

Regione Emilia - Romagna

Comune di Medicina

Città Metropolitana di Bologna

PROGETTO DEFINITIVO

Titolo:

Impianto di produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica

"MEDICINA 1" - "MEDICINA 2"

Loc. Fossatone

Oggetto:

RELAZIONE DEL CALCOLO DI CONFORMITA' IDRAULICA

Num. Rif. Lista:

-

Codifica Elaborato:

R-VC1

Società di progettazione:

  
Servizi Integrati Gestionali Ambientali scpa  
Circonvallazione Piazza d'Armi, 130 48122  
Ravenna (RA)  
C.F. e P.IVA 01465700399

Progettista:

Dott.ssa MICHELA LAVAGNOLI



Incarico professionale ricevuto dalla Chiron Energy Asset Management s.r.l., società facente parte del Gruppo Chiron Energy

Cod. File:

Scala:

Formato:

Codice:

Rev.:

PD

00

Rev.	Data	Descrizione revisione:	Redatto:	Controllato:	Approvato:
0	10/2023	Prima emissione	Dott. Michela Lavagnoli	Dott. Michela Lavagnoli	Dott. Michela Lavagnoli
1	01/2024	Seconda emissione	Dott. Michela Lavagnoli	Dott. Michela Lavagnoli	Dott. Michela Lavagnoli
2	-				

**INDICE**

<b>1</b>	<b>PREMESSA GENERALE .....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO .....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>CONTESTO AMBIENTALE DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>6</b>
3.1	Assetto geomorfologico .....	6
3.2	Assetto geologico e litostratigrafico.....	9
3.3	Acque superficiali.....	10
3.4	Assetto idrogeologico locale .....	15
<b>4</b>	<b>INVARIANZA IDRAULICA .....</b>	<b>17</b>
4.1	DETERMINAZIONE DEL VOLUME DI INVASO .....	17
<b>5</b>	<b>OPERE DI PROGETTO AI FINI DELL'INVARIANZA IDRAULICA.....</b>	<b>18</b>
<b>6</b>	<b>ASPETTI CONCLUSIVI .....</b>	<b>20</b>

## 1 PREMESSA GENERALE

La presente relazione riporta la valutazione di compatibilità idraulica relativa al progetto per la realizzazione di un nuovo impianto fotovoltaico nel territorio comunale di Medicina (BO), il cui intervento interesserà una superficie complessiva di circa 16,2 ha.

L'area di intervento è situata a sud della Zona industriale del Comune di Medicina. L'area risulta pianeggiante e confina a nord con il Canale consortile Prunaro, a ovest con campi agricoli, a sud con la SS253 San Vitale e a est con Via Passo Pecore Cento.

Gli impianti saranno connessi alla rete elettrica nazionale con un cavidotto: la soluzione tecnica, individuata da e-distribuzione con propria S.T.M.G. (codice rintracciabilità 349650823), prevede la costruzione delle nuove linee MT a 15 kV costituite ciascuna da una terna di cavi con posa sotterranea. Gli impianti saranno allacciati alla rete di distribuzione tramite realizzazione di una nuova cabina di consegna che sarà collegata in antenna alla cabina primaria AT/MT esistente "COLUNGA". La lunghezza complessiva dell'elettrodotto sarà pari a 11.300 m. Lungo il tracciato è prevista la realizzazione di n. 2 cabine di sezionamento che saranno del tipo a elementi prefabbricati. In quanto impianto di connessione alla rete di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile, la nuova linea a 15 kV avrà le caratteristiche di opera indifferibile ed urgente come definito dall'art. 12, comma 1, del D.lgs. n. 387/2003.

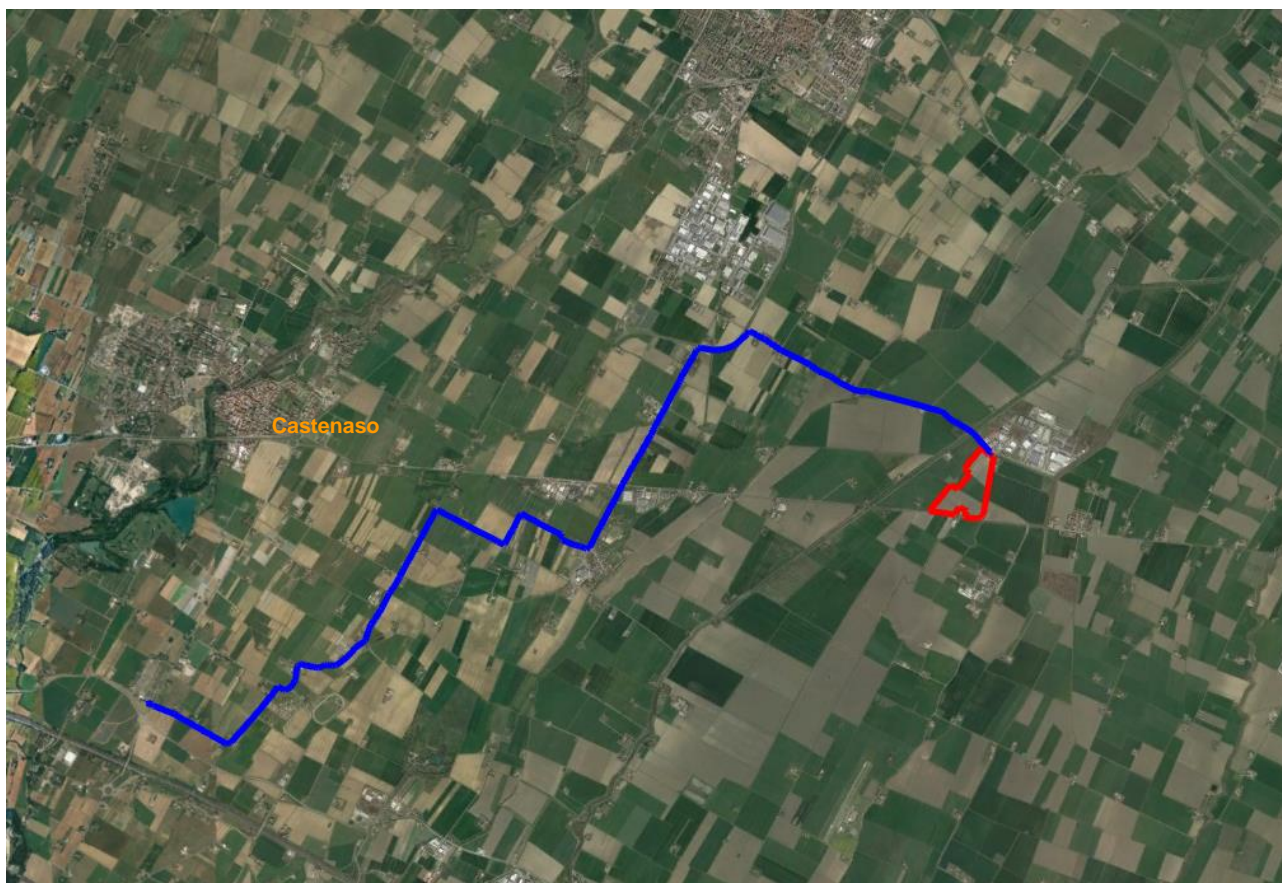


Figura 1-1 Ubicazione del campo fotovoltaico in progetto

Con DGR n. 567/2003 – e successivi aggiornamenti - la Regione Emilia Romagna ha approvato il PSAI (*Piano Stralcio per l'Assetto del Sistema Idraulico del Reno*) al fine di conseguire gli obiettivi di riduzione del rischio idrogeologico e idraulico e di salvaguardia e valorizzazione delle aree di pertinenza del fiume Reno, del torrente Idice, del torrente Sillaro e Santerno e di tutte le aree idraulicamente o funzionalmente connesse con i corsi d'acqua medesimi.

Secondo quanto riportato dall'art. 20 del PSAI, al fine di non incrementare gli apporti d'acqua piovana al sistema di smaltimento e di favorire il riuso dell'acqua, è previsto, nelle zone di espansione, la realizzazione di sistemi di raccolta dedicati alla laminazione con volumi pari ad almeno 500 m<sup>3</sup> per ha di superficie

trasformata e accorgimenti tecnici a garanzia dell'invarianza idraulica, che vincolino la portata scaricabile nei canali di bonifica ad un valore massimo di 10 l/s per ettaro afferente allo scarico.

Sono escluse, nel conteggio del volume complessivo dei sistemi di raccolta, le superfici territoriali:

- permeabili destinate a parco o a verde compatto che non scolino, direttamente o indirettamente e considerando saturo d'acqua il terreno, nel sistema di smaltimento delle acque meteoriche;
- destinate alla realizzazione di sistemi di raccolta a cielo aperto.

Il volume complessivo può essere garantito anche attraverso un progetto di sistemazione organica delle reti di raccolta e smaltimento delle acque.

Con D.Lgs 49/2010 è stata recepita la Direttiva 2007/60/CEE, che ha introdotto il Piano di Gestione del Rischio Alluvione (PGRA), con la finalità di costruire un quadro omogeneo al livello distrettuale per la valutazione e la gestione dei rischi da fenomeni alluvionali, al fine di ridurre le conseguenze negative nei confronti della vita e salute umana, dell'ambiente, del patrimonio culturale, delle attività economiche e delle infrastrutture strategiche. In adempimento di quanto previsto dal PGRA, della Regione Emilia Romagna, dovranno essere realizzati interventi a salvaguardia delle strutture in progetto.

Le mappe di probabile inondazione del PGRA, per quanto riguarda il reticolo secondario di Pianura, individuano tre fasce di pericolosità:

- P1 (scarsa probabilità di alluvioni o scenari di eventi estremi),
- P2 (alluvioni poco frequenti – Tr 100 - 200 – media probabilità),
- P3 (alluvioni frequenti – Tr 20 - 50 – elevata probabilità).



## 2 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

L'area di intervento risulta situata nei pressi dell'area industriale Fossatone, nei pressi di Via Passo Pecore Cento, ad est del Torrente Quaderna nel Comune di Medicina in Provincia di Bologna.

Ad ovest il lotto si trova vicino al confine con il comune di Budrio. L'area di intervento confina a nord con il Canale Prunaro e con una particella di proprietà superficiaria di VODAFONE OMNITEL sulla quale verte un'antenna telefonica. A sud, l'area di intervento confina con la SS 253-San Vitale e con le particelle di proprietà private 164 e 17 del foglio 128. Ad est, l'area confina con le particelle 134, 49 e 50 del foglio 128 di proprietà del Comune di Medicina. Infine, ad Ovest con le particelle 136, 163 e 8 di proprietà privata. Nei pressi dell'area in disponibilità del richiedente è presente la particella 148 di proprietà del Reale Collegio.

L'estensione complessiva dell'area recintata risulta pari a circa 162.059 m<sup>2</sup>.

Il lotto di impianti avrà una potenza nominale complessiva di 16.003,260 kW e sarà costituito da n.2 impianti:

- impianto "MEDICINA 1" di potenza nominale complessiva 9.172,80 kW;
- impianto "MEDICINA 2" di potenza nominale complessiva 6.830,46 kW.

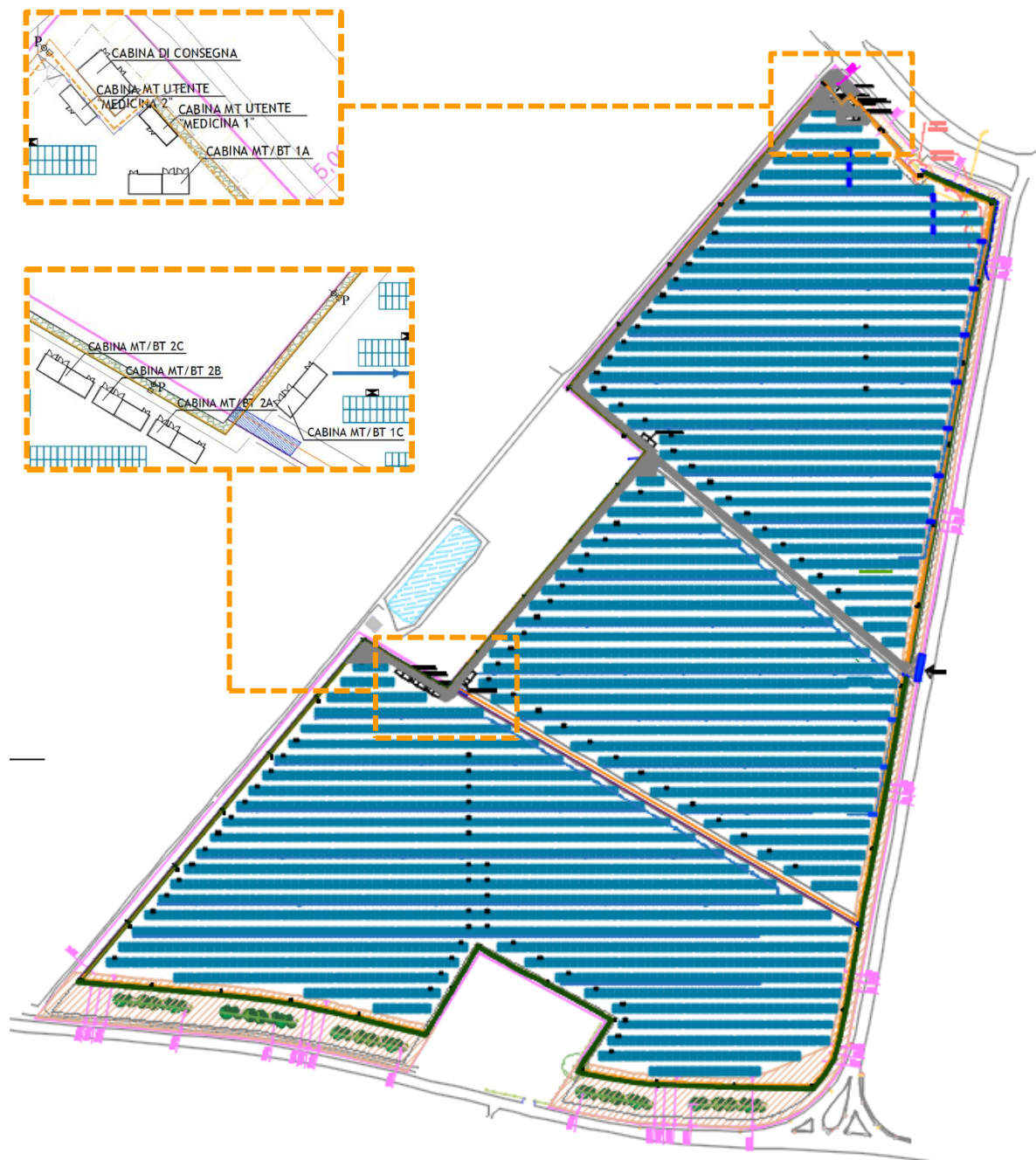


Figura 2-1 Layout dell'impianto fotovoltaico in progetto

L'impianto sarà di tipo fisso, senza parti in movimento (tracker). I moduli fotovoltaici saranno esposti a sud (orientamento di  $0^\circ$ ) e un' inclinazione rispetto al piano orizzontale di  $25^\circ$  (tilt). I moduli saranno organizzati in stringhe da 26 e collegati agli inverter multistringa. Oltre alle strutture metalliche necessarie per il fissaggio dei moduli fotovoltaici, all'interno dell'area saranno realizzate n.9 cabine prefabbricate per il parallelo, la trasformazione e l'immissione in rete dell'energia elettrica prodotta dall' impianto.

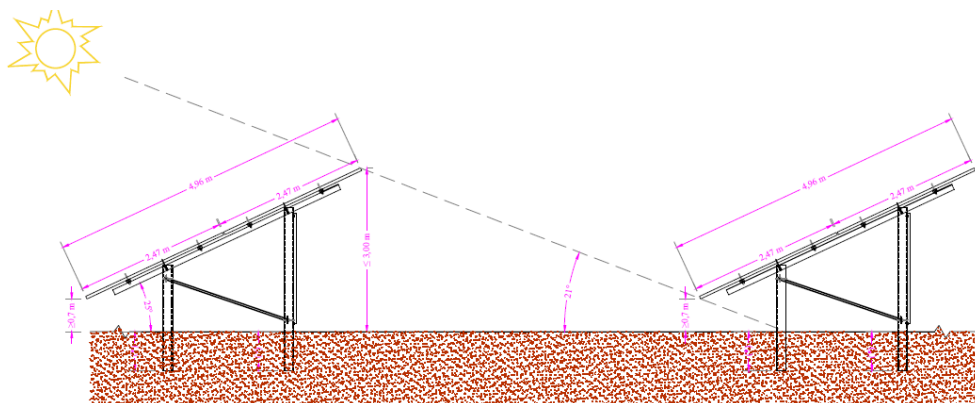
L'impianto sarà costituito da un totale di 25.402 moduli fotovoltaici, la superficie attiva complessivamente installata di pannelli fotovoltaici risulterà di circa  $71.006 \text{ m}^2$  e quella proiettata a terra risulterà pari a circa  $64.354 \text{ m}^2$ .

In sintesi, i dati salienti dell'intervento (cfr. Relazione tecnica generale) sono:

- superficie recintata  $162.059 \text{ m}^2$ ;
- n° moduli fotovoltaici: 25.402;
- superficie attiva pannelli:  $71.006 \text{ m}^2$ ;
- superficie pannelli proiettata a terra  $64.354 \text{ m}^2$ ;
- superficie impermeabile per fondazioni cabine  $268 \text{ m}^2$ ;
- superfici per la viabilità e piazzali in stabilizzato:  $3.566 \text{ m}^2$ .

Le strutture metalliche di sostegno dei moduli fotovoltaici saranno costituite da un sistema per installazione in campo aperto di tipo bipalo modulare, e saranno formate da:

- corpo di sostegno;
- traverse fissate al sostegno, costituite da profili integrati da scanalature;
- fondazioni costituite semplicemente da un profilato in acciaio zincato a caldo conficcato nel terreno.



**Figura 2-2 – Profilo delle file dei pannelli fotovoltaici**

In fase di esercizio le aree di impianto non saranno interessate da copertura o pavimentazione impermeabile, a meno delle aree occupate dalle cabine, piazzali e strade.

### 3 CONTESTO AMBIENTALE DI RIFERIMENTO

#### 3.1 Assetto geomorfologico

L'area dove verrà realizzato l'impianto è ubicata a nord della via San Vitale e risulta pianeggiante con quote comprese tra circa 24 e 25 m slm (Figura 3.1).

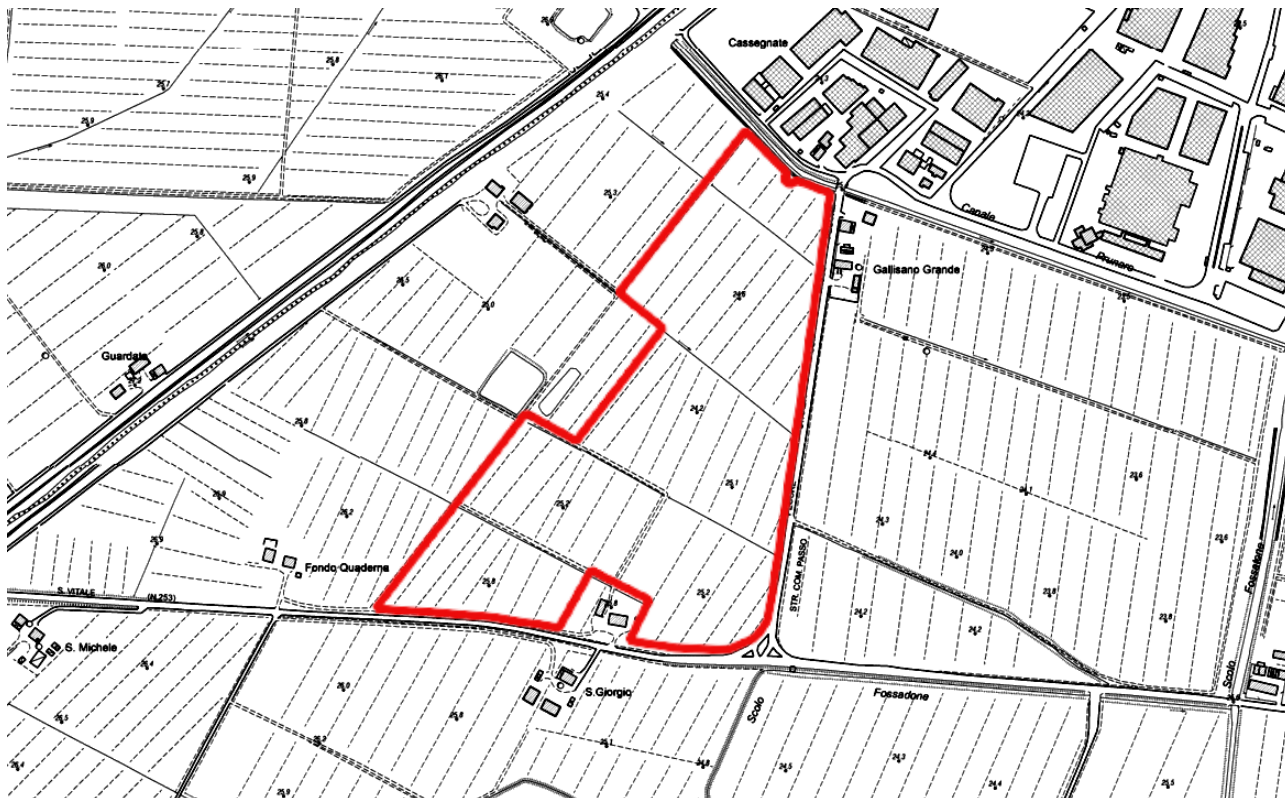


Figura 3.1 – Quote topografiche in prossimità dell'area di intervento tratte dalle CTR 221072 e 221111

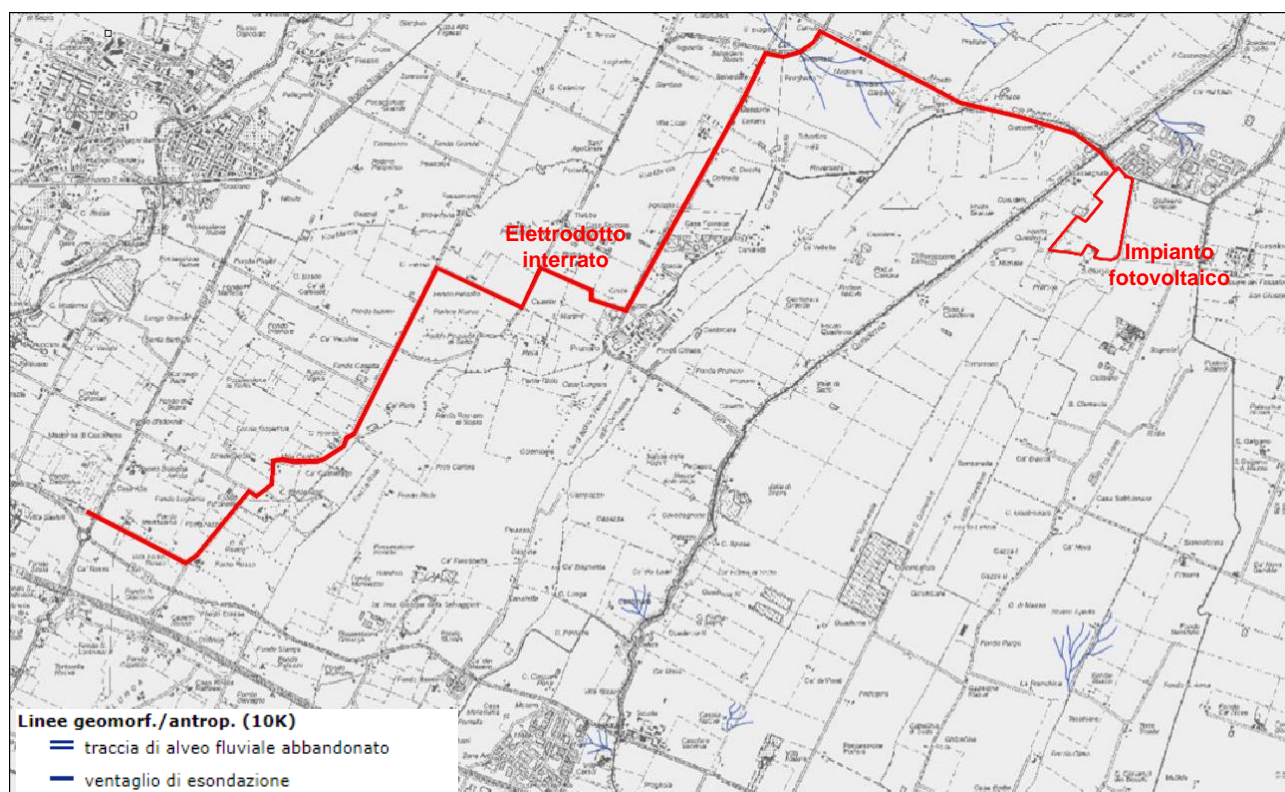
L'agente morfogenetico che ha maggiormente contribuito alla genesi ed evoluzione delle forme che caratterizzano il territorio è probabilmente il reticolo delle acque incanalate. L'evoluzione della pianura olocenica è infatti riconducibile ad un modello semplice, nel quale i corsi d'acqua appenninici, a valle delle conoidi pedemontane, poco attive durante l'Olocene (ultimi 15.000 anni), oggi prevalentemente in erosione, tendono a proseguire verso il collettore principale su alvei pensili, formati da sedimenti che il corso d'acqua non è più in grado di portare in carico. Nel caso di rotte e tracimazioni le acque invadono la pianura circostante depositando dapprima i sedimenti più grossolani nelle vicinanze dell'alveo, più lontano i sedimenti più fini (limi sabbiosi e limi) e nelle conche morfologiche, ove le acque possono rimanere a lungo e decantare, si depositano limi argillosi ed anche argille.

L'accrescimento della pianura emiliano-romagnola è avvenuta perciò sia orizzontalmente, con il giustapporsi di successivi corpi d'alveo, sia verticalmente a causa dei continui cicli di riempimento dei bacini di esondazione. La distribuzione delle litologie di superficie e del primo sottosuolo, così come l'assetto morfologico della pianura, sono quindi strettamente legati ai processi strutturali e di sedimentazione e alla loro disposizione nel tempo<sup>1</sup>.

In Figura 3.2 sono riportati gli elementi geomorfologici riconoscibili in prossimità dell'area di studio: le strutture presenti nell'intorno dell'area di intervento sono rappresentate da ventagli di esondazione.

<sup>1</sup> Fonte: PSC Budrio, Quadro Conoscitivo – Sistema naturale e ambientale – Relazione geologica elab AC.2.REL, 2006.





**Figura 3.2 – Geomorfologia dell'area di intervento (Fonte: Sito della cartografia geologica del servizio geologico sismico e dei suoli della regione Emilia Romagna, <http://geo.regione.emilia-romagna.it>)**

Un elemento caratterizzante l'attuale assetto geomorfologico e di tutto questo settore della Pianura Padana è rappresentato dal graduale abbassamento del suolo che trae origine da cause naturali insite nel territorio, a cui si sommano altre cause legate all'attività dell'uomo, soprattutto in riferimento all'estrazione di fluidi dal sottosuolo. L'aggiornamento dei dati della subsidenza del terreno viene realizzato con frequenza circa quinquennale, su incarico specifico della Regione Emilia-Romagna, Servizio Tutela e risanamento risorsa acqua. La cartografia prodotta viene utilizzata per i rispettivi compiti d'istituto, in particolare, da Servizi tecnici di bacino della Regione, Province, Autorità di bacino e Comuni.

Nelle figure sottostanti si riporta lo stralcio, relativo all'area di studio, della velocità di movimento verticale del suolo, rappresentata da isocinetiche, misurata rispettivamente nei periodi, 2002÷2006, 2006÷2011 e 2011÷2016.

Le isocinetiche nel periodo 2002÷2006 mostrano che l'area ove verrà realizzato l'impianto fotovoltaico presenta velocità di abbassamento verticale comprese tra 15 e 10 mm/anno, velocità che si mantengono anche in prossimità dell'abitato di Budrio. Scendendo verso sud il tasso di abbassamento si riduce sino a meno di 2,5 mm/anno, nel tratto finale del tracciato dell'elettrodotto (Figura 3.3). Nel periodo di monitoraggio successivo, quindi tra il 2006 e il 2011, le velocità di abbassamento del suolo presentano una generale diminuzione: in particolare in corrispondenza dell'impianto fotovoltaico di progetto risultano inferiori a 10 mm/anno, (Figura 3.4).

Infine tra il 2011 e il 2016 le velocità si riducono ulteriormente su tutto il settore considerato: soprattutto in prossimità dell'area di impianto le velocità corrispondono a circa 2,5÷5 mm/anno. (Figura 3.5).



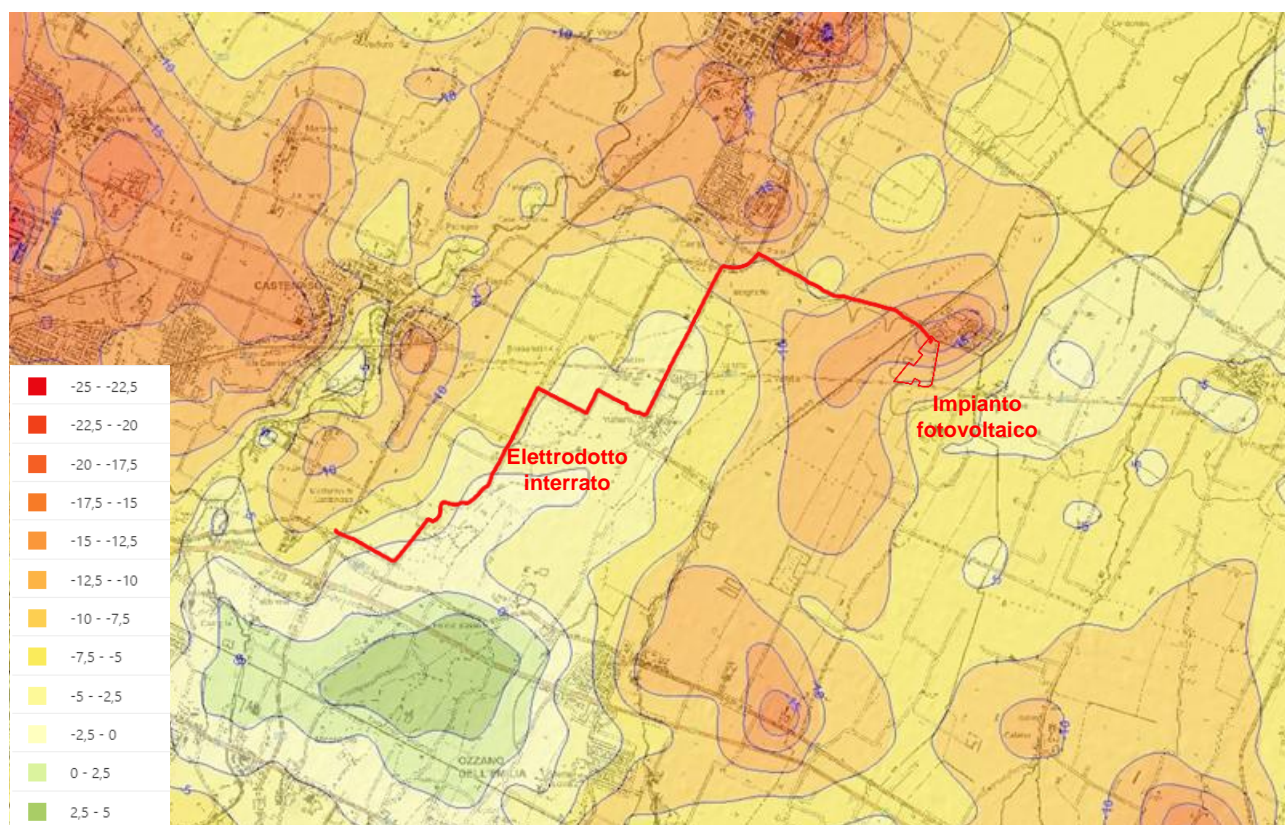


Figura 3.3 – Subsidenza nel periodo 2002÷2006 (fonte: <https://arpae.it/cartografia/>)

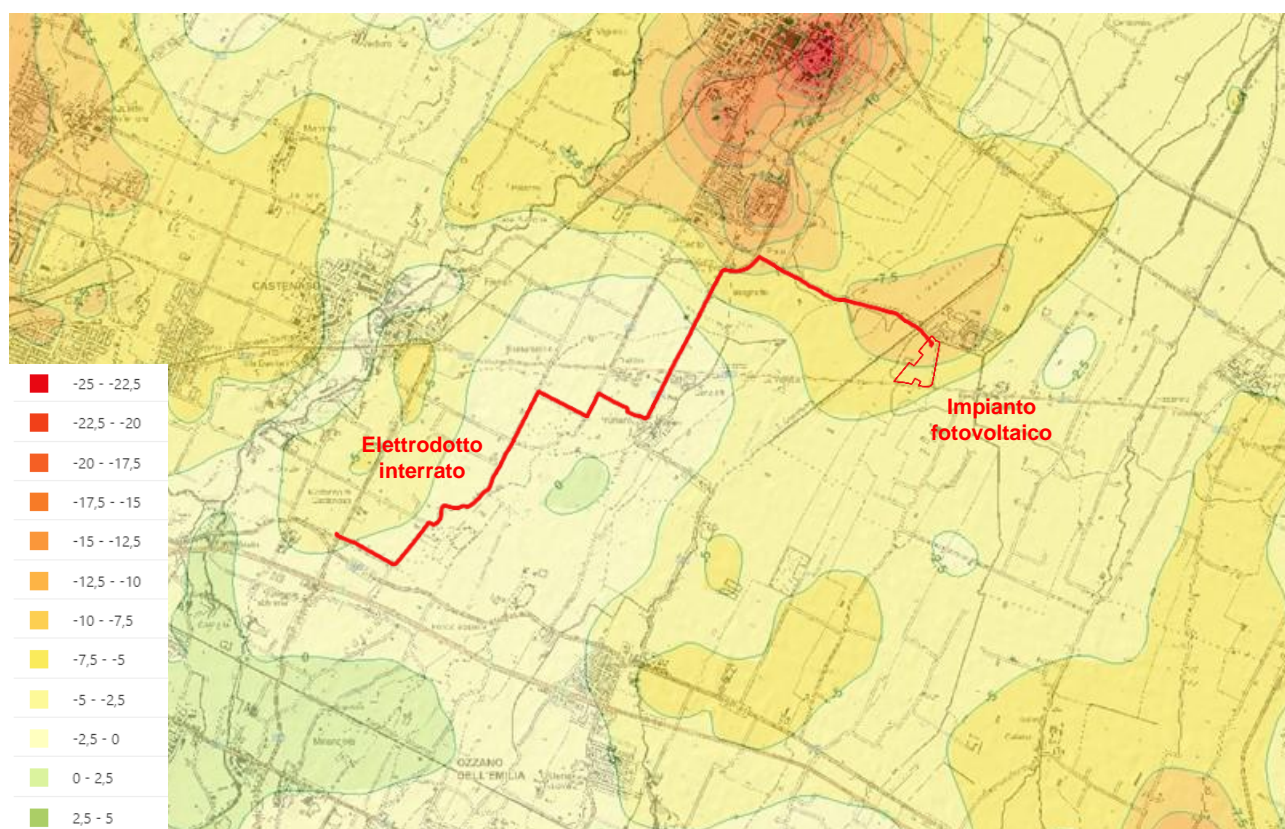


Figura 3.4 – Subsidenza nel periodo 2006÷2011 (fonte: <https://arpae.it/cartografia/>)



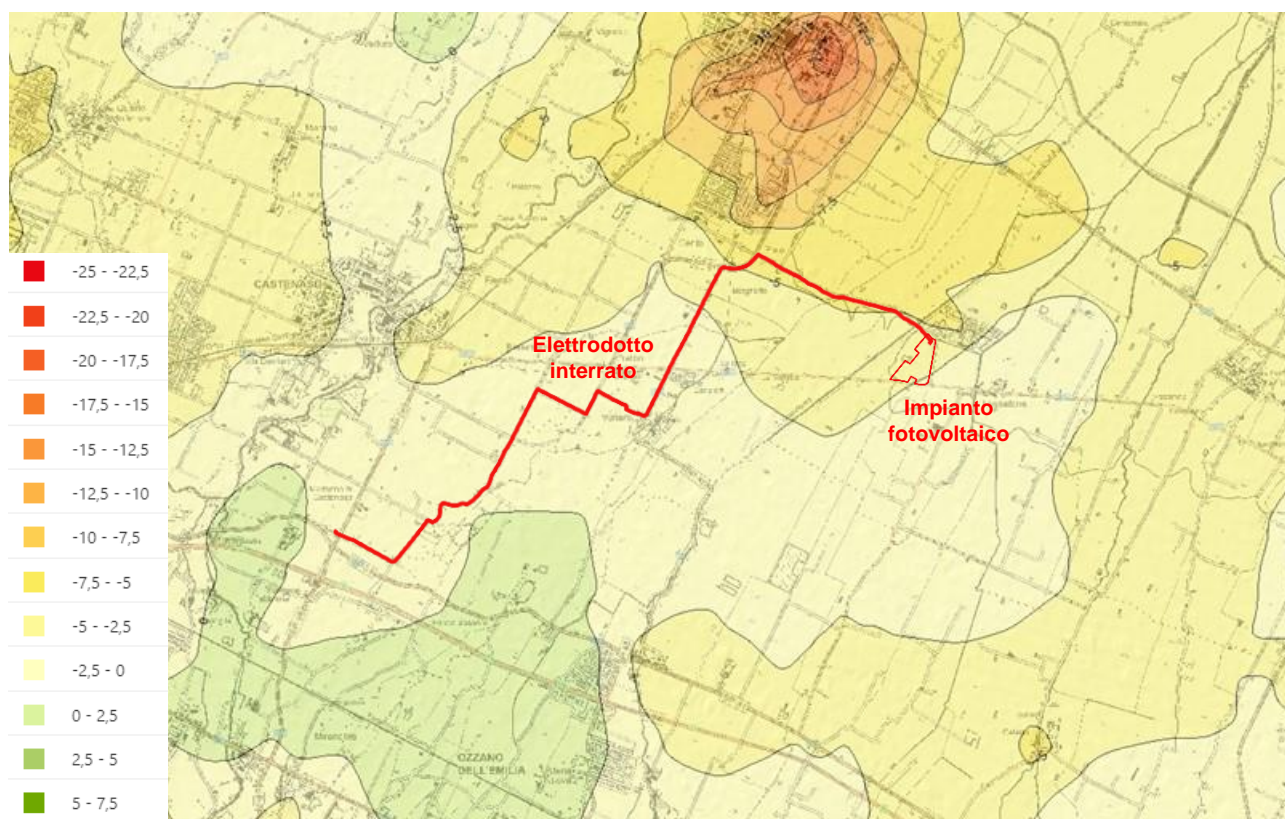


Figura 3.5 – Subsidenza nel periodo 2011÷2016 (fonte: <https://arpae.it/cartografia/>)

### 3.2 Assetto geologico e litostratigrafico

I terreni presenti negli strati più superficiali sono il frutto di eventi geologico-deposizionali di tipo alluvionale, succedutisi in epoche recenti. La distribuzione tessiturale di questi sedimenti risulta quindi in stretta connessione con la dinamica tipica degli ambienti sedimentari fluviali di pianura alluvionale.

Le caratteristiche litologiche dei terreni superficiali, riportate in Figura 3.6, sono state desunte dalla cartografia geologica messa a disposizione dal Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia Romagna (Sito della cartografia geologica del servizio geologico sismico e dei suoli della Regione Emilia Romagna, <http://geo.regione.emilia-romagna.it>.)

La carta descrive la distribuzione e le caratteristiche litologiche delle unità stratigrafiche subaffioranti ovvero dei terreni presenti sino ad una profondità media di circa 2÷3 m dal piano campagna. Secondo quanto indicato dal Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia Romagna per la realizzazione della carta geologica sono stati utilizzati i dati derivanti dall'interpretazione di foto aeree e da satellite, da indagini geognostiche quali sondaggi a carotaggio continuo e prove penetrometriche e da trivellate a mano (tra cui i dati messi a disposizione dall'Ufficio Pedologico).

I depositi di superficie si riferiscono interamente al subsistema più recente (Subsistema di Ravenna - AES8) del Sintema Emiliano-Romagnolo Superiore (AES) la cui unità cartografica di rango gerarchico inferiore è l'unità di Modena (AES8a) che costituisce la parte sommitale di AES8.

In particolare, nell'area di intervento, sono presenti depositi attribuibili ad ambienti di piana alluvionale costituiti da argille limose.

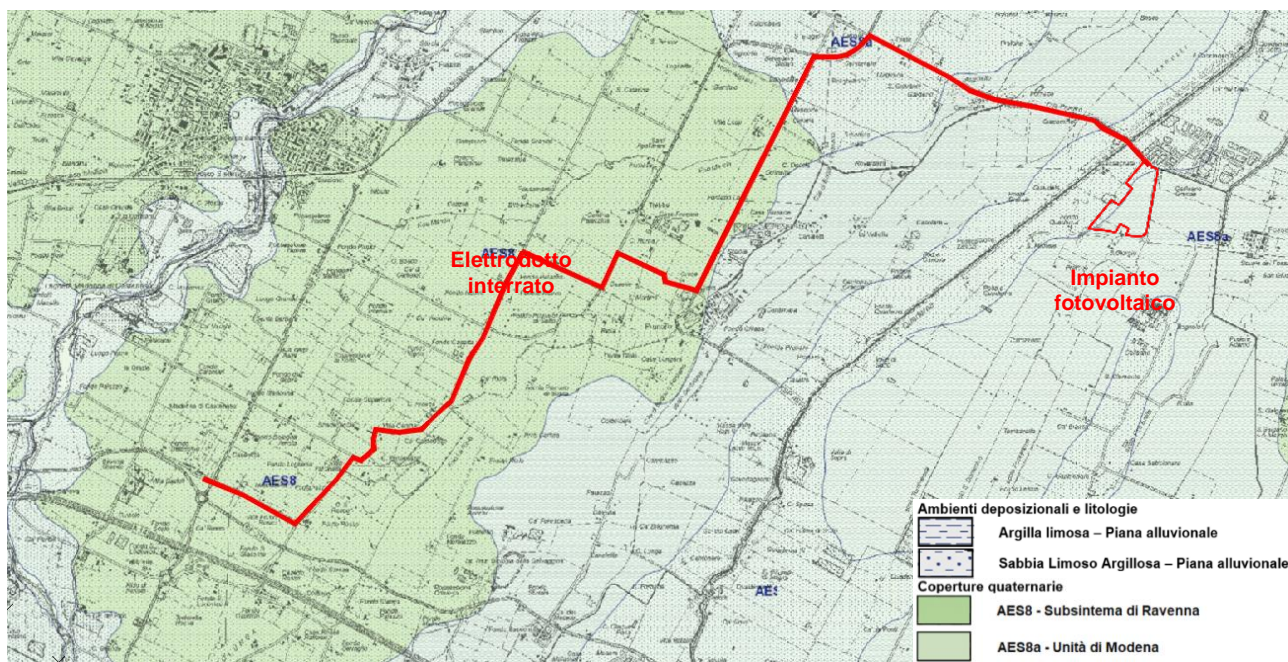


Figura 3.6 – carta geologica, (Fonte: Sito della cartografia geologica del servizio geologico sismico e dei suoli della regione Emilia Romagna, <http://geo.regione.emilia-romagna.it>)

### 3.3 Acque superficiali

L'elemento idrografico principale dell'area di intervento è rappresentato dal Torrente Quaderna, che scorre ad ovest dell'area dove verrà realizzato l'impianto fotovoltaico, a circa 200 m.

Il Quaderna nasce col nome di *rio Freddo* nel basso Appennino bolognese, dalle pendici occidentali del Monte Grande (607 m), nel comune di Castel San Pietro Terme. Dopo aver lambito il comune di Ozzano dell'Emilia, giunto in pianura scorre in un alveo artificiale costruitogli in epoca moderna per deviare le sue acque nel fiume Reno onde evitare che si impaludassero compromettendo così l'insediamento nella pianura bolognese. Uscito da Ozzano riceve, nei pressi di Prunaro di Budrio, il rio Centonara, che è il suo più importante affluente di sinistra. Prosegue verso nord e ricevendo da destra l'apporto idrico del canale Fossatone. Dopo aver percorso quattro chilometri riceve da destra le acque del torrente Gaiana, che garantisce gli apporti idrici nel periodo estivo. Entrato nel comune di Medicina, si immette nel torrente Idice poco prima che questo entri nelle Valli di Campotto.

Il corso è lungo 37 km ma un tempo proseguiva verso est andando a concludersi nel fiume Reno, nei pressi di Argenta; in seguito alla deviazione dell'Idice, quest'ultimo ha occupato l'estrema parte settentrionale del corso del Quaderna, facendolo diventare suo affluente. Prima di queste modifiche a scopi di bonifica è da ricordare che Idice e Quaderna si impaludavano nelle cosiddette Valli di Marmorta, a est di Molinella.

Il torrente Idice è lungo 78 km ed ha origine dal complesso montuoso del monte Canda (1158 m) e dal monte Oggioli (1290 m), da cui nasce il ramo principale. Nel tratto montuoso riceve piccoli affluenti per lo più stagionali; tra di essi il rio della Cella, il principale da destra nel tratto e secondo in assoluto solo al torrente Quaderna, e il rio Vernolo sempre da destra. Giunto in pianura, riceve da destra il piccolo rio Pallotta e subito dopo da sinistra il torrente Zena e il torrente Savena in località Borgatella di San Lazzaro di Savena.

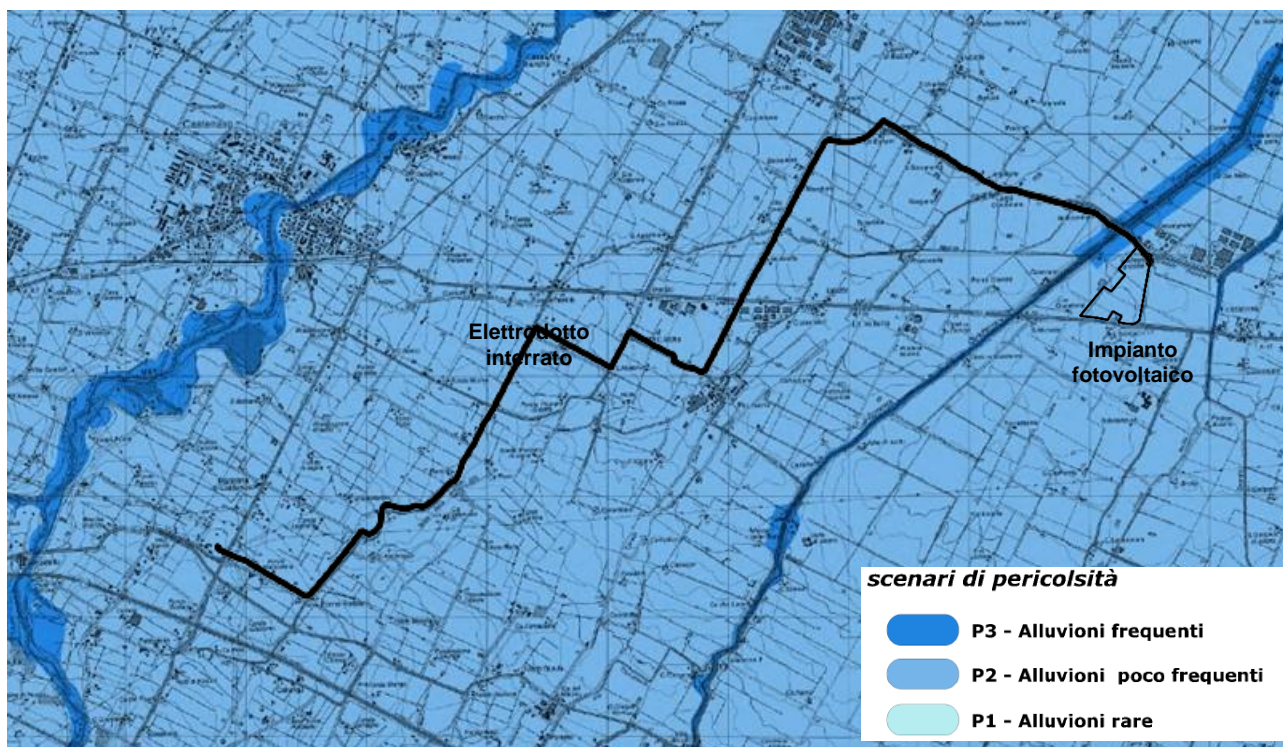
Pochi chilometri fuori dell'abitato di Castenaso, il torrente attraversa il Parco fluviale dell'Idice, attraversa il comune di Molinella in direzione di Argenta; riceve poi, da destra, il tributo del torrente Quaderna e da questo punto l'Idice scorre nell'alveo artificiale prima occupato dal suo affluente Quaderna, e giunge alle Valli di Campotto. Qui le sue acque in eccesso vengono raccolte nella cassa di espansione di Campotto, nella quale il torrente scarica le sue piene quando anche il collettore principale, il Reno, è in piena. Confluisce nel Reno a San Biagio d'Argenta.





In Figura 3.8 è riportato uno stralcio della *mappa di pericolosità delle aree potenzialmente interessate da alluvioni*: l'intervento rientra in scenari di pericolosità di alluvioni poco frequenti, ad esclusione del tratto di attraversamento del torrente Quaderna dove sono presenti le fasce fluviali di scenario alluvionale frequente.





**Figura 3.8 – Mappa di pericolosità delle aree potenzialmente interessate da alluvioni tav. MP6 (Fonte: Autorità di Bacino del Reno, Variante di coordinamento tra il Pano di Gestione Rischio Alluvioni e i Piani Stralcio di bacino)**

In adempimento alla Direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione del rischio di alluvioni, recepita con il D. Lgs. 23 febbraio 2010 n. 49, la Regione Emilia-Romagna nel dicembre 2013, ha pubblicato una cartografia riguardante le aree che potrebbero essere interessate da inondazioni di corsi d'acqua naturali e artificiali; nelle mappe della pericolosità cartografate in base agli ambiti (reticolo principale, reticolo secondario collinare-montano, reticolo secondario di pianura, area costiera marina) e ai bacini/distretti idrografici di riferimento vengono indicati gli scenari:

- ✓ alluvioni frequenti (H) = TR 30 – 50 anni;
- ✓ alluvioni poco frequenti (M) = TR 100 – 200 anni;
- ✓ alluvioni rare (L) = TR fino a 500 anni.

Ad oggi sono disponibili i dati di pericolosità relativi al secondo ciclo di attuazione della Direttiva 2007/60/CE, conclusosi nel dicembre 2021, definitivamente approvati dall'Autorità di bacino distrettuale del fiume Po con Decreto Segretariale (DS) n. 43/2022 del 11 aprile 2022. Si tratta delle mappe di pericolosità più aggiornate del PGRA vigente perché accolgono i dati relativi all'ultima fase del percorso di aggiornamento delle mappe (2021-2022), comprensivo del percorso di osservazione e partecipazione.

In riferimento al reticolo idrografico principale l'intervento ricade in uno scenario di pericolosità P2 – alluvioni poco frequenti, ad esclusione dell'attraversamento delle fasce fluviali del T. Quaderna (Figura 3.9).

Per quanto riguarda invece il reticolo secondario il tracciato dell'elettrodotto attraversa un'area di pericolosità P3 – alluvioni frequenti, dovute principalmente al canale di Budrio e alla rete scolante ad esso afferente, (Figura 3.10).



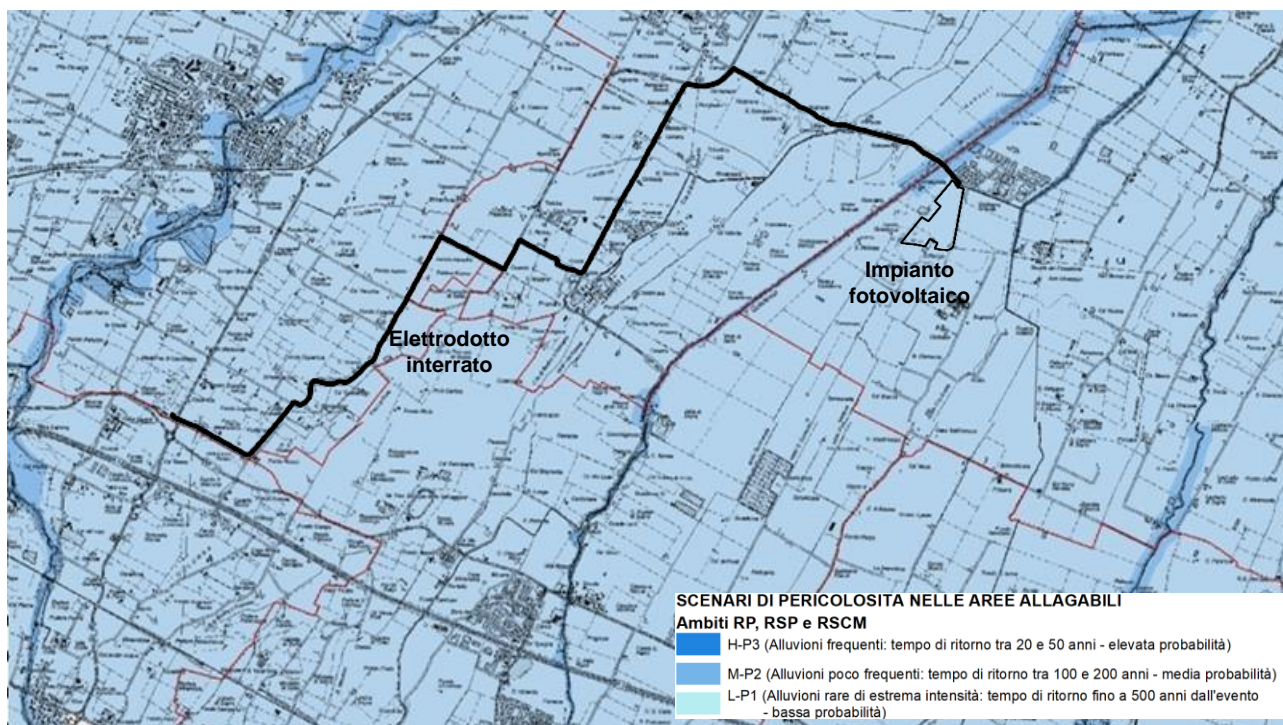


Figura 3.9 - Alluvioni reticolo principale - Stralcio della Mappa di pericolosità (art. 6 Direttiva 2007/60/CE e art. 6 del D. Lgs. 49/2010 (Fonte: <https://servizimoka.regione.emilia-romagna.it/mokaApp/apps/DA/index.html>))

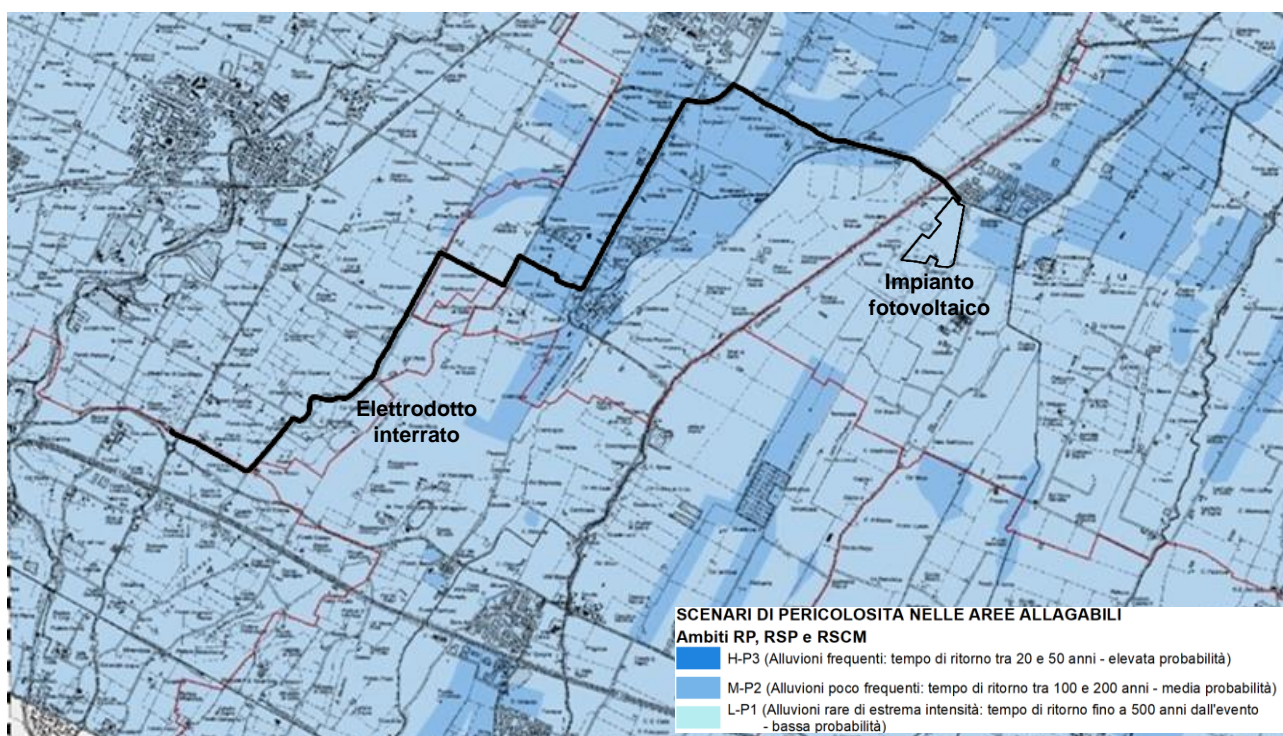


Figura 3.10 - Alluvioni reticolo secondario - Stralcio della Mappa di pericolosità (art. 6 Direttiva 2007/60/CE e art. 6 del D. Lgs. 49/2010 (Fonte: <https://servizimoka.regione.emilia-romagna.it/mokaApp/apps/DA/index.html>))

Il progetto per quanto riguarda il rischio da alluvioni del reticolo principale (Figura 3.11) interessa prevalentemente aree a rischio medio (R2), mentre in riferimento al reticolo secondario l'area dove verrà realizzato l'impianto e gran parte dell'elettrodotto interessano aree a rischio moderato (R1), il tratto di elettrodotto in prossimità del Canale di Budrio e dell'abitato Prunaro attraversa aree a rischio medio (R2), Figura 3.12.



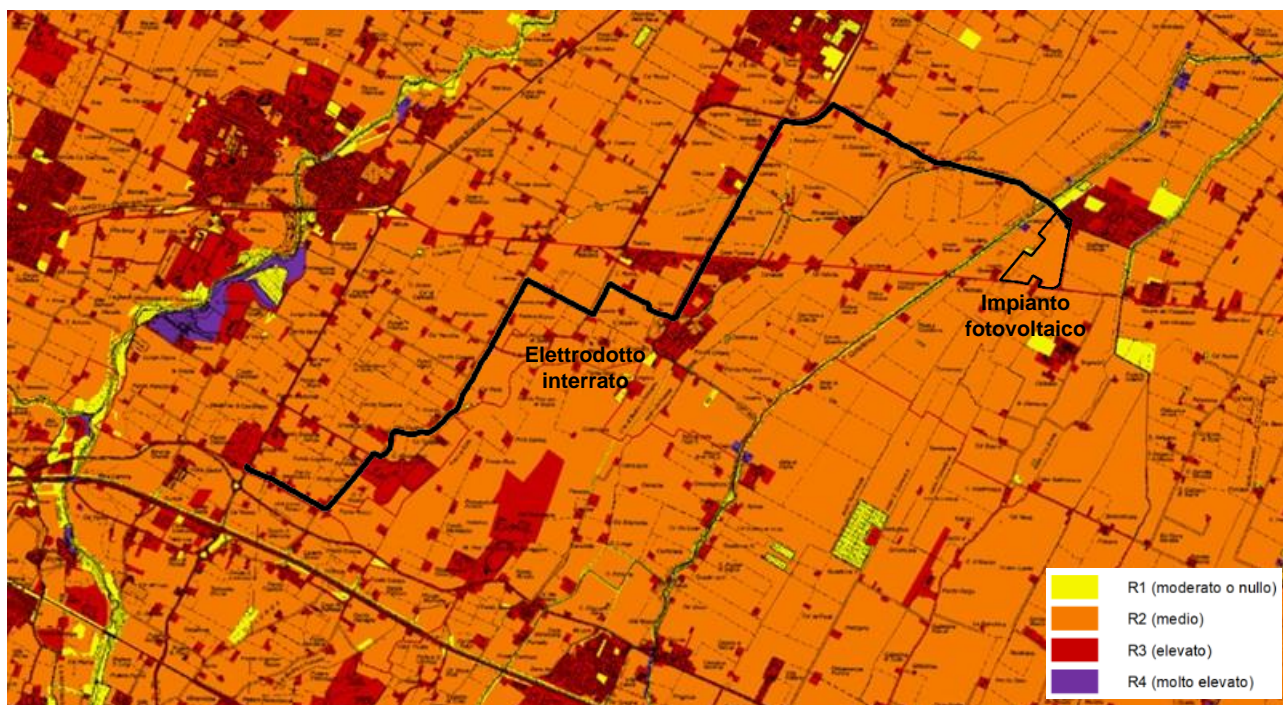


Figura 3.11 - Alluvioni reticolo principale - Stralcio della Mappa del rischio (art. 6 Direttiva 2007/60/CE e art. 6 del D. Lgs. 49/2010 (Fonte: <https://servizimoka.regione.emilia-romagna.it/mokaApp/apps/DA/index.html>))

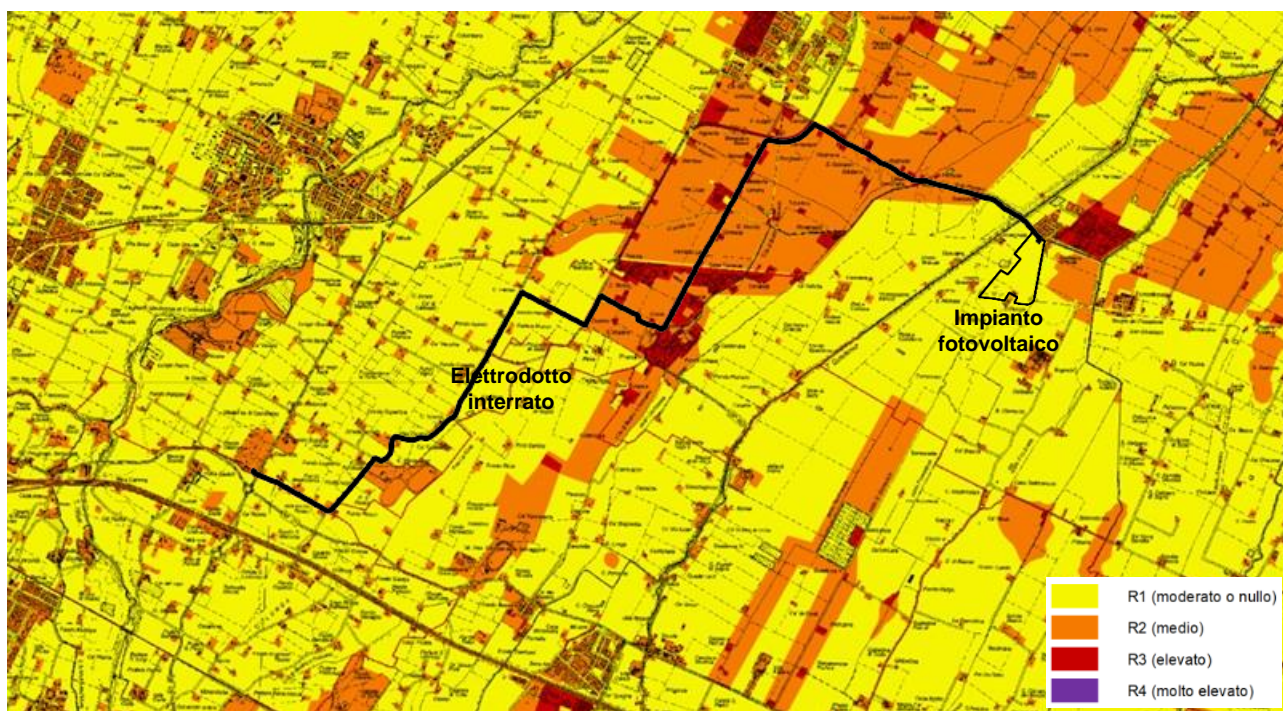


Figura 3.12 - Alluvioni reticolo secondario - Stralcio della Mappa del rischio (art. 6 Direttiva 2007/60/CE e art. 6 del D. Lgs. 49/2010 (Fonte: <https://servizimoka.regione.emilia-romagna.it/mokaApp/apps/DA/index.html>))

L'area di intervento rientra nel comprensorio del Consorzio della Bonifica Renana, che si sviluppa su una superficie complessiva di 341.953 ettari.

Il territorio su cui si estende il comprensorio viene suddiviso in due distretti: il Primo Distretto dei bacini di pianura ed il Secondo Distretto dei bacini montani. La suddivisione tra primo e secondo distretto segue il criterio dell'unitarietà idrografica: i confini corrispondono a linee di spartiacque tra bacini idrografici. Fa parte del Secondo Distretto il territorio ricadente nei bacini dei principali torrenti appenninici: Samoggia, Lavino,

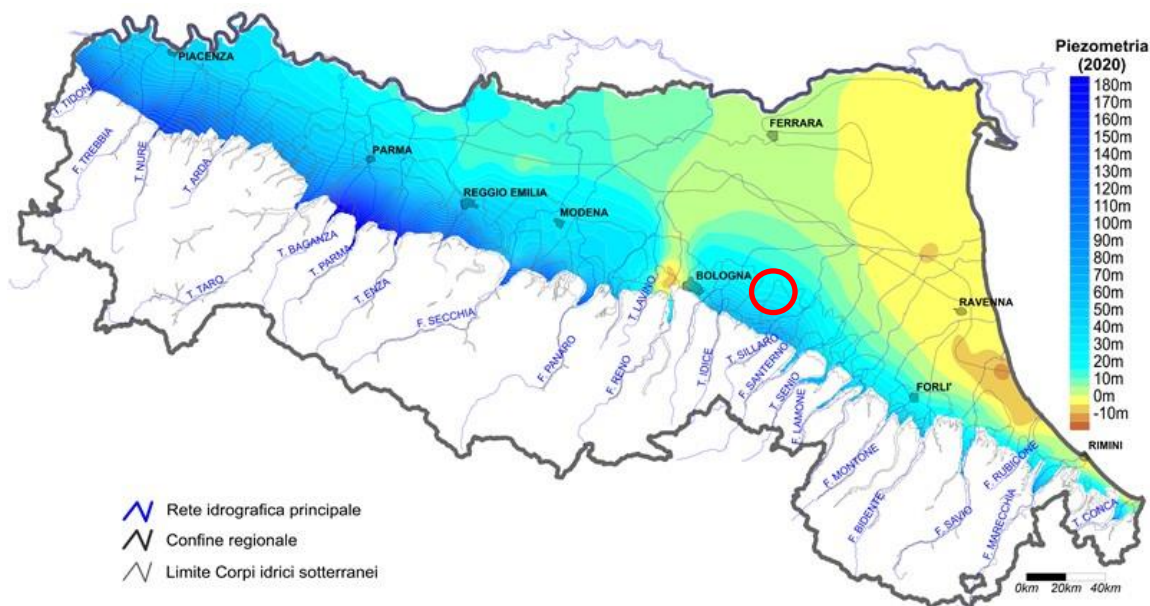


### 3.4 Assetto idrogeologico locale

Ogni unità è separata da quelle adiacenti attraverso livelli scarsamente permeabili o impermeabili arealmente continui, che ne determinano l'isolamento idraulico. Ne consegue che i flussi idrici si propagano principalmente con componente parallela alle superfici di strato e solo secondariamente con componente ortogonale e di conseguenza i flussi possono essere considerati necessariamente confinati all'interno della medesima unità. Il limite della circolazione idrica sotterranea è costituito dall'Acquitardo Basale, rappresentato dalla formazione impermeabile plio-pleistocenica delle Argille Azzurre affiorante nella fascia di margine appenninico.

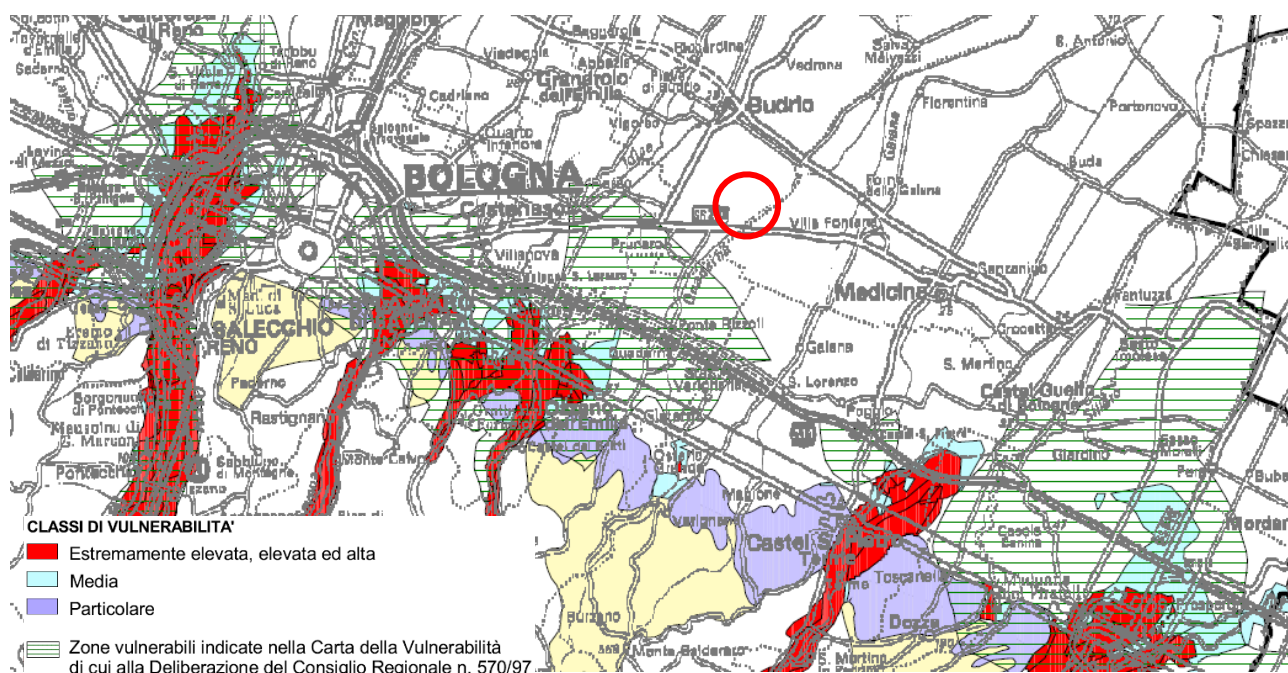


Il livello delle acque sotterranee dei corpi idrici freatici di pianura dipende, in gran parte, dalle precipitazioni (ricarica diretta), dal rapporto idrogeologico con i corsi d'acqua superficiali (che possono essere alimentanti in alcuni periodi dell'anno e drenanti in altri, in funzione delle quote relative tra alveo e corpo idrico sotterraneo) e, infine, dal regime dei prelievi (anche se su questi corpi idrici non insistono prelievi importanti). Durante l'esecuzione delle indagini geognostiche per la definizione dei terreni il livello della falda è risultato compreso tra 1,4 e 1,8 m da p.c.



**Figura 3.14 – Piezometria media annua nei corpi idrici liberi e confinati superiori (2020). (Fonte: ARPAE)**

Per acquisire indicazioni riguardanti la vulnerabilità degli acquiferi presenti si può prendere in esame la *Carta regionale della Vulnerabilità*, elaborata dalla Regione Emilia Romagna, Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli e Servizio di Tutela e Risanamento della Risorsa Acqua (2002), riportata in Figura 3-15, ove si evidenzia che l'intervento risulta esterno alle aree vulnerabili.



**Figura 3-15 – Vulnerabilità degli acquiferi (Fonte: Carta della vulnerabilità degli acquiferi, Regione Emilia Romagna, Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli e Servizio di Tutela e Risanamento della Risorsa Acqua, 2002)**

## 4 INVARIANZA IDRAULICA

L'invarianza idraulica prevede di dimensionare le opere idrauliche sulla base dei parametri idrologici dell'area oggetto di intervento, in modo che per ogni durata della precipitazione a prefissato tempo di ritorno, la curva di piena generata dal bacino, dopo le modifiche all'uso del suolo, sviluppi una portata massima dello stesso ordine di grandezza di quella ante modifica dello stesso uso del suolo.

### 4.1 DETERMINAZIONE DEL VOLUME DI INVASO

Il Testo Coordinato del P.S.A.I., adottato con deliberazione del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del Reno - n. 1/1 del 5 marzo 2014, all'Art. 20 delle Norme, riporta quanto segue:

*Al fine di non incrementare gli apporti d'acqua piovana al sistema di smaltimento e di favorire il riuso di tale acqua, per le aree ricadenti nel territorio di pianura e pedecollina indicate nelle tavole del "Titolo II Assetto della Rete Idrografica" i Comuni prevedono nelle zone di espansione, per le aree non già interessate da trasformazioni edilizie, che la realizzazione di interventi edilizi sia subordinata alla realizzazione di sistemi di raccolta delle acque piovane per un volume complessivo di almeno 500 m<sup>3</sup> per ettaro di superficie territoriale, ad esclusione delle superfici permeabili destinate a parco o a verde compatto che non scolino, direttamente o indirettamente e considerando saturo d'acqua il terreno, nel sistema di smaltimento delle acque meteoriche ... omissis ....*

Viene di seguito calcolata la corrispondente superficie scolante impermeabile per l'area d'intervento ed il relativo volume di laminazione minimo richiesto

	Superficie (m <sup>2</sup> )	Coefficiente di deflusso $\varphi$	Sup. impermeabile scolante (m <sup>2</sup> )	Volume minimo di laminazione (m <sup>3</sup> )
superficie totale recintata	162.059			
superficie pannelli	64.354	0,1	64.354	3.218
superficie fondazioni	268	1	268	13
Superficie piazzali viabilità	3.566	0,5	1.783	89
			Totale	3.320

## 5 OPERE DI PROGETTO AI FINI DELL'INVARIANZA IDRAULICA

Il progetto prevede la creazione di un volume di invaso minimo per garantire l'invarianza idraulica dell'opera di circa 3.410 m<sup>3</sup>, quindi superiore a quanto stimato come volume di laminazione minimo.

All'interno dell'area occupata dall'impianto, sono state individuate due zone nell'area di Medicina 1 denominate Medicina 1a e Medicina 1b e una zona nell'area di Medicina 2 per la realizzazione di tre bacini di laminazione in grado di accumulare un volume di 1.592 m<sup>3</sup>. Tale volume, sommato a quello dei fossi di scolo che saranno realizzati su tutta l'area di impianto, permette di garantire l'invarianza idraulica di progetto, per un volume complessivo di 3.604 m<sup>3</sup>.

La tabella seguente riassume le caratteristiche del bacino.

CALCOLO VOLUMI INVARIANZA IDRAULICA								
	<i>Volume nuova fossalazione</i>	<i>Volume richiesto per l'invarianza</i>	<i>Superficie captante</i>	<i>Superficie del Bacino</i>	<i>Quota minima bacino</i>	<i>Quota massima bacino</i>	<i>Altezza acqua contenuta</i>	<i>Volume acqua contenuta</i>
	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[m]	[m <sup>3</sup> ]
MEDICINA 1a	672	1.039	54.607	1.407	22,8	23,2	0,3	422
MEDICINA 1b	556	814	42.803	1.162	23,1	23,5	0,3	349
MEDICINA 2	784	1.556	81.796	2.737	23,1	23,5	0,3	821
VOLUME TOTALE								1.592
VOLUME TOTALE CON FOSSI								3.604

Tabella 5-1 - Calcolo volumi invarianza idraulica

Il bacino Medicina 1a sarà realizzato livellando il terreno ad una quota non inferiore a 23,1 m in corrispondenza delle sponde ed effettuando la rimozione di terreno fino a raggiungere la quota di fondo del bacino a 22,8 m, di cui alla Tabella precedente.

Il bacino Medicina 1b sarà realizzato livellando il terreno ad una quota non inferiore a 23,4 m in corrispondenza delle sponde ed effettuando la rimozione di terreno fino a raggiungere la quota di fondo del bacino a 23,1 m.

Il bacino Medicina 2 sarà realizzato livellando il terreno ad una quota non inferiore a 23,4 m in corrispondenza delle sponde ed effettuando la rimozione di terreno fino a raggiungere la quota di fondo del bacino a 23,1 m.

Saranno realizzati nuovi fossi di scolo, come riassunto nella tabella seguente.

VOLUMI NUOVA FOSSALAZIONE DA REALIZZARE					
<i>Campo impianto FV</i>	<i>Larghezza media fossi</i>	<i>Altezza media fossi</i>	<i>Area media sezione fossi</i>	<i>Lunghezza fossi</i>	<i>Volume fossi di scolo</i>
	[m]	[m]	[m <sup>2</sup> ]	[m]	[m <sup>3</sup> ]
MEDICINA 1a	1	0,4	0,4	1.466	586
	0,5	0,4	0,4	215	86
MEDICINA 1b	1	0,4	0,4	1.144	458
	0,5	0,4	0,4	245	98
MEDICINA 2	1	0,4	0,4	1.747	699
	0,5	0,4	0,4	213	85
VOLUME TOTALE					2.012

Tabella 5-2 - Volumi nuova fossalazione da realizzare

Gli scarichi delle vasche di laminazione avverranno nei fossi lasciati aperti che attraversano trasversalmente l'area di impianto.

Il corretto deflusso delle acque dai volumi di invaso sarà garantito mediante apposito manufatto di regolazione dotato di setto sfiorante e di luce di scarico dimensionata per limitare la portata al valore massimo consentito.

Il dimensionamento della luce di scarico è stato effettuato utilizzando la seguente relazione:

$$Q = C_q \cdot \Omega \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

in cui:

- Q è la portata massima [m<sup>3</sup>/s];
- C<sub>q</sub> è il coefficiente di portata pari a 0,6 (valido per luce circolare a spigolo vivo);
- Ω è l'area del foro [m<sup>2</sup>];
- g è l'accelerazione di gravità pari a 9,81 m/s<sup>2</sup>;
- h è il tirante idrico massimo nell'invaso misurato dal baricentro del foro di uscita pari a 0,70 m.

#### Scarico bacino "MEDICINA 1a"

La portata Q è stata determinata assumendo un coefficiente udometrico "u" pari a 10 lt/(s·ha), considerando inoltre la superficie trasformata dell'area di raccolta pari a 5,46 ha si ottiene:

$$Q = S \cdot u = 5,46 \cdot 10 = 54,61 \text{ l/s} = 0,054 \text{ m}^3/\text{s}$$

Sostituendo nella relazione precedente si ottiene che l'area massima del foro è 0,0245 m<sup>2</sup> corrispondente ad un diametro massimo di 0,177 m, pertanto dovrà essere adottata una tubazione con un diametro standardizzato immediatamente inferiore DN200 (Dint = 176,2 mm).

#### Scarico bacino "MEDICINA 1b"

La portata Q è stata determinata assumendo un coefficiente udometrico "u" pari a 10 lt/(s·ha), considerando inoltre la superficie trasformata dell'area di raccolta pari a 4,28 ha si ottiene:

$$Q = S \cdot u = 4,28 \cdot 10 = 42,80 \text{ l/s} = 0,043 \text{ m}^3/\text{s}$$

Sostituendo nella relazione precedente si ottiene che l'area massima del foro è 0,0193 m<sup>2</sup> corrispondente ad un diametro massimo di 0,157 m, pertanto dovrà essere adottato il diametro standardizzato immediatamente inferiore DN160 (Dint = 141 mm).

#### Scarico bacino "MEDICINA 2"

La portata Q è stata determinata assumendo un coefficiente udometrico "u" pari a 10 lt/(s·ha), considerando inoltre la superficie trasformata dell'area di raccolta pari a 8,17 ha si ottiene:

$$Q = S \cdot u = 8,17 \cdot 10 = 81,80 \text{ l/s} = 0,082 \text{ m}^3/\text{s}$$

Sostituendo nella relazione precedente si ottiene che l'area massima del foro è 0,037 m<sup>2</sup> corrispondente ad un diametro massimo di 0,216 m, pertanto dovrà essere adottato il diametro standardizzato immediatamente inferiore DN225 (Dint = 198,2 mm).



## 6 ASPETTI CONCLUSIVI

Lo studio ha riguardato la valutazione di compatibilità idraulica relativa al progetto per la realizzazione di un nuovo parco fotovoltaico a terra nel territorio comunale di Medicina (BO) che occuperà una superficie di circa 16,2 ha, con l'installazione di 25.402 moduli di pannelli fotovoltaici.

L'invarianza idraulica prevede di dimensionare le opere idrauliche sulla base dei parametri idrologici dell'area oggetto di intervento, in modo che per ogni durata della precipitazione a prefissato tempo di ritorno, la curva di piena generata dal bacino, dopo le modifiche all'uso del suolo, sviluppi una portata massima dello stesso ordine di grandezza di quella ante modifica dello stesso uso del suolo.

È stato determinato il volume minimo d'invaso previsto dall'Art. 20 del PSAI che indica un quantitativo di 500 m<sup>3</sup>\*ha di superficie scolante a cui corrisponde un volume minimo di invaso di 3.320 m<sup>3</sup>.

In fase progettuale cautelativamente si è adottato come valore di volume di invaso minimo di 3.410 m<sup>3</sup>.

Il progetto prevede la realizzazione di tre bacini di laminazione in grado di accumulare un volume di 1.592 m<sup>3</sup>. Tale volume, sommato a quello dei fossi di scolo che saranno realizzati su tutta l'area di impianto, che corrisponde a 2.012 m<sup>3</sup>, permette di garantire l'invarianza idraulica di progetto, per un volume complessivo di 3.604 m<sup>3</sup>, quindi superiore al volume di invaso minimo considerato.

Per gli scarichi in uscita dalle vasche di laminazione è stata adottata una portata pari a 10 l/s per ettaro.