

PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO AVANZATO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA DI TRASMISSIONE NAZIONALE (RTN), DA REALIZZARSI IN AGRO DI FINALE EMILIA (MO), DENOMINATO "GALLIERA", AVENTE POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 20 MW



**ILIOS**  
iliositalia.com

ELABORATO	PTO - RELAZIONE GEOLOGICA						
IDENT.	Liv. Prog.	Tipo Doc.	Cod. Cartella	Cod. Progetto	Data	Codice Elaborato	Scala
	PFTE	REL	ASS. VIA_14 AU_14	ISO2.BS.A.001	04-2025	ISO2.BS.A.001_14_AMPSE_GEOL	---
REVISIONI	Rev. Num.	Data	Autore	Verificato	Approvato	Descrizione	
	1.0	04-2025	ILIOS	VC	VC	PTO - Relazione Geologica	
PROGETTAZIONE			Ragione Sociale		Riferimenti/Contatti		Timbro e Firma
			ILIOS S.r.l. S.L.: Via Monte Napoleone 8, 20121, Milano (MI) S.O.: Via M. D'Azeglio 2, 70017, Putignano (BA) C.F./P.IVA: 12427580969		E-mail:	info@iliositalia.com	
					PEC:	iliospec@legalmail.it	
					Telefono:	+39 080 893 5086	
					Mobile:	+39 328 481 9015	
					E-mail:		
RICHIEDENTE			Ragione Sociale		Riferimenti/Contatti		Timbro e Firma
			GALLIERA SOLAR S.r.l. Via Vittoria Nenni 8/1, 42020, Albinea (RE) C.F./P.IVA: 03089310357		E-mail:	bocasolarsrl@gmail.com	
					PEC:	gallierasolarsrl@pec.it	
					Telefono:	+ 39 392 133 1010	
					Mobile:	+39 366 594 5311	

SPAZIO RISERVATO AGLI ENTI

## AVVISO IMPORTANTE

Il presente elaborato contiene la documentazione predisposta dalla società BOCA SOLAR S.r.l. che, nell'ambito delle proprie iniziative e come previsto dagli accordi di condivisione, ricoprendo il ruolo di "Capofila" si è resa disponibile alla progettazione dell'Ampliamento della Stazione Elettrica Terna denominata "MASSA FINALESE".

Inoltre, si sottolinea che le Opere di cui si dirà di seguito, parti integranti di diverse iniziative, e più nello specifico del progetto ID 11111 per la "realizzazione di un impianto agrivoltaico avanzato di potenza nominale pari a 81,132 MWp con produzione agricola, denominato "Casetta" sito nella frazione di Massa Finalese del Comune di Finale Emilia (MO)", hanno ricevuto giudizio positivo sulla compatibilità ambientale da parte del Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica e parere favorevole circa l'assenza di incidenza negativa e significativa sui siti Natura 2000 a seguito della Valutazione di livello I con nota m\_amte.MASE.VA REGISTRO DECRETI.R.0000276.19-05-2025.

# COMUNE DI FINALE EMILIA (MO)

---

## PROGETTO DI AMPLIAMENTO DELLA STAZIONE DI SMISTAMENTO SE RTN “MASSA FINALESE” A 132kV

### RELAZIONE GEOLOGICA (preliminare)

<b>GEOLOGO</b>	<b>Dott. Vincenzo Casucci</b>
----------------	-------------------------------

Acquaviva delle Fonti, 12/12/2023

## 1. PREMESSA

Il sottoscritto dott. Vincenzo Casucci, regolarmente iscritto all'Ordine dei Geologi di Puglia con n°359, su mandato di incarico della Mate System srl procede alla stesura della presente relazione da allegare alla progettazione preliminare per l'ampliamento della stazione di smistamento a 132kV della RTN denominata "MASSA FINALESE", con realizzazione del potenziamento/rifacimento di due elettrodotti: Massa finalese-Mirandola CP e Finale Emilia-Massa finalese da ubicarsi in agro di Finale Emilia (MO) .

Al fine di ottemperare a quanto disposto dalla normativa vigente e meglio indirizzare la progettazione definitiva ed esecutiva, nella presente relazione verranno descritte le caratteristiche morfologiche, litostratigrafiche nonché verranno analizzate le condizioni idrologiche ed idrogeologiche dell'area d'intervento per poter abbozzare un modello "geologico" da investigare ed integrare meglio in fase esecutiva con indagini dirette più mirate e/o indagini sismiche MASW, al fine ultimo di estrapolare un modello quanto più vicino possibile alla realtà, sia nella estensione che nella profondità che costituirà la base imprescindibile per il progetto. Il presente studio viene effettuato completamente su base bibliografica o con l'ausilio di indagini effettuate nei paraggi su litologie simili per composizione e natura geologica e come tale quindi riveste carattere generale, pertanto per ogni intervento futuro andranno eseguite ulteriori indagini geognostiche di approfondimento sito-specifiche, così come definite dalla normativa vigente N.T.C. 2018.

## 2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Per la suddetta relazione avanzata tramite il presente progetto si fa riferimento al combinato dei seguenti disposti normativi e regolamentari:

- L. n°1086 del 5 novembre 1971 "Norme tecniche per le Costruzioni";
- L. n° 64 del 2 febbraio 1974 "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche";
- D.M.LL.PP. 11/03/88 " Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione";
- Cir.Min.LL.PP.n°30483 del 24/09/88 " Istruzioni relative alle norme tecniche di cui al D.M.LL.PP.11/03/88";
- D.M. 16/01/1996 Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche;

- D.P.R. n.°554/1999 (art.27) abrogato dal d.P.R. n. 207 del 2010 dall'8 giugno 2011;
- D.P.R. n°380 del 6 giugno 2001 “ Testo unico delle disposizioni legislative e regolamenti in materia di edilizia”;
- O.P.C.M. n°3274 del 20 marzo 2003 ” Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”;
- Delibera di Giunta Regionale Puglia del 2 marzo 2004 “ Individuazione delle zone sismiche del territorio regionale....”
- D.M. n°222 del 14/09/05 ”Norme Tecniche per le Costruzioni”;
- O.P.C.M. n°3519 del 28 aprile 2006 “ Criteri generali per l’individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l’aggiornamento degli elenchi delle medesime zone”;
- D.M. 14/01/2008 Approvazione delle Nuove Norme Tecniche per le costruzioni.
- Circolare 2/2/2009, n.617 Istruzioni per l’applicazione delle nuove N.T.C. di cui al D.M. 14/01/2008
- DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA 13 giugno 2017, n. 120
- MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI  
DECRETO 17 gennaio 2018; (le cui norme sostituiscono quelle approvate con il decreto ministeriale 14 gennaio 2008).

### 3. UBICAZIONE DELL’AREA

L’area d’intervento è ubicata da un punto di vista amministrativo nel Comune di Finale Emilia, in provincia di Modena, appena a Nord-Est della frazione di Massa Finalese. Nella cartografia ufficiale d’Italia è riportata al Foglio N°75 “Mirandola” dell’I.G.M in scala 1:100.000. Da un punto di vista Geomorfologico rientra nell’ambito del grande bacino alluvionale del Po, nota anche come “Pianura Padana”, schiacciata tra le alpi a Nord e l’appennino a Sud-ovest. Da un punto di vista idrografico, si trova in destra idraulica del fiume Po. Dal punto di vista sismico le coordinate da cercare nella Tabella 1 allegata al D.M 14/01/2008 per l’individuazione dei parametri spettrali ai fini del calcolo dell’accelerazione sismica sono:

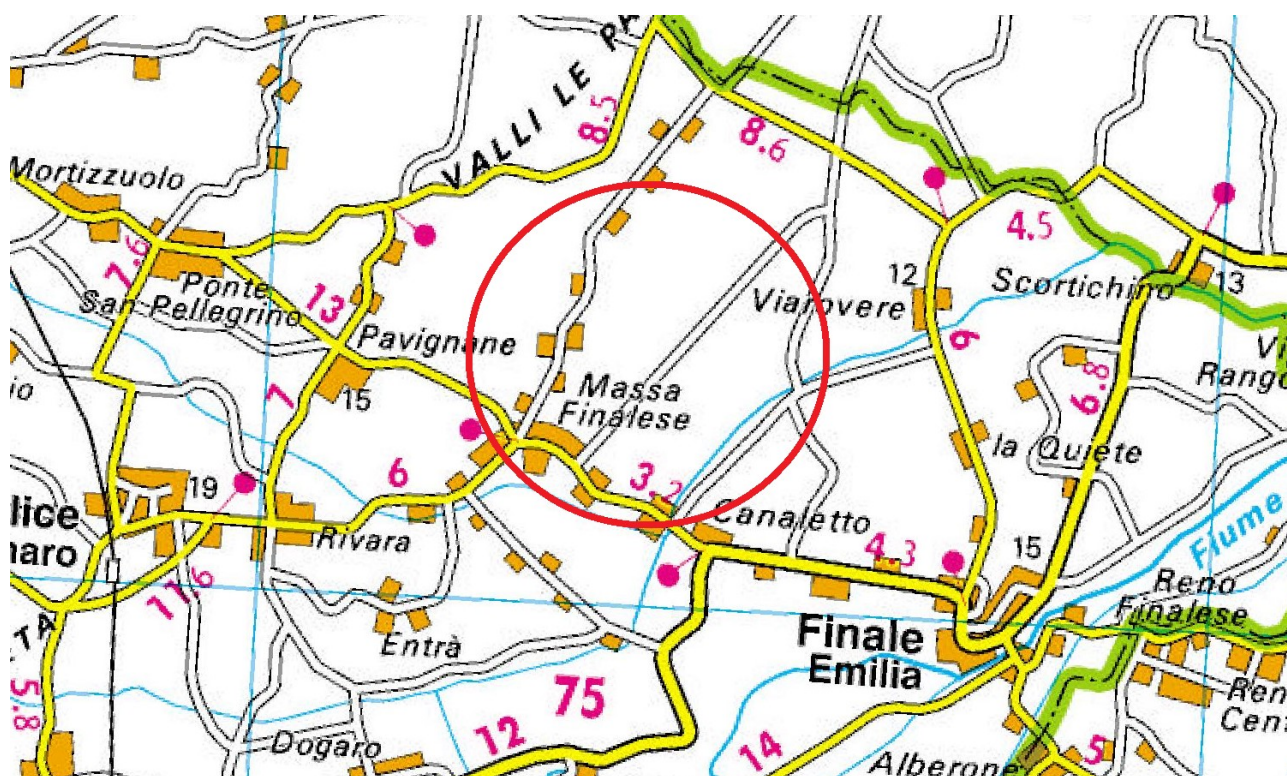
Lat: 44.859582° Long: 11.237283° le quote intorno ai 11m slm

A norma del D.M. 11/03/88, oltre che per Decreto del Presidente del Consiglio 20/03/2003, ricadendo l’area in oggetto in zona sismica 3, si rende necessario lo studio geologico dei terreni di

fondazione di cui si riferisce nella presente relazione.



Ubicazione su carta confini amministrativi ISTAT



Ubicazione dell'area su Atlante Stradale DeAgostini





Ubicazione dell'area su Ortofoto

#### 4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRATIGRAFICO

Da un punto di vista geologico il territorio di studio e nella fattispecie l'area di nostro interesse ricade nel comune di Finale Emilia che si colloca nella bassa pianura modenese, in sinistra idrografica del Fiume Panaro; costituisce l'estrema parte nord-orientale della provincia di Modena. Tutte le strutture ricadono completamente ed esclusivamente nel comune di Finale Emilia, ed in particolare nella porzione occidentale dello stesso, a nord-nord est dell'abitato di Massa Finalese. Le aree si collocano in territori agricoli in cui sono presenti edifici e nuclei rurali sparsi, alcuni dei quali disabitati, e dove le attività produttive più diffuse sono quella agricola e l'allevamento ittico. Dal punto di vista infrastrutturale la viabilità prossima alle aree in esame è principalmente di tipo comunale, con la presenza di una intrecciata rete di strade bianche e carraie che delimitano i vari appezzamenti di terreno, la viabilità che attraversa le aree di polo è per la maggior parte

dei casi non adeguata a sostenere il traffico di mezzi pesanti, sia in termini di dimensioni che di fondo stradale. L'evoluzione geologica del territorio di Finale E. va necessariamente inquadrata in un contesto regionale; essa ricade nella parte centro-meridionale della Pianura Padana, che costituisce dal punto di vista geologico, un grande bacino subsidente plio-quadernario di tipo sedimentario, che comincia a delinearsi sin dall'inizio del Triassico (225 milioni di anni fa) e viene interessato da subsidenza differenziata sia nel tempo che nello spazio, in diversi periodi (Mesozoico, Cenozoico, ma soprattutto Pliocene e Quadernario), con movimenti verticali controllati dai caratteri strutturali presenti in profondità.

La formazione della piana alluvionale, che oggi costituisce la Pianura Padana, e relativamente recente, infatti fino a circa 1 milione di anni fa l'area era completamente occupata dal mare ed, in particolare, costituiva la propaggine occidentale del Mar Adriatico. L'alternanza di cicli deposizionali trasgressivo/regressivi e il recente, graduale ritiro del mare dovuto alla progradazione dei sistemi deltizi, condizionato dalle oscillazioni eustatiche, ha fatto sì che, alla fine del Pleistocene superiore, l'Adriatico venisse ad occupare la sua posizione attuale. La piana, lasciata libera dal mare, è stata colmata da depositi continentali che hanno ricoperto i depositi marini prevalentemente pliocenici responsabili del mascheramento delle strutture profonde che sono note solo grazie alle tecniche di ricerca di idrocarburi (AGIP MINERARIA, 1959; PIERI E GROPPi, 1981; MATTAVELLI E ALTRI, 1983; DONDI, 1985; CASSANO E ALTRI, 1986; DONDI E D'ANDREA, 1987). Geologicamente la Pianura Padana è un bacino sedimentario terziario posto sulla terminazione settentrionale del blocco adriatico-pugliese, compreso tra le strutture sud-vergenti delle "Alpi Meridionali" e le strutture appenniniche nord-vergenti e, per questo, sottoposto alla compressione esercitata da entrambe le opposte catene. Il limite orografico delle due catene montuose corrisponde ai margini della Pianura Padana, ma il limite strutturale di tali catene si trova ben al di sotto dei sedimenti continentali di questa. Dal punto di vista strutturale la Pianura Padana non costituisce una unità omogenea: fanno infatti parte del suo sottosuolo le pieghe più esterne dell'Appennino settentrionale e delle Alpi meridionali lombarde, l'avampaese comune alle due catene e, nel Veneto, l'avampaese delle Alpi meridionali orientali e della catena dinarica; su questi elementi è impostata l'avanfossa pliocenico-quadernaria dell'Appennino.



## ELEMENTI TETTONICI



Legenda: a) nucleo carbonatico, mesozoico sepolto; b) minimo dell'anomalia gravimetrica; c) accavallamento principale; d) faglia verticale; e) faglia diretta; f) faglia diretta trasversale al margine appenninico; g) limite tra rilievo e pianura; h) faglia di "Verona".

In Figura sotto è riportato un estratto della “Carta degli elementi tettonici dell’area Padana centro-orientale”, che mette in evidenza la presenza di un ampio bacino, fortemente subsidente ed attivo sin dal Plio-Pleistocene, che si estende tra Carpi e Cento di Ferrara, denominato “Bacino di Carpi” o meglio noto come “Sinclinale di Bologna-Bomporto-Reggio Emilia”, collocata tra due grandi archi di pieghe, che costituiscono la porzione più esterna dell’Appennino settentrionale, rappresentati dalle “Zona delle pieghe pedeappenniniche”, a sud, più prossime alla catena appenninica, e dalla “Dorsale di Ferrara”, a nord; quest’ultima è caratterizzata da un’ampia struttura anticlinale molto evidente ed elevata, che corre da Massa Finalese a Mirandola, con direzione complessiva E/SE-N/NW e che, in corrispondenza di Novi di Modena e Correggio, subisce una decisa inflessione verso sud, con andamento SE-NW.

Lungo tali allineamenti, lo spessore dei depositi quaternari subisce una notevole riduzione, sino a poche decine di metri (80/90 m) (Fig. 2). In termini generali ed in modo schematico possiamo individuare tre zone principali:

- "Zona delle pieghe pedeappenniniche", dal margine collinare alla Via Emilia, costituita da una successione di sinclinali ed anticlinali, con asse a vergenza appenninica, spesso fagliate e sovrascorse sul fianco Nord;
- "Zona della Sinclinale di Bologna-Bomporto-Reggio Emilia", dove i depositi quaternari raggiungono il loro massimo spessore per tutta la pianura Padana;
- "Zona della Dorsale Ferrarese", alto strutturale costituito da una serie di pieghe associate a faglie dove, in talune culminazioni, lo spessore del Quaternario si riduce a poche decine di metri.

Questo andamento ad archi di pieghe del fronte sepolto dell'Appennino, di messa in posto sempre più recente man mano si procede verso le aree più esterne, è da correlarsi con il movimento di rotazione della catena in senso antiorario, che genera raccorciamenti crostali di crescente intensità spostandosi dai settori occidentali a quelli orientali. Nel sottosuolo dell'area di Finale Emilia-S.Felice sul Panaro si rinviene l'ala settentrionale dell'anticlinale Ferrarese, che poco a ovest raggiunge una delle massime culminazioni assiali con quote del tetto del quaternario marino a -100 /-200 m dal piano campagna. I movimenti tettonici che hanno interessato la regione delle Pieghe Pedeappenniniche risultano essersi verificati anche in tempi recenti, denunciando un'attività neotettonica confermata anche dalle migrazioni verso ovest dei fiumi che hanno attraversato l'area. Il territorio in esame è inoltre attraversato da un sovrascorrimento esteso secondo l'allineamento Novi-Mirandola-Bondeno, interessato da ulteriori dislocazioni che talvolta si ripercuotono nei sedimenti alluvionali che li ricoprono, generando, probabilmente, la risalita delle acque salate, testimoniata dalla presenza della base delle acque dolci anche a circa 40/80 m dal p.c. Al di sopra di queste strutture che caratterizzano l'assetto tettonico della base pliocenica, si succedono i depositi alluvionali del Po e dei suoi affluenti che hanno colmato il Golfo Padano. Per un quadro approfondito della tettonica padana e della genesi delle strutture arcuate al fronte delle pieghe, oltre alle pubblicazioni citate in precedenza, si rimanda al lavoro di CASTELLARIN *et alii* (1985). Da un punto di vista stratigrafico, la sedimentazione terziaria e quaternaria in quest'area della pianura è stata essenzialmente detritica, si sono cioè deposte serie clastiche di considerevole spessore e solo nel Messiniano si riscontra un episodio evaporitico; si possono riconoscere essenzialmente due cicli di sedimentazione, distinguendo una zona marginale, in cui ad una deposizione clastica grossolana succedono sedimenti prevalentemente argillosi ed una zona centrale, in cui prosegue una sedimentazione torbiditica indisturbata. La deposizione sedimentaria presenta inoltre frequenti variazioni di facies, sia laterali che verticali, come risultato delle particolari condizioni strutturali venutesi a creare in vari settori della pianura in seguito all'evoluzione tettonica. Alla deposizione della facies evaporitica miocenica superiore, corrisponde una fase di marcata regressione e ad essa si accompagna probabilmente una fase tettonica di notevole intensità. Il piegamento pedeappenninico e l'abbassamento del livello del mare, portano all'emersione delle culminazioni delle principali anticlinali, tra le quali la Dorsale Ferrarese, ove s'instaurano rilevanti processi erosivi che provocano la scomparsa di spessori anche notevoli di sedimenti. Nel tardo Messiniano e nel Pliocene inferiore si manifesta un graduale innalzamento del livello delle acque del bacino, che porta al ristabilimento graduale delle condizioni che regnavano in precedenza; come conseguenza si ha la deposizione di successioni trasgressive su aree precedentemente emerse, mentre nelle zone sinclinaliche continuano a deporsi sedimenti

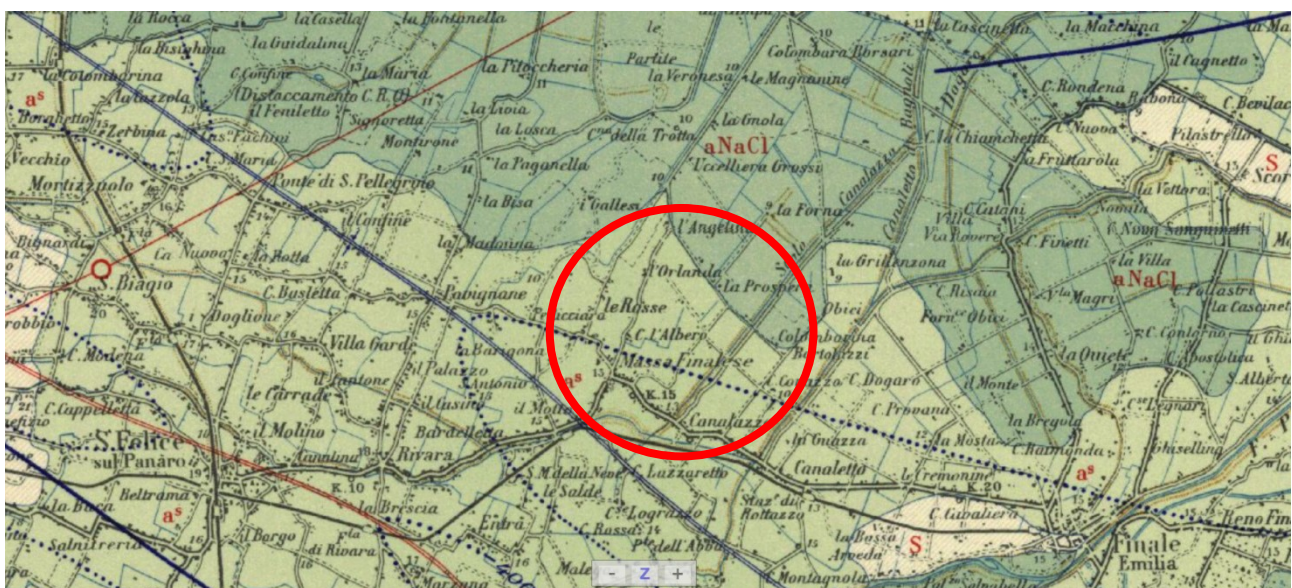
torbiditici. Al termine del Pliocene inferiore un'accentuata attività tettonica porta ad un nuovo piegamento e sollevamento dell'area e quindi all'accentuarsi di alcune strutture preesistenti; nelle aree altimetricamente più elevate, tra cui Camurana ed altri tratti della Dorsale Ferrarese, s'instaurano sensibili fenomeni erosivi. Con il Pliocene medio inizia una nuova ingressione marina di limitata entità, che comporta la deposizione, nelle aree sinclinaliche, di depositi torbiditici grossolani.

Il Quaternario segna un abbassamento regionale all'interno del bacino padano, accentuandosi ulteriormente la subsidenza differenziale delle diverse strutture; la potenza dei sedimenti del Quaternario varia da oltre 1000 m nelle aree meridionali a meno di 200 m o completa assenza, in quelle settentrionali. La diversità di spessore è imputabile alla marcata differenza di subsidenza cui l'area in oggetto è stata sottoposta durante il Quaternario. Il Quaternario si chiude poi con una decisa regressione del dominio marino, con il passaggio da una sedimentazione di tipo marino, che caratterizza il Pliocene e parte del Pleistocene, ad una di tipo continentale, con il colmamento del golfo padano, che si trasforma progressivamente in pianura alluvionale attraverso l'accumulo di sedimenti fluviali e fluvio-glaciali, derivanti dal rapido smantellamento e modellamento delle catene montuose circostanti.

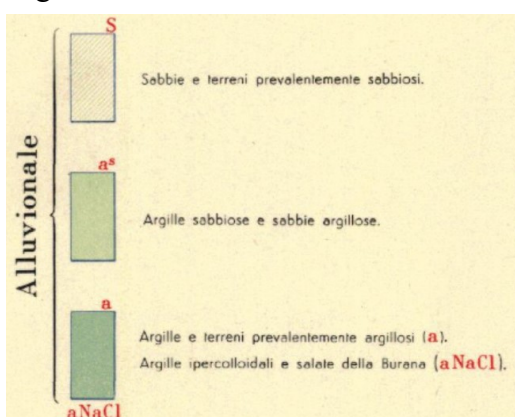
Focalizzando l'attenzione sulla zona in esame, si osserva che il territorio di Finale E. ricade nella zona delle "pieghe ferraresi". Lo spessore della successione plio-quaternaria, cioè dei sedimenti che si sono depositati negli ultimi 5 milioni di anni (dalla base del Pliocene ad oggi) risulta abbastanza variabile: da oltre 3.000 m nella zona più meridionale esso si riduce, alla cerniera della piega-faglia ferrarese, fino a meno di 1.000 m (porzione centrale e settentrionale del territorio comunale). Il riempimento della Pianura Padana ad opera dello smantellamento della catena alpina ed appenninica ha portato quindi all'accumulo di depositi dapprima marini e successivamente continentali di piana alluvionale in un bacino sedimentario che ha subito una notevole azione di subsidenza. Come già detto modalità e tempi di deposizione dei materiali sono stati controllati principalmente dalla tettonica e, dal Pliocene medio-superiore ad oggi, dall'evoluzione delle pieghe-faglie descritte in precedenza e schematizzate nelle figure riportate, segnalata anche in epoca storica dal graduale "sfuggire" della rete idrografica superficiale alla "dorsale ferrarese", come verrà meglio descritto nel paragrafo successivo. I movimenti tettonici, soprattutto quelli ad andamento verticale, sono quindi uno dei principali fattori di controllo dello sviluppo paleogeografico dell'area padana, influenzando direttamente morfologia e geometria dei corsi d'acqua, anche se non vanno dimenticati altri fattori determinanti dovuti alle oscillazioni climatiche, quali le variazioni del livello marino e del regime dei corsi d'acqua.

Per quanto riguarda il territorio comunale di Finale E., ed in particolare la porzione in cui ricadono le opere, ci troviamo in un settore deposizionale caratterizzato dai depositi alluvionali del fiume Po, presenti in massima parte nelle aree più a nord, e dei corsi d'acqua minori di tipo appenninico, ed in particolare del fiume Panaro. Si tratta di depositi di origine continentale a granulometria solitamente medio-fine, con prevalenza di litologie generalmente limose, per quanto riguarda i depositi del fiume Po, caratterizzati da uno spessore via via decrescente procedendo verso sud, e di depositi limosi e argillosi, con presenza di materiali organici parzialmente decomposti, tipici di un'area interfluviale e di palude; sono presenti intercalazioni di livelli e lenti sabbiose discontinue, per quanto riguarda le alluvioni del fiume Panaro. Lo spessore della coltre alluvionale è variabile e comunque non superiore ai 200 m. In riferimento alla carta geologica della pianura riportata in figura n.4, i depositi alluvionali presenti sono ascrivibili a “Argille limose, argille limi argillosi laminati, localmente concentrazioni di materiali organici parzialmente decomposti. Area interfluviale e depositi di palude”.

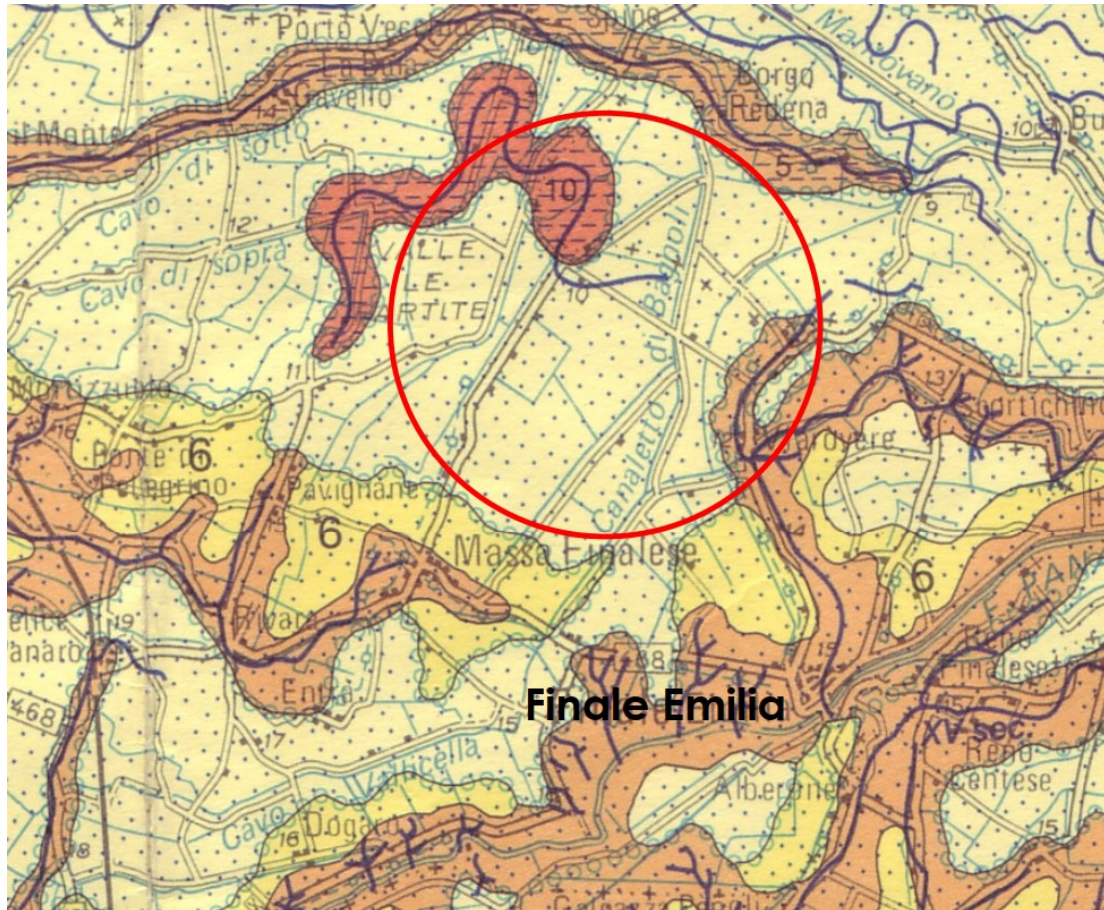
Stralcio della Carta Geologica d'Italia F°75



Legenda







### Legenda:

Depositi di Piana alluvionale:

- 5-Sabbie medie e fini in strati di spessore decimetrico passanti lateralmente ed intercalate a sabbie fini e finissime limose, subordinatamente limi argillosi; localmente sabbie medie e grossolane in corpi lenticolari e nastriformi. depositi di canale e argin prossimale. Al tetto suoli a diverso grado di evoluzione.
- 6- Limi sabbiosi, sabbie fini e finissime, argille limose e subordinatamente sabbie limoso-argillose. Depositi di argine distale.
- 9-Argille limose, argille limi argillosi laminati, localmente concentrazioni di materiali organici parzialmente decomposti. Area interfluviale e depositi di palude.
- 10- sabbie medie e grossolane subordinatamente ghiaie e ghiaie sabbiose, limi e limi sabbiosi in strati di spessore decimetrico. Depositi di piana a meandri.
- AREA DI INTERESSE

## 5. GEOMORFOLOGIA-PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA

Il territorio di Finale Emilia si colloca nella fascia di media e bassa (al limite nord-orientale) pianura alluvionale, in cui l'azione morfogenetica predominante è determinata dai corsi d'acqua, oltre che, in tempi più recenti, dall'azione antropica. Si potrebbe anzi affermare che l'intervento antropico di bonifica, che si è andato sempre più intensificando dall'età



preromana in poi, ha in gran parte modificato e poi interrotto l'evoluzione degli eventi naturali, diminuendo fino in pratica ad annullare la dinamica evolutiva del reticolo idrografico. Un'indagine geomorfologica ad una scala minore rispetto a quelle elaborate per il presente studio, effettuata in occasione della realizzazione della carta dei suoli della pianura modenese, colloca la zona studiata nel macro-ambiente deposizionale della "Piana a copertura alluvionale", contraddistinta dalla presenza di depositi a sequenze prevalentemente fini (sabbie, limi, argille) dovuti ad una crescita di tipo verticale, data da processi di tracimazione e rotta fluviale, che hanno portato alla deposizione di strati suborizzontali a geometria lenticolare probabilmente riferibili a singoli eventi alluvionali. In generale il modello di pianura alluvionale caratteristico di tutta la media e bassa pianura emiliano-romagnola interessata da fiumi e torrenti appenninici è abbastanza semplice: prima dei massicci interventi di regimazione idraulica che hanno portato alla costruzione degli argini artificiali, la dinamica della zona era caratterizzata da frequenti modifiche e divagazioni degli alvei fluviali, dovute alle ricorrenti rotte e tracimazioni dei corsi d'acqua, che scorrevano pensili rispetto alla piana circostante in alvei formati dalla naturale azione di deposito degli stessi. Nel caso di rotte e tracimazioni le acque inondavano i territori adiacenti l'alveo, depositando sedimenti più grossolani (es. sabbie e sabbie limose) nelle vicinanze dello stesso e sedimenti più fini al diminuire della capacità di trasporto. L'azione di deposito così descritta provocava un graduale accrescimento dell'area, con un innalzamento progressivo del canale rispetto alle zone circostanti, dove invece arrivavano acque di esondazione a carico solido già ridotto sia quantitativamente che granulometricamente. Inevitabilmente e per svariate cause il corso d'acqua poteva ad un certo punto abbandonare il proprio alveo per un tracciato impostato in aree più depresse, per poi ricominciare l'innalzamento di un nuovo edificio pensile ecc.. Secondo questo modello, l'accrezione della pianura avviene perciò sia orizzontalmente, con il giustapporsi di successivi corpi d'alveo, sia verticalmente, a causa di continui cicli di riempimento dei bacini di esondazione. La pianura risulta dunque costituita da un intrecciarsi di lenti a tessitura prevalentemente sabbiosa, corrispondenti a corpi d'alveo sepolti, e da sedimenti fini (limi ed argille) determinati dai riempimenti dei bacini interfluviali di esondazione.

Il modello descritto è confermato, oltre che dalla distribuzione delle litologie di superficie e del primo sottosuolo, dall'assetto morfologico della pianura; una sintesi di esso è rappresentata dalla carta di Fig. 5, tratta dalla "Carta delle unità geomorfologiche" allegata alla pubblicazione "I suoli della pianura modenese", che illustra la distribuzione delle unità geomorfologiche in una zona comprendente il Comune di Finale E. e le aree limitrofe; tali unità sono rappresentate da:

*Unità degli Argini Naturali del Reticolo Idrografico Principale:* comprende le aree topograficamente più rilevate della pianura alluvionale, di forma generalmente allungata secondo l'asse del canale fluviale e profilo convesso. I depositi sono caratterizzati da successioni di strati decimetrici a tessitura moderatamente grossolana, passanti lateralmente ed intercalati a strati a tessitura moderatamente fine; la loro deposizione è riconducibile ai processi fluviali di deposizione laterale d'alveo e di rotta e tracimazione descritti in precedenza. Localmente si possono ritrovare corpi canalizzati a tessitura grossolana riferibili a canali di rotta. Nel territorio comunale l'unità è presente in un'area parallela al F. Panaro, oltre che lungo una fascia, a direzione SSW-NNE.

*Unità delle Coperture Alluvionali:* sono aree localizzate in genere a fianco degli Argini Naturali, costituite da depositi riconducibili anch'essi a processi di rotta e tracimazione fluviale, che presentano però sequenze generalmente più fini, costituite da alternanze di strati decimetrici a tessitura moderatamente fine e strati centimetrici a tessitura moderatamente grossolana.

*Unità delle Valli:* comprende le aree topograficamente più depresse della piana a copertura alluvionale, rappresentanti spesso delle zone di "decantazione" naturale delle acque di esondazione. Presentano forma varia, da allungate ad ellissoidali a subcircolari, con profilo concavo e gradienti generalmente bassi. I depositi sono caratterizzati da tessiture fini, prive di stratificazione, con talora sottili intercalazioni di lamine da millimetriche a centimetriche a tessitura moderatamente fine; nelle zone più depresse possono essere presenti materiali organici parzialmente decomposti.

Nell'area di studio l'Unità delle Valli caratterizza buona parte della zona occidentale del territorio comunale e l'estremità settentrionale, l'Unità delle Coperture alluvionali è invece presente nella parte sia orientale che meridionale, mentre la zona nord-orientale è caratterizzata dalla presenza dell'Unità degli Argini Naturali del Reticolo Idrografico Principale. Lo spessore delle unità sopra descritte risulta molto variabile, essendo funzione della maturità delle forme, delle dimensioni del canale fluviale e di quelle del relativo bacino idrografico, caratteristiche che condizionano la dinamica idromorfologica del fiume e l'entità degli eventi alluvionali. Sembra ragionevole ipotizzare che gli Argini Naturali del Reticolo Idrografico Principale possano avere spessori tra i 10 ed i 20 m, le Coperture Alluvionali tra i 5 e i 10 m, mentre le Valli spessori inferiori ai 5 m.

**Fig. 5 Carta delle unità geomorfologiche**

Fonte: REGIONE EMILIA-ROMAGNA, PROVINCIA DI MODENA (1993) - *I suoli della pianura modenese*

#### STRATIGRAFIA

##### Cs - Case Secchia

Depositi a basso grado di alterazione con profilo di alterazione inferiore al metro; al tetto suoli calcarei o parzialmente decarbonizzati (Inceptisuoli) Età moderna - Medioevo

##### Ca - Carpi

Depositi a moderato grado di alterazione grossolana. Al tetto suoli a diverso grado di evoluzione con profilo di alterazione in genere superiore al metro; al tetto suoli con orizzonti superficiali decarbonatati o parzialmente decarbonatati orizzonti con accumulo di concentrazioni soffici e concentrazioni di carbonato di calcio orizzonte calcico - (Inceptisuoli) Età romana - Eneolitico

Canale pensile

Traccia di canale pensile

Traccia di canale pensile interpretata

#### UNITA' GEOMORFOLOGICHE

##### Unità degli Argini Naturali del Reticolo Idrografico Principale

Alternanza di strati di spessore decimetrico a tessitura moderatamente grossolana, passanti lateralmente e intercalate con strati a tessitura moderatamente fine, localmente corpi canalizzati a tessitura grossolana.

Al tetto suoli a diverso grado di evoluzione **CS** - Case Secchia; **Ca** - Carpi

##### Unità delle Coperture Alluvionali

Alternanze di strati di spessore decimetrico a tessitura moderatamente fine intercalate con strati centimetrici a tessitura moderatamente

**CS** - Case Secchia **Ca** - Carpi

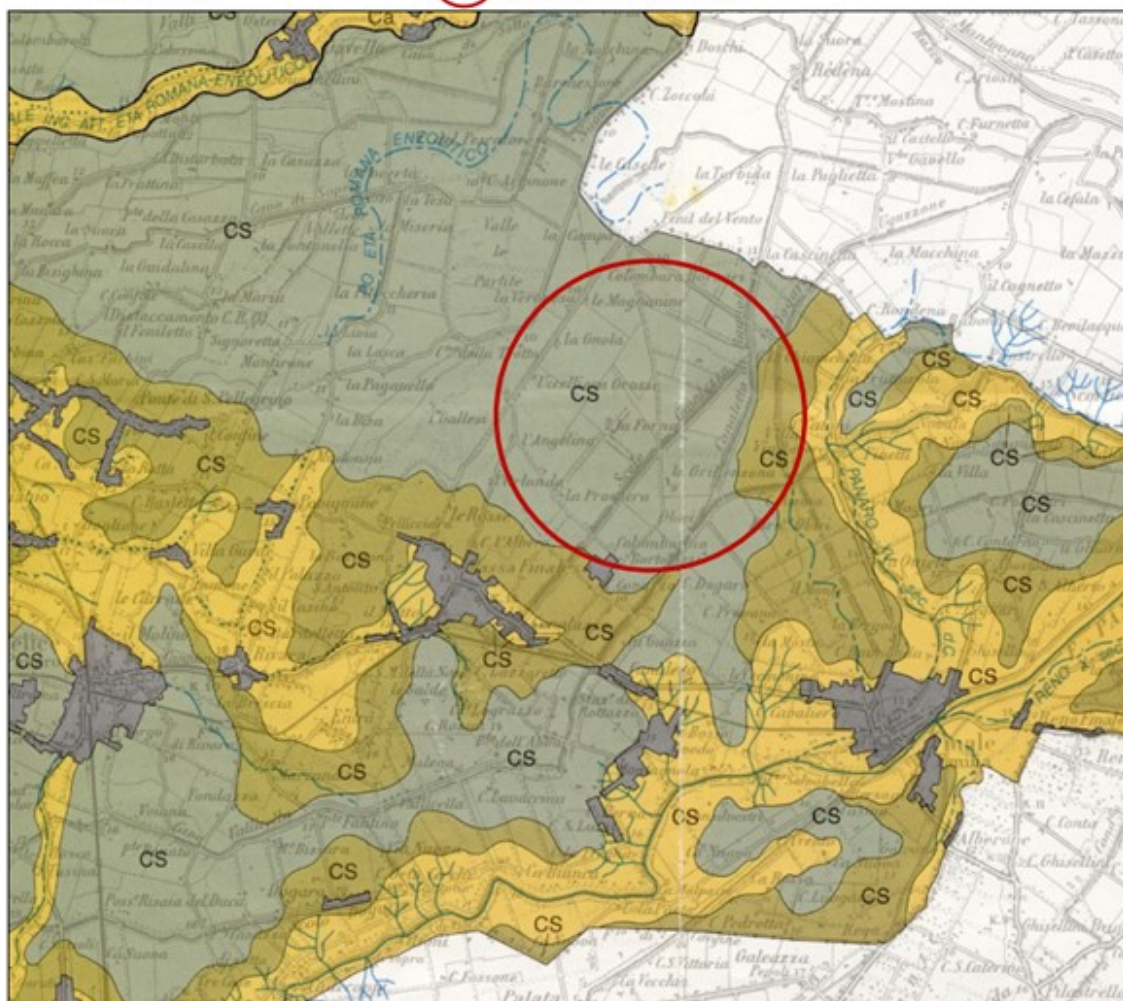
##### Unità delle Valli

Alternanze di strati di spessore decimetrico a tessitura moderatamente fine intercalate con strati centimetrici a tessitura moderatamente

**CS** - Case Secchia **Ca** - Carpi

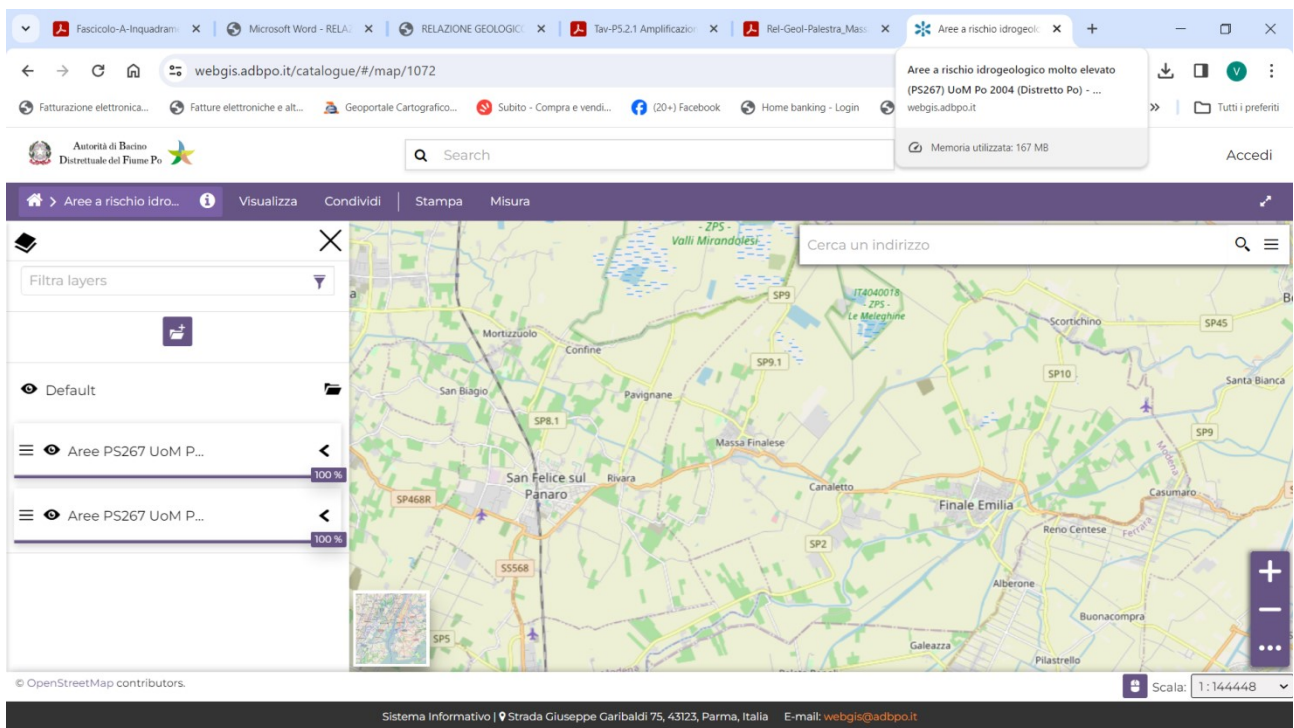
Aree urbane

Area di interesse



Scala 1:100.000

Nulla emerge per quanto riguarda il rischio idrogeologico da un esame del P.A.I dell'UoM del fiume Po, come testimoniato dalla immagine sotto.



## 6. IDROGRAFIA PERICOLOSITÀ IDRAULICA

Le variazioni dei percorsi fluviali, che durante tutto il Quaternario hanno interessato la rete idrografica padana, si devono ad una serie di fattori fra i quali possiamo individuare: movimenti differenziali del suolo in seguito a subsidenza e compattazione dei depositi argillosi presenti nel sottosuolo, oscillazioni del livello marino, variazioni climatiche. La diversa importanza di ciascuno è difficilmente valutabile e quindi estremamente difficile risulta una puntuale ricostruzione. E', comunque, interessante far notare come l'andamento dei paleoalvei e degli alvei attuali a scala regionale sia stato condizionato dall'evoluzione strutturale profonda della Pianura Padana, come già rimarcato precedentemente; a dimostrazione di ciò si veda l'andamento del fiume Po che, in corrispondenza delle propaggini occidentali della "dorsale ferrarese" devia il suo corso verso NE, mentre i corsi d'acqua appenninici sono a loro volta condizionati anche dagli elementi secondari trasversali.

Parallelamente a ciò vanno considerati anche i parametri climatici, che hanno certamente avuto un ruolo rilevante nel condizionare l'entità e la distribuzione temporale degli eventi determinanti la dinamica fluviale fino a tempi a noi vicini.



Da fonti bibliografiche, principalmente CREMASCHI *ed altri* (1988)<sup>4</sup>, si possono desumere informazioni circa l'evoluzione paleoidrografica dei fiumi principali nell'area di studio, sulla base della successione delle vicende idrografiche testimoniate dai paleo alvei.

Nel Pleistocene, dopo l'emersione della Pianura Padana, il F. Po, ad est di Guastalla (RE) seguiva un percorso molto più meridionale rispetto all'attuale, secondo la direttrice Carpi-Nonantola-S. Giovanni in Persiceto, mentre nell'età del bronzo, attorno al I millennio a.c., si biforcava tra Brescello e Guastalla o ad est di Casalmaggiore, a seconda degli autori, dando luogo ad un ramo principale (Po di Adria) e ad uno o più rami minori subparalleli, lungo una fascia limitata a sud dalle attuali località di Poviglio, Concordia sulla Secchia, Bondeno e Ferrara. Nell'intervallo di tempo considerato (diverse migliaia di anni) ha quindi subito uno spostamento verso nord. Non si ritiene opportuno entrare nel merito dell'evoluzione paleoidrografica del Po nei secoli successivi, non interessando essa direttamente la zona studiata; si ricorda soltanto che in età romana imperiale e sino all'alto medioevo (VII-X sec.) l'alveo principale del fiume, dopo aver lambito Brescello, entrava in territorio mantovano; nel giro di pochi secoli tende tuttavia a spostarsi ancora verso nord, creando una situazione di disordine idrografico. A partire dalla seconda metà del XII sec. la situazione cambia radicalmente: con le deviazioni di Luzzara e Ficarolo il fiume assume un andamento del tutto simile all'attuale.

Per quanto riguarda l'evoluzione degli affluenti appenninici del Po, sembra ormai certo che il F. Secchia nell'età del bronzo si dirigesse da Rubiera a Carpi fino a S. Prospero con una direzione subparallela a quella attuale, per poi ruotare ad est da Cavezzo, assumendo una direzione all'incirca W-E coincidente con la direttrice S. Felice sul Panaro-Finale Emilia-Casumaro-Vigarano Mainarda, fino a Ferrara, dove si immetteva in Po dopo avere ricevuto le acque del Panaro e del Reno. In età romana mantiene all'incirca lo stesso corso fino a Cavezzo, mentre da qui a Finale Emilia si sposta verso Mirandola (cioè verso nord), anche se nel complesso risulta ancora valida la direttrice Cavezzo-Vigarano Mainarda. Fino ai secoli XII e XIII il Secchia, a nord di Modena, risulta suddiviso in più rami (Sicla, Muclena, Aqualonga, gli attuali Cavo Lama e canale di Carpi) con direzione circa S-N; all'altezza di Cavezzo, in corrispondenza della già rilevata rotazione verso est, ha seguito nel tempo vari percorsi, tra i quali quello del Dosso di Cavezzo-Medolla-S. Felice S.P.-Rivara-Massa Finalese-Finale Emilia, dove, insieme al Naviglio di Modena e talora forse anche al Panaro, proseguiva verso Bondeno, affluendo nel Po di Ferrara. Nel XIII sec. o addirittura, secondo Lombardini, tra il 1288 ed il 1360, si verifica la diversione del Secchia direttamente in Po attraverso Quistello, dove fu inalveato nell'antico alveo del Po, anche se secondo alcuni autori tale inalveazione non corrisponderebbe all'attuale.



È certo comunque che a partire dall'inizio del XVI sec. anche il Secchia ha praticamente assunto il tracciato attuale.

Il F. Panaro durante l'età del bronzo scorreva nel suo tratto più meridionale secondo la direttrice Piumazzo-Manzolino-S. Giovanni in Persiceto e nel suo tratto più a valle, prima di confluire in Secchia a Finale Emilia, corrispondeva agli alvei del centese che saranno occupati dal F. Reno a partire dal XII sec. d.c.. In età romana scorreva presumibilmente nel tratto più a monte lungo la direttrice S. Cesario S.P.-Nonantola, ad est dell'alveo attuale, per poi svilupparsi nelle valli di Crevalcore e confluire in Secchia nella zona di Finale E.. Nell'alto medioevo il fiume tende ad avvicinarsi, nel suo tratto a monte, al corso attuale, mentre tra Crevalcore e Finale E. occupa l'alveo dell'attuale Scolo Panarazzo, alveo che rimarrà attivo fino al XII sec. d.c.. Nel basso medioevo viene immesso nel corso praticamente attuale da S. Ambrogio, quindi fino a Bomporto non vi sono più state mutazioni di rilievo; da Bomporto il fiume fletteva invece verso E, e con uno o più corsi arrivava nelle valli a nord di Crevalcore, quindi a Finale E. ed infine a Bondeno, seguendo il "Ramo della Lunga". E' intorno al 1347 (o poco più tardi, secondo alcune testimonianze) che viene immesso nel Naviglio presso Bomporto, assumendo praticamente la configurazione attuale. Da notare che tutto il basso corso del Panaro, compreso il Ramo della Lunga di Finale, soppresso il secolo scorso, corrisponde all'alveo medioevale del F. Secchia (PELLEGRINI, 19906).

Per quanto concerne il dettaglio storico delle acque superficiali minori (canali e scoli) le maggiori informazioni bibliografiche sono relative alla zona prossima alla città Modena in cui il reticolo idrografico è stato fortemente modificato dalle opere antropiche allo scopo di regolarizzare le acque dei torrenti diretti verso la città.

Nel resto del territorio provinciale non si sono reperite molte informazioni, a metà del secolo scorso la rete di drenaggio conservava ancora caratteri più "naturali", cioè canali con andamento sinuoso, che corrispondevano in gran parte ad antichi corsi d'acqua naturali. A conclusione di questa lunga ricostruzione storica si può sostenere che il paesaggio di Finale E. è largamente dominato dall'acqua: quella del F. Panaro e, in passato, in modo indiretto il F. Secchia, hanno determinato lo scheletro, la struttura topografica e quella paesaggistica, mentre quella degli alvei minori, artificiali o naturali, solca e segna profondamente tutto il territorio comunale.

La rete idrografica superficiale appartiene al bacino idrografico del Fiume Panaro ed è costituita prevalentemente dai cavi e canali del Consorzio Interprovinciale per la Bonificazione Burana – Modena.

Il reticolo idrografico si è costituito grazie alla naturale evoluzione dei fiumi Panaro, Secchia e Po










e da una serie di successive modificazioni antropiche del sistema scolante. Il sommarsi di tali agenti ha portato all'attuale conformazione dell'assetto idrografico superficiale, costituito da un sistema di assi drenanti orientati prevalentemente in senso EO, formati da una fitta rete di fossi e scoli che convogliano i deflussi idrici nei collettori principali che solcano il territorio. Quest'ultimi sono, per il territorio in esame, lo Scolo Teratico, il Diversivo Teratico Dogarolo, Cavo Canalazzo e Cavo Bagnoli, che attraversano l'area in oggetto, si segnalano, inoltre, il Cavo Dogarolo, a nord-ovest del Polo 24 e il Dogaro Uguzzone. Osservando in dettaglio la rete idrica superficiale e la parcellizzazione agraria, si riscontrano differenze nell'organizzazione degli scoli conseguenti a preesistenze morfologiche territoriali. Queste ultime possono coincidere con aree di antica sistemazione fondiaria che sfruttava tratti di estinti drenaggi naturali. In tale contesto assume particolare importanza la qualità delle acque immesse nella rete superficiale in quanto le condizioni idrogeologiche e geomorfologiche determinano un interscambio molto attivo tra le acque dei cavi e dei canali e la falda idrica sotterranea. Quanto detto trova riscontro negli spartiacque superficiali che tendono a coincidere, nell'area in esame, con gli assi idrogeologici, che a loro volta si estendono su paleovalvei quindi in zone a permeabilità relativamente elevata. Nei dintorni dell'area in esame sono inoltre presenti numerosi specchi d'acqua, utilizzati per la maggior parte per allevamento ittico, ed in minor misura per la pesca sportiva. La caratterizzazione idrografica ed idraulica del territorio è stata, inoltre, eseguita anche attraverso una campagna di rilevamento speditiva delle caratteristiche qualitative dei corsi d'acqua; dall'analisi svolta emerge la presenza, sul territorio di una rete idrografica con scarsa valenza paesaggistica, in relazione principalmente all'artificialità della rete ed alla vocazione promiscua della maggior parte dei corsi d'acqua. L'elemento idrografico di maggior rilievo è certamente costituito dal Canale Diversivo di Burana, che si sviluppa nella porzione settentrionale del territorio comunale e prosegue ad ovest dell'abitato di Finale E.: fondamentale è il suo impiego sia come elemento della rete scolante che come componente chiave del sistema irriguo, con doppia direzione di deflusso a seconda dei differenti impieghi. A questo sono collegati i canali precedentemente citati; si evidenzia come i canali presentino una geometria regolare, l'assenza di arginature, la presenza di vegetazione riparale sul fondo; l'acqua è poco limpida ma corrente.

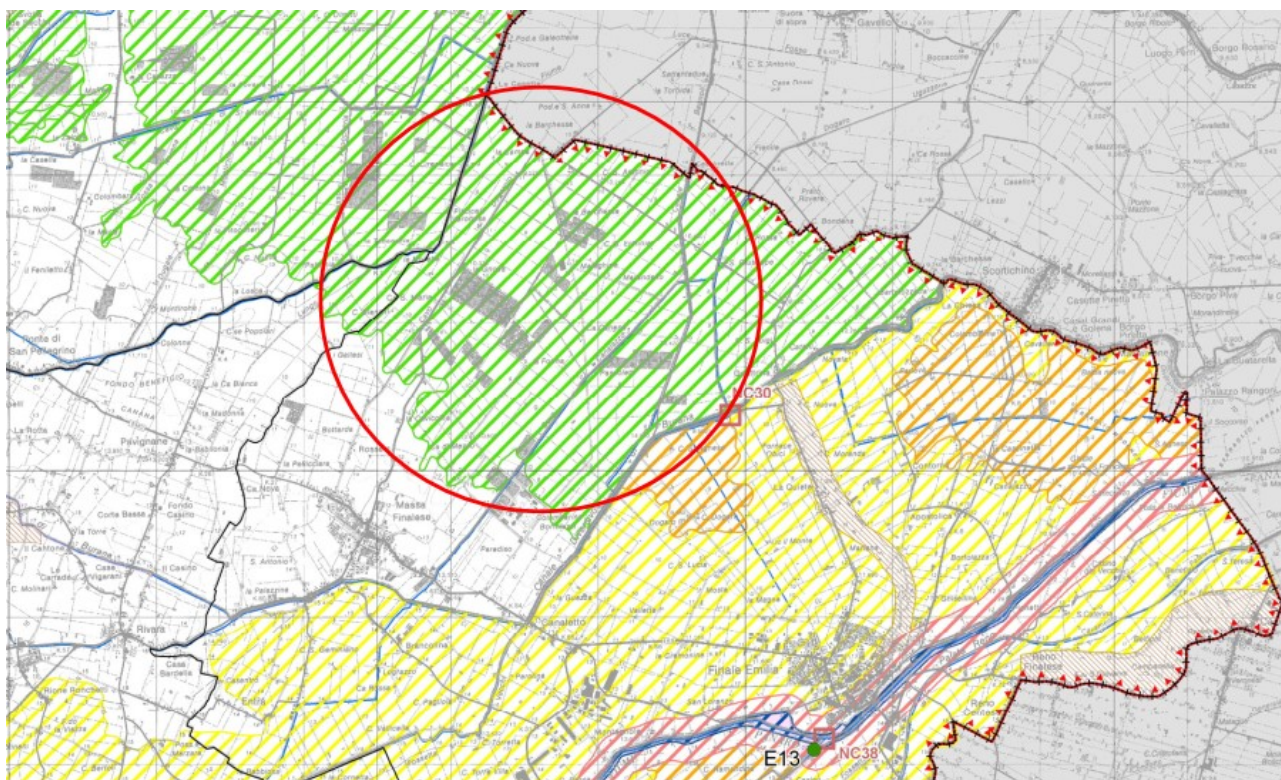
Per quanto riguarda l'esondabilità del territorio indagato, si evidenzia che esso è stato soggetto ad inondazioni relativamente frequenti da parte del Fiume Panaro, del Fiume Secchia e del Fiume Po. Le esondazioni più recenti correlate al Fiume Po sono documentate nel secolo scorso. Si può tuttavia ritenere che le opere di regimazione idraulica superficiale effettuate dal Consorzio Interprovinciale della Bonifica Burana – Modena, iniziate nel 1899, abbiano conferito un'efficienza idraulica al territorio che rende improbabile il ripetersi di allagamenti da parte del

Fiume Po. Le esondazioni più recenti riferibili al Fiume Panaro e al Fiume Secchia, avvenute negli anni compresi tra il 1952 ed il 1982, hanno una probabilità molto limitata di ripetersi, grazie alla realizzazione delle casse di espansione del Fiume Secchia, in località Marmaglia di Modena, del Fiume Panaro in località San Damaso di Modena, nonché l'area di laminazione delle piene del Fiume Panaro in prossimità di Cà Bianca di Finale Emilia.

I territori allagati a seguito delle rotte del fiume Po, interessarono il territorio comunale di Finale E. in occasione degli eventi alluvionali del secolo scorso (1839, 1872, 1879). In tempi recenti il territorio comunale è stato interessato dalle esondazioni in seguito alla rotta del fiume Secchia del 20 aprile 1960 e a quelle del fiume Panaro del 19-20 Novembre 1952. E' inoltre stato interessato da "microallagamenti" circoscritti a piccole aree in occasione dell'evento del maggio 1996, imputabili a difficoltà di smaltimento, per eccessivo carico, dei corsi d'acqua di bonifica. Le cause delle esondazioni sono da imputare principalmente, oltre che all'eccezionalità degli eventi pluviometrici, alla fragilità generale dell'equilibrio idraulico, dovuta sia alle profonde modificazioni avvenute nei sistemi agro-colturali collinare e montano, sia agli effetti indotti dall'aumento delle aree urbanizzate sulla velocità di deflusso delle acque superficiali e di conseguenza sulla concentrazione degli effetti di piena; tuttavia con le sistemazioni idrauliche realizzate negli ultimi decenni, si verificano attualmente solamente problemi in ordine al deflusso delle acque in eccesso in punti localizzati ad estensione limitata. Considerando la "Carta della criticità idraulica di pianura riportata nel PTCP si evidenzia, quindi, come il territorio comunale di Finale E. sia caratterizzato da aree ad elevata criticità idraulica in corrispondenza dell'alveo del fiume Panaro, la fascia di territorio compresa fra il fiume Panaro e il canale Diversivo sia caratterizzata da aree depresse a criticità media a luoghi con possibilità di ristagni.

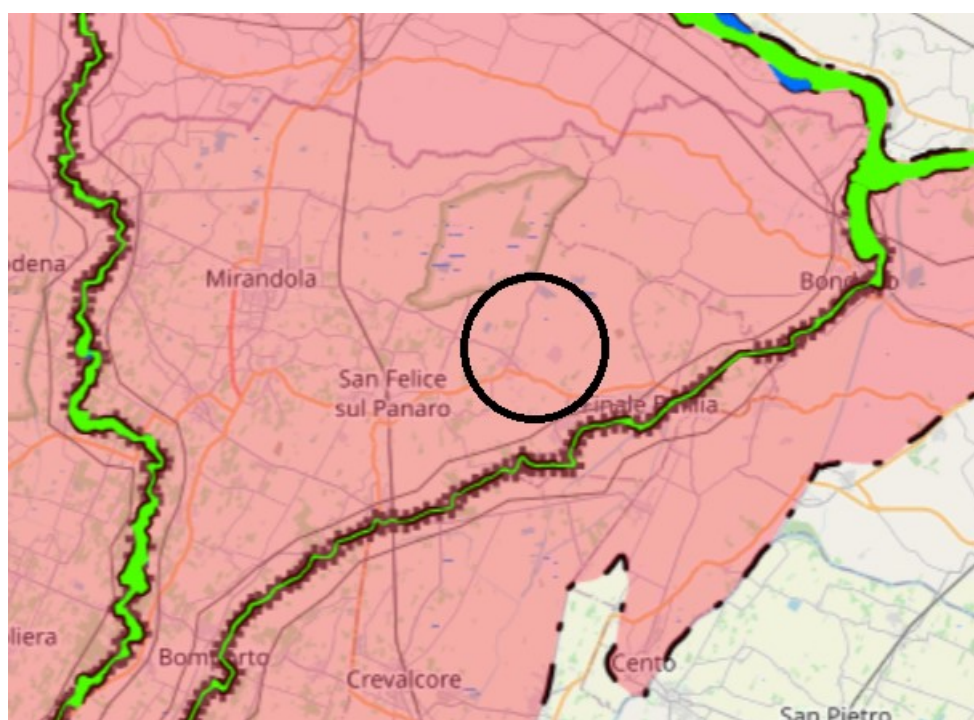
La porzione di territorio in cui ricade il progetto in esame è, invece, classificata come "Area a media criticità idraulica con bassa capacità di smaltimento (Art.11)".

	A1 - Aree ad elevata pericolosità idraulica (Art.11)
	A2 - Aree depresse ad elevata criticità idraulica con possibilità di permanenza dell'acqua a livelli maggiori di 1 metro (Art.11)
	A3 - Aree depresse ad elevata criticità idraulica aree a rapido scorrimento ad elevata criticità idraulica (Art.11)
	A4 - Aree a media criticità idraulica con bassa capacità di scorrimento (Art.11)
	Aree golenali naturali ed artificiali
	Paleodossi di accertato interesse (Art.23A, comma 2, lettera a)
	Invasi ed alvei di laghi, bacini e corsi d'acqua (Art.10)
	Fasce di espansione inondabili (Art.9, comma 2, lettera a)
	Limite delle aree soggette a criticità idraulica (Art.11)



Carta della criticita' idraulica di pianura (PTCP Provincia di Modena)

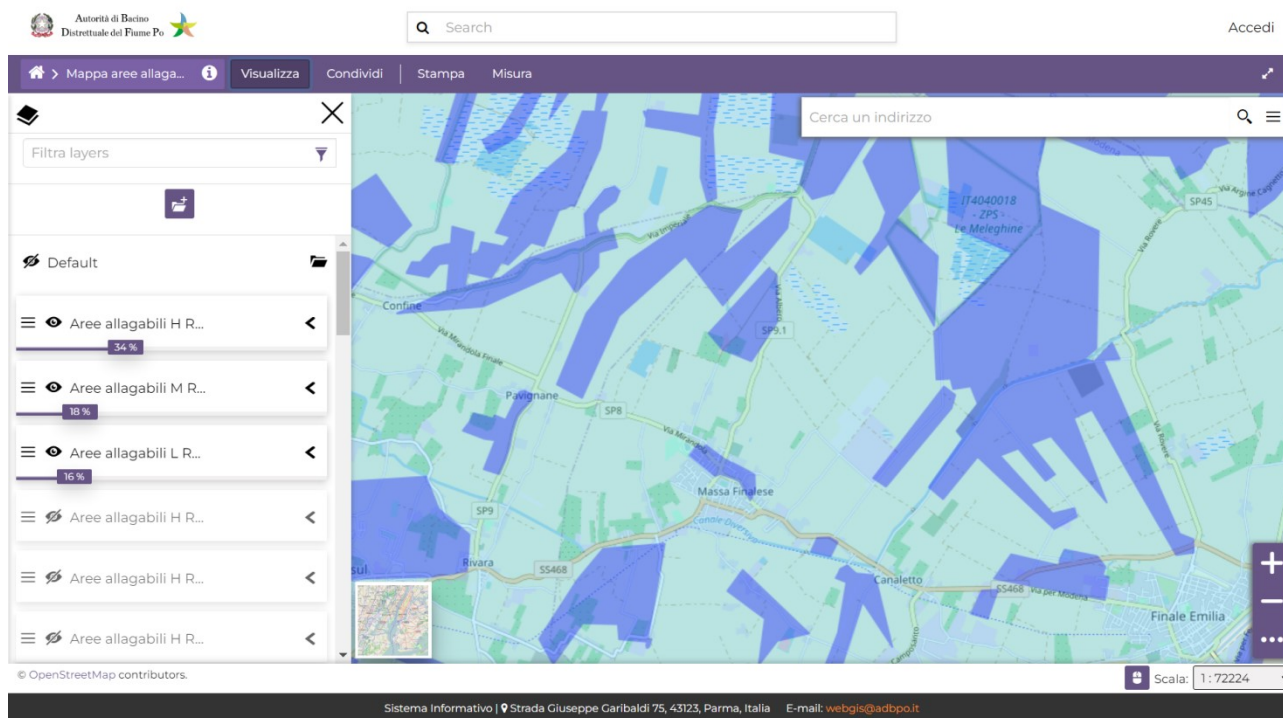
Da un esame del P.A.I dell'U.o.M. del fiume Po, come testimoniato dalla immagine sotto, si evince che l'area in esame si colloca nella fascia C.



PAI bacino del Po in rosso Fascia C



Per quanto riguarda inoltre il recentissimo Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (ottobre 2022) per l'Unità di Gestione del bacino del Po (UoM-ITN008), le aree di progetto non rientrano nelle Aree allagabili relative a scenari di Alta probabilità (H) ma rientra nella fascia delle aree allagabili a medio e basso rischio (probabilità).



## 7. IDROGEOLOGIA

Da un punto di vista idrogeologico la zona appartiene al Sistema Acquifero Padano delimitato a sud dagli affioramenti appenninici ed a nord da quelli alpini e terminante a circa 50 km al largo della Costa Adriatica. Il serbatoio idrogeologico è formato prevalentemente da depositi del Quaternario Continentale assemblati in un'alternanza di livelli più o meno permeabili con rapporti stratigrafici sensibilmente complessi.

Il sistema acquifero è strettamente connesso al modello deposizionale caratterizzante la pianura padana: nella zona di media pianura, caratterizzata, come detto, da sequenze limo-argillose con intercalazioni sabbiose, gli orizzonti sabbiosi ospitano falde idriche raccordantesi con quelle delle conoidi dell'alta pianura; hanno pertanto una alimentazione abbastanza remota, mentre possono ritenersi trascurabili i fenomeni di infiltrazione diretta dalla superficie, essendo questa caratterizzata prevalentemente da limi e argille.

L'acquifero principale, inteso come quello solitamente sfruttato, si presenta quindi generalmente



compartimentato, con una potenzialità idrica complessivamente molto scarsa, con valori di trasmissività molto bassi; la falda è ovunque in pressione e prossima al p.c.; in superficie (entro i primi 10 m) è frequente riscontrare livelli acquiferi sospesi, di tipo freatico, completamente separati dall'acquifero principale e dotati di acque scadenti. Secondo le recenti ricerche condotte negli ultimi anni dall'Ufficio Geologico della RER7, nel sottosuolo della Regione Emilia Romagna si riconoscono tre Gruppi Acquiferi, separati da barriere di permeabilità, ad estensione regionale, denominati Gruppo Acquifero A, B, e C. Gli scambi idrici tra i tre gruppi acquiferi sono contenuti, salvo che nella stretta fascia collinare, sede delle aree di ricarica. I tre gruppi acquiferi sono suddivisi in tredici unità idrostratigrafiche inferiori, denominate complessi acquiferi. La distinzione tra gruppo acquifero e complesso acquifero è effettuata sulla base del volume immagazzinato (maggiore nel primo), oltre che sullo spessore e sulla continuità areale dei livelli impermeabili delle diverse unità. L'acquitardo basale rappresenta l'insieme delle unità impermeabili che costituiscono il limite della circolazione idrica sotterranea e che si estendono al di sotto della Pianura Padana ed emergono lungo il margine appenninico. Si tratta, per questo settore della Pianura Padana, delle già menzionate Argille Azzurre.

\* Il Gruppo Acquifero A, attualmente sfruttato in modo intensivo, è costituito da ghiaie e conglomerati, sabbie e peliti di terrazzo e conoide alluvionale organizzati in strati lenticolari di spessore estremamente variabile, da alcune decine di centimetri a svariati metri, in genere costituiti da un letto di conglomerati eterometrici ed eterogenei, con matrice sabbiosa, talora disorganizzati, talora embriciati, generalmente poco cementati, e da un tetto sabbioso-limoso. La base degli strati è fortemente erosiva. Sono presenti paleosuoli. La potenza dell'unità in affioramento è variabile da qualche metro fino ad alcune decine di metri. Il contatto con le unità idrogeologiche sottostanti B e C e le unità affioranti lungo il Margine Appenninico Padano è frequentemente discordante. L'età di questo Gruppo Acquifero A è *Pleistocene medio-Olocene*.

\* Il Gruppo Acquifero B, sfruttato solo localmente, è costituito da prevalenti argille limose di pianura alluvionale con talora intercalati livelli discontinui di ghiaie e conglomerati eterometrici ed eterogenei e sabbie; sono anche presenti alcuni paleosuoli. La potenza dell'unità in affioramento è variabile da qualche metro fino ad alcune decine di metri. Il contatto sulle unità affioranti lungo il Margine Appenninico Padano è frequentemente discordante. I depositi appartenenti a questa unità risalgono al *Pleistocene medio*.

\* Il Gruppo Acquifero C, isolato rispetto alla superficie per gran parte della sua estensione, è raramente sfruttato ed è formato da depositi di delta-conoide e marino-marginali costituiti da prevalenti sabbie e areniti, generalmente poco cementate o con cementazione

disomogenea, ben selezionate con granulometria media e fine, talora grossolana, in genere ben stratificate e con evidente laminazione incrociata. Spesso sono massive e ricche in bioclasti, con frequenti intercalazioni, da sottili a molto spesse, di conglomerati eterogenei ed eterometrici e di peliti. La potenza dell'unità in affioramento raramente è maggiore di cento metri. Il contatto, sulle unità affioranti lungo il Margine Appenninico Padano è generalmente netto, di tipo erosivo ed in discordanza angolare. I depositi appartenenti a questa unità risalgono al *Pliocene inferiore* - *Pleistocene medio*.

A fare da Aquitardo Basale alle sovrastanti unità idrogeologiche c'è un insieme di Unità complessivamente impermeabili che, estendendosi nel sottosuolo della pianura ed affiorando sul Margine Appenninico Padano, costituiscono il limite della circolazione idrica-sotterranea qui presente; si riconoscono una prima unità costituita da orizzonti limo-argillosi e subordinatamente sabbiosi con intercalazioni torbose, correlabili a depositi continentali delle formazioni medio pleistoceniche-oloceniche, avente spessori complessivi compresi tra gli 80 e i 400 m., un'unità formata da argille con intercalazioni sabbiose, riconducibile al Quaternario marino, generalmente permeato da acque salmastre, la cui base ha un andamento con profondità mediamente pari a 2.500-3.000 m, ed un'unità basale comprendente le formazioni del Pliocene e Miocene, costituita da orizzonti argillosi, marnosi, sabbioso-arenacei, con presenza di straterelli gessosi e/o calcareo-arenacei, di ambiente deposizionale marino. La superficie di separazione fra le acque "dolci" e quelle "salate" ha un andamento paragonabile a quello della base del Pliocene, ma con una profondità, in corrispondenza del territorio comunale di Finale E., compresa tra circa 150 m, nella zona meridionale e settentrionale, per poi risalire rapidamente nella parte centrale del territorio comunale, sino a circa 50 m nella zona di Mortizzuolo – Ponte San Pellegrino; in corrispondenza di tali aree, possono verificarsi, in taluni casi, fenomeni di risalita delle acque salate sino ai pozzi superficiali. La porzione di territorio comunale, in oggetto, è caratterizzata dalla presenza essenzialmente da sedimenti fini depositi dai fiumi appenninici e dal Po. La base dell'acquifero è formata da orizzonti poco permabili o impermeabili e/o dalle formazioni del substrato Pliocenico e pre Pliocenico saturati da acque salmastre e salate. Per capire meglio il complesso idrogeologico dell'area si riassume la successione dei sedimenti fluviali, palustri, deltizi e marini Pliocenico-Quaternari che ricoprono il substrato, dal più recente al più antico:

- Formazioni continentali Oloceniche e del Pleistocene Sup: alternanza di orizzonti sabbiosi intercalati a complessi argillosi con presenza di livelli torbosi.
- Formazioni di ambiente marino-lagunare Pleistoceniche: orizzonti sabbiosi intercalati ad argille-argille sabbiose nel complesso più argillosi dei sedimenti olocenici.
- Formazioni marine Plioceniche: orizzonti argillosi che passano lateralmente a bancate più

sabbiose e a formazioni marnoso-siltose con intercalati livelli arenacei.

- Formazioni marine Mioceniche: marne a volte siltose con intercalazioni di livelli arenacei e gessoso-calcareo-arenacei.

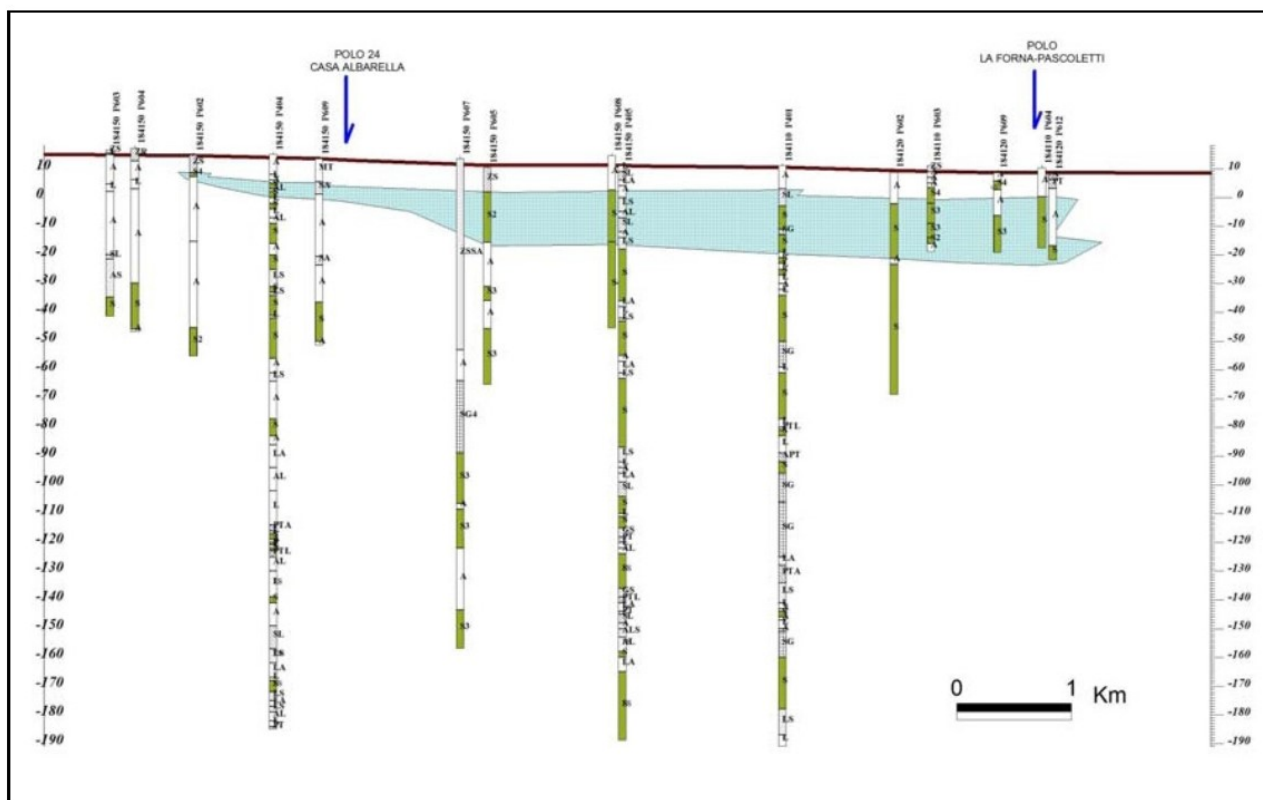
Scendendo più nel dettaglio dell'area in esame, sono presenti spessi orizzonti sabbiosi intercalati a livelli argillosi. Si riscontra la presenza di livelli lentiformi superficiali a carattere prevalentemente argilloso, di spessore variabile, a profondità da -2 a -7 m da p.c.; segue un orizzonte di transizione tra le argille ed il primo acquifero confinato, costituito da sabbie e sabbie limose, presente sino alla profondità di circa 10 m da p.c; al di sotto vi è il complesso permeabile continuo costituito da litotipi marcatamente sabbiosi a granulometria variabile da medio fine a medio-grossolana, di spessore oscillante da 30 e 40 m. Segue il substrato argilloso, quale base impermeabile dell'acquifero.

Dato l'assetto lenticolare dell'orizzonte sabbioso di transizione, non si ha, a scala territoriale una separazione tra l'acquifero freatico e la prima falda idrica confinata che localmente può essere considerata semiconfinata.

Gli apporti al sistema acquifero sono in gran parte dovuti al Fiume Po, con il quale sono in diretta comunicazione, ed agli apporti di sub-alveo e da paleoalveo, alvei e canali con acque appenniniche; trascurabili sono le infiltrazioni superficiali, che raggiungono un'efficacia del 25% solamente in corrispondenza dei dossi sabbiosi.

**Fig. 14 Sezione idrogeologica**

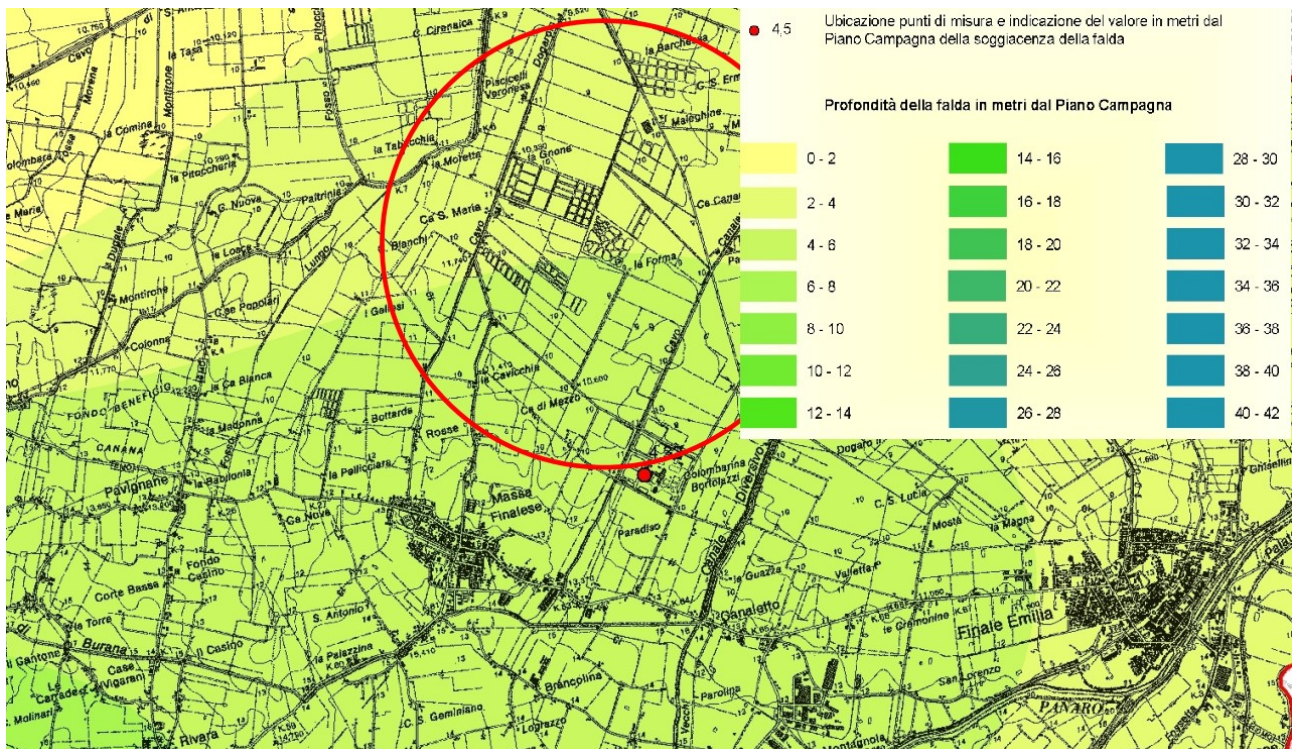
Fonte: PIAE 2008



La sezione mostra la tipica distribuzione dei depositi di questa porzione di pianura: le stratigrafie evidenziano una discreta uniformità litologica con alternanze di argille e limi argillosi fino a profondità di circa 8m, a volte anche 10m. A una profondità che varia dagli 8 – 10 m dal piano campagna si individua il tetto dei depositi sabbiosi che costituiscono il primo acquifero confinato, tali depositi si mostrano continui e con spessori potenti 15 – 20 m. Il poligono di colore azzurro è un ipotesi di lavoro che tenta di dare una geometria al corpo sedimentario del primo acquifero confinato; tale correlazione è da considerarsi puramente indicativa.

Riassumendo le caratteristiche idrogeologiche in sintesi dell'area in esame sono:

- primo acquifero confinato nei primi strati sabbiosi (a circa -4,0/-6,0 m da p.c.);
- piezometrie piuttosto variabili e dipendenti soprattutto dalla litologia superficiale;
- direzione di flusso delle acque sotterranee secondo le direttrici dei paleodrenaggi, con andamento ovest-est;



Carta idrogeologica-soggiacenza della falda

Per il settore di pianura in cui è ubicato il nostro progetto, si registra un innalzamento della piezometria nel trend di lungo periodo compreso tra 0 e 0.2m/anno. I prelievi ad uso acquedottistico da falda sono sostanzialmente assenti. Essendo l'area oggetto di studio in una zona di bassa pianura non ricade in nessuno dei settori di protezione individuati dal PTA.

## 8. RISCHIO SISMICO

Il riferimento normativo vigente per la costruzione in zona sismica era fino al 30 giugno 2009 il D.M. 16/01/1996 nonché l'O.P.C.M. n°3274 del 20 marzo 2003 “ Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”; che riqualificano dal punto vista sismico il territorio nazionale/regionale. **Dal 1 luglio 2009** sono entrate in vigore le Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni del **D.M. 14/01/2008**. Tali norme, meglio spiegate nella circolare esplicativa del 2/2/2009, n.617, costituiscono il quadro normativo di riferimento per la progettazione antisismica nei comuni classificati a rischio.

Il 17 gennaio 2018 il MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI ha approvato con DECRETO entrato in vigore il 22 marzo 2018, le nuove Norme Tecniche sulle



Costruzioni le cui norme sostituiscono integralmente quelle approvate il 14 gennaio 2008. La classificazione sismica del suolo si effettua ora in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, il parametro  $V_{S30}$  viene sostituito dal  $V_{Seq}$  (in m/s), definita dall'espressione:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

con:  $h_i$  spessore dell' $i$ -esimo strato;

$V_{S,i}$  velocità delle onde di taglio nell' $i$ -esimo strato;  $N$  numero di strati;

$H$  profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da  $V_s$  non inferiore a 800 m/s. la precedente tabella viene sostituita con la nuova riportata sotto. Inoltre il nuovo metodo di classificazione dei suoli ai fini della individuazione dell'azione sismica locale, non può più essere basato su più parametri quali:

$N_{SPT}$  ottenuto dalle prove penetrometriche e

$c_u$  valore della resistenza non drenata equivalente.

A tal fine, quindi la misurazione in sito del  $V_{Seq}$  **è indispensabile, ma viene rimandata in sede di progettazione definitiva.**

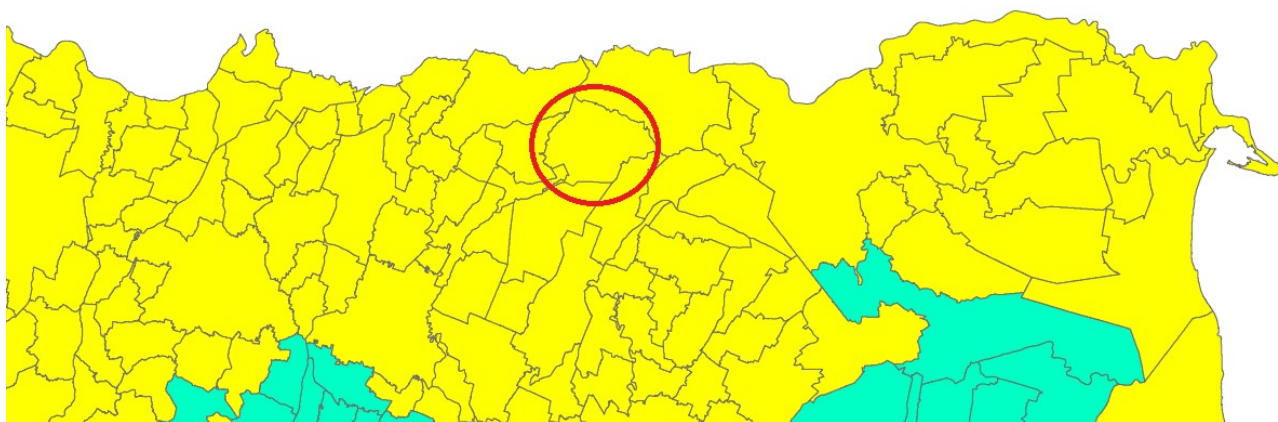
Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di Velocità delle onde di taglio superiori a 800m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti , con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> , caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con profondità del substrato superioria 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> con profondità del substrato superioria 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.

E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.
---	---

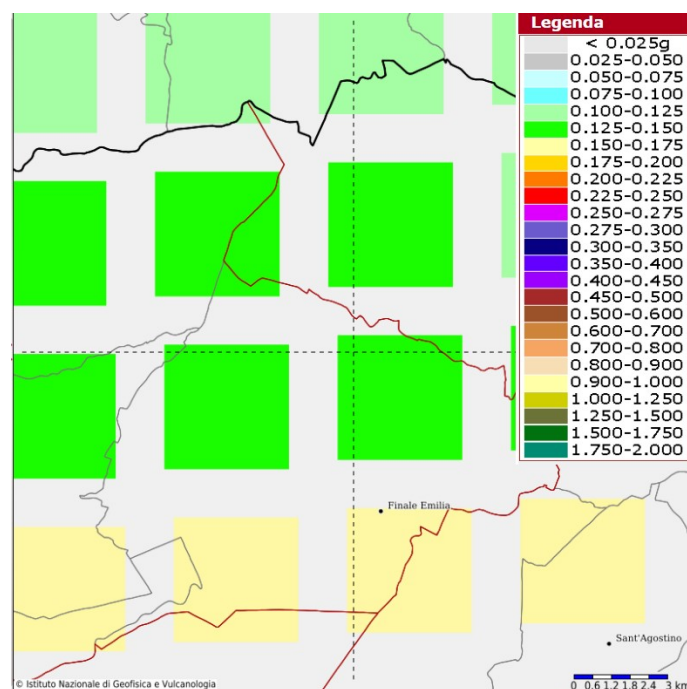
**Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo**

Sono state inoltre eliminate le due categorie S1 e S2.

## Classificazione sismica dei comuni dell'Emilia-Romagna 2023



La Regione Emilia Romagna, con Deliberazione della G.R. N.1435/2003 del 21/01/2003, ha approvato la nuova classificazione sismica dei comuni Emiliani, in ottemperanza alla suddetta O.P.C.M., operante dal 08/05/2004 che riconferma la citata Ordinanza e colloca il comune di Finale Emilia e la frazione di Massa Finalese in zona sismica 3 con i valori di P.G.A. riferiti a suolo di categoria “A” compresi tra 0.125g e 0.175g.



#### Classificazione sismica comuni italiani

**Manifestazioni tettoniche recenti sarebbero state evidenziate proprio nelle aree di Massa Finalese e Mirandola.** Tali aree rappresentano quindi le zone con maggior potenziale sismo-genetico; a tal proposito si rileva che nel margine appenninico, a sud ovest di Modena, si sono verificati sismi con intensità massima del IX grado MCS (Mercalli-Cancani-Sieberg) in tempi storici, mentre tra le città di Parma e Reggio Emilia la massima intensità rilevata è stata pari all’VIII grado MCS. L’area di studio ricade quindi in zona tettonicamente attiva con intensità macrosismiche che nel maggio –giugno 2012 hanno raggiunto il VII-VIII grado della scala MCS con valori di P.G.A. stimati dalla shake map dell’INGV in occasione del sisma del 20/5/2012 pari a **0.32g**.

La microzonazione sismica è la suddivisione dettagliata del territorio in base al comportamento dei terreni durante un evento sismico e dei conseguenti possibili effetti locali del sisma sulle costruzioni. Essa costituisce un supporto fondamentale per tutti gli strumenti di pianificazione urbanistica comunale e per le relative Norme tecniche di attuazione/Regolamenti urbanistici edilizi, al fine di indirizzare le scelte insediative verso le aree a minore pericolosità sismica e/o all'utilizzo di tipologie edilizie a minor vulnerabilità rispetto ai possibili effetti locali e di assicurare che la progettazione esecutiva degli interventi edilizi ne realizzi la resistenza e le condizioni di sicurezza. La Regione Emilia-Romagna ha ritenuto necessario di procedere alla realizzazione degli studi di microzonazione sismica per i Comuni dove durante il sisma del 2012 sono stati osservati effetti di intensità macrosismica  $\geq 6$  tra cui rientra anche il comune di Finale Emilia ed alle cui prescrizioni e norme tecniche è obbligatorio adeguare la progettazione.







## 9. LITOLOGIA

Per la caratterizzazione litologica del territorio comunale si è fatto riferimento principalmente a documenti esistenti, essendo l'area già ampiamente studiata in bibliografia; si è infatti utilizzata la "Carta geolitologica della pianura" allegata alla Variante generale PIAE 2008. L'analisi della carta della Litologia di Superficie, consente di formulare alcune considerazioni che trovano sovente un significativo riscontro nell'elaborazione degli aspetti idromorfologici del territorio; generalmente la distribuzione areale dei litotipi presenti, rispecchia infatti l'andamento delle forme legate all'evoluzione idrografica dei corsi d'acqua che hanno generato il territorio. I litotipi presenti sono costituiti da un insieme di orizzonti lentiformi che sfumano più o meno gradualmente tra loro e che evidenziano una distribuzione non omogenea, ma legata alle passate evoluzioni idrografiche dei fiumi e corsi d'acqua che hanno generato il territorio. Osservando il territorio nel suo insieme, si riscontra che i litotipi maggiormente rappresentativi sono quelli a granulometria fine, argillosa e limosa; in generale si osserva come terreni più sabbiosi caratterizzino le aree più prossime ai fiumi odierni o corrispondono alle zone più rilevate, o si rinvenzano lungo gli alvei abbandonati, mentre terreni nettamente argillosi, talora anche torbosi, si trovano nelle "basse", dove si sono mantenute sino ad epoca recente condizioni palustri. Con riferimento alla cartografia sopra riportata, all'interno del territorio comunale, sono state riconosciute le seguenti classi granulometriche: Limo argilloso, Limi, Limi sabbiosi, Sabbie. Sono quindi, presenti, depositi di piana alluvionale costituiti da argille limose, argille e limi argillosi laminati, con presenza di materiali organici parzialmente decomposti, tipici di un'area interfluviale e di palude. In particolare i terreni prevalentemente limosi e/o limoargillosi, prevalgono nella zona centrale e settentrionale del territorio comunale, mentre le alluvioni limo sabbiose e sabbiose, si rinvenzano principalmente nella parte orientale e meridionale, più prossima all'attuale alveo del fiume Panaro. Si riporta inoltre la stratigrafia di un pozzo per acqua eseguito nel sito dello zuccherificio adiacente all'area di progetto, a conferma di quanto finora enarrato.

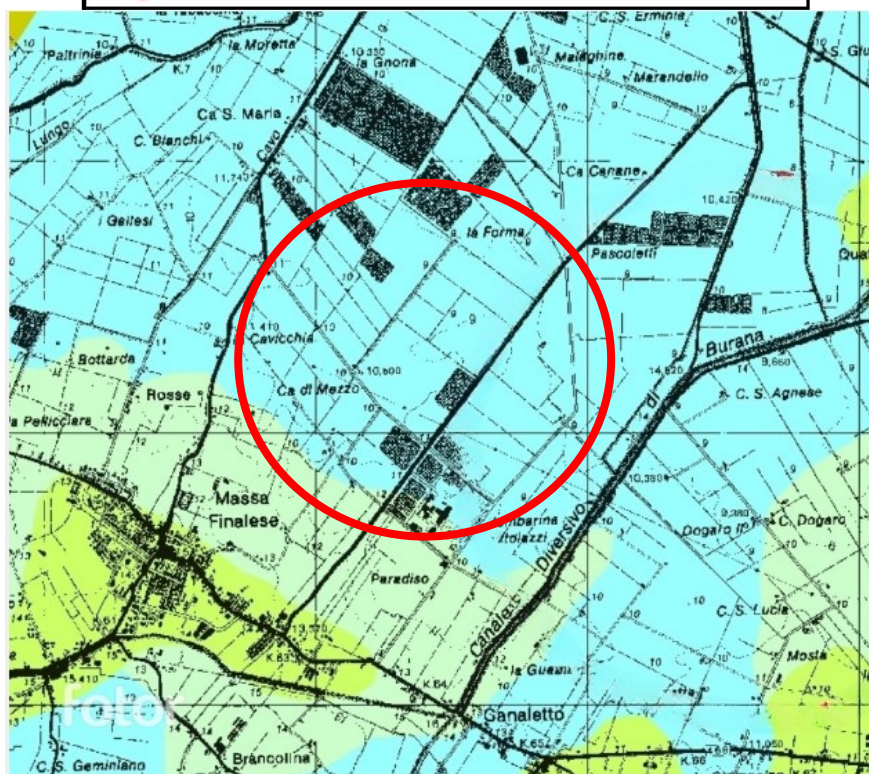
## Carta geolitologica della pianura

Fonte: VARIANTE GENERALE AL PIAE 2008

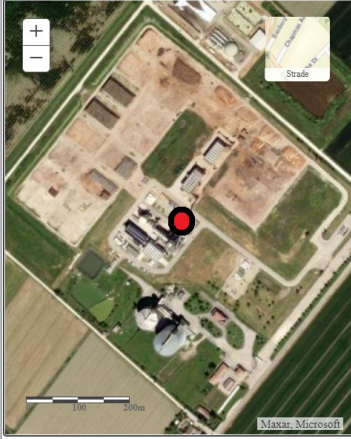
### LEGENDA:

#### DEPOSITI ALLUVIONALI QUATERNARI

	Limo
Argilla	Limo argilloso
Ghiaia	Limo sabbioso
Ghiaie sabbiose	Sabbia
	Area di interesse



**Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (Legge 464/1984)**

Dati generali	Ubicazione indicativa dell'area d'indagine
Codice: 3271 Regione: EMILIA-ROMAGNA Provincia: MODENA Comune: FINALE EMILIA Tipologia: PERFORAZIONE Opera: POZZO PER ACQUA Profondità (m): 70,00 Quota pc slm (m): 12,00 Anno realizzazione: 2003 Numero diametri: 1 Presenza acqua: SI Portata massima (l/s): 29,400 Portata esercizio (l/s): 20,000 Numero falde: 2 Numero filtri: 1 Numero piezometrie: 3 Stratigrafia: SI Certificazione(*): NO Numero strati: 7 Longitudine WGS84 (dd): 11,237906 Latitudine WGS84 (dd): 44,854800 Longitudine WGS84 (dms): 11° 14' 16.46" E Latitudine WGS84 (dms): 44° 51' 17.29" N	

(\*)Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia

**FALDE ACQUIFERE**

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)
1	12,00	24,00	12,00
2	44,00	63,00	19,00

**POSIZIONE FILTRI**

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	51,00	62,00	11,00	273

**MISURE PIEZOMETRICHE**

Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
lug/2003	3,68	6,03	2,35	29,400
lug/2003	3,68	5,35	1,67	21,730
lug/2003	3,68	4,39	0,71	9,300

**STRATIGRAFIA**

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	1,00	1,00		TERRENO DI RIPORTO
2	1,00	12,00	11,00		ARGILLA
3	12,00	24,00	12,00		SABBIA
4	24,00	44,00	20,00		ARGILLA
5	44,00	51,00	7,00		SABBIA
6	51,00	63,00	12,00		SABBIA CON GHIAINO
7	63,00	70,00	7,00		ARGILLA

## 10. CONCLUSIONI

A conclusione dello studio condotto sull'area è stato possibile ricostruire un primo modello geologico, geomorfologico e idrogeologico di massima del terreno su cui intervenire inseguito con indagini dirette di dettaglio che dipanino i dubbi emersi ed analizzino il sito da un punto di vista geotecnico. Le caratteristiche specifiche dell'area di intervento, vengono di seguito riassunte:

- L' area ricade in una zona pianeggiante i cui terreni affioranti sono costituiti da depositi terrigeni di origine fluvio palustre ovvero alternanze non cicliche di termini principalmente argillo siltosi con percentuali variabili di sabbia. I rilievi originati dall erosione e rimaneggiamento degli stessi depositi da parte dei fiumi sono modesti e poco acclivi di forma allungata rispetto ai principali corsi d'acqua, nella fattispecie il nostro sito si trova ad una quota di circa 12m sul livello del mare;
- In base ad un rilevamento geologico di superficie temperato con analisi di stratigrafie di pozzi in aree limitrofe, il modello GEOLOGICO che viene fuori per il sito, risulta così costituito da un alternanza di lenti argillo-sabbiose con termini più sabbiosi, sulla base dei dati provenienti anche da un pozzo ISPRA scavato in adiacenza al sito.
- l'area in oggetto ricade in **Zona Sismica 3** a media sismicità;
- ai fini sismici dall'osservazione di alcuni sondaggi condotti in aree adiacenti al sito sulla stessa tipologia di terreni si può stimare che i terreni di fondazione appartengano alla “**Categoria C**” ma in sede definitiva tale dato va accertato in sito con indagini sismiche in sito (MASW-SASW-REMI);
- Il sito non risulta in area soggetta a Pericolosità Geomorfologica, mentre per quanto attiene il rischio idraulico è, invece, classificata come “Area a media criticità idraulica con bassa capacità di smaltimento (Art.11).
- Rimane comunque da verificarne la rispondenza ad altra vincolistica.
- Da un punto di vista granulometrico i terreni esaminati in altre indagini eseguite su aree omogenee per natura geologica distanti qualche centinaio di metri dal nostro sito, risultano essere delle argille con limi, con un basso contenuto in sabbia; il campione ricade, secondo la classificazione UNI nel gruppo A- 7-5, la cui descrizione è “Argille fortemente compressibili, mediamente plastiche.
- Da un punto di vista Geotecnico, l'area in esame si colloca in una zona caratterizzata da valori elevati di resistenza meccanica dei terreni presenti con  $R_p$  anche maggiori di 20Kg/cm<sup>2</sup>, il



problema maggiore altresì sono i terreni sottostanti quelli superficiali che spesso presentano valori inferiori. Per tale motivo è inutile in questa sede fornire dati che non corrisponderanno mai con la stratigrafia del sito. In sede di progetto definitivo andranno eseguite in sito prove che si spingano ad analizzare i terreni fino all'estinzione del bulbo delle pressioni indotte. Fortemente consigliate su questi terreni sono le prove penetrometriche statiche (CPT).

E' necessario comunque sottolineare che le caratteristiche meccaniche e le misure indicate ricavate da indagine diretta sono suscettibili di un certo margine di indeterminatezza dovuto alla variabilità di questi tipi di terreni sia in senso verticale che orizzontale da punto a punto. Valori più attendibili, si possono calcolare solamente prelevando più campioni in sito ed avendo a disposizione dati (spessore degli strati, R.Q.D., analisi di laboratorio su vari campioni ecc.) che solo con vari sondaggi diretti (carotaggio continuo) e varie prove di laboratorio (o in sito), condotte su un numero statisticamente sufficiente di campioni, si possono ottenere. Il coefficiente  $K_S$  di reazione del terreno è per definizione il rapporto fra carico e cedimento. In un terreno reale il cedimento dipende, oltre che dal carico applicato e dalle proprietà del terreno, dalla forma e dimensioni della fondazione e dalla stratigrafia del terreno **non è quindi una proprietà del terreno e non può essere definito con solo riferimento al terreno, ma deve anche essere riferito alla dimensione e forma della fondazione**, ma ciò esula dagli obbiettivi di questa relazione in quanto di specifica pertinenza di quella geotecnica.

L'area di studio ricade quindi in zona tettonicamente attiva va dunque verificata la risposta dinamica dell'opera in progetto in relazione alla classificazione sismica dell'area e alla categoria del suolo di fondazione. Nella zonazione sismica, Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri del 20/03/2003 e come riconfermato dalla Regione Emilia Romagna l'area in oggetto ricade in **Zona Sismica 3** a medio-bassa sismicità. Con l'approvazione delle Nuove Norme tecniche contenute nel Decreto del 14/01/2018, le zone sismiche rimangono ancora valide ma i valori dei parametri necessari per la determinazione delle azioni sismiche  $a_g$ ,  $F_o$  e  $T_C$  andranno ricavati dalla Tabella S (Parametri Spettrali) allegata al Decreto, anche se nel maggio –giugno 2012 tali valori (P.G.A.) stimati dalla shake map dell'INGV in occasione del sisma del 20/5/2012 sono stati superati arrivando a 0.32g. Sulla base di ciò risulta indispensabile attenersi agli studi di micro zonazione sismica prontamente approntati a livello comunale dopo il terremoto ai fini del calcolo dell'azione sismica sulle strutture.

DATA: 12/12/2023

FIRMA

