondita sulla base del rilievo topografico e ricostruzione geometrica delle sezioni dei canali del bacino di riferimento per la Centrale di compressione. L'area in esame, sulla base dei risultati dell'analisi condotta, non è interessata da esondazione dei canali.

Lo studio idraulico inerente all'area delle stazioni elettriche, eseguito da TERNA, è riportato nell'Allegato Doc. PR\_STZU\_R\_00030. Anche il suddetto studio, che è stato condotto con il software HEC-RAS utilizzando le portate ricavate a partire dalle altezze di pioggia calcolate con il metodo TCEV, evidenzia che l'area d'intervento non è interessata da inondazione.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NC/22011	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> POGGIO RENATICO (FE)	<b>ZA-E-94715</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> ADEGUAMENTO CENTRALE DI COMPRESSIONE DI POGGIO RENATICO	Fg. 97 di 97	<b>Rev.</b> 1

Rif. TPIDL: 201280C001-000-RT-1401-94715

In relazione a quanto esposto nel presente studio non si ritiene che vi sia incompatibilità dal punto di vista idrologico-idraulico con la realizzazione dell'opera, seppur siano da adottare opportuni accorgimenti e metodologie costruttive in fase di realizzazione delle opere.

#### BIBLIOGRAFIA

- Quadro Conoscitivo Piano Strutturale Alto Ferrarese;
- Piano strutturale Ferrara
- Note Illustrative Foglio Geologico 203 "Poggio Renatico", scala 1:50.000
- Rapporto IdroMeteoClima Emilia Romagna – dati 2021
- Piano Stralcio per l'assetto idrogeologico Autorità di Bacino Po
- Piano Stralcio per l'assetto idrogeologico Autorità di Bacino Reno
- Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (P.G.R.A.) Regione Emilia Romagna  
200-CI-E-10001\_r0 – Relazione geologico - geotecnica Potenziamento Centrale di Compressione gas di Poggio Renatico (FE) – Realizzazione TC4 (a cura SAIPEM Gen 2012)
- 00-CI-E-12210\_r3 – Relazione geologica Centrale di compressione di Poggio Renatico (ABB, Giugno 2006)

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> NC/22011	<b>UNITA'</b> 000
	<b>LOCALITA'</b> POGGIO RENATICO (FE)	<b>ZA-E-94715</b>	
	<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> ADEGUAMENTO CENTRALE DI COMPRESSIONE DI POGGIO RENATICO	Fg. 98 di 97	<b>Rev.</b> 1

Rif. TPIDL: 201280C001-000-RT-1401-94715

## 14 ALLEGATI

### RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA AREA STAZIONI ELETTRICHE

1. PR\_STZU\_R\_00030\_r3 – STAZIONE RTN - CAVIDOTTO MT 15 kV - IMPIANTO UTENTE 132 kV/15 kV – RELAZIONE IDROLOGICO – IDRAULICA

### RILIEVO TOPOGRAFICO CANALI

2. 000-GB-A-94767\_r0 – RILIEVO TOPOGRAFICO CANALI

### RELAZIONI GEOLOGICHE DI RIFERIMENTO DI PROGETTO

3. 200-CI-E-10210\_r3 – Adeguamento Centrale di compressione - Relazione geologico-sismica (Dicembre 2021)
4. RUDR21003B2132236\_r2 – Stazione elettrica 132 kV e Raccordi – Studio geologico, geotecnico e di compatibilità geomorfologica (Luglio 2022)
5. PR\_STZU\_R\_00031\_r1 – Connessione AT Centrale SNAM Impianto Utente – Relazione geologica (Giugno 2022)

### DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

6. PR\_STZU\_R\_00006\_r1 – CONNESSIONE AT SNAM – DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA
7. 200-ZB-A-94762\_r1 – ASSONOMETRIA E DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA CENTRALE