

Committente:

**FLYNIS PV 44 S.r.l.**

Via Cappuccio, 12 - 20123 Milano - Italy  
pec: flynispv44sr@legalmail.it

**Progetto Definitivo  
PROCEDIMENTO VIA NAZIONALE  
ai sensi degli artt. 23-24-25 del D.Lgs. 152/06 e s.m.i.**

Denominazione progetto:

**REALIZZAZIONE IMPIANTO AGRIVOLTAICO  
"BOSCO MARENGO"**

Potenza nominale complessiva = 48.087,00 kWp

Sito in:

**COMUNE DI BOSCO MARENGO (AL)**

Titolo elaborato:

**Relazione di compatibilità idraulica**

Elaborato n.

**VIA 19**

Scala -



Responsabile Coordinamento progetto : dott.ssa agr. Eliana Santoro

TIMBRI E FIRME:

Progettisti : ing. Virgilio Anselmo  
dott. for. Davide Spada

Collaboratori : -



REV.:	REDAZIONE:	CONTROLLO:	APPROVAZIONE :	DATA:
00	dott. for. Davide Spada	ing. Virgilio Anselmo	dott. for. Maurizio Previati	20/05/2024
01				
02				

FIRMA/TIMBRO  
COMMITTENTE:



**FLYREN**  
THE CULTURE OF CLEAN ENERGY



**FLYREN**  
THE CULTURE OF CLEAN ENERGY

Flyren Development S.r.l.  
Lungo Po Antonelli, 21 - 10153 Torino (TO)  
tel: 011/ 8123575 - fax: 011/ 8127528  
email: info@flyren.eu  
web: www.flyren.eu  
C.F. / P. IVA n. 12062400010

<b>1. PREMESSA .....</b>	<b>2</b>
<b>2. RICOSTRUZIONE DEL QUADRO CONOSCITIVO – RICHIAMO SIA (CAP. 4 - CAP. 5) .....</b>	<b>3</b>
2.1. LOCALIZZAZIONE DELLE AREE DI PROGETTO .....	3
2.2. CARATTERISTICHE GEOLOGICHE, GEOMORFOLOGICHE E IDROGEOLOGICHE – <i>RICHIAMO REL. GEOLOGICA</i> .....	5
2.3. SISTEMI DI TERRE, CARATTERI PEDOLOGICI, CARATTERI AGRONOMICI E USO DEL SUOLO .....	6
2.4. IDROGRAFIA DI SUPERFICIE E SISTEMA IDRAULICO/IDROLOGICO .....	11
2.5. RIFERIMENTI NORMATIVI / STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE TERRITORIALE .....	14
<b>3. ANALISI DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA DELL'AREA DI IMPIANTO .....</b>	<b>17</b>
3.1. LO STATO DEI LUOGHI .....	17
3.2. CARATTERIZZAZIONE IDRAULICA DELL'AREA .....	20
3.3. LE CRITICITÀ SEGNALATE .....	23
3.3.1. L'EVENTO DI PIENA DEL 2019 .....	24
3.3.2. EVENTI CON PRECIPITAZIONI PROLUNGATE .....	29
3.4. GLI ELEMENTI DI POTENZIALE CRITICITÀ IDRAULICA .....	30
3.5. CONCLUSIONI .....	31
<b>4. LA REGIMAZIONE DELLE ACQUE METEORICHE .....</b>	<b>32</b>
4.1. IL SISTEMA DI RACCOLTA, CONVOGLIAMENTO E SMALTIMENTO DELLE ACQUE METEORICHE NELLA CONDIZIONE ATTUALE .....	32
4.2. IL SISTEMA DI RACCOLTA, CONVOGLIAMENTO E SMALTIMENTO DELLE ACQUE METEORICHE NELLA CONDIZIONE DI PROGETTO .....	37
4.2.1. I PRINCIPI DELL'INVARIANZA IDRAULICA .....	38
4.2.1.1. CALCOLO DEL VOLUME DA INVASARE .....	39
4.2.1.2. DIMENSIONAMENTO DEI MANUFATTI PER L'ACCUMULO TEMPORANEO E LA LAMINAZIONE DELLE ACQUE METEORICHE .....	42
4.2.2. CONCLUSIONI .....	47
<b>5. VALUTAZIONI IN MERITO AGLI EFFETTI DELLA REALIZZAZIONE DEGLI INTERVENTI IN PROGETTO .....</b>	<b>50</b>
5.1. STRUTTURE DI SOSTEGNO DEI MODULI FOTOVOLTAICI, RECINZIONI, VIABILITÀ DI SERVIZIO E AREE DI CANTIERE .....	50
5.2. CAVIDOTTO DI CONNESSIONE .....	52
<b>6. RIFERIMENTI .....</b>	<b>54</b>
<b>7. ALLEGATI .....</b>	<b>55</b>
VIA20 – RETE IDROGRAFICA – STATO DI FATTO .....	55
VIA21 – RETE IDROGRAFICA – STATO DI PROGETTO .....	55
VIA22 - OPERE IDRAULICHE – DETTAGLI PROGETTUALI .....	55

## 1. Premessa

La società EnviCons S.r.l. – sede legale in via Lungo Po Alessandro Antonelli n° 21, Torino, P.I. 10189620015, ha ricevuto incarico dalla società FlyRen Development S.r.l. – in rappresentanza della Flynis PV 44 S.r.l. – per la **redazione di uno studio finalizzato alla verifica dei principi di compatibilità e invarianza idraulica relativi all'installazione di un impianto per la produzione di energia da fonte solare fotovoltaica** con le seguenti caratteristiche:

- potenza nominale complessiva: 48.087,00 kWp
- superficie catastale interessata: 83,27 ha
- superficie di impianto recintata: 75,87 ha
- superficie destinata alle attività agricole: 56,18 ha\*
- classificazione architettonica: impianto a terra.
- ubicazione area di impianto: Comune di Bosco Marengo (AL) | Regione Piemonte.
- particelle superficie catastale disponibile/superficie di impianto recintata:
  - F. 53 - P.lle 255 e 286\*\*;
  - F. 54 - P.lle 1, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 13, 14, 15, 16, 17, 18, e 34;
  - F. 55 - P.lle 14, 15, 16, 17 e 18;
- Ditta committente: Flynis PV 44 S.r.l.

\* Rispetto alla superficie destinata alle attività agricole precedentemente stimata (56, 20 ha), è stata computata anche la superficie dedicata alle specie mellifere (2,27 ha).

\*\* Tale particella deriva dal frazionamento dell'ex particella 277 avvenuto in data 08/01/2024 – Pratica n. AL0000893 (Prot. NSD n. ENTRATE.AGEV-ST1.REGISTRO UFFICIALE.61693-08/01/2024 presentato il 08/01/2024 – n. 893.1/2024).

L'obiettivo della presente relazione consiste nel fornire tutti i necessari approfondimenti idrologico-idraulici al fine di consentire le valutazioni di compatibilità del progetto con quanto sopra menzionato **in ottemperanza alle richieste di chiarimento/integrazione emerse in sede procedimentale** - con specifico riferimento alla Delibera di Giunta Regionale del Piemonte n. 12-7465 del 25/09/2023 e del relativo Allegato 1 | Nota prot. n. 128461 del 28/09/2023, all'intero del quale si richiede di:

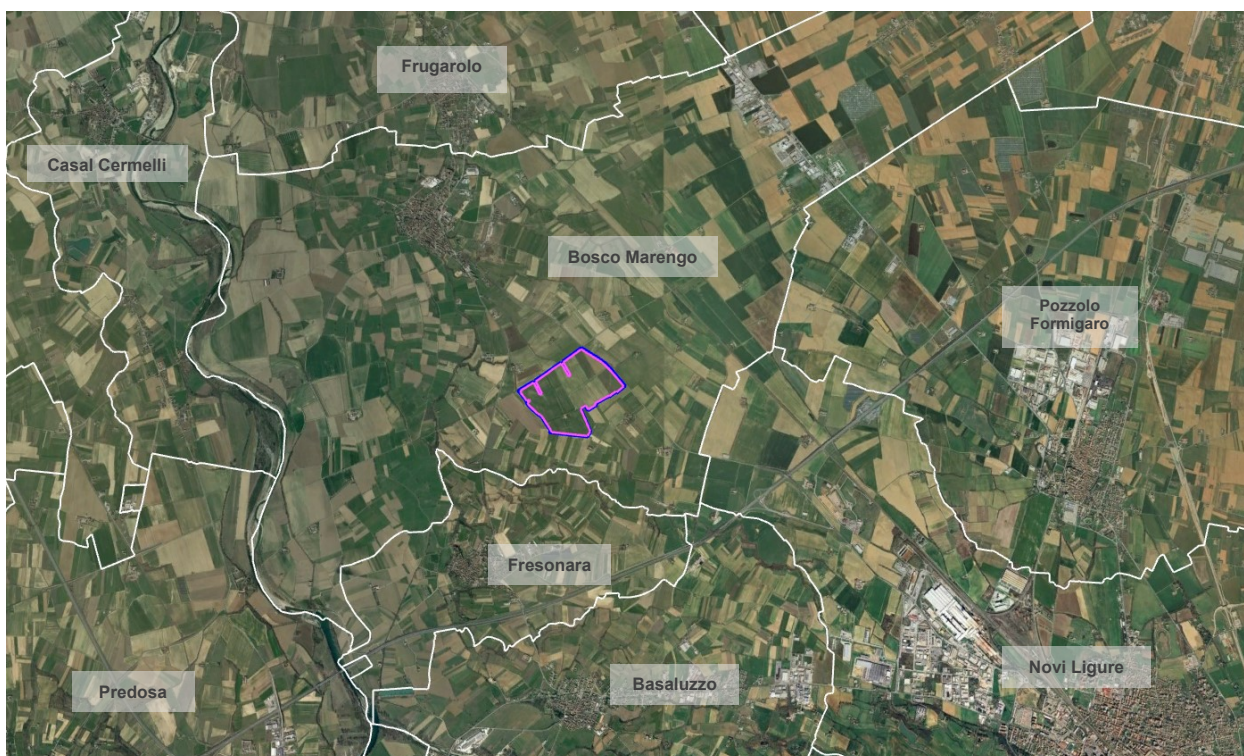
- valutare le interferenze sulla regimazione delle acque superficiali, al fine di evitare che vi siano ostacoli alla normale gestione irrigua dei terreni agricoli confinanti;
- verificare i volumi che la rete di fossi e canali locali dovrà smaltire per non causare danni alla rete irrigua al fine di: i) Non compromettere le metodologie irrigue in uso; ii) Mantenere e garantire sempre la perfetta funzionalità idraulica della rete irrigua; iii) Mantenere e garantire sempre la possibilità di svolgere agevolmente e in sicurezza tutte le operazioni manutentive e ispettive che si rendono necessarie per la gestione delle infrastrutture irrigue.

## 2. Ricostruzione del quadro conoscitivo – Richiamo SIA (Cap. 4 - Cap. 5)

I paragrafi seguenti costituiscono un **sintetico richiamo dei contenuti dello Studio di Impatto Ambientale utili ai fini del presente elaborato** ed al quale si rimanda per eventuali approfondimenti.

### 2.1. Localizzazione delle aree di progetto

L'area, identificata per l'installazione dell'impianto agrivoltaico "Bosco Marengo", è localizzata nel comune di Bosco Marengo, provincia di Alessandria (AL). Il progetto prevede la realizzazione di un impianto fotovoltaico installato a terra con perpetuazione dell'uso agricolo delle superfici, la cui localizzazione spaziale si evince dalla Figura 1 (coord. 44°48'9.06"N e 8°42'5.16"E).



**Figura 1.** Localizzazione dell'area di intervento su foto aerea: linea blu= superficie catastale; linea fucsia= area di impianto (Fonte cartografica di base: Google Earth).

L'area catastale impegnata per il progetto ha un'estensione pari a ~83,27 ha, mentre l'area di impianto, delimitata dalla recinzione perimetrale, misura 75,87 ha e si trova, in linea d'aria (rispetto agli abitati più prossimi), a circa 2,8 km Sud/Sud-Est dal centro abitato di Bosco Marengo, a circa 4,3 km Sud dall'abitato di Frugarolo, a circa 6,6 km Ovest/Nord-Ovest dal comune di Pozzolo Formigaro, a circa 8,5 km Nord-Ovest dal centro abitato di Novi Ligure, a circa 3,8 km Nord da Basaluzzo, a circa 2,5 km Nord-Est da Fresonara e a 13,5 km Sud-Est dal centro abitato del capoluogo di provincia.

Dal punto di vista viabilistico, l'area di impianto è collocata in adiacenza alla Strada Provinciale n. 154 - margine Nord-Est - ed è facilmente accessibile, da questa, tramite n. 1 accesso carraio.

Entrando nel merito del contesto territoriale, l'area di progetto si inserisce in uno scenario pianeggiante (tra i 135 e i 143 m s.l.m.) in una compagine territoriale a destinazione rurale, che si manifesta in una distesa di campi coltivati. All'interno della trama agricola, la presenza dell'uomo si esplica nella presenza di elementi tecnologici come linee elettriche, impianti fotovoltaici *utility scale* e in una ramificata rete di strade principali e

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "BOSCO MARENGO"				
VIA 19	Relazione di compatibilità e invarianza idraulica	rev 00	20.05.2024	Pagina 4 di 55

secondarie, che collegano i centri abitati dell'alessandrino. La componente agricola, tipica della zona, si costituisce di seminativi - prevalentemente monoculture cerealicole - intervallati da prati, erbai.

**L'area di progetto, nello specifico, è attualmente adibita in prevalenza alla coltivazione di frumento tenero e mais. Ad impianto realizzato, all'interno della superficie recintata, sarà mantenuta - con pratiche agronomiche migliorative - la destinazione agricola dei terreni, attraverso la rotazione colturale di specie selezionate *ad hoc*.**

L'area designata per la produzione energetica solare risulta quasi completamente inclusa entro un contorno di appezzamenti coltivati. Il margine Nord-Est del sito risulta adiacente alla SP154, arteria di collegamento tra il comune di Novi Ligure e il centro abitato di Bosco Marengo, mentre il margine Nord-Ovest si trova a circa 250 metri dalla SP 180, che connette Bosco Marengo e Fresonara. Nelle vicinanze del sito di progetto si rileva la presenza di alcuni edifici, perlopiù cascine e bassi fabbricati connessi alle attività agricole. In merito al reticolo idrografico esistente, si ravvisa la presenza di alcuni corsi d'acqua e canali, fiancheggiati da ramificate vegetazioni ripariali.

Entrando nel merito del contesto territoriale analizzato, l'area di progetto si inserisce in un brano territoriale pianeggiante a destinazione agricola e si trova nelle vicinanze della zona industriale di Rovigo (situata a 400 metri Nord-Est) e della zona industriale di Arquà Polesine, che si estende ai lati della SS 16, a 250 metri Sud-Ovest rispetto al sito oggetto di intervento. All'interno della trama agricola della macroarea, frutto delle opere di bonifica iniziate nel XVII° secolo, la presenza dell'uomo si esplica anche nella presenza di elementi tecnologici come linee elettriche, impianti fotovoltaici *utility scale* e in una ramificata rete di strade principali e secondarie, che rappresenta l'articolato sistema di collegamento tra i vari centri abitati del rodigino. La componente agricola, tipica della zona, è costituita principalmente da colture erbacee.

**L'area di progetto, nello specifico, è attualmente adibita in prevalenza alla coltivazione di frumento duro da granella, in avvicendamento con soia e mais e, a impianto realizzato, sarà perpetuata la destinazione agricola dei terreni, attraverso una rotazione colturale di specie selezionate *ad hoc*.**

**L'impianto di produzione energetica sarà collegato alla rete elettrica di Terna attraverso la costruzione di una cabina di smistamento, che convoglierà l'energia elettrica prodotta dal presente impianto alla futura Stazione Elettrica di trasformazione 220/132/36 kV "MANDRINO", collegata in configurazione entra-esce alle linee esistenti "Vignole Borbera - Casanova" e "Italsider Novi - Vignole Borbera" con tensione di esercizio di 220 kV e "Spinetta - Sezzadio" e "Aulara - Frugarolo" con tensione di esercizio di 132 kV.**

Il progetto proposto prevede da una parte l'applicazione di un **modello innovativo finalizzato a un uso plurimo delle terre, attuato attraverso l'integrazione della generazione fotovoltaica con l'agricoltura, dall'altra un miglioramento delle componenti ambientali locali (lavorando su elementi quali biodiversità e re-innesco di cicli trofici)**. Inoltre, in un'ottica di valorizzazione delle risorse esistenti (e storicamente consolidate), **proseguiranno le attuali attività di conduzione agraria dei fondi (senza pertanto "sottrazione di suolo" e/o "utilizzazioni diverse da quelle a scopo colturale"), che verranno opportunamente migliorate, attraverso una gestione orientata e maggiormente efficace del ciclo agro-energetico, come meglio descritto e approfondito nella Relazione agronomica** (cfr. Elaborato "FP220238-OTC-VIA09").

## 2.2. Caratteristiche geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche – *Richiamo Rel. Geologica*

**La zona interessata dall'intervento ha come principale caratteristica, dal punto di vista geomorfologico, quella di formare un ambiente di pianura alluvionale, con forme legate all'azione geomorfica esercitata nel recente passato - e attualmente - dal reticolo idrografico.**

Per quanto concerne gli aspetti geomorfologici, geolitologici e idrogeologici dell'area è stata svolta una **specifico indagine a opera di un professionista abilitato**, la cui relazione finale è parte integrante del presente studio e alla quale si rimanda per ogni approfondimento (cfr. Elaborato "FP22038-OTC-VIA07"). Per completezza di esposizione si riporta una sintesi delle conclusioni, riassumendo i principali passaggi della stessa:

- il sito interessato dalle opere in progetto ricade nel comune di Bosco Marengo (AL), a una quota media di circa 140 m s.l.m. L'area in oggetto, a destinazione agricola, è localizzata nel settore meridionale del territorio comunale, si trova (da baricentro a baricentro) a circa 2,8 km Sud/Sud-Est dal centro abitato di Bosco Marengo, a circa 4,3 km Sud/Sud-Est dall'abitato di Frugarolo, a circa 6,6 km Ovest/Nord-Ovest dal comune di Pozzolo Formigaro, a 8,5 km Nord/Nord-Ovest dal centro abitato di Novi Ligure, a circa 3,8 km Nord da Basaluzzo, a circa 2,5 km Nord-Est da Fresonara e a 13,5 km Sud-Est dal centro abitato del capoluogo di provincia;
- le indagini svolte, le informazioni storiche acquisite, nonché l'analisi della cartografia tecnica disponibile, non hanno evidenziato il verificarsi di fenomeni di esondazione per piene ordinarie e straordinarie di corsi d'acqua principali, minori o artificiali che abbiano coinvolto l'area in tempi medio recenti;
- dal punto di vista idrogeologico, l'indagine eseguita nell'area in esame e nella zona circostante non ha rilevato la presenza di emergenze idriche (sorgenti), mentre si segnalano alcuni punti di captazione (pozzi);
- la falda ospitata nei terreni in esame, avente carattere superficiale, risulta direttamente connessa con il locale reticolo idrografico. La superficie libera della falda può subire moderate variazioni di livello durante l'anno a causa dei differenti apporti meteorici e a causa delle attività agricole, stabilizzandosi, nell'area d'intervento, ad una quota di circa 30 m da p.c., le opere fondazionali dei manufatti in progetto non interferiranno con il locale assetto idrogeologico;
- il sito in esame risulta soggetto a un rischio idraulico di grado basso, ponendosi in un'area di assoluta sicurezza rispetto alla dinamica idraulica del locale reticolo idrografico. A tale merito, si rappresenta che nell'area d'intervento non sono presenti zone perimetrate nelle Carte della Pericolosità Idraulica del PAI e/o del PGRA e il lotto in esame risulta inserito, nello strumento urbanistico vigente (PRGC), in una Classe di Pericolosità Geomorfologica bassa;
- il sito non mostra segni di instabilità morfologica e l'area in oggetto è da ritenersi complessivamente stabile data l'acclività molto bassa, escludendo, al momento dell'indagine, fenomeni morfogenici dissestivi in atto (o potenziali) di particolare entità;
- i terreni presenti nell'area di intervento sono di origine continentale e sono rappresentati da depositi fluviali medio - antichi, aventi granulometria in genere da sabbiosa a sabbioso - argillosa. In superficie, si riconosce la presenza di una limitata coltre di copertura sabbioso - limosa, avente spessore compreso tra 0,5 e 1,0 m, poco addensata, con locali riporti antropici eterogenei, si ritrovano i termini alluvionali aventi granulometria prevalentemente sabbiosa, aventi grado d'addensamento mediamente crescente in funzione della profondità;

- nella classificazione sismica regionale il territorio comunale di Bosco Marengo rientra nella Zona 3, a cui è associata una accelerazione sismica al *bedrock* pari a  $< 0,05/0,15 \text{ Ag/g}$  e categoria del sottosuolo "A"<sup>1</sup>;
- i parametri geotecnici ritenuti sicuri, in sede di progettazione preliminare, sono i seguenti:

Unità litologica	Litologia	Nspt	Tipo	Classificazione A.G.I.	VALORI DI PROGETTO		
					$\gamma_d$	$\phi'_d$	$Cu_d$
					t/m <sup>3</sup>	°	kg/cm <sup>2</sup>
1	Coltre superficiale (prof. massima 1 m)	5-10	Incoerente	Poco addensato	1,7	16	0,0
2	Depositi alluvionali sabbiosi	15-50	Incoerente	Da moderatamente addensato ad addensato	1,9	28	0,0

dove:

- $N_{spt}$ : numero colpi riferibili ad una prova SPT;
- $\gamma_d$ : peso di volume;
- $Cu_d$ : coesione non drenata;
- $\phi'_d$ : angolo di attrito interno drenato.

### 2.3. Sistemi di terre, caratteri pedologici, caratteri agronomici e uso del suolo

Secondo la *Carta dei Suoli del Piemonte* (1:50.000) la macroarea oggetto di analisi appartiene all' **Unità Cartografica U0224 "Frugarolo"** costituita da un lembo di un'antica pianura che – nel corso del tempo - è stata progressivamente erosa dal torrente Orba, sul lato occidentale e dal torrente Scriveria, sul lato orientale. I suoli traggono, quindi, origine da depositi alluvionali molto antichi ormai stabilizzati da lungo tempo. In conseguenza di ciò i processi pedogenetici hanno agito su questi sedimenti portando alla formazione di suoli evoluti ascrivibili all'ordine degli Alfisuoli.

L'Unità "Frugarolo" si estende entro un'ampia superficie pianeggiante ricompresa tra i comuni di Pozzolo Formigaro (AL), Fresonara (AL) e Frugarolo (AL). I suoli FRUGAROLO "tipici" hanno colori bruno-giallastri, tessitura franco-limosa (*topsoil*) o franco o franco-limosa (*subsoil*) e calcare sempre assente. Sono suoli molto evoluti, profondi e privi di scheletro. Hanno una disponibilità di ossigeno moderata e drenaggio mediocre a causa della presenza di orizzonti profondi compatti che rallentano il deflusso delle acque.

Al suo interno, **il sito di studio è ascrivibile agli "Alfisuoli di pianura non idromorfi e non ghiaiosi"** (Figura 2) con:

- *topsoil* di colore bruno giallastro e tessitura franco-limosa a reazione subacida-neutra;
- *subsoil* di colore rosso giallastro, con tessitura bruno giallastro chiaro e tessitura franca o franco-limosa a reazione subacida-neutra.

<sup>1</sup> A: *Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi*, caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.

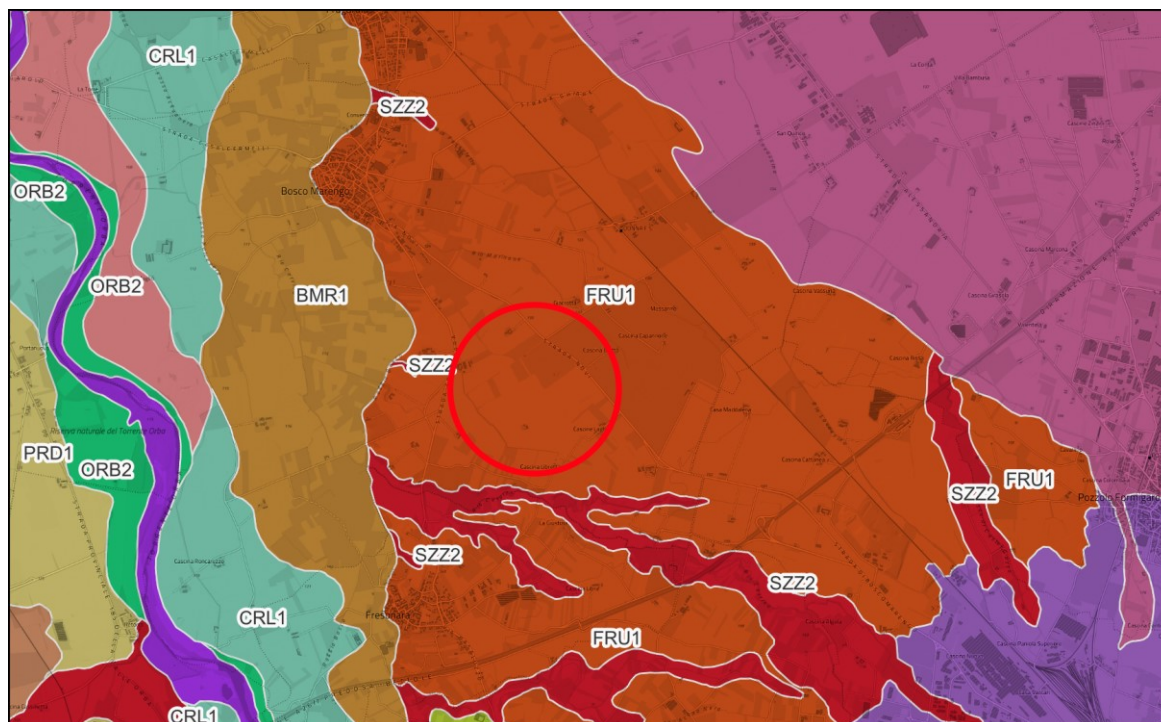


Figura 2. Estratto della Carta dei Suoli del Piemonte 1:50.000.

Nello specifico, il suolo dell'area d'impianto, avente codice fase **FRU1**, è identificato col nome fase "**FRUGAROLO limoso-grossolana, fase tipica**". Secondo la tassonomia USDA, tale suolo è descritto come **Typic Fragiustalf, coarse-silty, mixed, nonacid, mesic** con sequenza di orizzonti tipica **Ap-EB-Btx**.

Si riporta di seguito il dettaglio del profilo pedologico:

- **Orizzonte Ap:** 0 - 30 cm; umido; colore bruno giallastro (10YR 5/4); tipo colore ossidato; tessitura franca; scheletro 0%, di forma n.i.; struttura poliedrica angolare media di grado debole; radici 3/dmq, con dimensioni medie di 2 mm e dimensioni massime di 2 mm, orientamento verticale; radicabilità 90%; resistenza: moderatamente resistente; cementazione molto debole; debolmente adesivo; debolmente plastico; non calcareo; masse di ferro-manganese; limite inferiore chiaro.
- **Orizzonte AB :** 30 - 70 cm; umido; colore bruno giallastro (10YR 5/4); tipo colore ossidato; tessitura franca; scheletro 0% , di forma n.i.; struttura poliedrica angolare fine di grado debole; radici 2/dmq, con dimensioni medie di 2 mm e dimensioni massime di 2 mm, orientamento verticale; radicabilità 90%; resistenza: moderatamente resistente; cementazione molto debole; debolmente adesivo; debolmente plastico; non calcareo; masse di ferro-manganese 1 %, 1 mm, presenti nella matrice; limite inferiore chiaro.
- **Orizzonte EB :** 70 - 90 cm; umido; colore bruno giallastro chiaro (10YR 6/4); colore subordinato bruno molto pallido (10YR 7/4); tipo colore ossidato; tessitura franca; scheletro 0% , di forma n.i.; struttura poliedrica subangolare media di grado moderato; radici 2/dmq, con dimensioni medie di 1 mm e dimensioni massime di 1 mm, orientamento verticale; radicabilità 50% ; resistenza: molto resistente; cementazione debole; moderatamente adesivo; moderatamente plastico; non calcareo; masse di ferro-manganese 3%, 1 mm, presenti nella matrice; pellicole primarie di argilla 5%, presenti sulle facce degli aggregati; limite inferiore graduale.
- **Orizzonte Bt :** 90 - 125 cm; umido; colore giallo brunastro (10YR 6/6); tipo colore variegato; screziature 25%, con dimensioni medie di 5 mm, con limite chiaro, dominanti di colore bruno molto pallido (10YR 7/3), secondarie di colore bruno giallastro (10YR 5/8), altre screziature di colore bruno molto pallido (10YR 8/2); tessitura franco argillosa; scheletro 0% , di forma n.i.; struttura poliedrica angolare media di



IMPIANTO AGRIVOLTAICO "BOSCO MARENGO"				
VIA 19	Relazione di compatibilità e invarianza idraulica	rev 00	20.05.2024	Pagina 8 di 55

grado forte; radici 0/dmq, con dimensioni medie di 0 mm , orientamento n.i.; radicabilità 40% ; resistenza: estremamente resistente; cementazione forte; moderatamente adesivo; moderatamente plastico; non calcareo; masse di ferro-manganese 5%, 2 mm, presenti nella matrice; pellicole primarie di argilla 10%, presenti sulle facce degli aggregati; limite inferiore graduale.

- **Orizzonte Btx** : 125 - 180 cm; umido; colore giallo brunastro (10YR 6/6); tipo colore variegato; screziature 40%, con dimensioni medie di 10 mm, con limite chiaro, dominanti di colore bruno giallastro scuro (10YR 4/6), secondarie di colore bruno molto pallido (10YR 7/3); tessitura franco argillosa; scheletro 0% , di forma n.i.; struttura poliedrica angolare media di grado forte; radici 0/dmq, con dimensioni medie di 0 mm , orientamento n.i.; radicabilità 20% ; resistenza: rigido; cementazione molto forte; molto adesivo; moderatamente plastico; non calcareo; masse di ferro-manganese 4 % , 3 mm, presenti nella matrice; pellicole primarie di argilla 15%, presenti sulle facce degli aggregati; limite inferiore non raggiunto.

In base alla consultazione della **"Carta della Capacità d'Uso dei Suoli"** (1:50'000 - Figura 3), derivata dalla **"Carta dei Suoli"** del Piemonte al fine di differenziare le terre a seconda delle potenzialità produttive delle diverse tipologie pedologiche, l'area di studio rientra completamente all'interno della **Classe II** ossia "Suoli con alcune moderate limitazioni che riducono la produzione delle colture agrarie", con limitazioni **w1** ovvero "Limitazione idrica: disponibilità di ossigeno per le piante"<sup>2</sup>. Si tratta quindi di suoli idonei soprattutto alla coltivazione di cereali autunno-vernini, che richiedono l'esecuzione di attività agricole preferibilmente in autunno, mentre l'utilizzo agronomico dei reflui zootecnici può essere effettuato senza particolari problemi. L'acidificazione degli orizzonti superficiali può richiedere in taluni casi delle periodiche calcitazioni. Per quanto concerne l'arboricoltura da legno si tratta di suoli idonei a diverse specie di latifoglie, i migliori risultati produttivi si possono ottenere con farnia, rovere, ciliegio e noce.

<sup>2</sup> Le classi che definiscono la capacità d'uso dei suoli sono otto. Le classi da 1 a 4 rappresentano suoli adatti all'agricoltura; le classi da 5 a 8, identificano suoli con crescenti limitazioni al loro utilizzo e gestione. Nello specifico:

- Classe 1 Limitazioni all'uso scarse o nulle. Ampia possibilità di scelte colturali e usi del suolo.
- Classe 2 Limitazioni moderate che riducono parzialmente la produttività o richiedono alcune pratiche conservative.
- Classe 3 Evidenti limitazioni che riducono le scelte colturali, la produttività e/o richiedono pratiche conservative.
- Classe 4 Limitazioni molto evidenti che restringono la scelta delle colture e richiedono una gestione molto attenta per contenere la degradazione.
- Classe 5 Limitazioni difficili da eliminare che restringono fortemente gli usi agrari. Praticoltura, pascolo e bosco sono usi possibili insieme alla conservazione naturalistica.
- Classe 6 Limitazioni severe che rendono i suoli generalmente non adatti alla coltivazione e limitano il loro uso al pascolo in alpeggio, alla forestazione, al bosco o alla conservazione naturalistica e paesaggistica.
- Classe 7 Limitazioni molto severe che rendono i suoli non adatti alle attività produttive e che restringono l'uso alla praticoltura d'alpeggio, al bosco naturaliforme, alla conservazione naturalistica e paesaggistica.
- Classe 8 Limitazioni che precludono totalmente l'uso produttivo dei suoli, restringendo gli utilizzi alla funzione ricreativa e turistica, alla conservazione naturalistica, alla riserva idrica e alla tutela del paesaggio.

La sottoclasse è il secondo livello gerarchico nel sistema di classificazione della capacità d'uso dei Suoli. I codici "e", "w", "s", e "c" sono utilizzati per l'indicazione sintetica delle sottoclassi di capacità d'uso. Nello specifico:

- Sottoclasse "e" è concepita per suoli sui quali la suscettibilità all'erosione e i danni pregressi da erosione sono i principali fattori limitanti.
- Sottoclasse "w" è concepita per suoli in cui il drenaggio del suolo è scarso e l'elevata saturazione idrica o la falda superficiale sono i principali fattori limitanti.
- Sottoclasse "s" è concepita per tipologie pedologiche che hanno limitazioni nella zona di approfondimento degli apparati radicali, come la scarsa profondità utile, pietrosità eccessiva o bassa fertilità difficile da correggere.
- Sottoclasse "c" è concepita per suoli per i quali il clima (temperatura e siccità) è il maggiore rischio o limitazione all'uso.

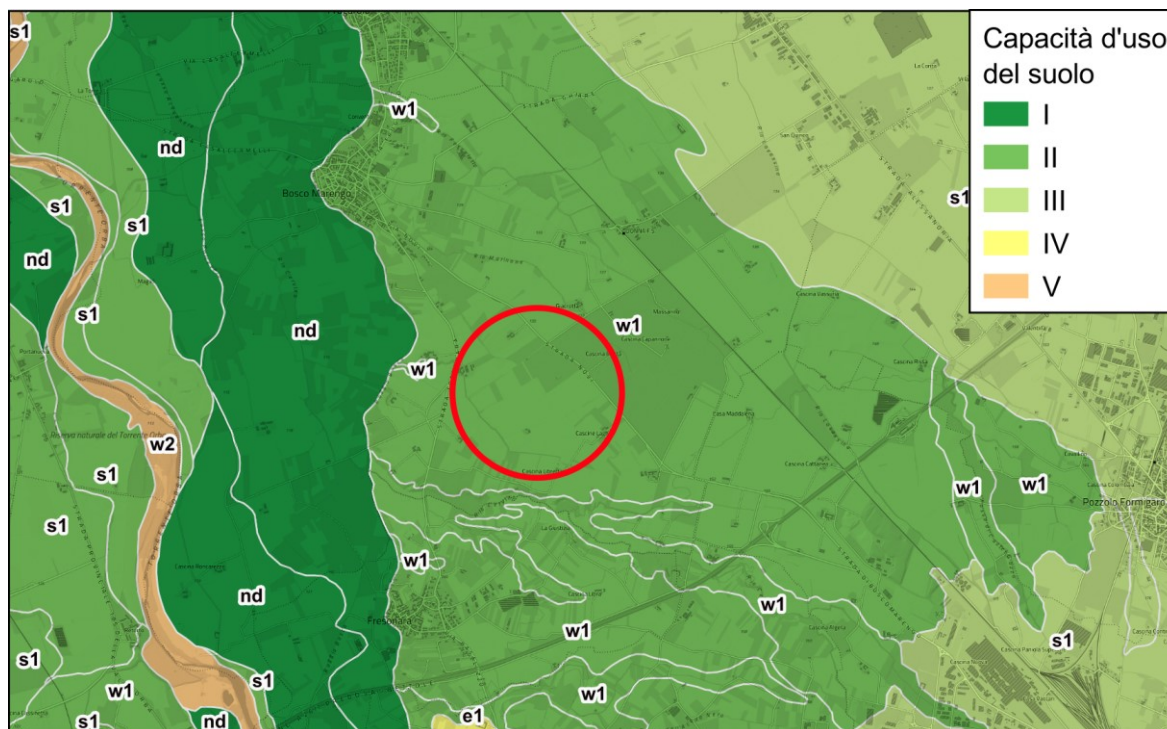
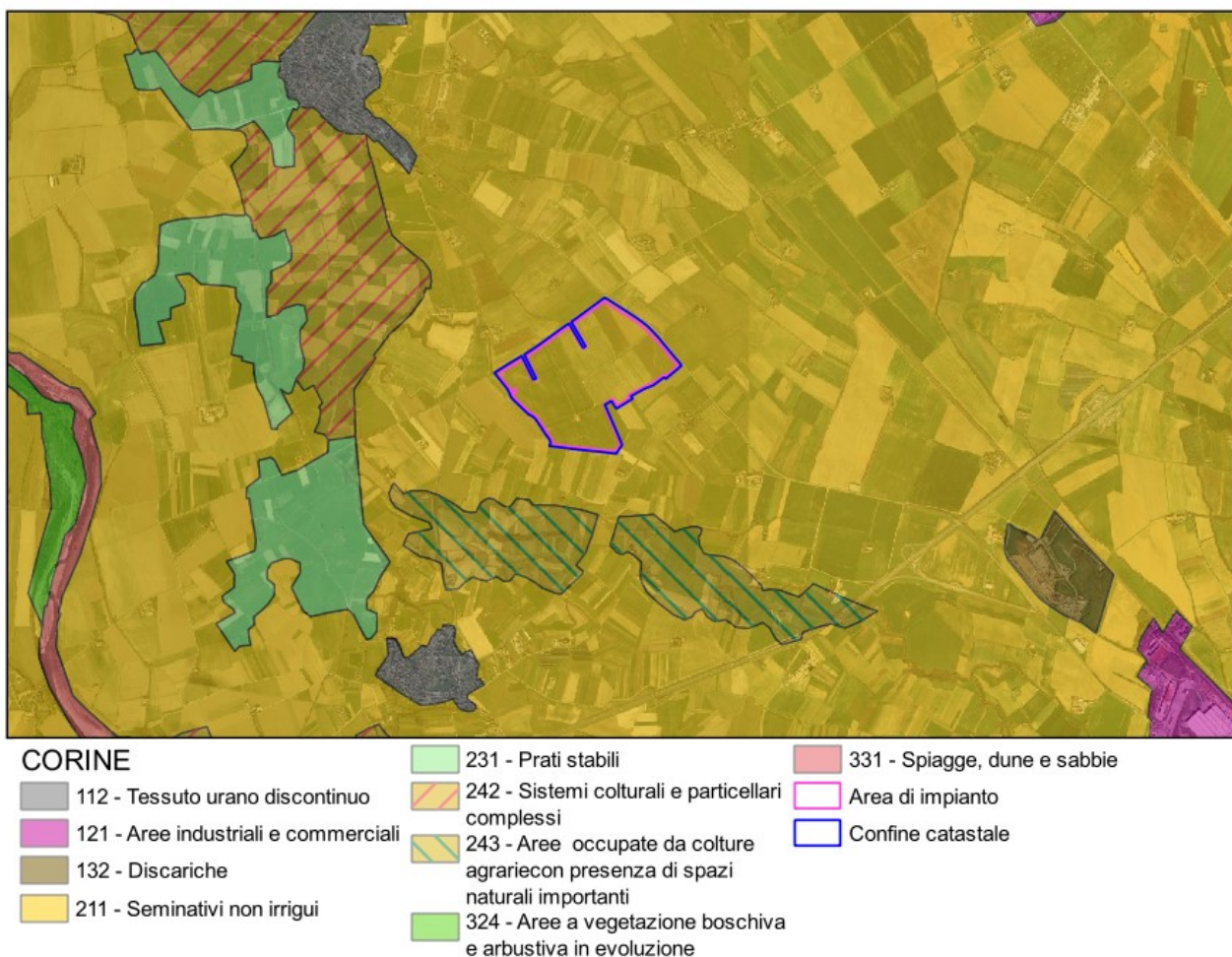


Figura 3. Estratto della carta della capacità d'uso dei suoli della Regione Piemonte 1:50.000.

Secondo la classificazione *Corine*<sup>3</sup> (Figura 4), così come confermato in sede di sopralluogo, **le aree sono principalmente utilizzate per la coltivazione di seminativi (i.e. cereali autunno vernini – attualmente per lo più frumento tenero e mais; in passato anche orzo).**

<sup>3</sup> Programma CORINE (COoRdination of INformation on the Environment – Decisione 85/338/EEC)



**Figura 4.** Tipo di uso del suolo secondo la classificazione CORINE relativa all'area oggetto di studio.

**In relazione alla destinazione d'uso agraria, l'orizzonte pedologico superficiale risulta indubbiamente antropizzato, con rimescolamenti e destrutturazione fino alla profondità cui giungono le lavorazioni tipiche (40-60 cm).**

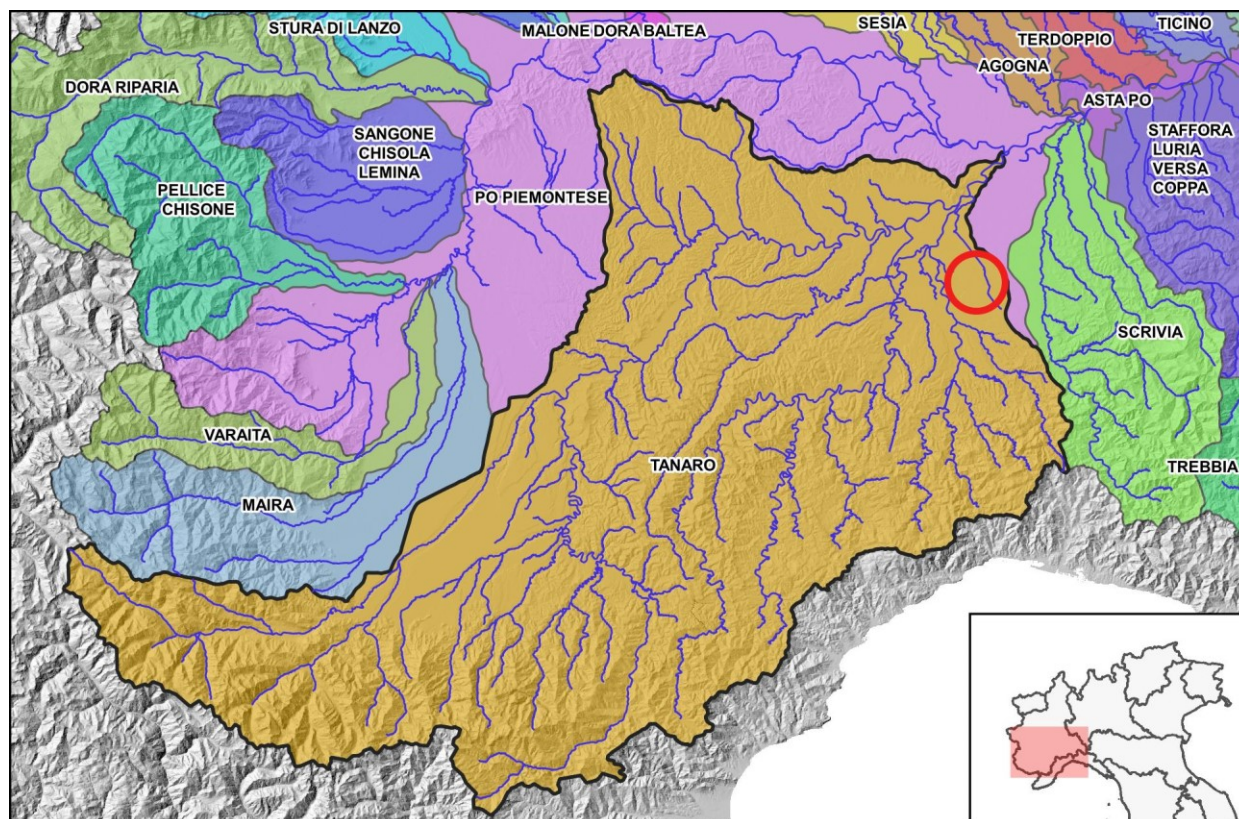
In ragione del buon drenaggio e della perfetta orizzontalità del piano di campagna non si rilevano fenomeni di erosione superficiale così come verificato in sede di sopralluogo (Figura 5).



**Figura 5.** Scatto fotografico del campo oggetto di analisi risalente al 07/12/2022, dal quale si evince la destinazione agricola del terreno (coltivato a frumento tenero) e l'assetto pianeggiante delle superfici.

#### 2.4. Idrografia di superficie e sistema idraulico/idrologico

Dal punto di vista idrografico, l'area oggetto di studio si trova nella parte bassa del bacino idrografico del Fiume Tanaro, in una zona di pianura situata in sponda destra a cavallo tra i comuni di Pozzolo Formigaro, Bosco Marengo e Frugarolo (AL). Il bacino del Fiume Tanaro (Figura 6) si estende su una superficie complessiva di circa 8.080 km<sup>2</sup> (pari al 12% del bacino del Po), della quale l'82% si trova in ambiente montano. La zona di pianura è prevalentemente localizzata nel settore nord-est alla chiusura in Po e nel settore sud-ovest in corrispondenza del tratto di pianura della Stura di Demonte.



**Figura 6.** Posizione dell'area di progetto rispetto al bacino del Tanaro e agli altri bacini idrografici principali del Piemonte.

**Relativamente al settore piemontese, è possibile individuare 4 aree idrologicamente omogenee:**

- **Bacini alpini interni:** situati nelle zone più interne delle Alpi occidentali (i.e. bacino montano della Stura di Demonte, del Chisone, della Dora Riparia) presentano portate specifiche di piena modeste. La vicinanza alle catene montuose offre una protezione diretta nei confronti delle perturbazioni provenienti dall'Atlantico, limitando le precipitazioni sia in termini di valori totali che di intensità. Inoltre, dato che ampie aree si trovano al di sopra dei 2000 m s.l.m., le precipitazioni si manifestano per lunga parte dell'anno prevalentemente sotto forma nevosa e quindi non contribuiscono direttamente a generare deflusso. Gli eventi di piena si verificano generalmente tra la fine della primavera e l'inizio dell'autunno, quando le nevicate sono più scarse, in particolare a fine primavera, quando lo scioglimento del manto nevoso ancora consistente provoca un importante incremento dei deflussi.
- **Bacini alpini pedemontani:** si tratta di bacini la cui asta principale è prevalentemente orientata in direzione nord-sud o che sono esposti verso la pianura, e che risultano quindi meno protetti rispetto alle perturbazioni meteoriche provenienti dal Mediterraneo (i.e. bacino montano del Po, Pellice, Germanasca, Grana, Sangone, Stura di Lanzo, Orco, Elvo, Cervo, Sesia). In tali bacini le precipitazioni sono più intense, tuttavia, la minore altitudine media rispetto al gruppo precedente, fa sì che gli apporti nevosi siano limitati per gran parte dell'anno, determinando portate specifiche nettamente più elevate. Nei bacini pedemontani le piene si verificano generalmente in autunno e, in misura minore, al termine della primavera o dell'estate.
- **Bacini di tipo appenninico del settore piemontese:** sono caratterizzati da rilievi non molto elevati e da precipitazioni molto intense, soprattutto in corrispondenza dello spartiacque ligure-piemontese, a causa della vicinanza al Mediterraneo e della trascurabile influenza delle precipitazioni nevose. Fenomeni alluvionali sono possibili durante tutto l'anno, ma è tra settembre e novembre che si ha la massima incidenza di eventi gravosi.
- **I tratti fluviali di pianura:** nei tratti di pianura dei fiumi piemontesi principali (i.e. Po, Dora Baltea, Sesia, Tanaro) le portate sono condizionate principalmente dallo sviluppo degli eventi di piena dei singoli affluenti. Nello specifico, assumono particolare importanza: i) l'effetto di laminazione dei colmi di piena lungo l'asta fluviale; ii) la non contemporaneità delle piene sugli affluenti e iii) l'effetto di regolazione dei laghi e degli invasi idroelettrici.

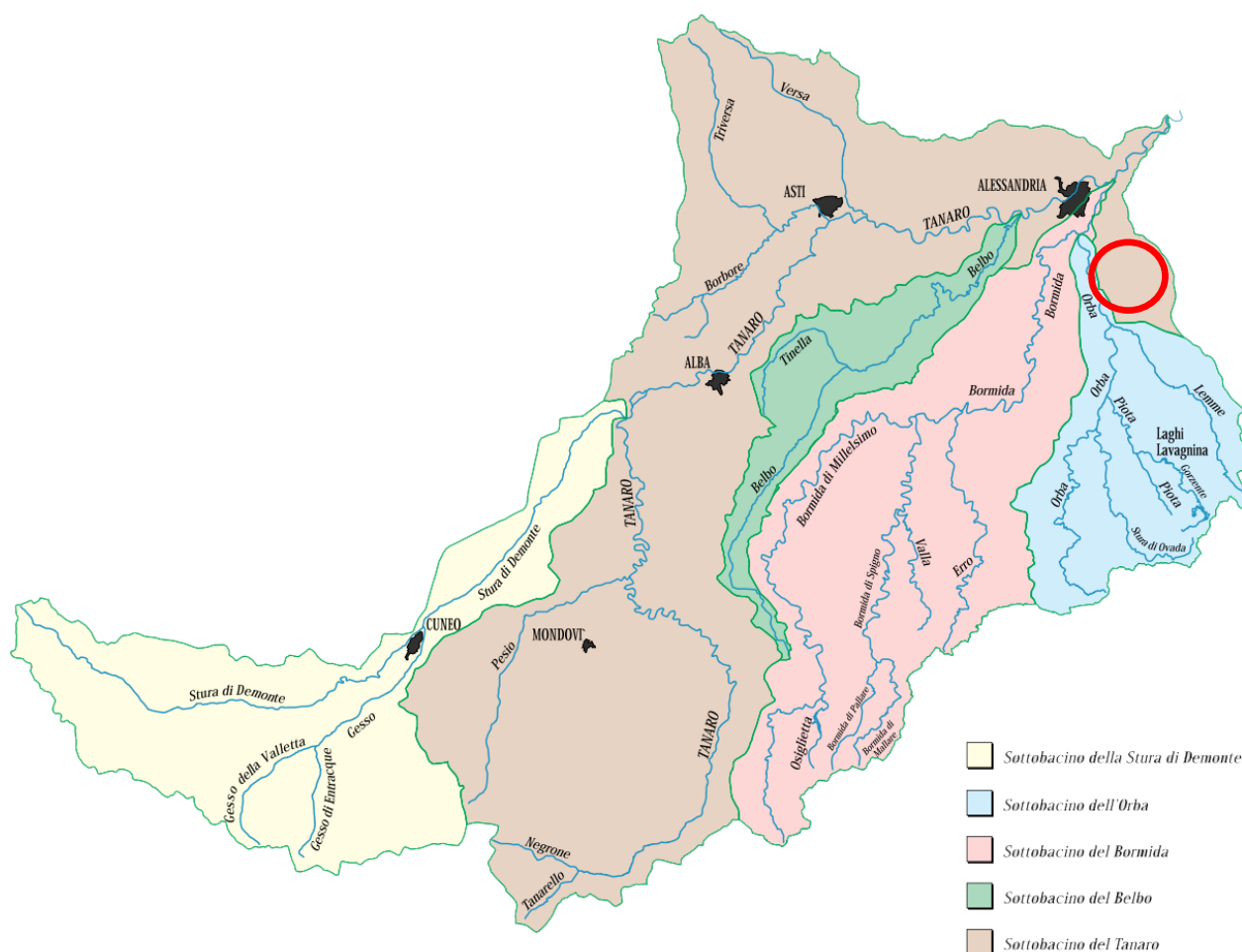
**Ogni affluente ha modalità di formazione dell'evento di piena caratteristiche e dipendenti dalle peculiarità del bacino sotteso:**

- nel tratto piemontese della Dora Baltea le piene critiche sono alimentate soprattutto dalla porzione inferiore del bacino montano, prossimo allo sbocco in pianura;
- sul Sesia le piene sono causate soprattutto dalle precipitazioni sul tratto pedemontano e sugli affluenti principali (Cervo, Elvo), mentre gli apporti pluviometrici nella parte alta del bacino sono generalmente modesti;
- per il Tanaro sono normalmente disgiunti gli eventi sulla Stura di Demonte e sul Gesso rispetto a quelli che si verificano nelle restanti parti del bacino;
- per il Po le piene straordinarie a monte di Torino sono disgiunte da quelle del tratto di valle. Nel tratto a valle di Torino gli eventi eccezionali sono generalmente provocati da apporti pluviometrici elevati e concomitanti dei bacini compresi tra la Stura di Lanzo e il Sesia. Se poi, come è accaduto

nel 1951 e nel 1994, a tali eventi si associa una condizione critica del Tanaro, si innesca una piena eccezionale che coinvolge l'intero corso del Po.

Nello specifico, come rappresentato nella Figura 7, il bacino del Fiume Tanaro è a sua volta composto da cinque sottobacini (Figura 7), con caratteristiche molto diverse dal punto di vista idrologico, in funzione della diversa morfologia ed esposizione del territorio, delle caratteristiche meteo-climatiche (all'interno del bacino la piovosità varia da 700 mm/anno in pianura a oltre 1800 mm/anno), e - in misura minore -, dal tipo di substrato litologico e dalla tipologia di uso del suolo.

Nel **sottobacino della Stura di Demonte**, la presenza di catene montuose che proteggono dall'arrivo diretto di aria umida dall'Atlantico o dal Mediterraneo fa sì che le precipitazioni siano piuttosto modeste sia in termini di valori totali che di intensità. Inoltre, per la presenza di ampie zone al di sopra dei 2.000 m s.l.m., le precipitazioni si manifestano per buona parte dell'anno sotto forma di neve. L'**alto bacino del Tanaro**, invece, ha le caratteristiche tipiche dei bacini alpini pedemontani. L'esposizione diretta alle correnti umide provenienti dal Mediterraneo attraverso il golfo di Genova e l'Appennino Ligure determina precipitazioni piuttosto intense con portate anche elevate, che a causa della bassa altitudine media sono generalmente prive di apporti nevosi consistenti, per ampi periodi dell'anno. **I bacini del medio e basso Tanaro, del Belbo e dell'Orba** hanno caratteristiche tipiche dei bacini appenninici, con influenza delle precipitazioni nevose trascurabile, a causa della modesta altitudine.



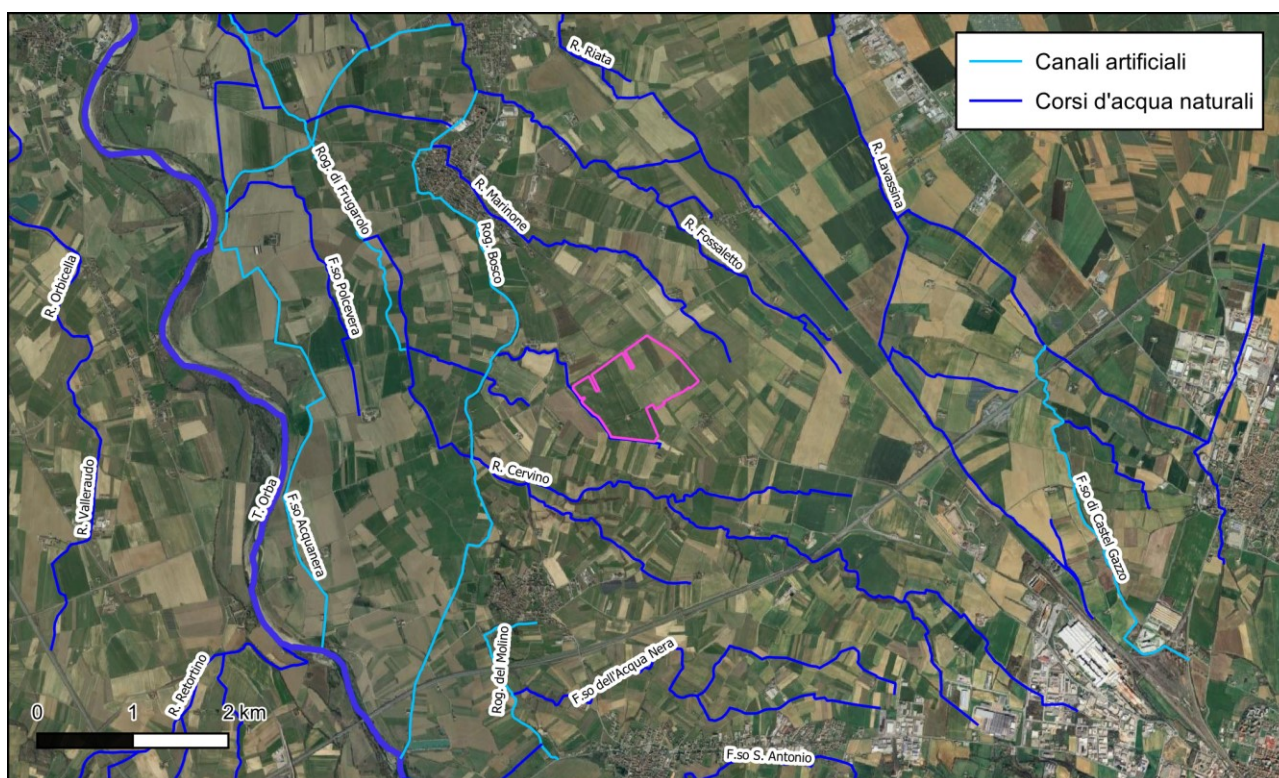
**Figura 7.** Suddivisione in sottobacini del Fiume Tanaro e dei suoi affluenti (Fonte: Autorità di Bacino del Fiume Po).

A partire dalla confluenza del Torrente Cherasca (all'interno del comune di Alba), il Tanaro abbandona il regime torrentizio determinato dalla morfologia del territorio (rilievi elevati e valli molto incise) e assume le caratteristiche tipiche di un corso d'acqua di pianura.

**Tabella 1.** Dati principali dei sottobacini idrografici appartenenti al bacino del Fiume Tanaro (Fonte: Autorità di Bacino del Fiume Po).

	Superficie (km <sup>2</sup> )	Quota media (m s.l.m.)	Quota sez. di chiusura (m s.l.m.)
<b>Stura di Demonte</b>	1464,2	1450	200
<b>Orba</b>	768,2	435	90
<b>Bormida</b>	1736,1	392	80
<b>Belbo</b>	468,9	346	90
<b>Tanaro</b>	3642,4	663	74

Analizzando più nel dettaglio il sistema idrografico locale, si può osservare come il reticolo idrografico minore (Figura 8) presenti una direzione prevalente di deflusso orientata da Nord verso Sud con andamento sub-parallelo. Parte dei corsi d'acqua presenti nell'intorno dell'area di progetto (i.e. Rio Lavassina, Rio Riata) confluiscono all'interno dell'asta fluviale del Tanaro, mentre altri (i.e. Rio Fossaletto, Rio Cervino, Rio Marinone) sono strettamente interconnessi con i canali irrigui e defluiscono verso il vicino alveo del Torrente Orba.



**Figura 8.** Dettaglio puntuale dei corpi idrici naturali e artificiali presenti nella macroarea di indagine con indicata l'area di impianto (in magenta).

## 2.5. Riferimenti normativi / Strumenti di pianificazione territoriale

Nel seguito si riporta una sintesi degli strumenti di pianificazione territoriale inerenti alla gestione delle acque ed alla sicurezza idraulica in rapporto alle opere in progetto. Per la consultazione delle diverse tavole

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "BOSCO MARENGO"				
VIA 19	Relazione di compatibilità e invarianza idraulica	rev 00	20.05.2024	Pagina 15 di 55

dei Piani/Strumenti considerati, si si rimanda alla consultazione dell'elaborato dedicato "VIA04 - Inquadramento vincolistico".

▪ **Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) dell'Autorità di Bacino del Fiume Po**

Il **Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)** dell'Autorità del Bacino del Fiume Po è stato redatto ai sensi della L. n. 183 del 18/05/1989 quale piano stralcio del piano generale del Bacino del Po - ai sensi dell'art. 17, comma 6 ter della legge ora richiamata. Il Piano è stato approvato con DPCM 24/05/2001 e successivamente sono state approvate numerose varianti. Il PAI "[...] *ha lo scopo di assicurare, attraverso la programmazione di opere strutturali, vincoli, direttive, la difesa del suolo rispetto al dissesto di natura idraulica e idrogeologica e la tutela degli aspetti ambientali a esso connessi*". Attraverso le sue disposizioni, quindi, il Piano persegue l'obiettivo di garantire, all'interno del territorio del bacino del Fiume Po, un livello di sicurezza adeguato rispetto ai fenomeni di dissesto idraulico e idrogeologico, attraverso: **i)** il ripristino degli equilibri idrogeologici e ambientali; **ii)** il recupero degli ambiti fluviali e del sistema delle acque; **iii)** la programmazione degli usi del suolo ai fini della difesa, della stabilizzazione e del consolidamento dei terreni e **iv)** il recupero delle aree fluviali, con particolare attenzione a quelle degradate, anche attraverso usi ricreativi<sup>4</sup>.

Dalla consultazione della cartografia di Piano **l'area di impianto non ricade in zone soggette a criticità o diretta pianificazione PAI** (fasce fluviali, rischio idraulico e idrogeologico, pericolosità etc.).

▪ **Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) del Distretto Idrografico del Fiume Po**

Il PGRA individua, per ogni distretto idrografico, le zone a rischio potenziale significativo di alluvioni, ai sensi e in conformità, con quanto stabilito dall'art. 7 della Direttiva Alluvioni 2007/60/CE, recepita nell'ordinamento nazionale attraverso il D.lgs. 49/2010. Il PGRA, orienta l'azione sulle aree a rischio più significativo, organizzate e gerarchizzate rispetto all'insieme di tutte le aree a rischio e definisce gli obiettivi di sicurezza e le priorità di intervento a scala distrettuale, in modo concertato fra tutte le Amministrazioni, gli Enti gestori e gli stakeholders.

Il PGRA deve affrontare tutti gli aspetti della gestione del rischio di alluvioni: prevenzione, protezione, preparazione, compresi la previsione dell'alluvione e i sistemi di allertamento, sulla base anche delle caratteristiche del bacino o del sottobacino idrografico interessato<sup>5</sup>.

Attualmente, è vigente il PGRA rivisto ed aggiornato al II° ciclo di programmazione (2021-2027), adottato con deliberazione della Conferenza Istituzionale Permanente n. 5 del 20/12/2021.

**In base alla consultazione delle mappe della pericolosità e del rischio di alluvione vigenti si riscontra che l'area di impianto non risulta ricadere in aree a pericolosità e/o rischio di alluvioni.**

▪ **Vincolo idrogeologico**

Per gli interventi di modificazione e/o trasformazione di uso del suolo in aree soggette a vincolo idrogeologico, il quadro normativo nazionale vigente fa riferimento al R.D. n. 3267/1923 "*Riordinamento e riforme della legislazione in materia di boschi e terreni montani*". Il R.D. n. 3267/1923 e il successivo regolamento applicativo (R.D. n. 1126/1926) sottopongono a tutela le aree territoriali che, per effetto di interventi quali, ad esempio, disboscamenti o movimenti di terreno, possono, con danno pubblico, subire denudazioni, perdere la stabilità o turbare il regime delle acque.

<sup>4</sup> "Relazione generale" del Progetto di Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico.

<sup>5</sup> "Elaborato IA – Inquadramento generale" del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni.



IMPIANTO AGRIVOLTAICO "BOSCO MARENGO"				
VIA 19	Relazione di compatibilità e invarianza idraulica	rev 00	20.05.2024	Pagina 16 di 55

La L.R. 45/1989 "Nuove norme per gli interventi da eseguire in terreni sottoposti a vincolo per scopi idrogeologici" disciplina gli interventi e le attività da eseguire nelle zone soggette a vincolo, come ulteriormente precisato dalla Circolare n. 3/AMB del 31/08/2018 (e relativa Appendice) che chiarisce le competenze e fornisce note interpretative e indicazioni procedurali in merito alle autorizzazioni.

**Dalla consultazione della relativa cartografia risulta che l'area di impianto non ricade in zone gravate da Vincolo idrogeologico.**

▪ **Piano Regolatore Generale Comunale di Bosco Marengo (PRGC)**

Il PRGC del comune di Bosco Marengo è stato approvato con D.G.R. n. 13-26218 del 09/12/1998, a cui sono succeduti diversi provvedimenti del Consiglio comunale che hanno apportato varianti parziali al PRGC, ai sensi dell'art. 17, comma 7 della L.R. n. 56/77. Infine, con delibera n. 23 del 30/11/2015 il Consiglio Comunale ha approvato la Variante strutturale al PRGC, adottata secondo le procedure di cui alla L.R. n. 1/2007.

In base alla consultazione delle tavole di Piano ritenute più significative, si rileva che l'**area di impianto** ricade interamente all'interno di "Area prevalentemente agricola" di tipo "E" e in "Classe II: suoli con alcune moderate limitazioni che riducono la produzione delle colture agrarie".

Secondo quanto disciplinato dalle NTA del PRGC "[...] sono ammesse esclusivamente le destinazioni d'uso connesse con lo svolgimento dell'attività agricola quali le residenze rurali e le attrezzature per le infrastrutture [...]. Sono confermate, con l'esclusione di nuovi insediamenti, le destinazioni esistenti, quali la residenza civile e la seconda casa, le attività connesse al turismo, le attività produttive non inquinanti, le attività estrattive e le connesse attività di deposito e lavorazione anche se non espressamente indicate sulle tavole grafiche del PRGC". Inoltre, come specificato dall'art. 12.8 "[...] qualsiasi intervento di nuova costruzione di fabbricato a servizio dell'azienda agricola dovrà essere opportunamente valutato al fine di non compromettere le caratteristiche ambientali e paesaggistiche del territorio nel quale si colloca. In particolare, il progetto del nuovo intervento dovrà comprendere la messa a dimora di opportune essenze arboree e arbustive locali con funzioni di mitigazione visiva e sonora e la puntuale sistemazione esterna, nonché a rendere maggiormente apprezzabile la visuale del nuovo insediamento nel contesto paesaggistico interessato. Le nuove costruzioni dovranno avere caratteristiche formali tratte dalla tradizione locale e dovranno essere previste adeguate opere di mitigazione di impatto ambientale (quinte alberate, scarpate inerbite, etc.)".

L'analisi dei **Certificati di Destinazione Urbanistica** (rilasciati dal Comune di Bosco Marengo in data 13/10/2023, 19/01/2024 e 09/03/2024) relativi all'area di impianto, conferma come le particelle catastali interessate ricadano in Area a Destinazione Agricola di tipo "E" e che queste non siano gravate da usi civici e non siano state percorse dal fuoco.

**In ragione della connotazione agro-energetica-ambientale del progetto e delle attenzioni tecniche adottate, non si rilevano elementi di incompatibilità con la pianificazione comunale.**

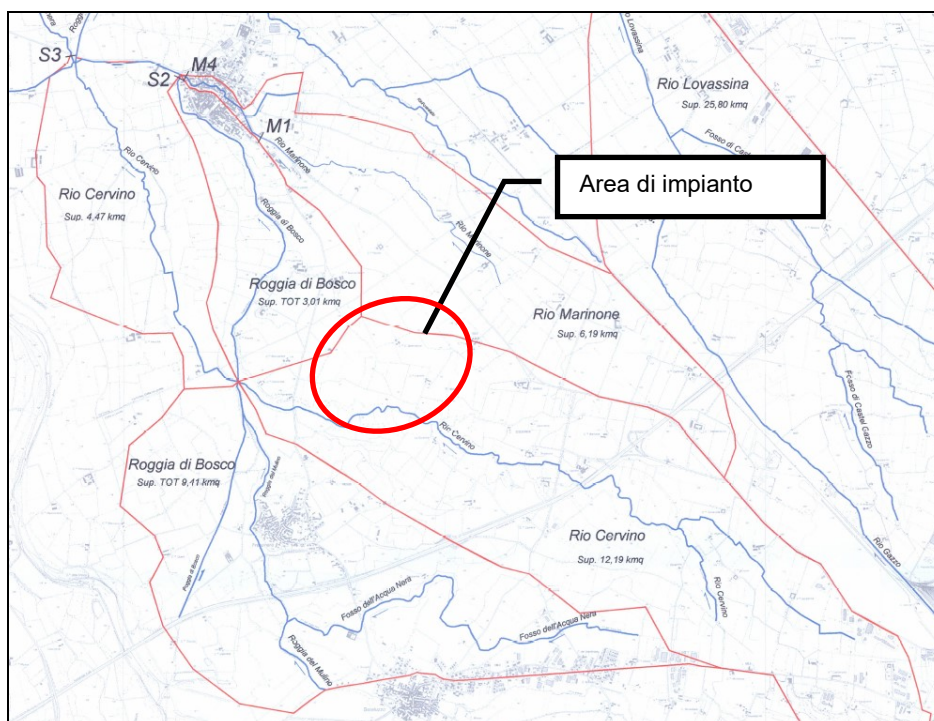
**In conclusione, sulla base delle valutazioni fornite, a valle dell'analisi dei diversi livelli di pianificazione territoriale, non si rilevano elementi di criticità alla realizzazione delle opere proposte.**

### 3. Analisi di compatibilità idraulica dell'area di impianto

L'analisi di compatibilità idraulica viene realizzata allo scopo di approfondire gli aspetti relativi ai fenomeni di dissesto idrogeologico e idraulico che potrebbero essere connessi all'area di impianto.

#### 3.1. Lo stato dei luoghi

L'area di impianto, di estensione pari a circa 75,87 ha, è collocata su un'estesa superficie pianeggiante con una debole pendenza dell'1% verso NW e quote comprese tra 135 e 143 m s.l.m. (quota media 140 m). L'area, compresa tra gli abitati di Bosco Marengo e Fresonara, è posta alla sommità di un terrazzo fluvio-glaciale, la cui continuità è interrotta unicamente dalla presenza di alcuni modesti impluvi. I processi erosivi che hanno agito in questo settore ha ridotto l'originaria evidenza morfologica dei terrazzi, che oggi si presentano come una vasta pianura sopraelevata di alcuni metri rispetto ai più recenti fondivalle. A Sud e a Ovest dell'area sono riconoscibili orli di terrazzo che separano la sommità del terrazzo dal fondovalle attuale.



**Figura 9.** Corografia dell'area di interesse sovrapposta alle linee spartiacque della rete idrografica minore [tratto dagli studi di compatibilità idraulica del PRG del Comune di Bosco Marengo (2006) - TAV02 "Corografia generale, individuazione sottobacini, sezioni trasversali" redatta da Studio Tecnico Associato Ramassa].

L'area, collocata in posizione sommitale rispetto agli spartiacque della rete idrografica che compone il reticolo idrografico secondario (Figura 9), è interessata da coltivazioni agricole e la regimazione delle acque superficiali è affidata ad una rete di fossi e canali ad uso promiscuo (artificiali o comunque fortemente antropizzati) che assolvono sia la funzione di irrigazione, sia quella di raccolta, convogliamento e scarico delle acque meteoriche. Nelle figure successive si espongono alcune sezioni del piano campagna allo scopo di evidenziare la morfologia dei luoghi <sup>(6)</sup>.

<sup>(6)</sup> La topografia impiegata per le rappresentazioni e per le successive elaborazioni è costituita dal DTM realizzato mediante l'impiego di laser-scanner aviotrasportato (LiDAR) per conto del MATTM nell'ambito del Piano Straordinario di Telerilevamento Ambientale (PST contratto 140 del 2009 e 204 del 2014). Il dato ha tolleranza altimetrica pari a  $\pm 0.15$  m con risoluzione dei punti a terra pari a 1x1 m.

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "BOSCO MARENGO"

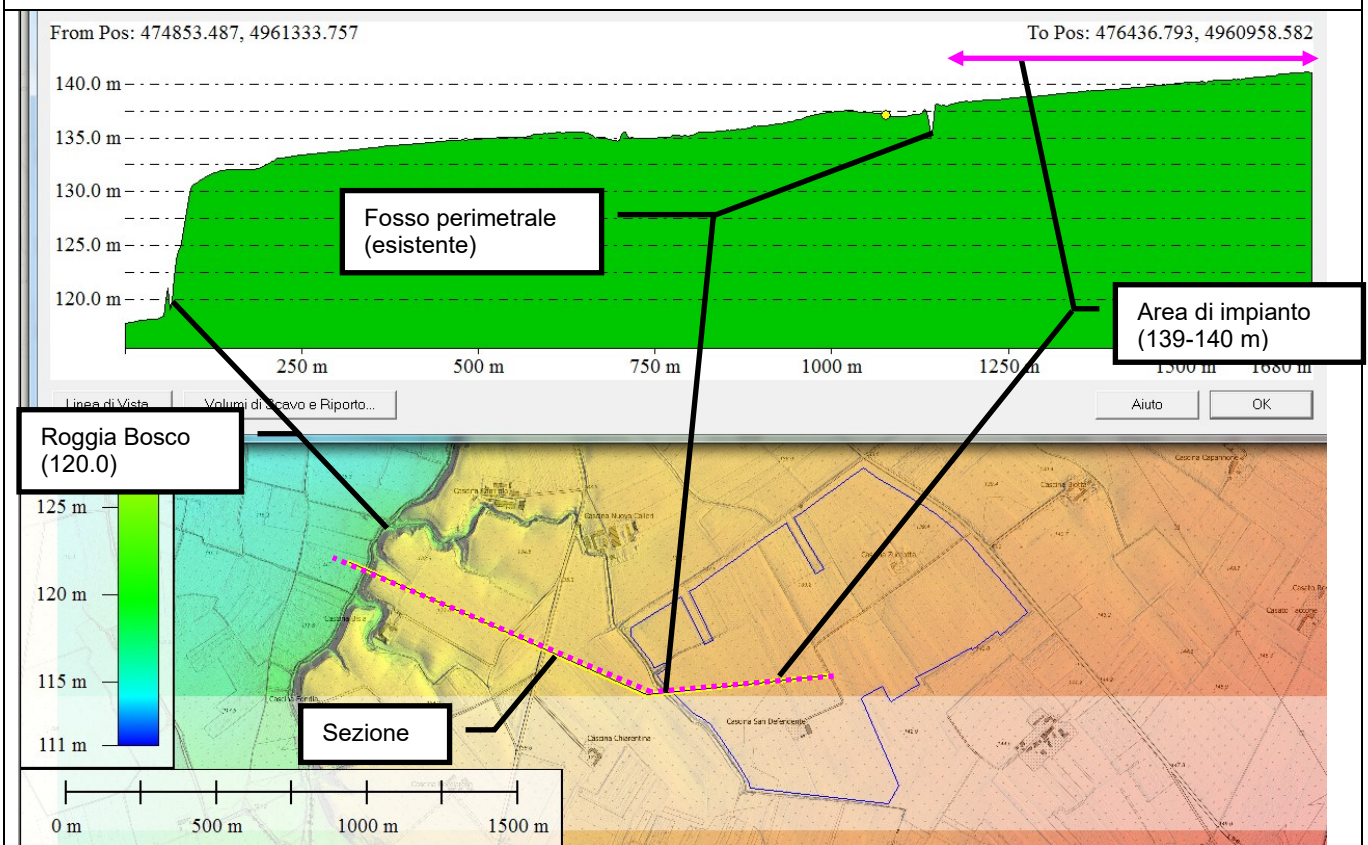
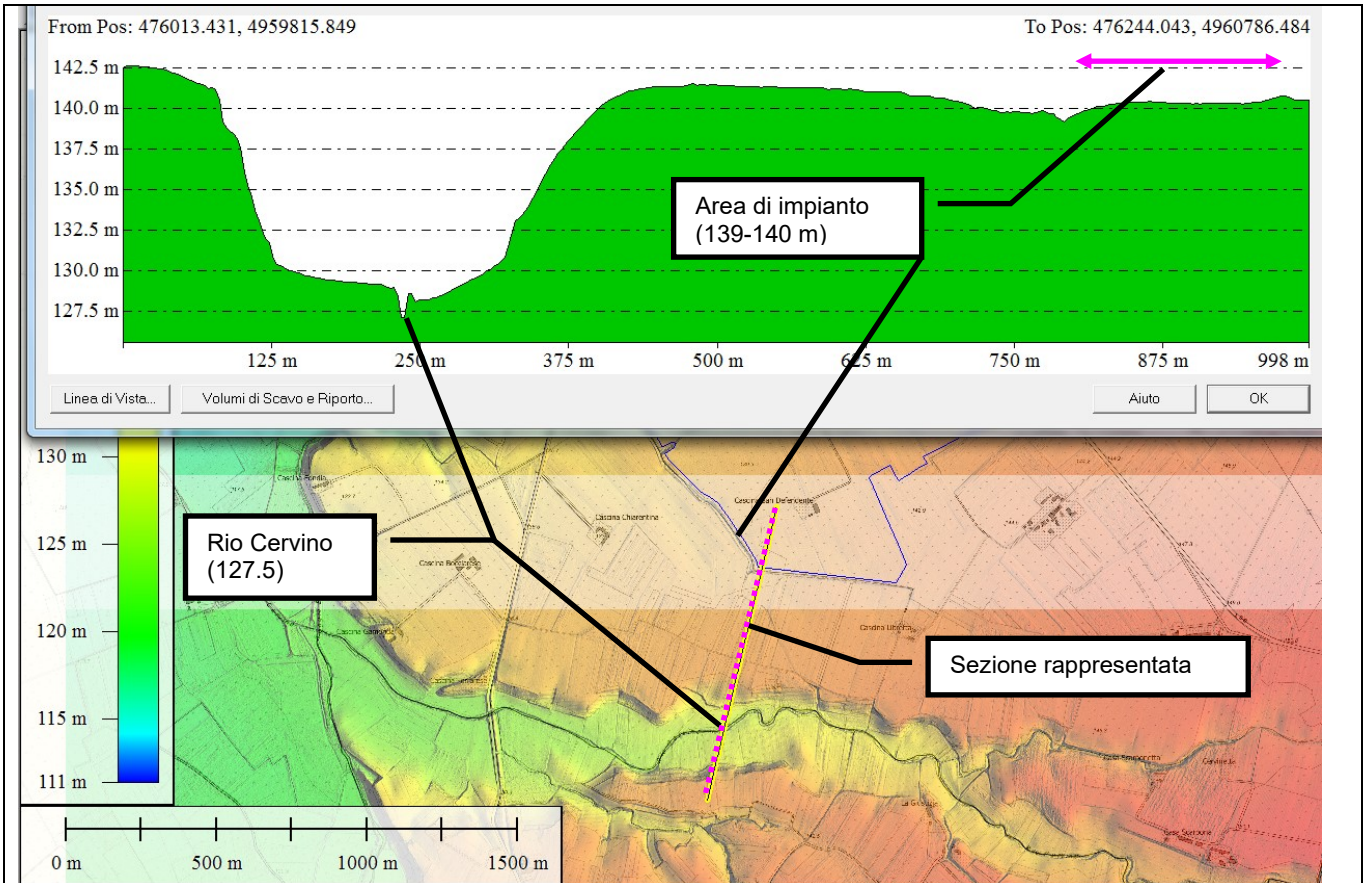
VIA 19

Relazione di compatibilità e invarianza idraulica

rev 00

20.05.2024

Pagina 18 di 55



IMPIANTO AGRIVOLTAICO "BOSCO MARENGO"

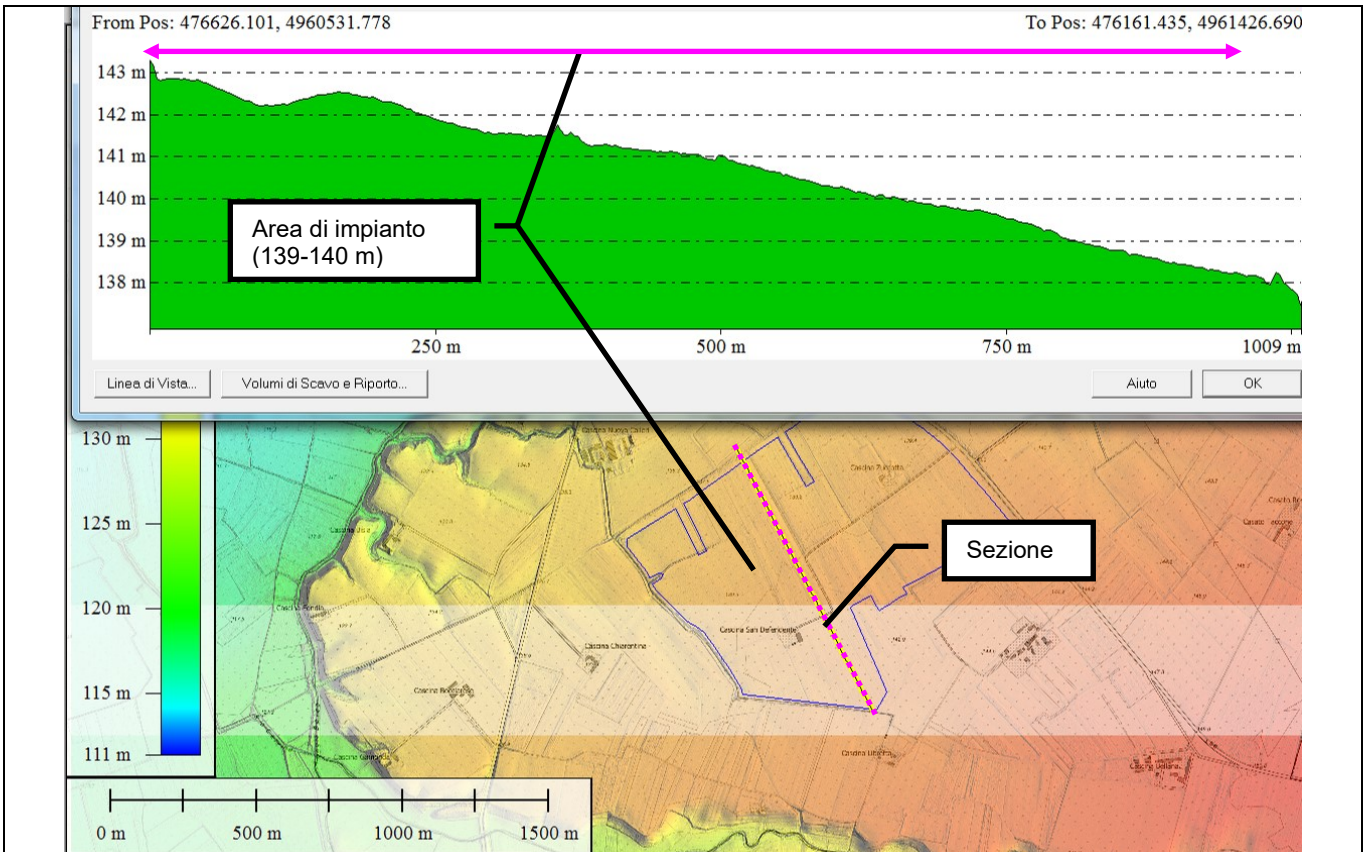
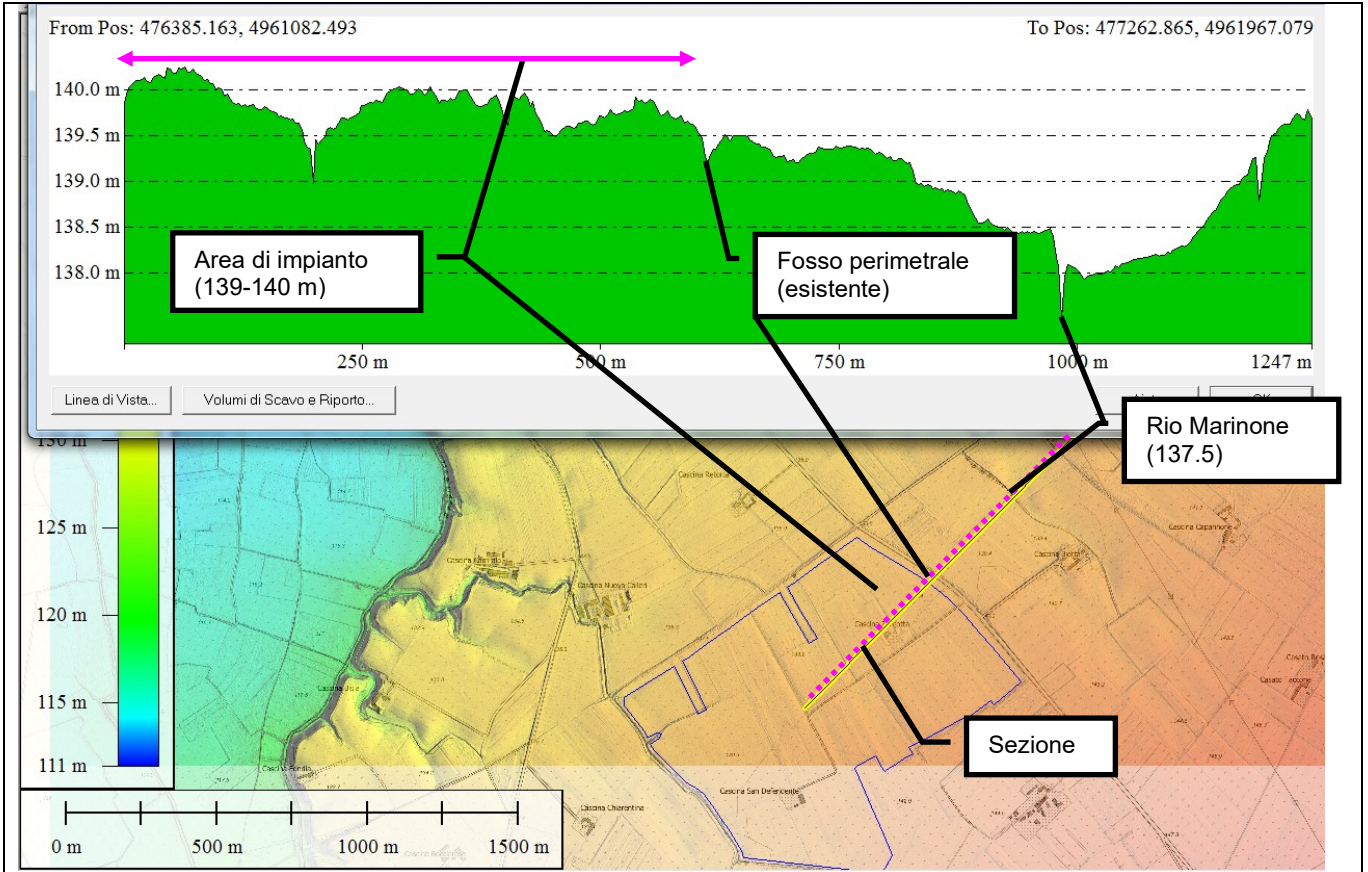
VIA 19

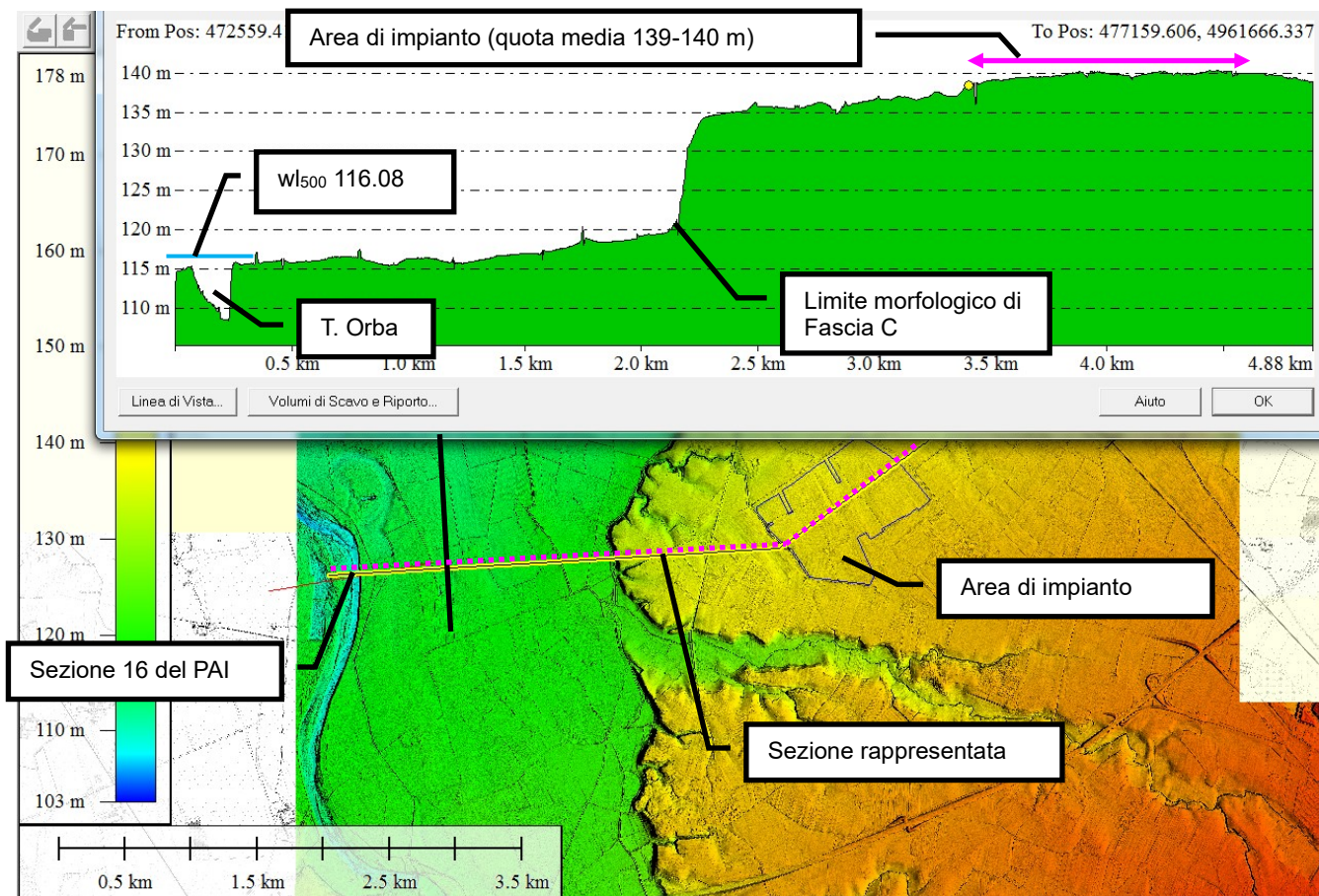
Relazione di compatibilità e invarianza idraulica

rev 00

20.05.2024

Pagina 19 di 55



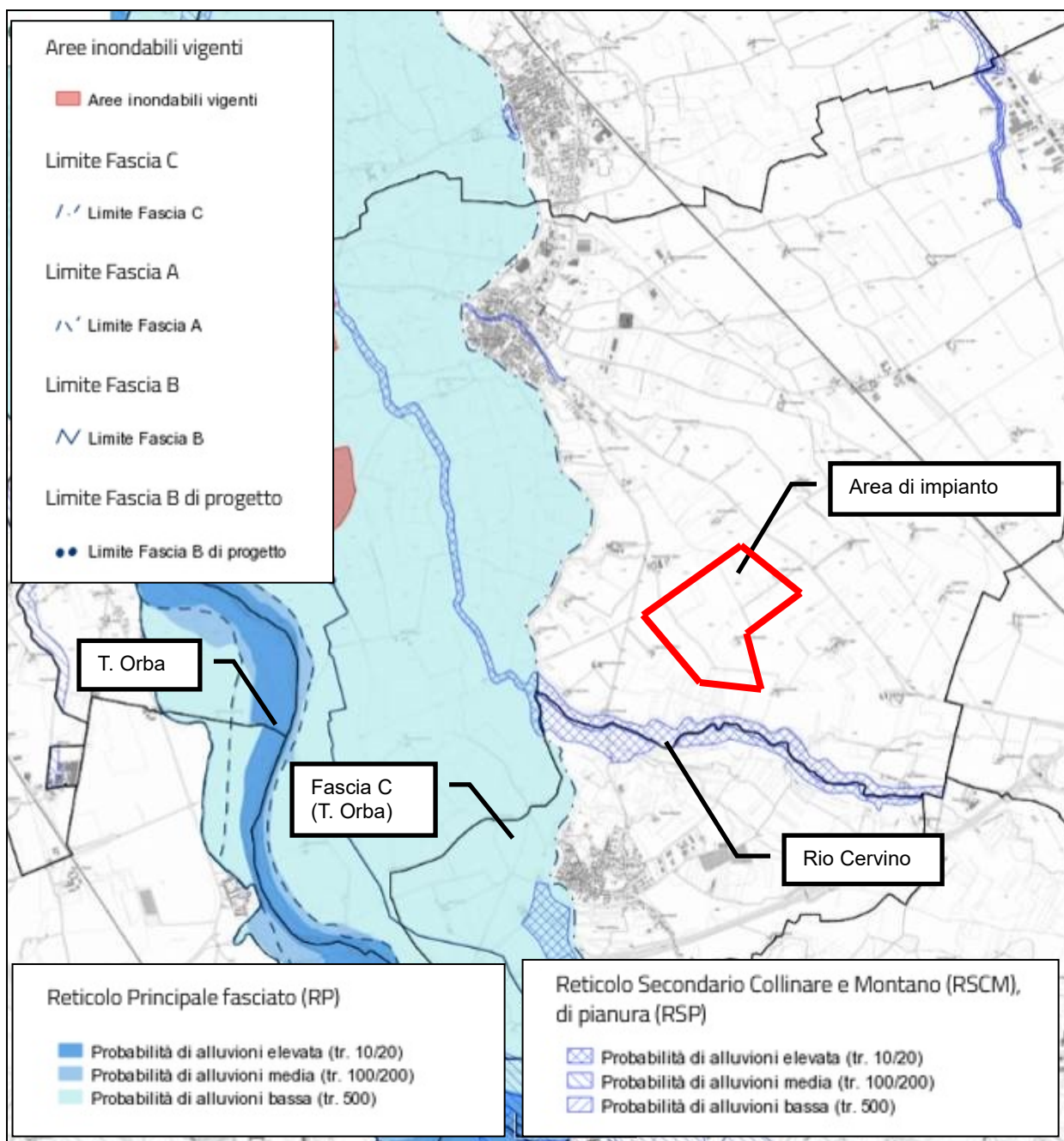


### 3.2. Caratterizzazione idraulica dell'area

La caratterizzazione della pericolosità idraulica dell'area evidenzia quanto segue (Figura 10):

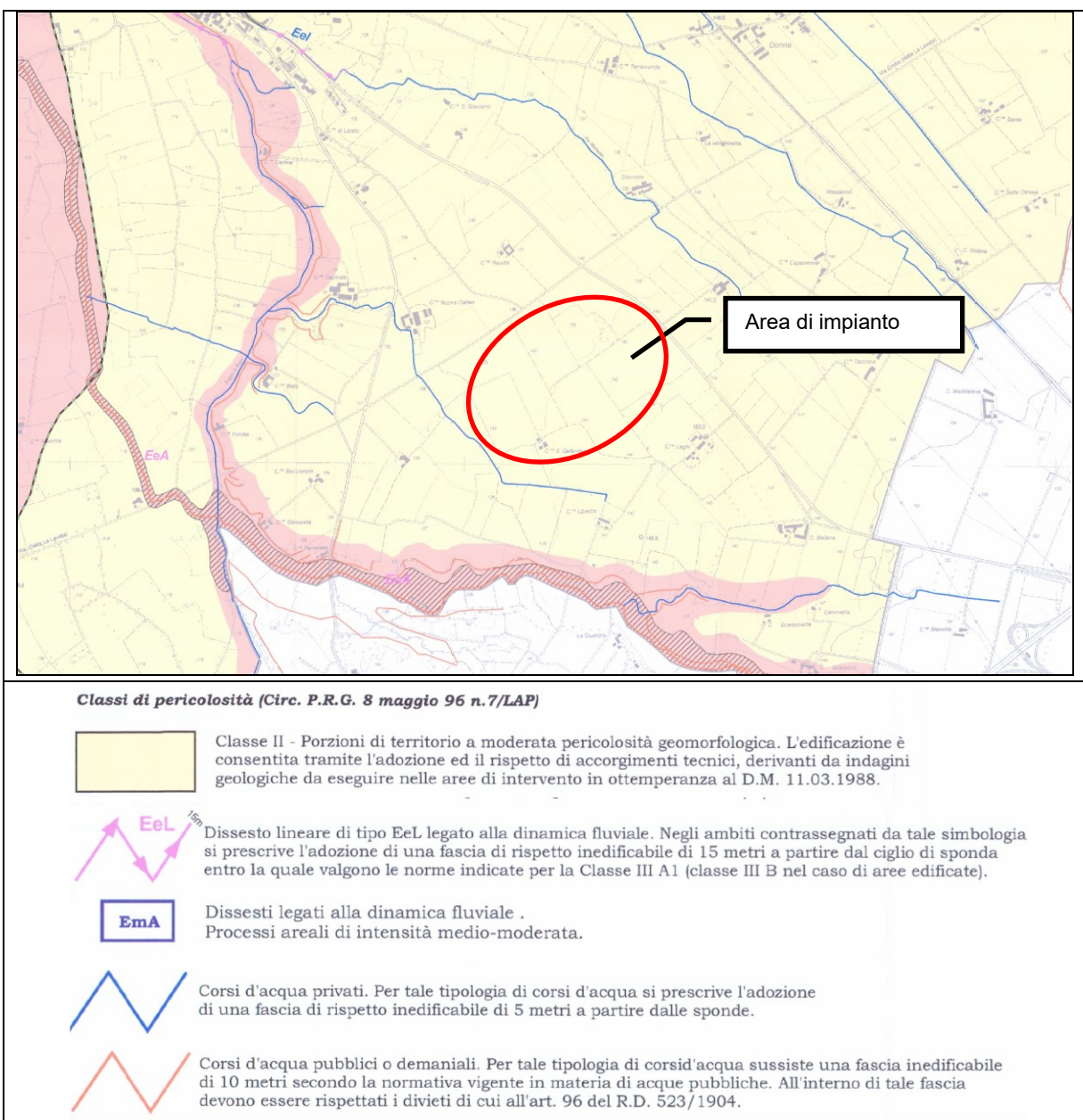
- 1) Il **Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI – 2001)**, che definisce l'assetto idraulico e di progetto in prossimità dell'area di interesse, riporta la delimitazione delle Fasce Fluviali definite nell'ambito della Variante al PAI del T. Orba approvata con DSG 283/2019. Nell'ambito della citata Variante sono stati definiti i valori di portata ed il profilo idrometrico del T. Orba. **L'area di interesse**, posta in corrispondenza della Sezione 16 del PAI, **è collocata all'esterno della Fascia C** del T. Orba (Figura 10). In corrispondenza della sezione 16 il livello idrometrico con Tr 500 anni è pari a 116.08 m (si evidenzia che la quota media dell'area di impianto è pari a circa 139-140 m).

Fiume	ID Sez.	Progr. (m)	Fondo (m s.m.)	P.L. (m s.m.)	h (m)	A (m <sup>2</sup> )	b (m)	R (m)	v (m/s)	Fr (-)	H (m s.m.)	Q500 (m <sup>3</sup> /s)
Orba	18	63441	109.18	117.84	8.66	998	516	4.60	2.7	0.62	118.21	2680
Orba	17	63951	108.64	117.08	8.44	1337	558	3.52	2.0	0.41	117.29	2680
Orba	16a	64252	107.17	116.36	9.19	1196	526	2.51	2.2	0.48	116.61	2680
Orba	16	64473	106.10	115.79	9.69	1130	561	4.00	2.4	0.53	116.08	2680
Orba	15a	64705	106.33	115.56	9.23	1580	527	3.45	1.7	0.31	115.71	2680
Orba	15	64994	106.62	115.23	8.61	1545	499	3.66	1.7	0.32	115.38	2680



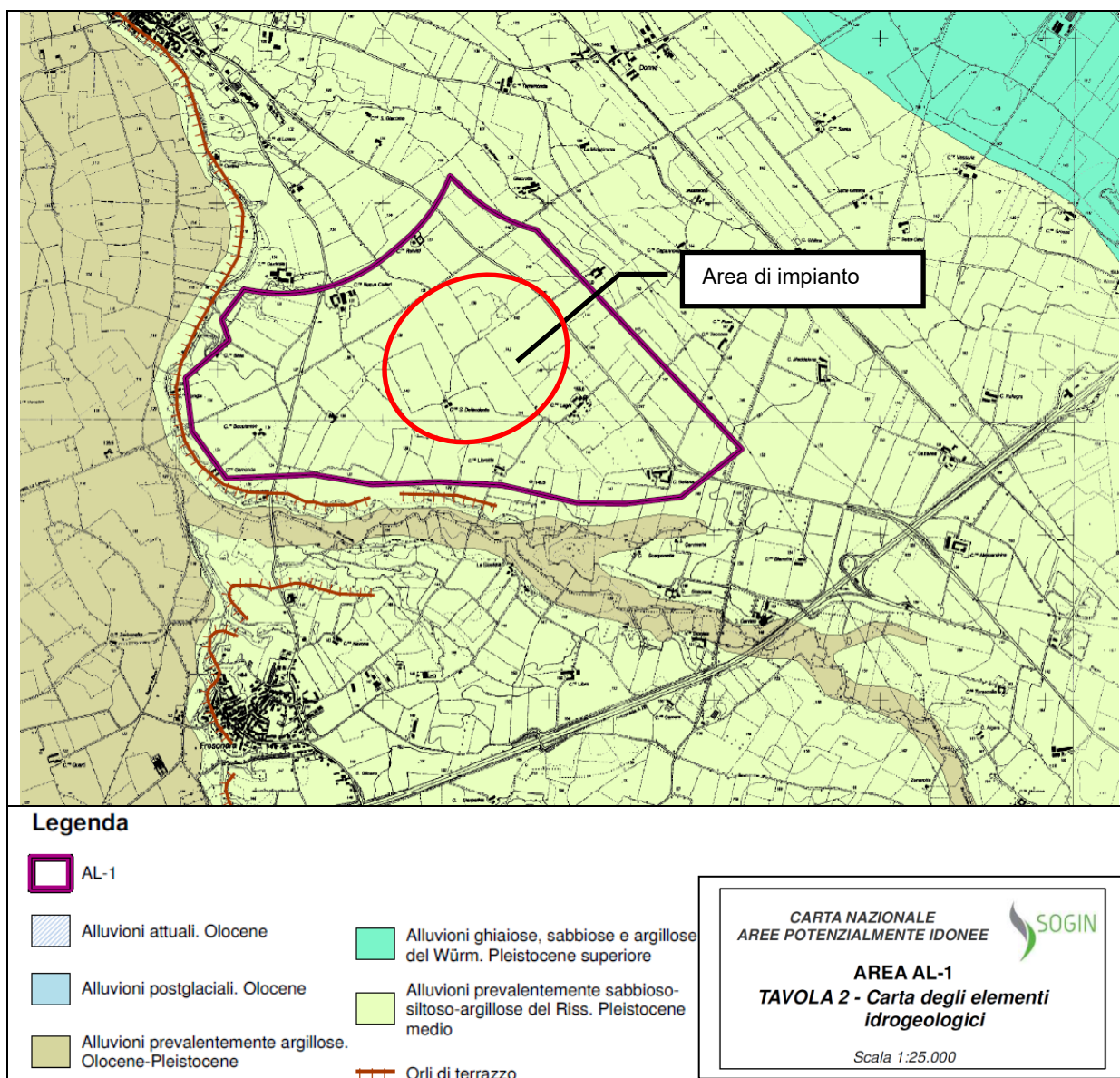
**Figura 10.** Caratterizzazione idraulica dell'area di interesse: Carta della pericolosità da alluvione (definita nell'ambito del PGRA) sovrapposta alle Fasce fluviali (definite nell'ambito del PAI).

- 2) Il **Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA)**, in attuazione della Direttiva 2007/60/CE (relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni), definisce le mappe della pericolosità e del rischio di alluvioni. Con riferimento all'ultimo aggiornamento (2021), **l'area di interesse non risulta inondabile dal reticolo secondario** (riferimenti in Figura 10).
- 3) Il **Piano Regolatore Comunale (PRG)** del Comune di Bosco Marengo, nell'ambito della Variante Strutturale di adeguamento al PAI, definisce la "*Carta di Sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica*". Con riferimento alla documentazione vigente, **l'area di interesse ricade in classe II** (porzioni di territorio a moderata pericolosità geomorfologica in cui l'edificazione è consentita tramite l'adozione ed il rispetto di accorgimenti tecnici derivanti da indagini geologiche).



**Figura 11.** Estratto della “Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell’idoneità all’utilizzazione urbanistica” del Comune di Bosco Marengo.

- 4) L’area di impianto risulta interna alla perimetrazione della “Area AL-1” prevista dalla “Carta Nazionale delle Aree Potenzialmente Idonee” (CNAPI) come ipoteticamente adatta ad ospitare il sito del deposito nazionale definitivo dei rifiuti radioattivi a bassa e media attività. Nell’ambito della **Relazione Tecnica “Inquadramento geologico, naturalistico e antropico dell’area AL-1** (Elaborato DN GS 00140, Revisione 03 del 10.01.2020) si riporta quanto segue: **“nella zona in esame non sono stati rilevati indizi di instabilità geomorfologica né aree potenzialmente inondabili, confermando le indicazioni della cartografia allegata agli strumenti di pianificazione di bacino, che non individua elementi di pericolosità da frana e/o da inondazione all’interno dell’area AL-1”.**



**Figura 12.** Estratto della "Carta Nazionale delle Aree Potenzialmente Idonee" (CNAPI) relativo all'area di progetto.

In conclusione, la caratterizzazione della pericolosità idraulica dell'area di impianto evidenzia che l'area non risulta interessata da fenomeni di dissesto idrogeologico ascrivibili al reticolo idrografico (principale e secondario).

### 3.3. Le criticità segnalate

In merito alle possibili criticità idrauliche del sito di interesse, con riferimento ai pareri degli Enti locali territoriali e dei soggetti istituzionali interessati che sono stati acquisiti durante i lavori della Conferenza di Servizi relativa all'impianto agrivoltaico di interesse, si elenca quanto segue:

- con nota n. 37476 del 4 settembre 2023 il Settore regionale Geologico informa di quanto segue:



Nell'ambito delle osservazioni formulate dalla Regione Piemonte nella fase di osservazioni e del successivo seminario nazionale sulla CNAPI, questa direzione aveva evidenziato come l'API AL-1 (inclusa quindi anche l'area proposta dalla presente istanza come sede dell'impianto agrivoltaico), sia stata interessata dall'evento alluvionale dell'ottobre 2019, con esondazioni del reticolato minore e fenomeni idraulici lineari anche ad alta energia, in precedenza non rilevati e per questo non indicati come dissesti dallo strumento urbanistico vigente, ma solo come fasce di rispetto del reticolo fluviale.

In particolare, dai rilievi effettuati in corso d'evento, risulta si siano verificati allagamenti ed erosioni sui bacini dei rii Riato, Fossaletto, Marinone, Acquanera e rio Cervino. Problemi di drenaggio anche sulla rete dei canali irrigui, in particolare Roggia di Bosco, Roggia di Frugarolo e Roggia di San Michele. L'opera di presa di quest'ultima è risultata sormontata dalla piena del Torrente Orba, che in alcuni punti ha penetrato le campagne (in fascia C del PSFF) a tergo delle difese arginali in destra idrografica. Inoltre, a seguito dell'evento calamitoso dell'ottobre 2019 si è registrata, nel territorio comunale di Bosco Marengo, la saturazione dell'acquifero superficiale regionale e la risalita delle acque fino alla riattivazione di falde sospese prossime al piano campagna, che ordinariamente non risultano attive e che, localmente, hanno determinato l'attivazione di pompe sommerse per lo svuotamento dei piani interrati degli edifici.

- con nota prot. n. 5134 del 31 agosto 2023 il Comune di Bosco Marengo informa di quanto segue:

Per quanto riguarda l'inquadramento geomorfologico non sono stati individuati indizi di instabilità geomorfologica né aree potenzialmente inondabili.

Tuttavia risulta che in occasione di violenti fenomeni meteorici, come per esempio negli eventi di ottobre 2014 e di ottobre/novembre 2019, ma non solo, il reticolo idrografico, costituito da rii, fossi e canali principalmente artificiali o comunque fortemente antropizzati, non sono in grado di smaltire interamente gli ingenti carichi idraulici.

Nel seguito si approfondiscono gli aspetti segnalati.

### **3.3.1. L'evento di piena del 2019**

Nel territorio alessandrino l'autunno 2019 è stato caratterizzato da forti piogge che a più riprese hanno causato fenomeni di allagamento in diversi settori della provincia (21-22 ottobre, 12 novembre, 14-19 novembre, 21-25 novembre).

In particolare, in occasione dell'evento 21-22 ottobre 2019 si sono verificate precipitazioni molto intense su tutta la fascia orientale della regione. Nel primo pomeriggio di lunedì 21 ottobre sull'alessandrino si è estesa, per circa 12 h, una struttura temporalesca autorigenerante formatasi sul Mar Ligure che ha determinato una serie di scrosci di intensità eccezionale sia come valori cumulati sia sull'intensità oraria (dettagli in ARPA ottobre 2019).

La risposta del reticolo idrografico secondario è stata rapida in relazione alle forti precipitazioni anche per l'effetto delle precipitazioni precedenti che avevano contribuito a imbibire i suoli e saturare i collettori. Successivamente anche i corsi d'acqua principali hanno raggiunto livelli di guardia e fatto registrare livelli significativi. L'Orba a Casal Cermelli ha fatto registrare una portata al colmo caratterizzata da un tempo di ritorno pari a circa 500 anni.

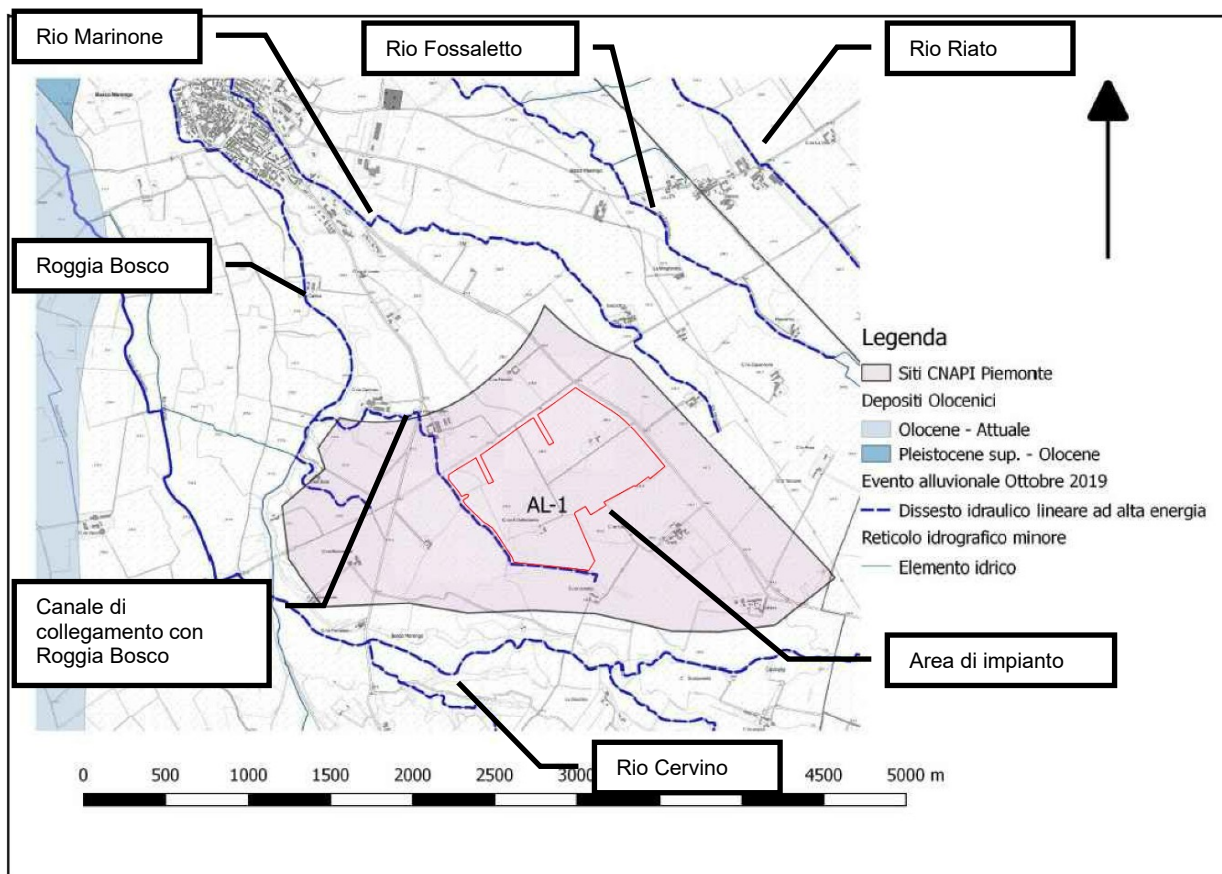
A seguito dell'evento, è stata varata la Delibera del Consiglio dei Ministri del 14.11.2019 "*Dichiarazione dello stato di emergenza nel territorio della Provincia di Alessandria interessato dagli eventi meteorologici verificatisi nei giorni 19 e 22 ottobre 2019*" per le precipitazioni di intensità eccezionale, che hanno coinvolto prevalentemente la parte meridionale della Regione Piemonte ed in particolare il territorio della Provincia di Alessandria.

Con riferimento all'evento citato sono stati censiti oltre 250 processi (concentrati principalmente nella zona compresa tra Ovada e Gavi, dove le piogge sono state più intense e gli effetti sul territorio più concentrati): si tratta principalmente di dissesti di versante superficiali o di processi legati al reticolo idrografico minore. I dati raccolti sono stati organizzati all'interno della Banca Dati Geologica di Arpa Piemonte e condivisi tra gli enti coinvolti.

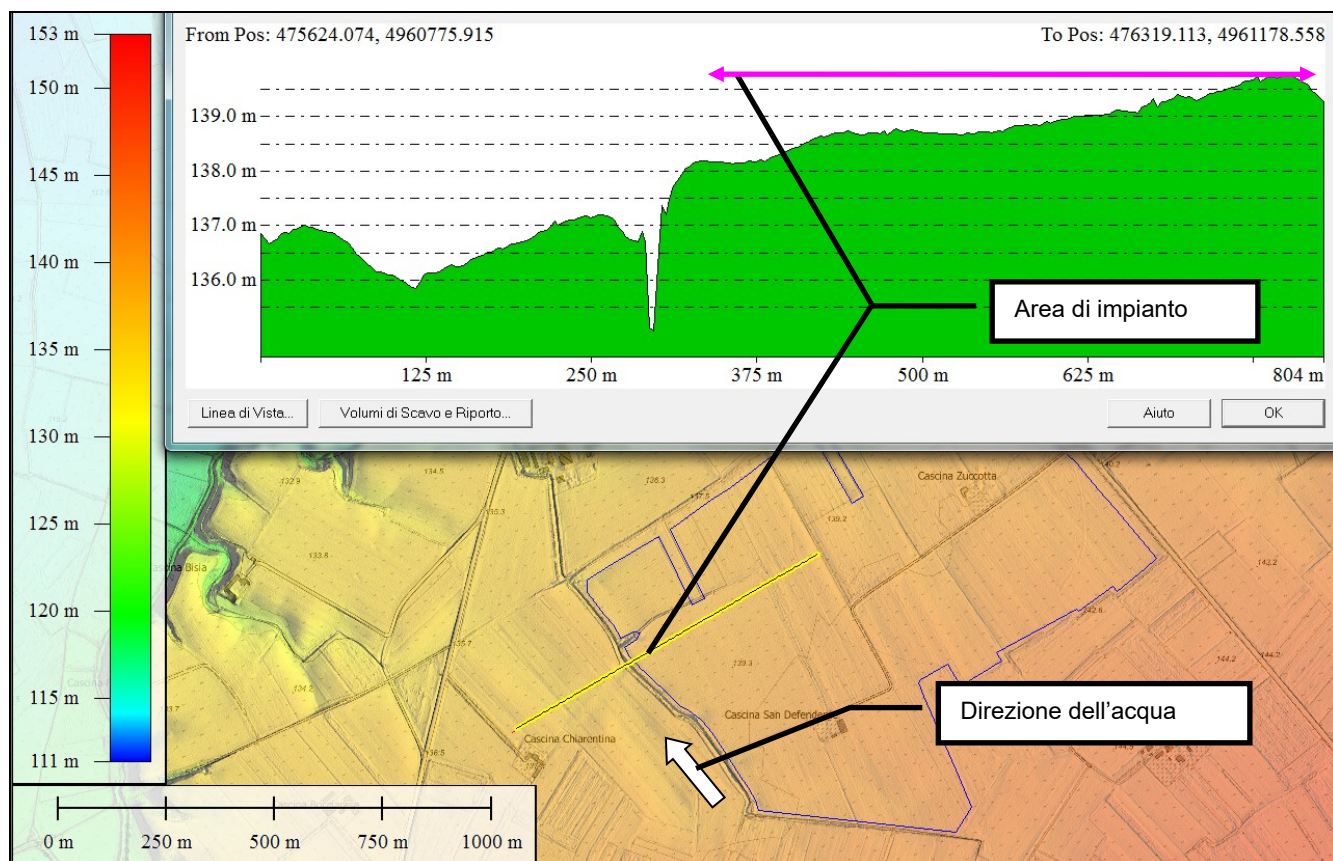
Con riferimento all'evento del 21-22 ottobre 2019, la nota n. 37476 del Settore regionale Geologico evidenzia che, *"dai rilievi effettuati in corso d'evento, risulta si siano verificati allagamenti ed erosioni sui bacini dei rii Riato, Fossaletto, Marinone, Acquanera e rio Cervino. Problemi di drenaggio anche sulla rete dei canali irrigui, in particolare Roggia di Bosco, Roggia di Frugarolo e Roggia di San Michele. L'opera di presa di quest'ultima è risultata sormontata dalla piena del Torrente Orba, che in alcuni punti ha penetrato le campagne (in fascia C del PSFF) a tergo delle difese arginali in destra idrografica"*.

In merito si specifica quanto segue:

- 1) Le opere di presa della Roggia di Bosco e della Roggia di San Michele, da cui si diparte la rete di canali irrigui che costituiscono la Roggia di Bosco, la Roggia di Frugarolo e la Roggia di San Michele, sono poste rispettivamente a 125 m e 121 m s.l.m. Si esclude che i problemi di drenaggio connessi alla rete irrigua citata possano influenzare l'area di impianto posta ad una quota media pari a circa 139 - 140 m s.l.m..
- 2) I rii Riato, Fossaletto, Marinone, Acquanera e rio Cervino, in cui si sono verificati allagamenti ed erosioni, sono esterni all'area di impianto (riferimenti in Figura 13). La morfologia dei luoghi, illustrata nel par. 3.1, evidenzia che l'altimetria dell'area di impianto è posta alcuni metri al di sopra rispetto ai corpi idrici citati.
- 3) Il fosso perimetrale posto sul lato Ovest dell'area di impianto, che convoglia le acque verso la Roggia Bosco, per il quale viene indicato un possibile dissesto idraulico, è posto al margine occidentale dell'area di interesse. La morfologia dei luoghi, illustrata nella Figura 14, mostra che il piano campagna in sinistra idrografica è più basso rispetto a quello in sponda destra (in cui è collocata l'area di impianto). L'eventuale esondazione andrebbe pertanto ad interessare i settori in sponda sinistra; si esclude che l'area di intervento possa essere coinvolta in caso di esondazione.



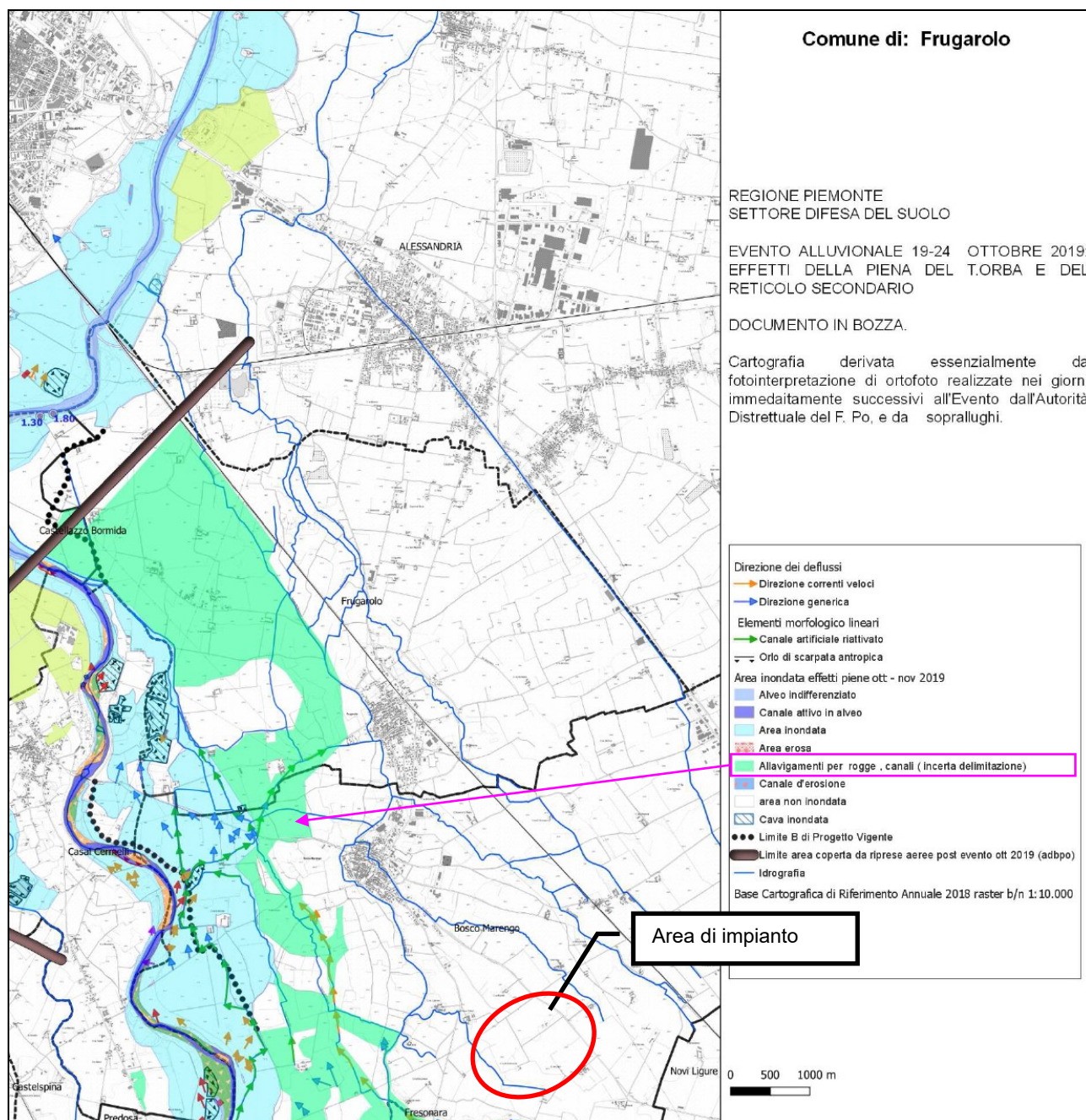
**Figura 13.** Sintesi dei rilievi effettuati in corso di evento richiamati nella nota n. 37476 del Settore regionale Geologico (la figura è tratta da D.lgs n. 31 del 15 febbraio 2010 "Disciplina dei sistemi di stoccaggio del combustibile irraggiato e dei rifiuti radioattivi, nonché benefici economici, a norma dell'articolo 25 della legge 23 luglio 2009, n. 99" Carta Nazionale delle Aree potenzialmente idonee (CNAPI) a ospitare il Deposito Nazionale dei rifiuti radioattivi nell'ambito del Parco Tecnologico. OSSERVAZIONI E PROPOSTE TECNICHE DELLA REGIONE PIEMONTE AI SENSI DELL'ARTICOLO 27, COMMA 3, pagina 20).



**Figura 14.** Sezione longitudinale del terreno in prossimità del fosso perimetrale posto sul lato Ovest dell'area di impianto (vista da monte verso valle).

In Figura 15 si riporta una sintesi degli effetti al suolo censiti in prossimità dell'area di interesse, censiti in occasione dell'evento in parola dal Settore Difesa del Suolo della Regione Piemonte, da cui emerge che **l'area di impianto non è stata direttamente coinvolta dall'evento in parola** <sup>(7)</sup>.

<sup>(7)</sup> La cartografia citata fu a suo tempo fornita dal Settore Difesa del Suolo (2019) nell'ambito dello studio idraulico realizzato dallo scrivente per la definizione degli interventi di mitigazione della pericolosità idraulica del Rio Orbicella nei Comuni di Casal Cermelli (capofila), Castellazzo Bormida, Castelspina e Predosa.



**Figura 15.** Ricostruzione dell'evento del 21-22 ottobre 2019 effettuata dal Settore difesa del Suolo della Regione Piemonte.

In conclusione, l'analisi evidenzia quanto segue:

- l'area di impianto non è interessata da esondazioni con acque ad alta energia in ragione della morfologia dei luoghi. L'area è collocata alcuni metri al di sopra della rete idrografica circostante (Rio Cervino, Roggia Bosco, Rio Marinone) pertanto non può essere interessata da tali fenomeni. Dettagli in merito alla morfologia dei luoghi sono riportati nel par. 3.1.
- l'area di impianto può essere interessata da ristagni superficiali legati a precipitazioni di durata o intensità eccezionale in grado di saturare il terreno e creare i presupposti per la movimentazione di una lama d'acqua che percorre il piano campagna (fenomeno tipico dei terreni di pianura). Dettagli in merito sono riportati nel par. 3.3.2.

### **3.3.2. Eventi con precipitazioni prolungate**

Nella nota prot. n. 5134 del 31 agosto 2023 del Comune di Bosco Marengo si riporta che, per l'area di interesse, non sono stati individuati indizi di instabilità geomorfologica né aree potenzialmente inondabili. Tuttavia, risulta che in occasione eventi di durata o intensità eccezionale come quelli del 2014 e del 2019 ma non solo, il reticolo idrografico, costituito da rii, fossi e canali principalmente artificiali o comunque fortemente antropizzati, non è in grado di smaltire interamente gli apporti meteorici.

Con riferimento agli eventi meteorici citati, si riferisce quanto segue:

1) **L'autunno 2014 ha fatto registrare eventi di intensità e durata eccezionale.** I rapporti climatici di ARPA Piemonte – Sistemi previsionali riferiscono quanto segue:

- Tra i giorni 9 e 13 ottobre si sono verificate precipitazioni molto forti sull'Alessandrino, a cui sono seguite frane e allagamenti. In assoluto, le massime intensità di un'ora (123,2 mm) e di tre ore (254,2 mm) sono state registrate dalla stazione Lavagnina Lago ubicata nel Comune di Casaleggio Borio (AL); mentre, per le durate superiori (6 e 12 ore) le massime intensità, pari rispettivamente a 379 mm e 420,6 mm, sono state rilevate dal pluviometro di Gavi (AL). Nel giorno 13 ottobre la stazione di Gavi ha registrato un valore cumulato giornaliero di 424 mm che all'epoca risultava essere il record pluviometro giornaliero assoluto per tutte le stazioni dell'ARPA Piemonte (record poi superato dalle precipitazioni registrate a Gavi il 21 ottobre 2019). I valori record di pioggia giornaliera per il mese di Ottobre sono stati numericamente rilevanti: si sono registrati 11 picchi assoluti di precipitazione giornaliera, con 10 valori sopra i 200 mm, 3 sopra i 300 mm con i 424 mm a Gavi, 350,4 mm a Lavagnina Lago e 321 mm a Bric Castellaro, tutte località in provincia di Alessandria (per dare un'idea dell'eccezionalità di tali numeri si può pensare al fatto che nel 2012 il picco annuale di pioggia giornaliera è stato di 182,2 mm e di 218 mm nel 2013).
- Il mese di novembre 2014 è stato caratterizzato da valori eccezionali di precipitazione. È stata registrata una precipitazione media di 376,5 mm, superiore del 378% rispetto alla norma climatologica del periodo 1971-2000 ed è risultato non solo il mese di novembre più piovoso dal 1957 ma anche il mese più ricco di precipitazione dell'intera serie storica, superando i 368 mm di ottobre 1976 che in precedenza deteneva tale primato. Una sessantina di pluviometri della rete Arpa Piemonte hanno registrato il valore massimo di precipitazione giornaliera per il mese di novembre dal giorno della loro installazione; tra questi 16 hanno stabilito il record assoluto di precipitazione giornaliera prendendo in considerazione tutti i mesi dell'anno. Il valore più alto è stato rilevato a Fraconalto (AL) il giorno 15 novembre con 252,8 mm. Le forti precipitazioni in provincia di Alessandria hanno provocato piene significative di Scrivia, Orba e Bormida, queste ultime due con portate caratterizzate da tempi di ritorno di circa 50 anni.

2) **L'autunno 2019 ha fatto registrare eventi di intensità e durata eccezionale.** I rapporti climatici di ARPA Piemonte – Sistemi previsionali riferiscono quanto segue:

- In Piemonte l'Autunno 2019 ha avuto una precipitazione media di 602,3 mm medi con un surplus di 291,3 mm (pari al 94%); classificandosi al 4° posto tra le stagioni autunnali più piovose dal 1958 ad oggi. Il maggiore contributo alla precipitazione stagionale è stato dato dal mese di novembre in cui con 327,6 mm medi è caduta oltre il 50% della pioggia dell'Autunno 2019; rilevante anche l'apporto di ottobre con 216,8 mm. A tale marcata anomalia

pluviometrica hanno contribuito due eventi di precipitazioni intense e persistenti con conseguenti esondazioni e frane; il primo si è verificato nei giorni 19-24 ottobre 2019 ed il secondo tra il 22 ed il 25 novembre 2019.

- Tra i giorni 19-24 ottobre 2019 si è registrato un periodo di persistenti precipitazioni con picchi record a Gavi (AL). In particolare, il 21 ottobre 2019 i valori di precipitazione sono stati eccezionali, soprattutto sugli intervalli temporali più ampi: a Gavi (AL) si sono avuti i massimi su 3,6,12 e 24 ore con, rispettivamente, 205,4 mm, 318 mm, 432,2 mm e 480 mm. I valori pluviometrici 432,2 mm in 12 ore e 480 mm in 24 ore caduti a Gavi rappresentano i primati assoluti per le stazioni piemontesi della rete ARPA Piemonte (aggiornando in precedente record registrato nell'ottobre 2014). Dal punto di vista idrometrico, a partire dal pomeriggio del 21 ottobre nell'alessandrino, i corsi d'acqua dei bacini di Orba e Scrivia hanno registrato significativi incrementi. In particolare, l'Orba, nel pomeriggio del 21 ottobre, ha prima raggiunto i livelli di guardia a Casal Cermelli (AL), poi, in serata, ricevendo le onde di piena dei torrenti Lemme e Piota nel suo tratto di valle, ha superato abbondantemente la soglia di pericolo facendo registrare il suo record storico pari a 7,5 m e transitando a Casal Cermelli con una portata al colmo stimata tra i 2700 e i 2800 m<sup>3</sup>/s. Il Bormida ad Alessandria ha raggiunto un colmo di 9,21 m, oltre due metri sopra la soglia di pericolo e temporaneo massimo storico per la stazione, corrispondente ad una portata di circa 3000 m<sup>3</sup>/s. Il livello record della Bormida ad Alessandria verrà nuovamente superato nel giorno 24 novembre 2019.

### 3.4. Gli elementi di potenziale criticità idraulica

La modalità di formazione e trasferimento del ruscellamento superficiale nell'area di interesse, è tipica dei territori agricoli di pianura caratterizzati da scarsa pendenza delle superfici scolanti e da limitata consistenza della rete di drenaggio. Gli elementi di potenziale criticità idraulica sono di seguito elencati:

- 1) La rete di drenaggio, costituita da rii, fossi e canali principalmente artificiali o comunque fortemente antropizzati, in caso di precipitazioni eccezionali e prolungate non è in grado di smaltire interamente gli apporti meteorici.
- 2) In occasione di eventi pluviometrici particolarmente prolungati, si possono verificare ristagni superficiali dovuti alla saturazione del terreno. In queste condizioni il ruscellamento avviene per lo più liberamente sulla superficie e origina una lama d'acqua che percorre il piano campagna (fenomeno tipico dei terreni di pianura). La direzione delle acque dipende dalle condizioni morfologiche locali (che possono essere alterate dalla presenza di infrastrutture e manufatti) a cui possono sommarsi variazioni stagionali dovute alle attività agricole.

**In pratica l'area di impianto può essere interessata da ristagni superficiali legati a precipitazioni di durata eccezionale in grado di saturare il terreno e dare origine alla movimentazione di una lama d'acqua a bassi tiranti e bassa energia che percorre il piano campagna.**

Si specifica che tale fenomeno, tipico dei terreni di pianura con queste caratteristiche, è coerente con i fenomeni che definiscono la Classe II individuata nella Carta di Sintesi per le porzioni di territorio a moderata pericolosità geomorfologica in cui ricade l'area di impianto.

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "BOSCO MARENGO"				
VIA 19	Relazione di compatibilità e invarianza idraulica	rev 00	20.05.2024	Pagina 31 di 55

### 3.5. Conclusioni

A conclusione dell'indagine si evidenzia quanto segue:

- l'area di impianto non risulta interessata da esondazioni dirette provenienti dal reticolo idrografico principale e secondario;
- l'area di impianto può essere interessata da ristagni superficiali legati a precipitazioni di durata eccezionale in grado di saturare il terreno e dare origine alla movimentazione di una lama d'acqua a bassi tiranti e bassa energia che percorre il piano campagna (fenomeno tipico dei terreni di pianura).

**Gli elementi di potenziale criticità idraulica richiamati sono coerenti con la Classe II individuata nella Carta di Sintesi per le porzioni di territorio a moderata pericolosità geomorfologica in cui ricade l'area di impianto. L'indagine evidenzia che l'area risulta idonea ad ospitare l'impianto, in coerenza con l'utilizzazione urbanistica prevista dal PRG vigente.**



## 4. La regimazione delle acque meteoriche

Le verifiche idrauliche realizzate per definire gli interventi di regimazione delle acque meteoriche e di adeguamento del reticolo irriguo, sono finalizzate ad assicurare la funzionalità del reticolo idrografico e garantire che le operazioni di manutenzione possano essere svolte agevolmente e in sicurezza.

La regimazione delle acque meteoriche nell'area di impianto è finalizzata a:

- a) garantire che non vi siano ostacoli alla normale gestione irrigua dei terreni confinanti;
- b) limitare il rilascio delle portate verso valle in occasione degli eventi meteorici secondo il principio dell'invarianza idraulica allo scopo di:
  - garantire che le acque smaltite non causino danni alla rete irrigua esistente e non compromettano le metodologie irrigue in uso;
  - mantenere la funzionalità e la manutenzione delle infrastrutture irrigue.

### 4.1. Il sistema di raccolta, convogliamento e smaltimento delle acque meteoriche nella condizione attuale

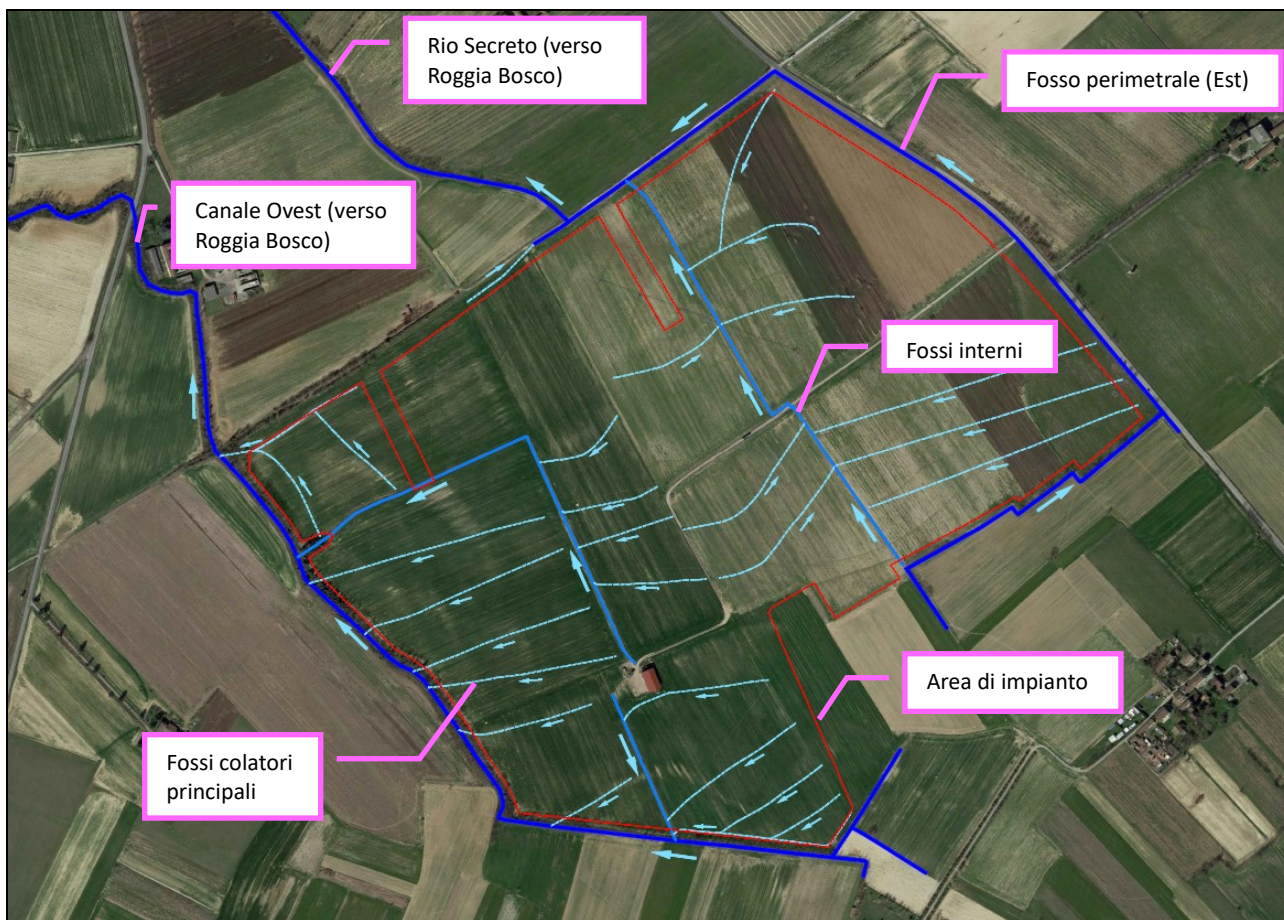
L'area di impianto, di estensione pari a 75,87 ha, è interessata da coltivazioni agricole e la regimazione delle acque superficiali è affidata ad una rete di fossi e canali ad uso promiscuo (artificiali o comunque fortemente antropizzati) che assolvono sia la funzione di irrigazione, sia quella di raccolta, convogliamento e scarico delle acque meteoriche.

La superficie è pianeggiante con una debole pendenza dell'1% verso NW e quote comprese tra 135 e 143 m s.l.m. (quota media 140 m).

La rete di drenaggio è costituita da una rete di fossi colatori, soggetta a variazioni stagionali dovute alle attività agricole, che convoglia le acque verso la rete di fossi interni al comparto e da qui ai fossi perimetrali che allontanano definitivamente le acque verso la Roggia Bosco (attraverso il Rio Secreto a Nord e attraverso il canale di collegamento a Ovest).

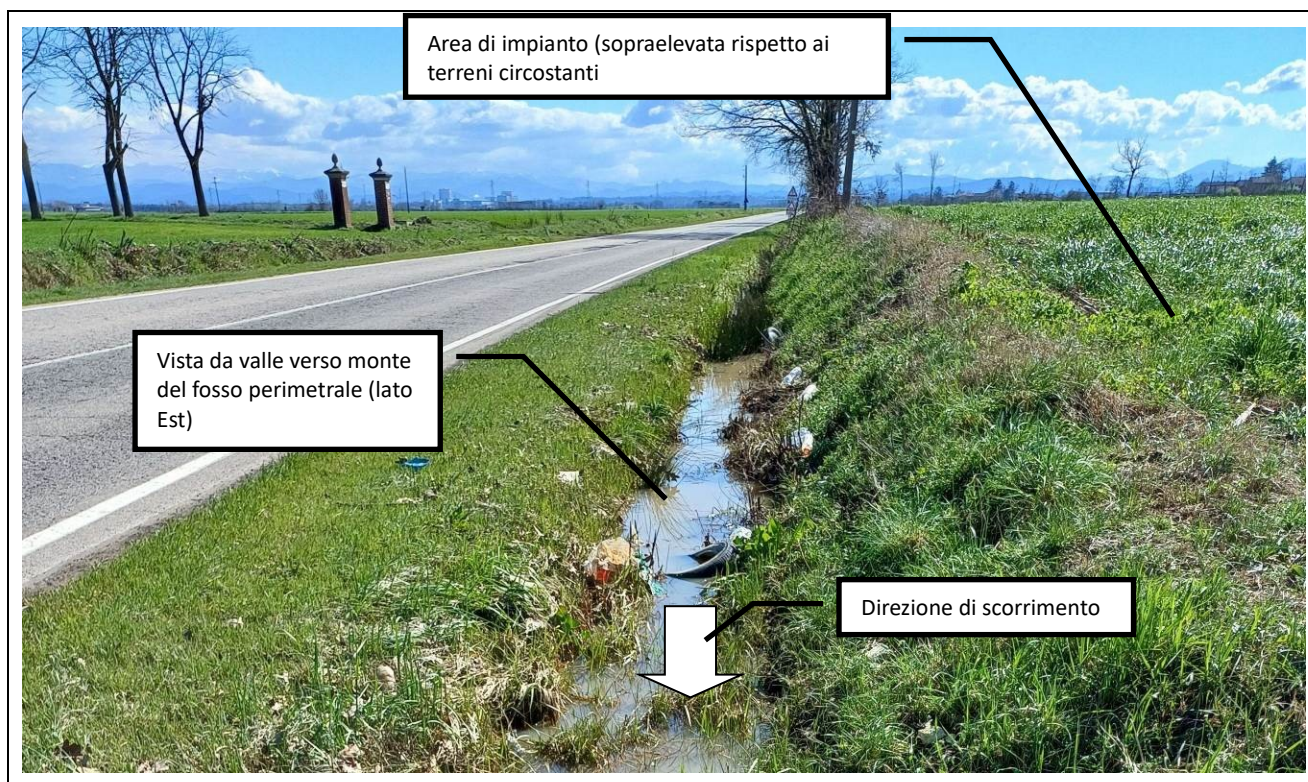
Lo schema della rete di drenaggio attualmente rinvenibile è schematizzato in Figura 16.

Ai fini del calcolo dei volumi d'acqua che la rete di fossi e canali deve smaltire, l'intera superficie dell'area di impianto viene assimilata ad un bacino idrografico.



**Figura 16.** Schema del sistema di raccolta, convogliamento e scarico delle acque meteoriche nell'area di interesse (condizione attuale).

Nelle figure successive vengono illustrati i luoghi richiamati.

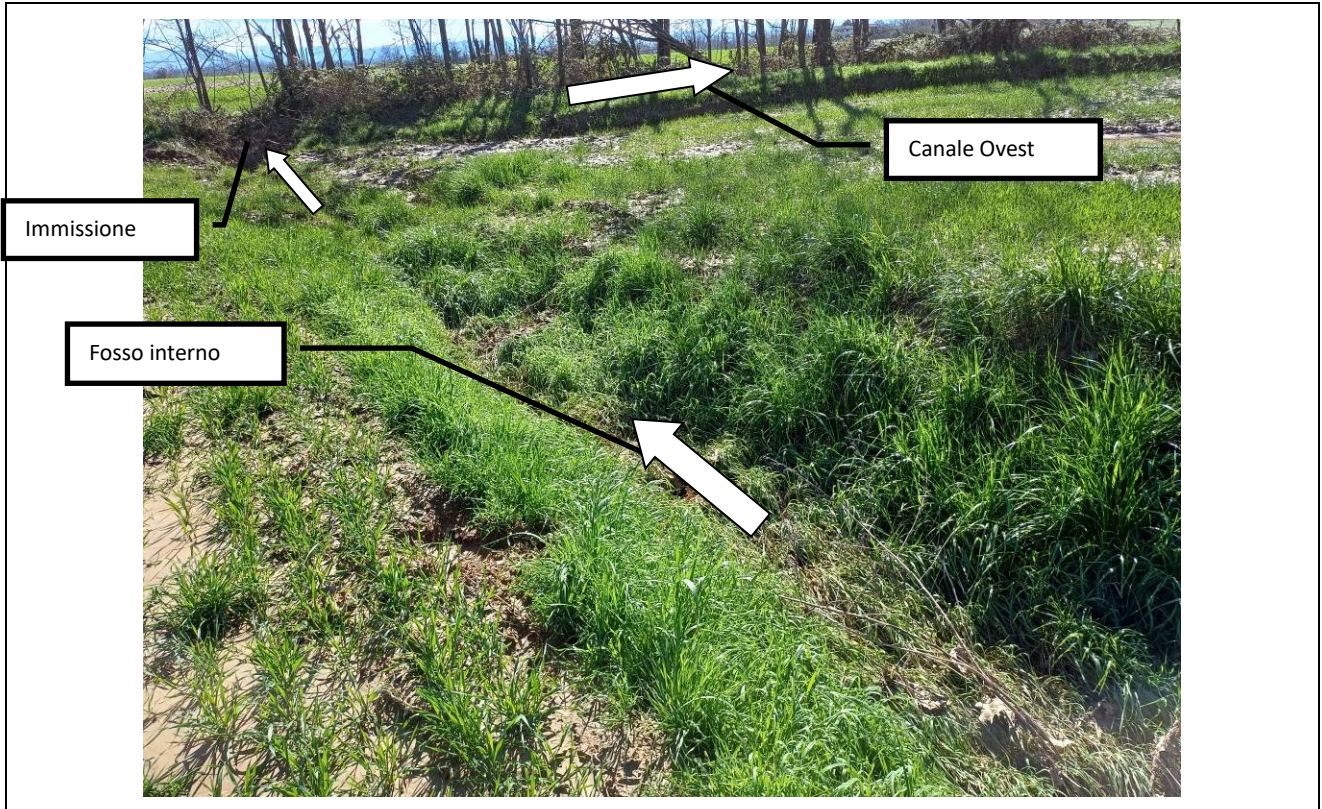




Vista del canale perimetrale Ovest (verso Roggia Bosco)

Vista di un fosso interno

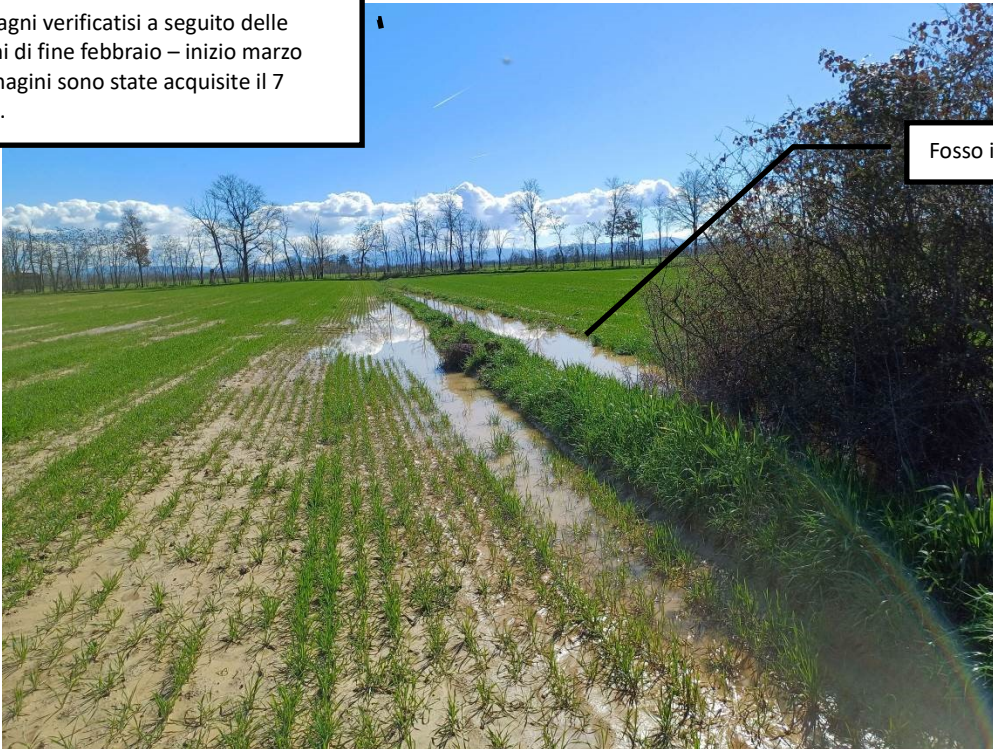




Superamento della viabilità interna tramite tubo  $\varnothing$  600 mm



Vista dei ristagni verificatisi a seguito delle precipitazioni di fine febbraio – inizio marzo 2024 (le immagini sono state acquisite il 7 marzo 2024).



Fosso interno



#### 4.2. Il sistema di raccolta, convogliamento e smaltimento delle acque meteoriche nella condizione di progetto

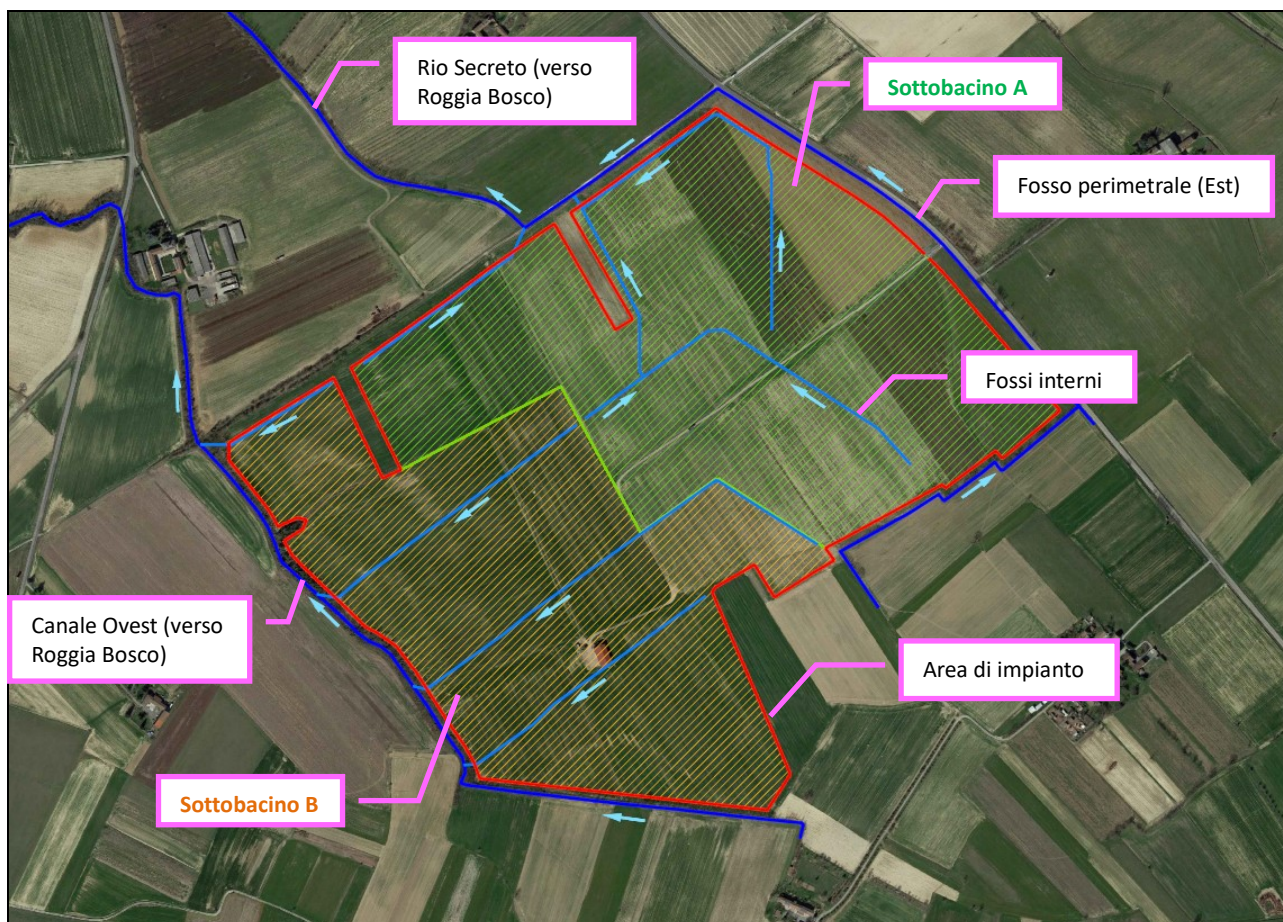
La progettazione del sistema di raccolta, convogliamento e smaltimento delle acque meteoriche, viene realizzata sulla base dei seguenti presupposti:

- 1) Al fine di garantire che non vi siano ostacoli alla normale gestione irrigua dei terreni confinanti, e di non alterare l'attuale schema di circolazione generale delle acque, **si prevede, laddove possibile, di mantenere lo schema planimetrico dei fossi e dei recapiti esistenti**. Al fine di risolvere le interferenze che si verrebbero a creare tra i fossi interni e la disposizione dei pannelli, il tracciato interno dei fossi sarà realizzato lungo la viabilità interna o in prossimità della recinzione esterna.
- 2) Al fine di mantenere la funzionalità e la manutenzione delle infrastrutture irrigue, e di garantire che le acque smaltite non causino danni alla rete irrigua esistente e non compromettano le metodologie irrigue in uso, **si prevede di limitare il rilascio delle portate verso valle secondo il principio dell'invarianza idraulica**. Allo scopo si prevede di realizzare una serie di dispositivi, interni al comparto, per l'accumulo temporaneo e la laminazione delle acque meteoriche.
- 3) In ragione di quanto evidenziato dall'ufficio tecnico comunale, che segnala alcune criticità connesse al Rio Secreto nel tronco a valle rispetto all'area di impianto, **si prevede di limitare lo scarico verso il Rio Secreto rispetto alla condizione attuale**, aumentando ulteriormente il volume dei dispositivi di laminazione che recapitano le acque al corso d'acqua in parola.

Allo scopo di quantificare i volumi che la rete di fossi e canali deve smaltire, l'intera superficie sottesa viene assimilata ad un bacino idrografico. Il bacino idrografico (pari, dunque, all'intera superficie dell'area di impianto) viene suddiviso in due sottobacini, in base alla direzione finale dello scarico (Figura 17).

Si configura la seguente condizione:

- l'estensione complessiva dell'area di impianto è pari a 75,8754 ha;
- l'area del sottobacino che scarica le acque meteoriche in direzione del Rio Secreto (a Nord) è pari a 42,7368 ha. Nel seguito del testo tale area prenderà il nome di Sottobacino A;
- l'area del sottobacino che scarica le acque meteoriche in direzione del canale di collegamento verso la Roggia Bosco (a Ovest) è pari a 35,1386 ha. Nel seguito del testo tale area prenderà il nome di Sottobacino B.



**Figura 17.** Suddivisione in sottobacini idrografici dell'area di impianto, in base alla direzione finale dello scarico, sovrapposto allo schema dei fossi nella condizione di progetto.

Nei paragrafi seguenti vengono richiamati i principi e i criteri di calcolo e dimensionamento impiegati.

#### **4.2.1. I principi dell'invarianza idraulica**

Per trasformazione del territorio a invarianza idraulica, si intende che il cambio di destinazione d'uso di quel territorio venga realizzata in modo da non provocare un aggravio della portata di piena nel corpo idrico ricevente i deflussi superficiali originati sull'area stessa. In altri termini l'invarianza idraulica rappresenta il principio in base al quale il deflusso meteorico generato sulle aree oggetto di trasformazione non deve essere maggiore rispetto alle condizioni attuali <sup>(8)</sup>.

<sup>(8)</sup> In pratica l'obiettivo dell'invarianza idraulica richiede a chi propone una trasformazione di uso del suolo di accollarsi, attraverso opportune azioni compensative, gli oneri del consumo della risorsa territoriale costituita dalla capacità di un bacino di regolare le piene e quindi di mantenere le condizioni di sicurezza territoriale nel tempo.

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "BOSCO MARENGO"				
VIA 19	Relazione di compatibilità e invarianza idraulica	rev 00	20.05.2024	Pagina 39 di 55

I meccanismi naturali associati al controllo delle piene sono:

- l'infiltrazione e l'immagazzinamento delle piogge nel suolo (fenomeni rappresentati in via semplificativa dal coefficiente di deflusso);
- la laminazione, che consiste nel fatto che i deflussi devono riempire i volumi disponibili nel bacino prima di poter raggiungere la sezione di chiusura.

In linea generale, la trasformazione di porzioni del territorio che da uso agricolo vengono destinate ad altra tipologia, è associata ad un aumento generalizzato delle superfici impermeabilizzate (che si traduce in un aumento del coefficiente di deflusso) a cui è associato l'incremento delle portate e dei volumi delle acque meteoriche.

**In pratica il criterio dell'invarianza idraulica delle trasformazioni delle superfici prevede la compensazione dell'aumento del coefficiente di deflusso attraverso il potenziamento dell'incremento del volume di invaso disponibile.**

Gli approfondimenti idraulici relativi alla gestione delle acque meteoriche sono finalizzati a quantificare l'entità di tale incremento, allo scopo di definire eventuali misure di invarianza idraulica in grado di garantire il mantenimento dell'efficienza della rete irrigua.

Nel seguito si espongono i calcoli effettuati per il dimensionamento dei dispositivi di laminazione.

#### 4.2.1.1. Calcolo del volume da invasare

Lo studio degli effetti idrologici dei parchi solari mostra che, laddove la copertura del terreno sotto i pannelli sia erbosa (come nel caso dell'impianto in progetto), non si evidenziano effetti significativi sui volumi di deflusso, sulle portate al colmo o sui tempi di trasferimento (COOK LAUREN M., MCCUEN RICHARD H. - 2013) <sup>(9)</sup>. A scopo cautelativo, ai fini del progetto, si assume che la posa in opera dei pannelli si traduca, in termini idrologico-idraulici, in un aumento del coefficiente di deflusso, a cui è associato un incremento di volume delle acque meteoriche rispetto alla condizione attuale.

La relazione che lega l'incremento di volume all'aumentare del coefficiente di deflusso richiama le ipotesi base del metodo dell'invaso (Supino 1965). Dovendo assicurare l'invariabilità del coefficiente udometrico nelle condizioni *ante* e *post* intervento, deve essere soddisfatta la seguente relazione <sup>(10)</sup>:

$$w = w^0 \left( \frac{\emptyset}{\emptyset^0} \right)^{\left( \frac{1}{(1-n)} \right)}$$

In cui:

$w$  = volume di invaso specifico nella condizione *post* intervento ( $m^3/ha$ );

$w^0$  = volume di invaso specifico nella condizione *ante* intervento ( $m^3/ha$ );

$\emptyset$  = coefficiente di deflusso *post* intervento;

$\emptyset^0$  = coefficiente di deflusso *ante* intervento;

<sup>(9)</sup> Lo studio è stato condotto realizzando il modello di un parco solare per simulare il deflusso nelle condizioni *pre* e *post* pannello e, attraverso analisi di sensibilità, confrontare la risposta idrologica nelle due condizioni, allo scopo di fornire indicazioni progettuali per questo tipo di installazioni.

<sup>(10)</sup> Il metodo è stato inserito nella Direttiva inerente alle verifiche idrauliche e gli accorgimenti da adottare per conseguire gli obiettivi di sicurezza idraulica definiti dal Piano Stralcio per il Rischio Idrogeologico dell'Autorità dei Bacini Regionali Romagnoli (AdBRR-2011).



IMPIANTO AGRIVOLTAICO "BOSCO MARENGO"				
VIA 19	Relazione di compatibilità e invarianza idraulica	rev 00	20.05.2024	Pagina 40 di 55

$n$  = esponente della curva di possibilità pluviometrica.

Come rilevato da numerosi autori la definizione del volume specifico di invaso  $w^0$  (ante intervento), rappresenta l'elemento con il maggior grado di incertezza. Nella letteratura tecnica tale valore è stato definito in 40-50 m<sup>3</sup>/ha (DATEI E NATALE – 1996) per le fognature in ambito urbano, comprendendo gli invasi di superficie e quelli corrispondenti a caditoie e similari; altri valori di riferimento indicano in 10-15 m<sup>3</sup>/ha i volumi di specifici per le aree impermeabilizzate (C.S.D.U. PAOLETTI - 1997). Ne discende che, tenendo conto di queste incertezze, l'incremento di volume che si produce in aree sottoposte a una quota di trasformazione (I), valutata in percentuale rispetto all'area complessiva, e ad una quota inalterata (P tale che I+P = 100%), viene espresso dalla seguente relazione:

$$w = w^0 (\phi / \phi^0)^{1/(1-n)} - 15 I - w^0 P$$

$w$  = incremento di volume nella condizione *post* intervento (m<sup>3</sup>/ha);

$w^0$  = volume di invaso unitario pari a 50 m<sup>3</sup>/ha (ovvero il più cautelativo tra quelli indicati);

$\phi$  = coefficiente di deflusso *post* intervento;

$\phi^0$  = coefficiente di deflusso ante intervento;

$n = 0,48$  (esponente delle curve di possibilità climatica di durata inferiore all'ora, stimato nell'ipotesi che le percentuali della pioggia oraria cadute nei 5', 15' e 30' siano rispettivamente il 30%, 60% e 75%, come risulta orientativamente da vari studi sperimentali; si veda ad es. CSDU, 1997) <sup>(11)</sup>;

$I$  = quota di superficie oggetto di trasformazione (% dell'area che viene trasformata);

$P$  = quota di superficie inalterata (tale che I+P = 100%).

Il volume così ricavato è espresso in m<sup>3</sup>/ha e deve essere moltiplicato per l'area totale dell'intervento, a prescindere dalla quota P che viene lasciata inalterata.

Per la stima dei coefficienti di deflusso  $\phi$  e  $\phi^0$  si fa riferimento alla relazione convenzionale:

$$\phi^0 = 0.9 \text{Imp}^0 + 0.2 \text{Per}^0$$

$$\phi = 0.9 \text{Imp} + 0.2 \text{Per}$$

in cui Imp e Per sono rispettivamente le frazioni dell'area totale da ritenersi impermeabile e permeabile, prima della trasformazione (se connotati dall'apice<sup>0</sup>) o dopo (se non c'è l'apice<sup>0</sup>).

**Nel caso in esame, assumendo un criterio cautelativo, si assume che, a seguito della realizzazione dell'intervento, il 15% della proiezione al suolo della superficie occupata dai pannelli sia considerata impermeabile.**

Nelle tabelle successive vengono riportati i valori calcolati.

<sup>(11)</sup> Centro Studi Deflussi Urbani (CSDU): Sistemi di fognatura: manuale di Progettazione, Hoepli, Milano, 1997

**Tabella 2.** Suddivisione della superficie di impianto in classi di permeabilità.

<b>CONDIZIONE ATTUALE</b>		
Superficie totale (area recintata)	758754	m <sup>2</sup>
Superficie permeabile	758137	m <sup>2</sup>
Superficie impermeabile (tettoie)	617	m <sup>2</sup>
<b>Calcolo della superficie impermeabile nella condizione di progetto</b>		
Superficie dei pannelli	234777	m <sup>2</sup>
Superficie occupata dai pannelli considerata impermeabile (pari al 15%)	35217	m <sup>2</sup>
Altre aree impermeabili (cabine, locali tecnici)	580	m <sup>2</sup>
Superficie impermeabile	35797	m <sup>2</sup>
<b>CONDIZIONE DI PROGETTO</b>		
Superficie totale (area recintata)	758754	m <sup>2</sup>
Superficie permeabile	722957	m <sup>2</sup>
Superficie impermeabile	35797	m <sup>2</sup>

**Tabella 3.** Calcolo dei coefficienti di deflusso nella condizione *ante* e *post* intervento.

Superficie totale del bacino idrografico	75,8754	ha	100%
<b>Ante intervento</b>			
Frazione impermeabile (Imp <sup>0</sup> )	0,0617	ha	99,92%
Frazione permeabile (Per <sup>0</sup> )	75,4864	ha	0,08%
Coefficiente di deflusso ANTE intervento ( $\phi^0$ ) $\phi^0 = 0.9 \text{Imp}^0 + 0.2 \text{Per}^0$	0.201		
<b>Post intervento</b>			
Frazione impermeabile (Imp)	3,5797	ha	0,0462%
Frazione permeabile (Per)	71,9685	ha	0,9538%
Coefficiente di deflusso Post intervento ( $\phi$ ) $\phi = 0.9 \text{Imp} + 0.2 \text{Per}$	0.232		

**Tabella 4.** Calcolo dell'incremento di volume nella condizione *post* intervento.

Coefficiente di deflusso ANTE intervento ( $\phi^0$ )	0,201	
Coefficiente di deflusso POST intervento ( $\phi$ )	0,233	
Volume di invaso unitario	50	m <sup>3</sup> /ha
n (esponente della curva pluviometrica)	0,48	
I (quota di superficie oggetto di trasformazione) pari a superficie totale / superficie trasformata	1 (valore cautelativo)	
P (quota di superficie inalterata) pari a 1-I	0 (valore cautelativo)	
Incremento di volume unitario $w = w^0 (\phi / \phi^0)^{1/(1-n)} - 15 I - w^0 P$	51,8	m <sup>3</sup> /ha
Volume totale da invasare	3930	m <sup>3</sup>

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "BOSCO MARENGO"				
VIA 19	Relazione di compatibilità e invarianza idraulica	rev 00	20.05.2024	Pagina 42 di 55

**L'applicazione del criterio richiamato (fortemente cautelativo) indica che, in termini idrologico-idraulici, la realizzazione del progetto si traduce in un aumento del coefficiente di deflusso a cui è associato un incremento di volume delle acque meteoriche, rispetto alla condizione attuale, pari a 51,8 m<sup>3</sup>/ha.**

#### 4.2.1.2. Dimensionamento dei manufatti per l'accumulo temporaneo e la laminazione delle acque meteoriche

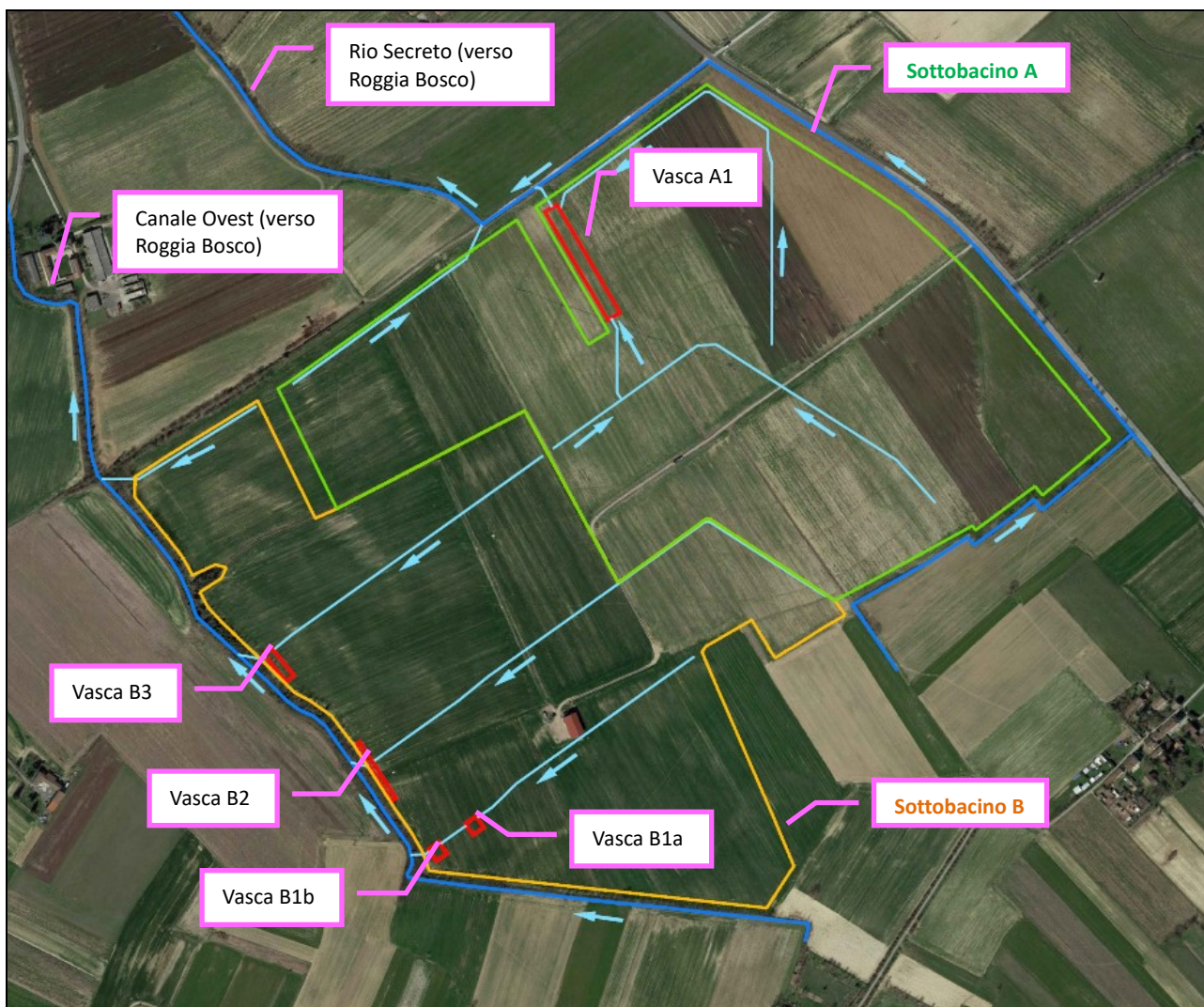
Ai fini del dimensionamento dei manufatti per l'accumulo temporaneo e la laminazione delle acque meteoriche, si considera quanto segue:

- 1) Il bacino idrografico complessivo, pari a 75,8754 ha, è suddiviso in due sottobacini in base alla direzione finale dello scarico (riferimenti in Figura 17):
  - l'area del Sottobacino A, che scarica le acque meteoriche in direzione del Rio Secreto (a Nord), è pari a 40,7368 ha;
  - l'area del Sottobacino B, che scarica le acque meteoriche in direzione del canale di collegamento verso la Roggia Bosco (a Ovest), è pari a 35,1386 ha.
- 2) Il valore complessivo di volume da invasare, al fine di rispettare il criterio dell'invarianza idraulica rispetto alla condizione attuale, è pari a 3930 m<sup>3</sup> (in pratica l'incremento di volume unitario delle acque meteoriche, rispetto alla condizione attuale, è pari a 51,8 m<sup>3</sup>/ha).
- 3) In base alla suddivisione delle superfici descritta nei punti precedenti si prevede quanto segue:
  - volume da invasare nell'ambito del Sottobacino A (scarico verso il Rio Secreto):  

$$51,8 \text{ (m}^3\text{/ha)} \times 40,7368 \text{ (ha)} = 2110 \text{ m}^3$$
  - volume da invasare nell'ambito del Sottobacino B: (scarico verso il canale di collegamento verso la Roggia Bosco):  

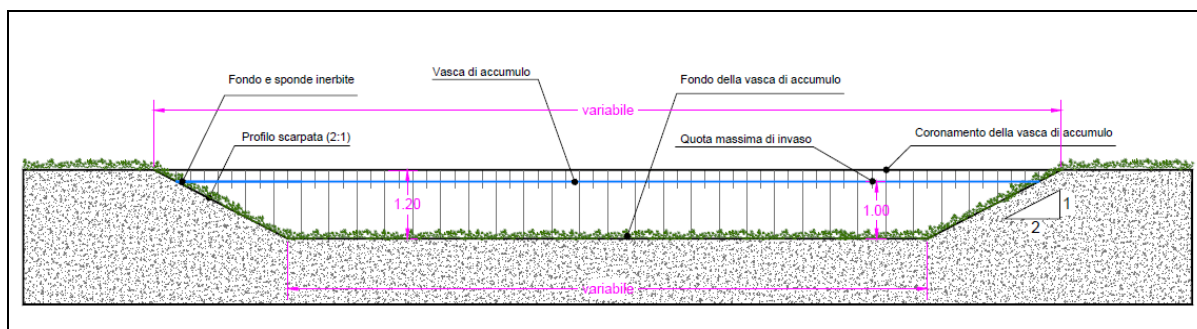
$$51,8 \text{ (m}^3\text{/ha)} \times 35,1386 \text{ (ha)} = 1820 \text{ m}^3$$
- 4) In ragione di quanto evidenziato dall'ufficio tecnico comunale, che segnala alcune criticità connesse al Rio Secreto nel tronco a valle rispetto all'area di impianto, si prevede di limitare lo scarico verso il Rio Secreto rispetto alla condizione attuale. Allo scopo, in via cautelativa, si prevede di aumentare del 50% il volume da invasare nell'ambito del Sottobacino A secondo lo schema seguente:
  - volume delle acque meteoriche da invasare allo scopo di realizzare l'invarianza idraulica rispetto alla condizione attuale: 2110 m<sup>3</sup>;
  - aumento del 50% di tale valore allo scopo di limitare lo scarico verso il Rio Secreto rispetto alla condizione attuale:  $2110 \times 0,5 = 1055 \text{ m}^3$ ;
  - volume totale da invasare nell'ambito del Sottobacino A:  $2110 + 1055 = 3165 \text{ m}^3$ ;
  - volume totale da invasare (Sottobacini A+B):  $3165 + 1820 = 4985 \text{ m}^3$ .
- 5) Allo scopo di massimizzare l'effetto di riduzione delle portate e dei volumi rilasciati verso valle, si prevede di realizzare un manufatto per l'accumulo temporaneo e la laminazione delle acque meteoriche a servizio di ciascuno dei principali fossi interni al comparto in base allo schema planimetrico della rete di drenaggio. Al fine di garantire l'effettiva funzionalità della laminazione, i manufatti richiamati saranno posti in posizione idonea ad intercettare i fossi che percorrono il piano campagna nel tratto terminale dei fossi stessi (ovvero immediatamente a monte del recapito verso i fossi perimetrali). In questo modo ci si assicura di realizzare il manufatto in una posizione in cui effettivamente verrà attivato. La geometria dei singoli manufatti è ottimizzata rispetto all'ingombro dei pannelli.

- 6) Lo schema del sistema di raccolta, convogliamento e scarico delle acque meteoriche e dei manufatti per la laminazione delle acque meteoriche definiti secondo i principi dell'invarianza idraulica, è riportato nella successiva Figura 18.



**Figura 18.** Schema del sistema di raccolta, convogliamento e scarico delle acque meteoriche nella condizione di progetto in cui sono rappresentati i manufatti per l'accumulo temporaneo e la laminazione delle acque meteoriche definiti secondo i principi dell'invarianza idraulica.

- 7) I manufatti per l'accumulo temporaneo e la laminazione delle acque meteoriche consistono in una serie di vasche di accumulo ricavate mediante scavo del terreno secondo lo schema seguente rappresentato in Figura 19.



**Figura 19.** Sezione tipo di una delle vasche di laminazione previste all'interno dell'area di progetto.

- Le vasche sono ricavate mediante scavo del terreno. Lo scavo avrà profondità pari a 1,2 m rispetto al piano campagna;
- Le sponde avranno pendenza di 2:1 (orizzontale - verticale). Tale valore garantisce la stabilità delle sponde ed un facile accesso al fondo della vasca per le operazioni di manutenzione. È previsto che, a regime, il fondo e le sponde siano inerbite;
- La massima quota di invaso è prevista a 1 m rispetto al fondo della vasca. Si prevede di dotare il dispositivo di invaso di uno scarico di superficie, allo scopo di garantire lo smaltimento controllato dei volumi eccedenti da capacità di accumulo;
- Il volume netto di invaso (ovvero il volume sotteso alla quota dello sfioratore di emergenza) viene calcolato assimilando la forma dell'invaso ad un tronco di piramide:

$$V = \frac{(S_B + S_b + \sqrt{S_B \times S_b}) \times h}{3}$$

in cui:

$V$  = volume (m<sup>3</sup>);

$S_B$  = superficie di base maggiore (m<sup>2</sup>);

$S_b$  = superficie di base minore (m<sup>2</sup>);

$h$  = altezza (m).

- Le vasche di laminazione avranno forma rettangolare. La geometria dei singoli manufatti, ottimizzata rispetto all'ingombro dei pannelli, è sintetizzata nella tabella seguente:

ID Vasca	Dimensioni del fondo		Ingombro planimetrico (a)		Volume totale (b)	Volume di invaso (c)
	Lunghezza	Larghezza	Lunghezza	Larghezza		
[ID]	[m]	[m]	[m]	[m]	[mc]	[mc]
<b>Sottobacino A</b>						
Vasca A1	16,5	166	171	21,5	3836	3196
				Volume di invaso Sottobacino A		3196
<b>Sottobacino B</b>						
Vasca B1a	15	16	20	21	391	326
Vasca B1b	15	16	20	21	391	326
Vasca B2	5	87	9	92	745	621
Vasca B3	11	45	16	50	770	641
				Volume di invaso Sottobacino B		1914
				<b>Volume di invaso totale (A+B)</b>		<b>5110</b>
(a) L'ingombro planimetrico tiene conto del ciglio superiore delle sponde						
(b) Il volume totale è il volume sotteso alla quota del coronamento del manufatto (che essendo realizzato in scavo è pari alla quota del terreno)						
(c) Il volume di invaso è il volume sotteso alla quota dello sfioratore di emergenza (volume netto di invaso)						

- La geometria dei fossi interni al comparto riprende dimensioni simili a quelli attualmente esistenti. La sezione tipo dei fossi è realizzata a trapezio larghezza del fondo 0,8 m, profondità 0,6 m e pendenza delle sponde 1:1 (Figura 20). Con riferimento allo schema di moto uniforme, la portata convogliabile risulta pari a:

$$Q = V \times A$$

in cui la velocità ( $V$ ) viene calcolata come segue:

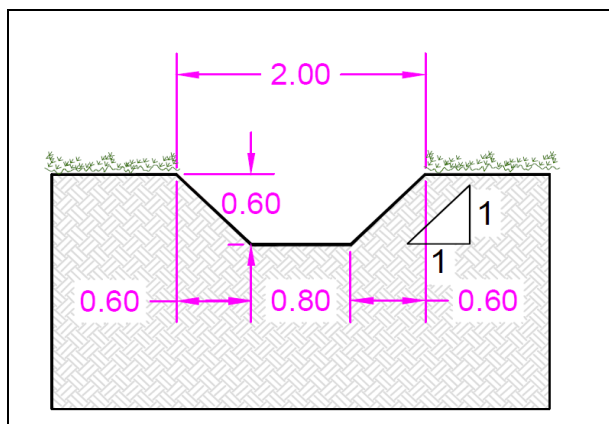
$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times j^{\frac{1}{2}}$$

con riferimento ai seguenti valori:

$$n = 0,03 \text{ m}^{-1/3}/\text{s};$$

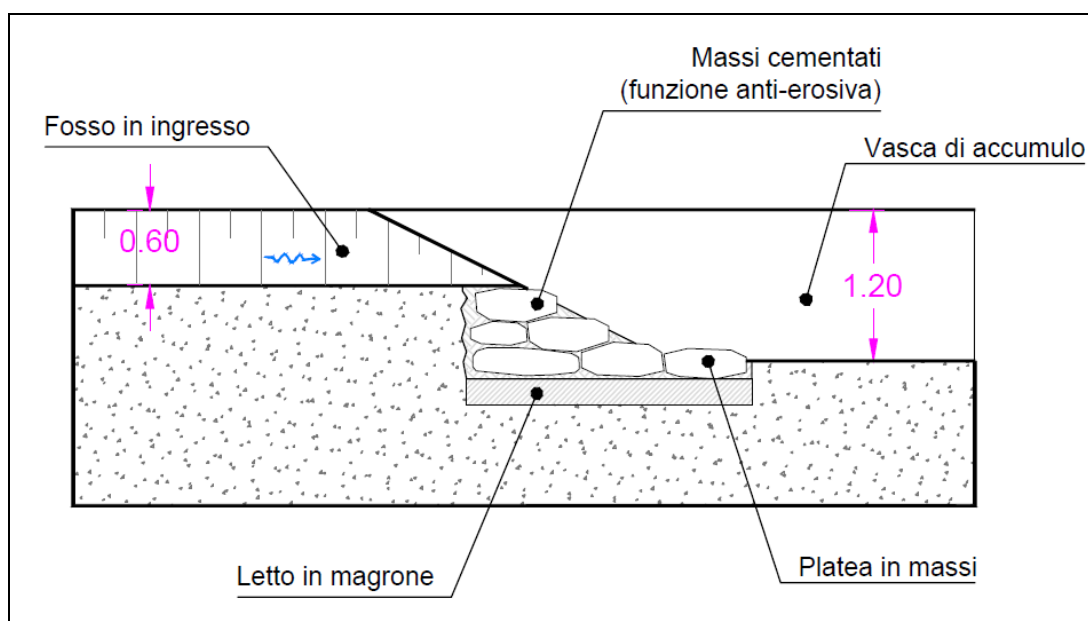
$$j = 0,005;$$

La portata convogliabile è di circa  $0,96 \text{ m}^3/\text{s}$ .



**Figura 20.** Sezione dell'alveo dei fossi in progetto per la raccolta ed il collettamento delle acque meteoriche.

- In corrispondenza dei punti in cui i fossi si immetteranno nella vasca di laminazione saranno realizzati una rampa ed una platea in massi cementati (Figura 21), allo scopo di prevenire l'erosione della sponda. I massi saranno poggiati su un letto di magrone per evitarne lo sprofondamento e la disarticolazione.



**Figura 21.** Vista laterale di una delle platee antierosive previste in corrispondenza dei punti di immissione dei fossi nelle vasche di laminazione.

- Si prevede di dotare ciascuna vasca di laminazione di uno scarico posto sul fondo e collocato nella sponda di valle. Lo scarico di fondo è costituito da un tubo di dimensioni pari a  $\varnothing 400 \text{ mm}$ , allo scopo di garantire lo svuotamento a gravità dell'invaso una volta terminato l'evento

meteorico. Si prevede di collocare il tubo di scarico in un agglomerato di massi cementati (i massi verranno cementati allo scopo di scongiurare il sifonamento e successiva disarticolazione della struttura che si potrebbe verificare se l'intasamento fosse in terra) poggiati su un letto realizzato in magrone per evitarne lo sprofondamento.

Con riferimento allo schema di moto uniforme, la portata convogliabile risulta pari a:

$$Q = V \times A$$

in cui la velocità viene calcolata come segue:

$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times j^{\frac{1}{2}}$$

con riferimento ai seguenti valori:

$$n = 0,03 \text{ m}^{-1/3}/\text{s};$$

$$j = 0,005;$$

La portata convogliabile è pari a circa 0,067 m<sup>3</sup>/s.

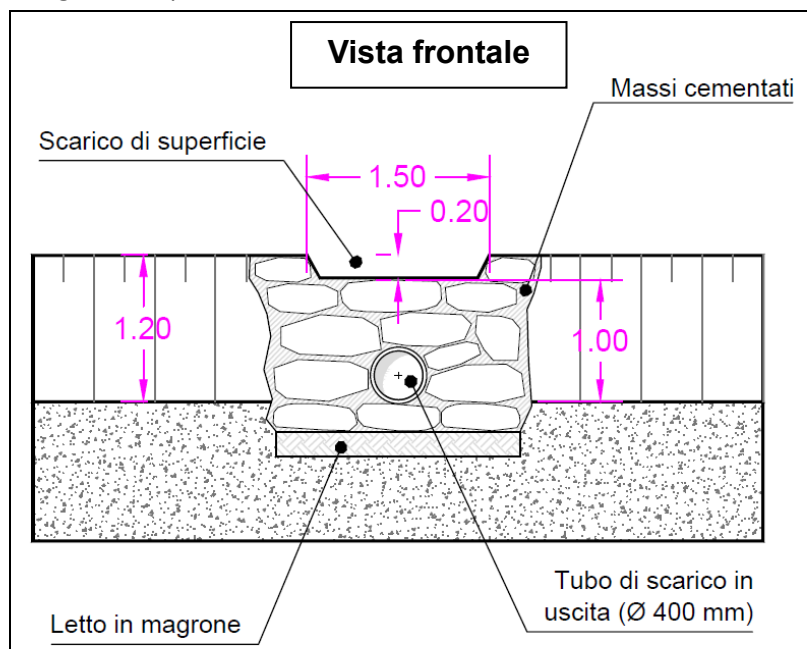


Figura 22. Vista frontale del sistema di scarico delle vasche di laminazione.

- Si prevede di dotare ciascun invaso di uno scarico di superficie, con funzione di sfioratore di emergenza, al fine di consentire il convogliamento controllato delle acque eccedenti la capacità di accumulo delle singole vasche verso valle (in pratica lo scarico di superficie si attiverà solo nel caso in cui la vasca sia piena). Lo scarico di superficie (Figura 23) sarà realizzato nell'agglomerato di massi cementati in cui è già collocato lo scarico di fondo. Lo scarico di superficie sarà sagomato con forma trapezia nel corpo della sponda (larghezza 1,5 m, altezza 0,2 m). Allo scopo di impedire l'erosione delle superfici, si prevede di realizzare la struttura in massi cementati in modo da raccordare lo stramazzo con il fosso di collegamento allo scarico finale. Il comportamento idraulico dallo sfioratore in parola è assimilabile a quello di uno stramazzo del tipo "a larga soglia" governato dalla seguente equazione:

$$Q = C \times L \times h \times \sqrt{2g \times h}$$

in cui:

Q = portata transitabile;

C = coefficiente di deflusso (per il tipo a larga soglia è pari a 0,385);

L = sviluppo della soglia;

h = carico.

Il valore di portata convogliabile dallo stramazzo è pari a circa 0,229 m<sup>3</sup>/s.

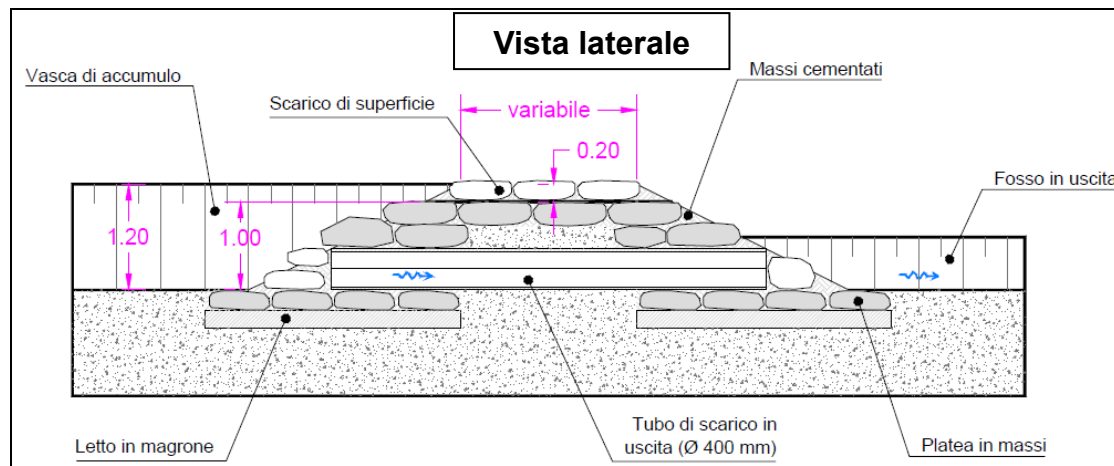


Figura 23. Sezione laterale del sistema di scarico delle vasche di accumulo.

- Nel caso della Vasca A-1 lo scarico di superficie dovrà attraversare la viabilità interna al comparto. Allo scopo è previsto di realizzare un attraversamento tipo "guado" a bassa pendenza (1:10) in modo da consentire il passaggio agevole dei mezzi all'interno del comparto. Il fondo sarà rivestito in massi cementati allo scopo di impedire l'erosione (Figura 24).

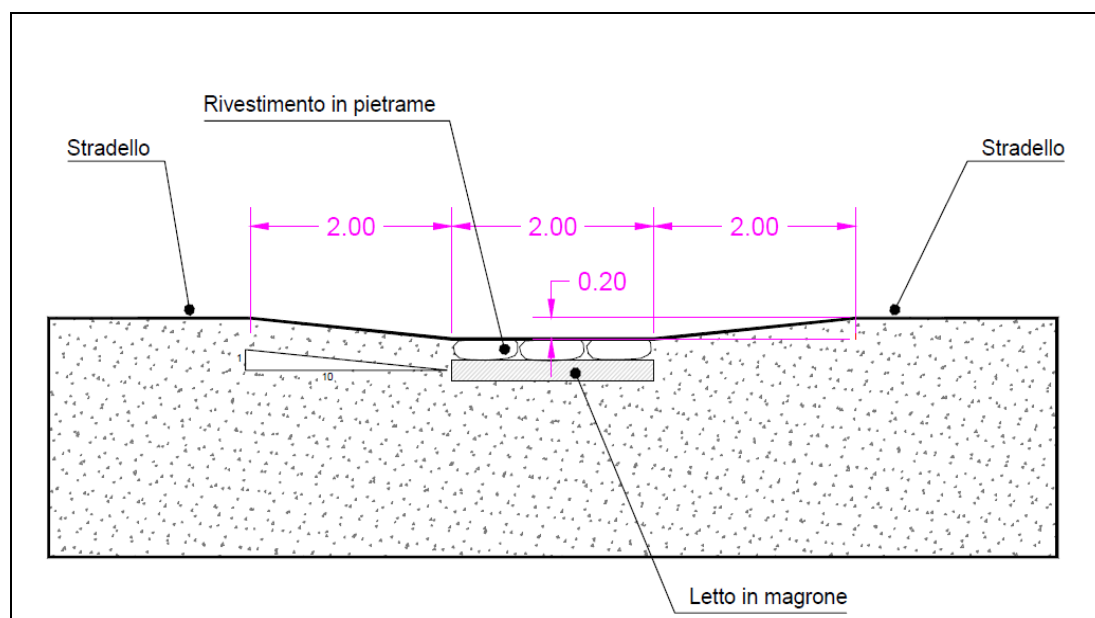


Figura 24. Sezione del guado trasversale del guado previsto in corrispondenza dello scarico della vasca A-1.

#### 4.2.2. Conclusioni

Lo studio degli effetti idrologici dei parchi fotovoltaici a terra mostra che, laddove la copertura del terreno sotto i pannelli sia inerbita/coltivata (come nel caso dell'impianto in progetto), non si evidenziano effetti



IMPIANTO AGRIVOLTAICO "BOSCO MARENGO"				
VIA 19	Relazione di compatibilità e invarianza idraulica	rev 00	20.05.2024	Pagina 48 di 55

significativi sui volumi di deflusso, sulle portate al colmo o sui tempi di trasferimento (COOK LAUREN M., MCCUEN RICHARD H. - 2013).

A scopo cautelativo, ai fini del progetto, si assume che la posa in opera dei pannelli si traduca, in termini idrologico-idraulici, in un aumento del coefficiente di deflusso a cui è associato un incremento delle portate e dei volumi delle acque meteoriche rispetto alla condizione *ante-operam* <sup>(12)</sup>.

**La progettazione del sistema di raccolta, convogliamento e smaltimento delle acque meteoriche, è stata quindi realizzata secondo il principio dell'invarianza idraulica**, che prevede la compensazione dell'aumento del coefficiente di deflusso attraverso l'accumulo del volume in eccesso in appositi manufatti di laminazione (in altri termini l'invarianza idraulica rappresenta il principio in base al quale il deflusso meteorico generato sulle aree oggetto di trasformazione non deve essere maggiore rispetto alle condizioni attuali).

La progettazione è finalizzata a:

- a) garantire che non vi siano ostacoli alla normale gestione irrigua dei terreni confinanti;
- b) limitare il rilascio delle portate verso valle in occasione degli eventi meteorici allo scopo di:
  - garantire che le acque smaltite non causino danni alla rete irrigua esistente e non compromettano le metodologie irrigue in uso;
  - mantenere la funzionalità e la manutenzione delle infrastrutture irrigue.
- c) limitare lo scarico verso il Rio Secreto rispetto alla condizione attuale, in ragione di quanto evidenziato dall'ufficio tecnico comunale (che segnala alcune criticità connesse al Rio Secreto nel tronco a valle rispetto all'area di impianto).

A seguito delle analisi effettuate emerge quanto segue:

- 1) In termini idrologico-idraulici, la realizzazione del progetto si traduce in un incremento di volume unitario delle acque meteoriche, rispetto alla condizione attuale, pari a 51,8 m<sup>3</sup>/ha così suddiviso:
  - incremento di volume nell'ambito del Sottobacino A (scarico verso il Rio Secreto) pari a 2110 m<sup>3</sup>. Il volume da invasare, ulteriormente incrementato del 50% allo scopo di limitare lo scarico verso il Rio Secreto rispetto alla condizione attuale, è pari a 3165 m<sup>3</sup>;
  - incremento di volume nell'ambito del Sottobacino B: (scarico verso il canale di collegamento verso la Roggia Bosco) pari a 1820 m<sup>3</sup>.
- 2) La riduzione delle portate e dei volumi rilasciati verso valle è realizzata mediante la predisposizione di una serie di manufatti per l'accumulo temporaneo e la laminazione delle acque meteoriche realizzati in scavo. La geometria dei manufatti di laminazione (disposti lungo la rete di raccolta interna in modo tale da massimizzare l'effetto di riduzione delle portate e dei volumi rilasciati verso valle) è ottimizzata rispetto all'ingombro dei pannelli. In sintesi è previsto quanto segue:
  - realizzazione di n° 1 manufatto di laminazione a servizio del Sottobacino A (scarico verso il Rio Secreto) avente volume netto di invaso pari a 3196 m<sup>3</sup>;

<sup>(12)</sup> Nel caso in esame, assumendo un criterio cautelativo, si assume che, a seguito della realizzazione dell'intervento, il 15% della superficie occupata dai pannelli sia considerata impermeabile.

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "BOSCO MARENCO"				
VIA 19	Relazione di compatibilità e invarianza idraulica	rev 00	20.05.2024	Pagina 49 di 55

- realizzazione di n° 4 manufatti di laminazione a servizio del Sottobacino B: (scarico verso il canale di collegamento verso la Roggia Bosco) avente volume netto di invaso totale pari a 1914 m<sup>3</sup>.

Al fine di garantire che non vi siano ostacoli alla normale gestione irrigua dei terreni confinanti, e di non alterare l'attuale schema di circolazione generale delle acque, si prevede, laddove possibile, di mantenere lo schema planimetrico dei fossi e dei recapiti esistente. Al fine di risolvere le interferenze che si verrebbero a creare tra i fossi interni e la disposizione dei pannelli, il tracciato interno dei fossi sarà realizzato lungo la viabilità interna o in prossimità della recinzione.

Riguardo alle attività agronomiche, qualora la collocazione delle vasche di laminazione possa limitare la circolazione dei mezzi agricoli a causa delle caratteristiche degli stessi (i.e. raggio di sterzata), in fase esecutiva si provvederà a modificarne leggermente la forma e/o la posizione in modo da risolvere eventuali interferenze puntuali.

**In conclusione, le misure di invarianza idraulica previste (ovvero la predisposizione di manufatti per l'accumulo temporaneo e la laminazione delle acque meteoriche) compensano l'incremento di volume delle acque meteoriche dovuto alla realizzazione dell'impianto in progetto. Si evidenzia che il volume d'acqua scaricato verso il Rio Secreto viene ridotto rispetto alla condizione attuale.**

## 5. Valutazioni in merito agli effetti della realizzazione degli interventi in progetto

In ottica di fornire tutti i necessari approfondimenti inerenti alle acque superficiali e sotterranee e alle interazioni del progetto agrivoltaico con esse - sia in termini quali-quantitativi, sia in termini di gestione delle relative interferenze (a livello di area di impianto e di tracciato del cavidotto) – nel presente paragrafo vengono riprese e approfondite tutte le specificità di progetto che presentano elementi di interazione potenziale, dando evidenza delle soluzioni progettuali adottate (e volte a minimizzarne (o escluderne) le reciprocità).

Tale approfondimento va letto anche tenendo conto delle opere di regimazione progettate nel precedente capitolo che non verranno qui ulteriormente menzionate onde evitare inutili ridondanze di contenuti.

### 5.1. Strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici, recinzioni, viabilità di servizio e aree di cantiere

**I moduli fotovoltaici (costituenti il cuore della componente energetica di progetto) saranno vincolati a strutture di supporto a inseguimento (i.e. tracker) installate a terra tramite semplici pali in acciaio infissi nel suolo per pressione senza fondazioni.** I tracker saranno disposti lungo l'asse Nord-Sud su file parallele opportunamente distanziate tra loro, con un interasse (distanza palo-palo, denominata "pitch") pari a 6,5 m e una altezza del nodo di rotazione di 1,47 m dal suolo

**Le strutture in parola non costituiscono ostacolo alla circolazione delle acque superficiali e/o sotterranee** (la tipologia prevista è schematizzata nella Figura 25).

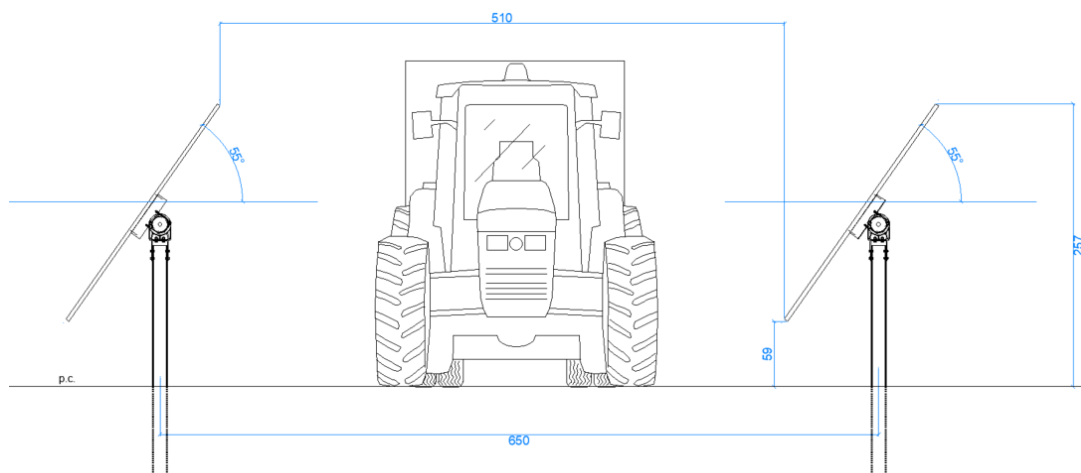
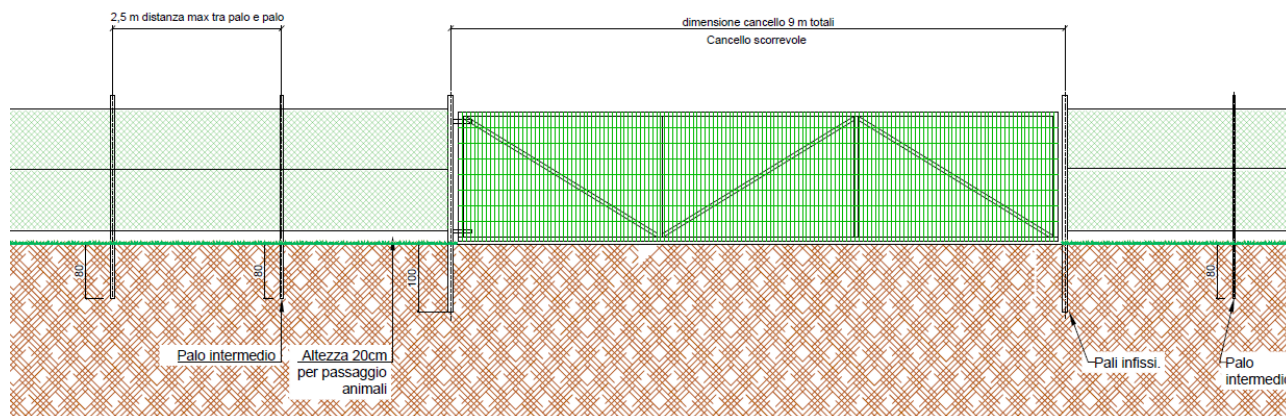


Figura 25. Particolare dei tracker solari in progetto.

Analogamente a quanto sopra, anche la recinzione perimetrale dell'impianto non costituisce ostacolo alla circolazione delle acque superficiali. Infatti, la protezione dell'impianto verrà assicurata da **una recinzione metallica realizzata con tipologia a rete o grigliata.** in filo di ferro zincato ed elettrosaldato a maglia 50x50 mm, con rivestimento plastico in RAL verde. La rete, di altezza pari 2,0 m, **sarà posizionata sul terreno tramite dei pali a infissione** (senza l'utilizzo di plinti/pozzetti di fondazione in cemento). La stessa recinzione sarà **sollevata da terra di 20 cm per consentire il transito/passaggio della fauna locale** di piccola e media taglia (Cfr. Figura 26).



**Figura 26.** Dettaglio d'insieme della recinzione con dettaglio del varco per il passaggio della fauna selvatica e cancello di accesso all'area di impianto.

**La viabilità di servizio verrà realizzata alla quota del piano campagna con semplice misto granulare compatto separato dal suolo tramite geotessuto permeabile.** Non sono previsti cordoli o riempimenti. Il materiale in esubero, a seguito dei movimenti terra, verrà livellato in situ. **Le caratteristiche di permeabilità dei materiali impiegati per la realizzazione della viabilità di servizio non costituiscono ostacolo alla circolazione delle acque superficiali.** Alla finitura dovrà essere garantita un'adeguata pendenza verso cunette laterali opportunamente predisposte per il deflusso delle acque meteoriche (Par. 4.2).

**Per quanto concerne, infine, le aree di cantiere,** in considerazione della breve durata dello stesso e della tipologia dei macchinari utilizzati, non si renderanno necessarie forme di impermeabilizzazione delle stesse. **I terreni, quindi, manterranno la loro permeabilità anche in fase cantieristica escludendo la necessità di ulteriori interventi funzionali alla gestione delle c.d. "acque di prima pioggia" e/o delle c.d. "acque di dilavamento" di cantiere.**

**In considerazione di quanto esposto si evidenzia che gli interventi previsti non portano ad una sostanziale modifica dello stato dei luoghi.**

**Per quanto concerne invece gli aspetti qualitativi delle acque,** tutti i materiali utilizzati per la costruzione della componente energetica di progetto sono rappresentati da inerti, privi di emissioni (siano esse solide, liquide o gassose), e, come tali, incapaci di causare forme di inquinamento (o anche solo deterioramento) della qualità delle acque (superficiali o sotterranee).

In sede cantieristica i rifiuti e i materiali di risulta saranno trattati nel rispetto sia delle leggi in materia sia delle buone pratiche di cantiere (con separazione tra rifiuti riciclabili e non).

L'assenza di aree di cantiere impermeabilizzate, come sopra menzionato, escluderà la necessità di ulteriori interventi funzionali alla gestione delle c.d. "acque di prima pioggia" e/o delle c.d. "acque di dilavamento" del cantiere.

L'unica forma di rischio potenziale, in fase di cantiere, riguarda il verificarsi di imprevisti/rotture con piccoli sversamenti accidentali di limitati volumi di sostanze potenzialmente inquinanti (e.g. benzina/gasolio per rifornimento e oli/grassi lubrificanti connessi all'operatività dei mezzi di cantiere). Tale problematica, oltre a riguardare qualunque attività cantieristica, verrà gestita in via preventiva attraverso l'adozione di buone pratiche di cantiere. Tuttavia, non potendo escludere a priori l'incidentalità del caso, è opportuno effettuare le seguenti considerazioni:

- 1) al di là degli ordinari combustibili/lubrificanti – peraltro tipici di qualunque automezzo -, la realizzazio-

ne delle opere in progetto non prevede l'utilizzo, in nessuna fase, di sostanze chimiche nocive, tossiche o inquinanti;

- 2) il rischio di sversamenti accidentali riguarda sempre quantità di sostanza modeste;
- 3) in cantiere sarà sempre presente un "Emergency Spill kit" per far fronte a imprevisti.

In sede gestionale, ai fini della pulizia dei pannelli e/o della gestione del verde ambientale, nessuna sostanza di origine sintetica verrà utilizzata e non si prevede il prelievo diretto di volumi d'acqua dagli acquiferi - superficiali o profondi - (appoggiandosi, per tale processo, a servizi privati di autobotte).

## 5.2. Cavidotto di connessione

Nell'ambito degli interventi in progetto è prevista la realizzazione di un cavidotto di connessione dell'impianto di generazione elettrica alla Rete Nazionale in corrispondenza della futura Stazione Elettrica 220/132/36 kV denominata "MANDRINO". La soluzione tecnica scelta prevede il posizionamento del cavidotto, per tutta la sua estensione, lungo la sede stradale della SP154 in soluzione interrata.

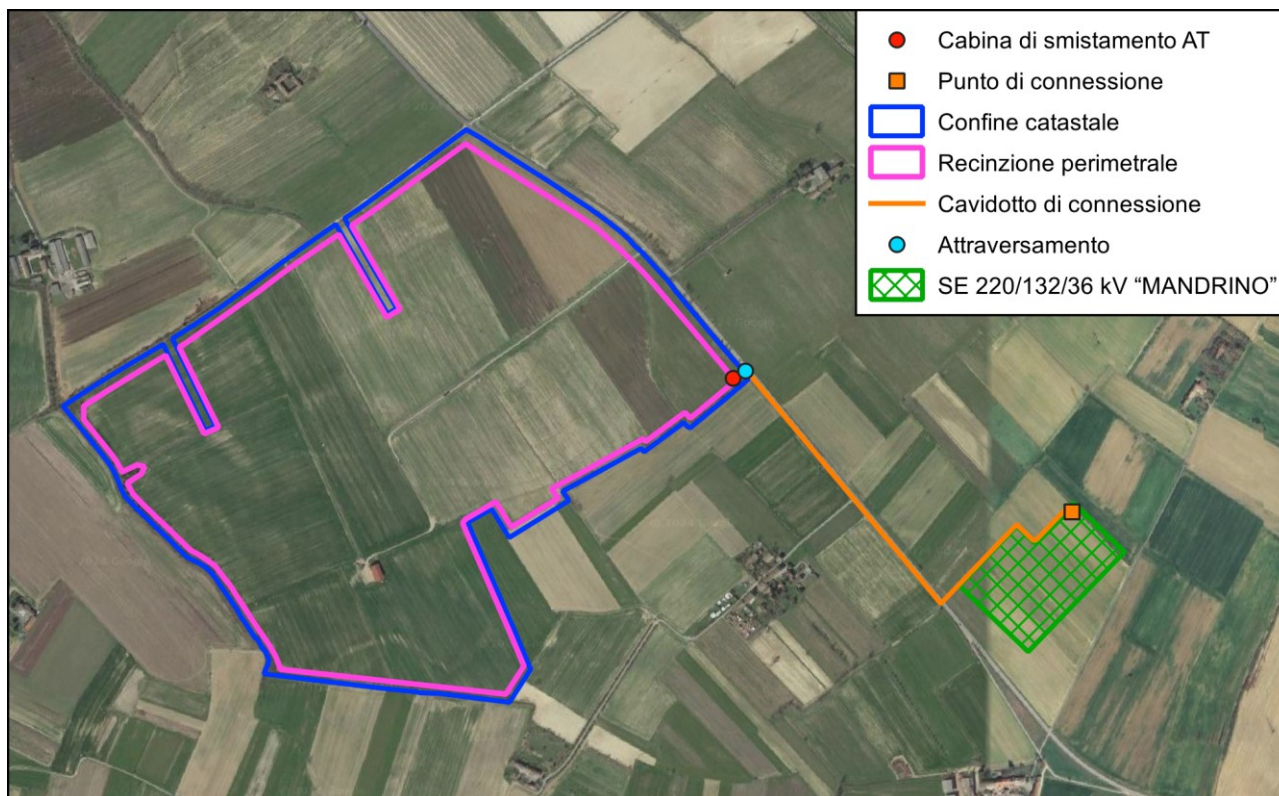
A tal proposito si specifica che in corrispondenza dell'attraversamento del cavidotto dei canali/corsi d'acqua intersecati dal suo tracciato, sarà previsto (in accordo con il Gestore di Rete) un passaggio in Trivellazione Orizzontale Controllata (T.O.C.).

Tale soluzione (opportunamente dettagliata in un elaborato tecnico dedicato, e sinteticamente riassunta in Figura 27), consente di NON interferire con il naturale deflusso delle acque e con il deflusso delle acque, escludendo forme di impatto anche nei confronti di vegetazione ed ecosistemi ripariali locali, a tutto vantaggio degli equilibri tra le componenti biotiche ed abiotiche nel tratto considerato.

Ai fini idraulici, **le tipologie progettuali impiegate prevedono che nelle sezioni di attraversamento:**

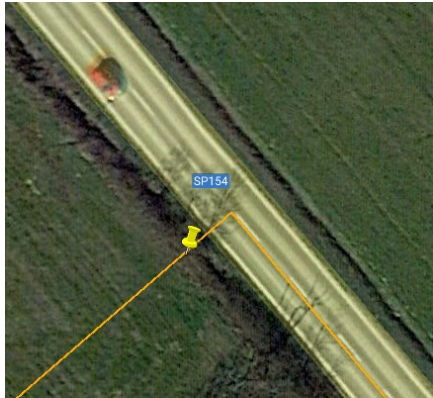
- **non venga alterata la conformazione fisica del canale;**
- **non venga ristretta la sezione libera del canale;**
- **non venga alterato in alcun modo il naturale deflusso delle acque, anche in regime di piena.**

**In conclusione, quindi, anche l'attraversamento da parte del cavidotto di connessione non altera il naturale deflusso delle acque (anche in regime di piena).**



**Figura 27.** Corografia degli attraversamenti presenti lungo il tracciato del cavidotto.

Nella tabella seguente si riepilogano le caratteristiche dell'attraversamento del cavidotto in corrispondenza del fosso lato della SP154:

ID	POSIZIONE	TIPOLOGIA	INTERFERENZA
1		TOC	NO

## 6. Riferimenti

ARPA PIEMONTE – DIPARTIMENTO SISTEMI PREVISIONALI (2014): *Il clima in Piemonte, Ottobre 2014*. Riferimenti web: [www.arpa.piemonte.gov.it](http://www.arpa.piemonte.gov.it).

ARPA PIEMONTE – DIPARTIMENTO SISTEMI PREVISIONALI (2014): *Il clima in Piemonte, Novembre 2014*. Riferimenti web: [www.arpa.piemonte.gov.it](http://www.arpa.piemonte.gov.it).

ARPA PIEMONTE – DIPARTIMENTO SISTEMI PREVISIONALI (ottobre 2019): *Rapporto preliminare dell'evento 19-21/10/2019*. Riferimenti web: [www.arpa.piemonte.gov.it](http://www.arpa.piemonte.gov.it).

ARPA PIEMONTE – DIPARTIMENTO SISTEMI PREVISIONALI (novembre 2019): *Eventi idrometeorologici dal 19 al 24 ottobre 2019 Parte I*. Riferimenti web: [www.arpa.piemonte.gov.it](http://www.arpa.piemonte.gov.it).

ARPA PIEMONTE – DIPARTIMENTO SISTEMI PREVISIONALI (novembre 2019): *Eventi idrometeorologici dal 19 al 24 ottobre 2019 Parte II*. Riferimenti web: [www.arpa.piemonte.gov.it](http://www.arpa.piemonte.gov.it).

ARPA PIEMONTE – DIPARTIMENTO SISTEMI PREVISIONALI (2019): *Il clima in Piemonte, Novembre 2019*. Riferimenti web: [www.arpa.piemonte.gov.it](http://www.arpa.piemonte.gov.it).

ARPA PIEMONTE – DIPARTIMENTO SISTEMI PREVISIONALI (2019): *Il clima in Piemonte, Autunno 2019*. Riferimenti web: [www.arpa.piemonte.gov.it](http://www.arpa.piemonte.gov.it).

CENTRO STUDI DEFLUSSI URBANI (CDSU) (1997): Capitolo "Modelli matematici di drenaggio urbano" (Paoletti) in Sistemi di fognatura: manuale di progettazione Hoepli, Milano.

COMUNI DI CASAL CERMELLI (CAPOFILA), CASTELLAZZO BORMIDA, CASTELSPINA, PREDOSA (2021): *Studio idraulico dei rii interessante i territori di Casal Cermelli (capofila), Castellazzo Bormida, Castelspina, Predosa - Relazione idrologico-idraulica*, redatta da ANSELMO associati (inedito).

COOK LAUREN M., MCCUEN RICHARD H. (2013): *Hydrologic response of Solar Farms*, ASCE – Journal of Hydrologic Engineering 2013, 18(5): 536-541.

NATALE - DATEI (1996): Capitolo "Idrologia tecnica" in Manuale di Ingegneria Civile, Vol. I, Zanichelli-ESAC, Bologna.

SUPINO G. (1965): "Le reti idrauliche", Patron ed. Bologna.

## 7. Allegati

**VIA20 – Rete idrografica – Stato di Fatto**

**VIA21 – Rete idrografica – Stato di Progetto**

**VIA22 - Opere idrauliche – dettagli progettuali**