

# ERG Solar Holding S.r.l.

Via De Marini 1 – 16149 Genova - Italy

**Realizzazione di un impianto agrivoltaico di potenza nominale DC pari a 60,58 MWp, da realizzarsi nel comune di Poggio Imperiale (FG) in località Zancardi e delle relative opere di connessione anche nel comune di Apricena (FG).**



## Tecnico

ing. Danilo POMPONIO

Via Degli Arredatori, 8  
70026 Modugno (BA) - Italy  
www.bfpgroup.net - info@bfpgroup.net  
tel. (+39) 0805046361

Azienda con Sistema di Gestione Certificato  
UNI EN ISO 9001:2015  
UNI EN ISO 14001:2015  
UNI ISO 45001:2018

## Collaborazioni

ing. Milena MIGLIONICO  
ing. Giulia CARELLA  
ing. Valentina SAMMARTINO  
ing. Alessia NASCENTE  
ing. Roberta ALBANESE  
ing. Tommaso MANCINI  
ing. Fabio MASTROSERIO  
ing. Martino LAPENNA  
Per.ind. Lamberto FANELLI  
ing. Carlo TEDESCO

## Responsabile Commessa

ing. Danilo POMPONIO

ELABORATO		TITOLO	COMMESSA	TIPOLOGIA	
<b>C09</b>		<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>	<b>22150</b>	<b>D</b>	
			CODICE ELABORATO		
			<b>DC22150-C09</b>		
REVISIONE	Tutte le informazioni tecniche contenute nel presente documento sono di proprietà esclusiva della Studio Tecnico BFP S.r.l e non possono essere riprodotte, divulgate o comunque utilizzate senza la sua preventiva autorizzazione scritta. All technical information contained in this document is the exclusive property of Studio Tecnico BFP S.r.l. and may neither be used nor disclosed without its prior written consent. (art. 2575 c.c.)		SOSTITUISCE	SOSTITUITO DA	
<b>00</b>		-	-	-	
		NOME FILE	PAGINE		
		<b>DC22150D-C09.doc</b>	<b>20 + copertina</b>		
REV	DATA	MODIFICA	Elaborato	Controllato	Approvato
00	31/03/23	Emissione	Nascente	Miglionico	Pomponio
01					
02					
03					
04					
05					
06					

**INDICE**

1. PREMESSA .....	2
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	4
3. DESCRIZIONE DEL PROGETTO .....	6
4. STUDIO IDROLOGICO .....	9
5. STUDIO IDRAULICO.....	10
5.1 Analisi idraulica con $Tr = 200$ anni .....	11
6. INTERFERENZE CAVIDOTTO – RETICOLI IDROGRAFICI .....	17
7. CONCLUSIONI .....	20



## 1. PREMESSA

La presente relazione idraulica è relativa al progetto di un impianto agrivoltaico di produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica e produzioni agricole, della potenza in DC di 60,58 MWp da realizzarsi nel comune di Poggio Imperiale (FG), in località "Zancardi", e delle relative opere di connessione anche nel comune di Apricena (FG).

Ai sensi dell'art. 12 del D.Lgs. n. 387/2003 l'opera, rientrante negli "impianti per la produzione di energia da fonti rinnovabili", autorizzata tramite procedimento unico regionale, è dichiarata di pubblica utilità, indifferibile ed urgente.

Tutta la progettazione è stata sviluppata utilizzando tecnologie ad oggi disponibili sul mercato europeo; considerando che la tecnologia fotovoltaica è in rapido sviluppo, dal momento della progettazione definitiva alla realizzazione potranno cambiare le tecnologie e le caratteristiche delle componenti principali (moduli fotovoltaici, inverter, strutture di supporto), ma resteranno invariate le caratteristiche complessive e principali dell'intero impianto in termini di potenza massima di produzione, occupazione del suolo e fabbricati.

Il progetto prevede:

- la realizzazione dell'impianto agrivoltaico;
- la realizzazione del cavidotto MT di connessione tra l'impianto e la sottostazione elettrica di trasformazione;
- la realizzazione della sottostazione elettrica AT/MT di trasformazione e consegna dell'energia prodotta.

A fronte dell'intensa ma necessaria espansione delle FER, ed in particolare del fotovoltaico, si pone il tema di garantire una corretta localizzazione degli impianti, con specifico riferimento alla necessità di consumo di suolo agricolo e, contestualmente, garantire la salvaguardia del paesaggio. Gli obiettivi principali sono contribuire alla mitigazione e all'adattamento nei riguardi dei cambiamenti climatici, come pure favorire l'implementazione dell'energia sostenibile nelle aziende agricole, promuovere lo sviluppo sostenibile ed un'efficiente gestione delle risorse naturali (come l'acqua, il suolo e l'aria), contribuire alla tutela della biodiversità, migliorare i servizi ecosistemici e preservare gli habitat ed i paesaggi.

Il progetto prevede di integrare la generazione elettrica da pannelli fotovoltaici con la tecnologia "agrivoltaica". L'idea è quella di garantire il rispetto del contesto paesaggistico-ambientale e la possibilità di continuare a svolgere attività agricole proprie dell'area con la convinzione che la presenza di un impianto solare su un terreno agricolo non significa per forza riduzione dell'attività agraria. Si può quindi ritenere di fatto un impianto a doppia produzione: al livello superiore avverrà produzione di energia, al livello inferiore, sul terreno fertile, la produzione di colture avvicendate secondo le logiche di un'agricoltura tradizionale e attenta alla salvaguardia del suolo.

L'intervento progettuale prevede anche la realizzazione di una fascia di mitigazione finalizzata alla minimizzazione delle interferenze ambientali e paesaggistiche delle opere in progetto.

Sulla base dello studio idrologico svolto, riportato nella "Relazione Idrologica" in allegato al progetto definitivo, che ha portato alla definizione delle portate di piena transianti nei corsi d'acqua per tempi di ritorno assegnati, è stato condotto lo studio idraulico consistente nella modellazione idraulica dei tre reticoli idrografici interferenti con le opere in progetto, svolta in condizioni di moto permanente per tempo di ritorno di 200 anni ( $T_r$  associato alla compatibilità idraulica secondo le N.T.A. del P.A.I.), mediante il software HEC-RAS 5.0.7.



## 2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.) dell'Autorità di Bacino della Puglia è stato approvato con Delibera del Comitato Istituzionale n. 39 del 30.11.2005 e pubblicato il 30.12.2005. Esso è finalizzato al miglioramento delle condizioni di regime idraulico e della stabilità dei versanti ed a consentire uno sviluppo sostenibile del territorio nel rispetto degli assetti naturali, della loro tendenza evolutiva e delle potenzialità d'uso, e rappresenta la disciplina che più particolarmente si occupa delle tematiche proprie della difesa del suolo.

Il P.A.I. costituisce il Piano Stralcio del Piano di Bacino, ai sensi dell'articolo 17 comma 6 ter della Legge 18 maggio 1989, n° 183; ha valore di piano territoriale di settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa e alla valorizzazione del suolo ricadente nel territorio di competenza dell'Autorità di Bacino della Puglia.

Le finalità del P.A.I. (art. 1) sono realizzate, dall'Autorità di Bacino della Puglia e dalle altre Amministrazioni competenti, mediante:

- la definizione del quadro della pericolosità idrogeologica in relazione ai fenomeni di esondazione e di dissesto dei versanti;
- la definizione degli interventi per la disciplina, il controllo, la salvaguardia, la regolarizzazione dei corsi d'acqua e la sistemazione dei versanti e delle aree instabili a protezione degli abitati e delle infrastrutture, indirizzando l'uso di modalità di intervento che privilegino la valorizzazione ed il recupero delle caratteristiche naturali del terreno;
- l'individuazione, la salvaguardia e la valorizzazione delle aree di pertinenza fluviale;
- la manutenzione, il completamento e l'integrazione dei sistemi di difesa esistenti;
- la definizione degli interventi per la difesa e la regolazione dei corsi d'acqua;
- la definizione di nuovi sistemi di difesa, ad integrazione di quelli esistenti, con funzioni di controllo della evoluzione dei fenomeni di dissesto e di esondazione, in relazione al livello di riduzione del rischio da conseguire.

Il PAI (art. 4), in relazione alle condizioni idrauliche, alla tutela dell'ambiente e alla prevenzione di presumibili effetti dannosi prodotti da interventi antropici, disciplina le aree agli artt. 6, 7, 8, 9 e 10. In particolare, le aree di cui sopra sono definite:

- Alveo fluviale in modellamento attivo ed aree golenali (art. 6);
- Aree ad alta pericolosità idraulica (A.P.) (art. 7);
- Aree a media pericolosità idraulica (M.P.) (art. 8);
- Aree a bassa pericolosità idraulica (B.P.) (art. 9);
- Fasce di pertinenza fluviale (art. 10).

Relativamente alle zone a diversa pericolosità idraulica (A.P., M.P., B.P.), individuate in rapporto a eventi alluvionali, queste risultano arealmente individuate nelle "Carte delle aree soggette a rischio idrogeologico" allegate al PAI, mentre, per i restanti reticoli idrografici per i quali non sono state definite le aree a pericolosità idraulica, ai sensi delle NTA del PAI si applicano i contenuti dell'art. 6 per "Alveo fluviale in modellamento attivo ed aree golenali" e dell'art. 10 per le "Fasce di pertinenza fluviale", la loro delimitazione e tutela segue i seguenti criteri:

- (art. 6 comma 8) quando il reticolo idrografico e l'alveo in modellamento attivo e le aree golenali non sono arealmente individuate nella cartografia in allegato al PAI e le condizioni morfologiche non ne consentano la loro individuazione, le norme si applicano alla porzione di terreno a distanza planimetrica, sia in destra che in sinistra, dall'asse del corso d'acqua, non inferiore a 75 m;
- (art. 10 comma 3) quando la fascia di pertinenza fluviale non è arealmente individuata nelle cartografie in allegato al PAI, le norme si applicano alla porzione di terreno, sia in destra che in sinistra, contermine all'area golenale, come individuata dall'art. 6 comma 8, di ampiezza comunque non inferiore a 75 m.

Laddove esistono perimetrazioni delle aree AP, MP e BP così definite:

- area ad alta pericolosità idraulica (A.P.): porzione di territorio soggette ad essere allagate per eventi di piena con tempo di ritorno inferiore o pari a 30 anni;
- area a media pericolosità idraulica (M.P.): porzione di territorio soggette ad essere allagate per eventi di piena con tempo di ritorno compreso tra 30 e 200 anni;
- area a bassa pericolosità idraulica (B.P.): porzione di territorio soggette ad essere allagate per eventi di piena con tempo di ritorno compreso tra 200 e 500 anni;

trovano applicazione le norme contenute negli art. 7, 8 e 9.

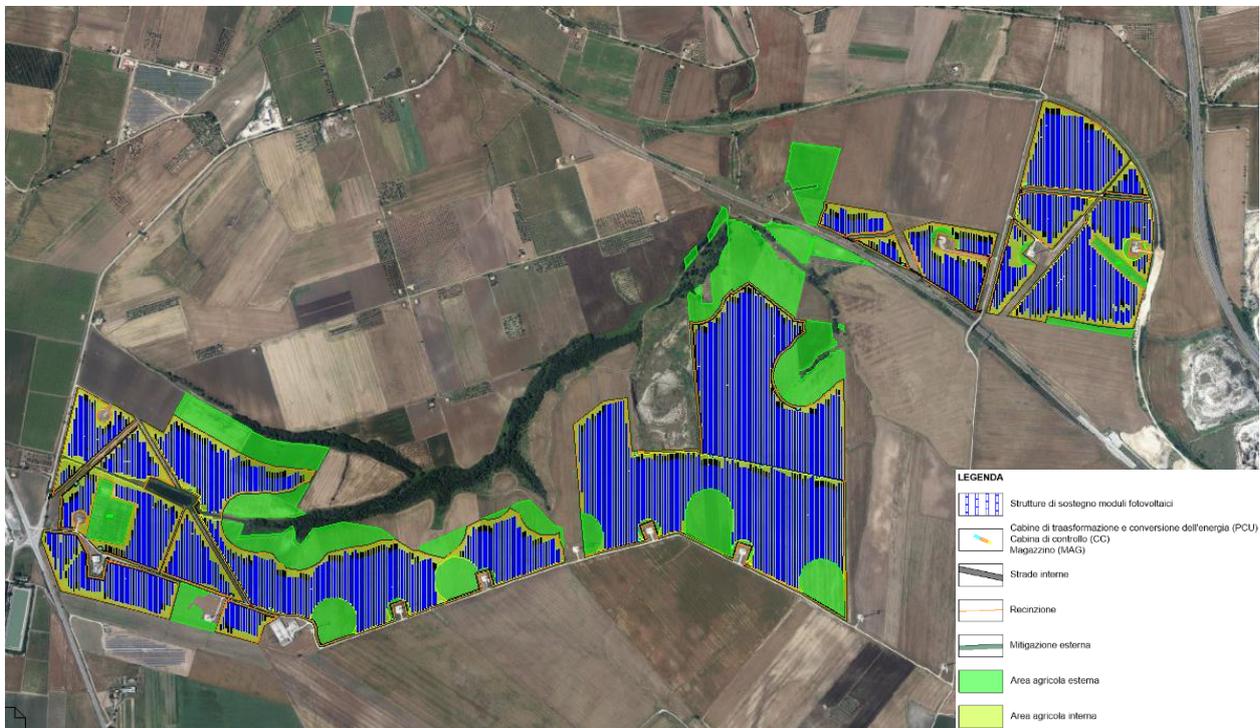
Gli obiettivi del PAI sono definiti dall'art. 17 e consistono nel perseguire il raggiungimento delle condizioni di sicurezza idraulica e della qualità ambientale come definite dall'art. 36.

L'art. 36 definisce per sicurezza idraulica la "condizione associata alla pericolosità idraulica per fenomeni di insufficienza del reticolo di drenaggio e legata alla non inondabilità per eventi con tempo di ritorno assegnati". *Agli effetti del PAI, infatti, si intendono in sicurezza idraulica le aree non inondate per eventi con tempo di ritorno fino a 200 anni.*

### 3. DESCRIZIONE DEL PROGETTO

L'impianto agrivoltaico per la produzione di energia elettrica oggetto della presente relazione tecnico-descrittiva avrà le seguenti caratteristiche (cfr. DW22150D-P01):

- potenza installata lato DC: 60,58 MWp;
- potenza dei singoli moduli: 670 Wp;
- n. 19 cabine di conversione e trasformazione dell'energia elettrica (PCU);
- n. 1 cabina di controllo (CC);
- n. 1 magazzino (MAG);
- rete elettrica interna a 1500 V tra i moduli fotovoltaici, e tra questi e le cabine di conversione e trasformazione;
- rete elettrica esterna a 30 kV di connessione tra l'impianto fotovoltaico e la sottostazione elettrica AT/MT d'utenza;
- rete elettrica interna a bassa tensione per l'alimentazione dei servizi ausiliari di centrale;
- rete telematica interna di monitoraggio per il controllo dell'impianto fotovoltaico;
- n. 1 sottostazione elettrica AT/MT da collegare in antenna a 150 kV su una nuova Stazione Elettrica (SE) della RTN 150 kV da inserire in entra-esce alla linea RTN a 150 kV "Apricena – S. Severo";
- impianto culturale.

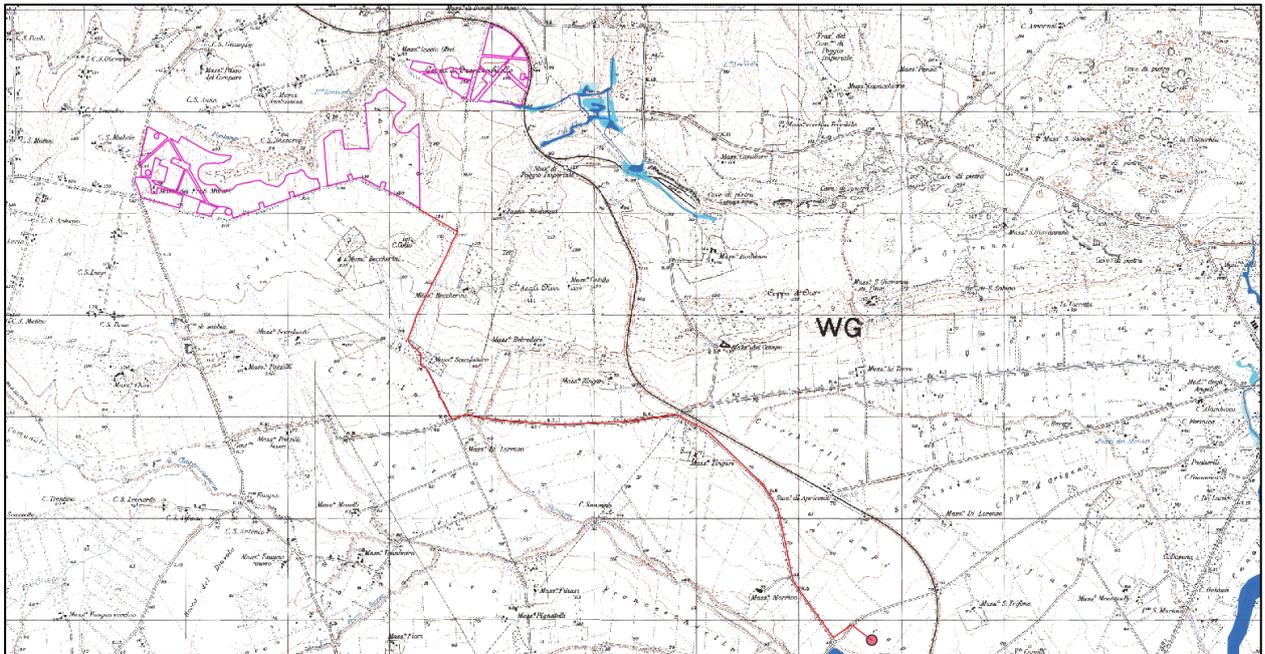


**Figura 1:** Layout impianto agrivoltaico

Secondo le perimetrazioni del P.A.I. della Regione Puglia, aggiornate a luglio 2022 su cartografia ufficiale scaricabile dal portale dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale,

l'area dell'impianto fotovoltaico è stata già oggetto di studi idraulici da parte dell'AdB Puglia e si può affermare che risulta essere esterna alle aree a pericolosità idraulica AP, MP e BP, come definite agli artt. 7, 8 e 9, e alle aree a pericolosità geomorfologica PG1, PG2 e PG3, come definite agli artt. 13, 14 e 15 delle NTA.

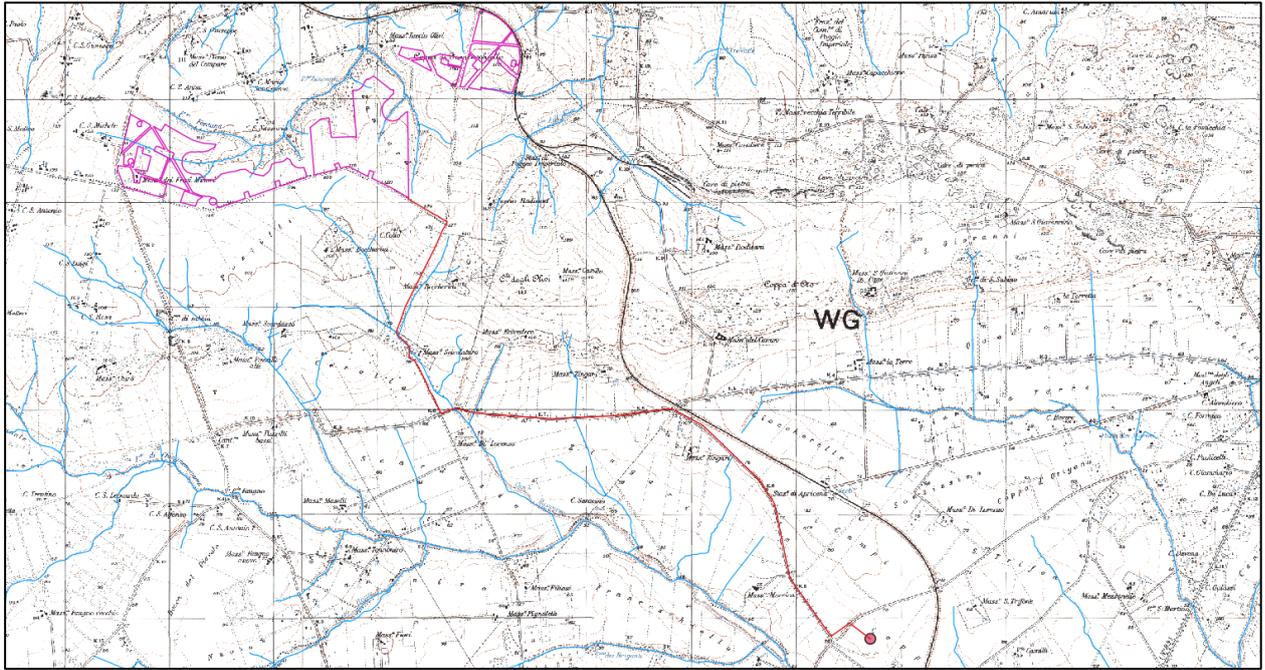
Anche il cavidotto MT di connessione tra l'impianto e la sottostazione elettrica di trasformazione non interferisce con nessuna delle aree perimetrate dal P.A.I. dell'Autorità di Bacino della Puglia.



**Figura 2** – Stralcio perimetrazioni PAI dell'AdB Puglia

Relativamente alla Carta Idrogeomorfologica della Regione Puglia, infatti, redatta dall'Autorità di Bacino della Regione Puglia, risulta una parziale interferenza delle opere con dei reticoli idrografici. In merito all'impatto sulla risorsa idrica superficiale, l'area in cui insiste il campo fotovoltaico è interessata dall'area golenale di 75 m a destra e sinistra idraulica dall'asse del reticolo (art. 6 "Alveo fluviale in modellamento attivo ed aree golenali" delle NTA del PAI) e dalla fascia di pertinenza fluviale di 150 m a destra e sinistra idraulica (art. 10 "Disciplina delle fasce di pertinenza fluviale" delle NTA del PAI) relative ai corsi d'acqua.

Nel rispetto di quanto prescritto all'art. 10 comma 2 delle N.T.A. del P.A.I., sono state redatte le seguenti relazioni di compatibilità idrologica ed idraulica, al fine di analizzare il regime idraulico per tempi di ritorno di 200 anni e, quindi, di verificare la sussistenza delle condizioni di sicurezza idraulica, come definita all'art. 36 delle NTA.



**Figura 3** – Stralci della Carta idrogeomorfologica della Regione Puglia



#### 4. STUDIO IDROLOGICO

Lo studio idrologico, svolto con la metodologia propria del VaPi Puglia, ha permesso di stimare le portate al colmo di piena all'interno dei bacini idrografici di studio per tempi di ritorno di 30, 200 e 500 anni. Nello specifico, l'Autorità di Bacino della Puglia ha assunto come riferimento per la *condizione di sicurezza idraulica* lo scenario con *tempo di ritorno di 200 anni*, *Tr associato alla compatibilità idraulica* secondo le N.T.A. del PAI. Le portate di piena bicentennali, quindi, sono state utilizzate come input nella modellazione idraulica, al fine di perimetrare l'area allagabile a 200 anni (output). Di seguito, si riportano i risultati dell'analisi idrologica.

Basin	Q (Tr=30) (mc/s)	<b>Q (Tr=200)</b> <b>(mc/s)</b>	Q (Tr=500) (mc/s)
Bacino 1	1.6	<b>4.2</b>	5.7
Bacino 2	2.0	<b>5.6</b>	7.8
Bacino 3	0.6	<b>1.5</b>	2.0
Bacino 4	0.7	<b>2.0</b>	2.8
Bacino 5	1.2	<b>3.4</b>	4.7
Bacino 6	0.0	<b>0.1</b>	0.2
Bacino 7	0.1	<b>0.5</b>	0.9
Bacino 8	0.0	<b>0.0</b>	0.1
Bacino 9	0.0	<b>0.1</b>	0.2
Bacino 10	0.0	<b>0.0</b>	0.1
Bacino 11	0.0	<b>0.0</b>	0.0
Bacino 12	0.0	<b>0.0</b>	0.0
Bacino 13	0.0	<b>0.2</b>	0.4



## 5. STUDIO IDRAULICO

La seguente analisi idraulica consiste nella modellazione bidimensionale del comportamento idraulico dei corpi idrici che interferiscono con l'area di impianto, in condizioni di moto non stazionario, attraverso l'ausilio del software HEC-RAS 5.0.7. Lo scopo dell'analisi, eseguita con un periodo di ritorno di 200 anni, è quello di perimetrare le aree in cui è stato rilevato il rischio di alluvione.

Il codice di calcolo HEC-RAS è un programma sviluppato presso l'Hydrological Engineering Center (HEC) dall'United States Army Corps of Engineering (USACE), utilizzato per l'implementazione di modelli numerico-idraulici di canali naturali ed artificiali e per ricostruire con un accettabile grado di approssimazione, la geometria, la dinamica fluviale e la risposta di un corso d'acqua agli interventi in alveo.

La modellazione bidimensionale in regime di moto vario ha consentito la simulazione del deflusso nelle due direzioni piane, partendo da una rappresentazione 2D della morfologia dell'alveo e delle aree golenali limitrofe, definita con un modello digitale del terreno.

Le leggi fisiche che regolano il moto vario di una corrente a pelo libero sono l'equazione di conservazione della massa e l'equazione di conservazione della quantità di moto:

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} - q_l = 0$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial QV}{\partial x} + gA \left( \frac{\partial z}{\partial x} + S_f \right) - q_l V_l = 0$$

le cui variabili introdotte hanno il seguente significato:

- Q = portata defluente in alveo
- $q_l$  = portata immessa lateralmente per unità di lunghezza
- A = sezione idrica della corrente
- g = accelerazione di gravità
- V = velocità media di deflusso della corrente
- $V_l$  = velocità media di deflusso della portata immessa lateralmente;
- $S_f$  = slope friction
- z = quota di pelo libero, che è legata al tirante idrico e alla quota di fondo alveo.

La risoluzione del sistema di equazioni suddetto è affidata al metodo delle differenze finite, il quale permette di riscrivere le equazioni in termini di differenze finite, evitando di dover risolvere delle derivate parziali: si passa così da un sistema di equazioni differenziali alle derivate parziali ad un sistema di equazioni algebriche.

In particolare, la modellazione 2D in HEC-RAS utilizza uno schema di tipo implicito ai volumi finiti, noto come "box scheme". L'algoritmo di soluzione di tipo implicito consente di utilizzare passi temporali di calcolo maggiori rispetto ai metodi espliciti; l'approccio ai volumi finiti fornisce una misura dei miglioramenti in termini di stabilità e robustezza rispetto alle tradizionali tecniche differenziali di soluzione basate su metodi a elementi finiti. Per testare la stabilità del modello si è utilizzato il criterio di Courant – Friedrichs – Lewy, abbreviato con CFL, secondo il quale un modello è stabile se è soddisfatta la seguente condizione:

- caso unidimensionale

$$C = \frac{u \cdot \Delta t}{\Delta x} < C_{max}$$

- caso bidimensionale

$$C = \frac{u_x \cdot \Delta t}{\Delta x} + \frac{u_y \cdot \Delta t}{\Delta y} < C_{max}$$

dove  $u$  rappresenta la velocità di flusso,  $\Delta t$  è l'intervallo temporale e  $\Delta x$  è l'intervallo spaziale e il numero adimensionale  $C$  è chiamato numero di Courant.

La costante  $C_{max}$  dipende dalla tipologia di equazione che deve essere risolta e dal tipo di schema numerico utilizzato per la soluzione (esplicito o implicito). Se si utilizza uno schema esplicito allora  $C_{max}$  è pari a 1; se invece lo schema è di tipo implicito sono tollerati valori di  $C_{max}$  più elevati.

### 5.1 Analisi idraulica con $Tr = 200$ anni

Definito e generato il modello digitale del terreno (*Terrain*), si è passato alla creazione del grigliato di calcolo (*2D Flow Area*) che costituisce il corpo vero e proprio dell'area 2D rappresentativa della piana alluvionale, per lo sviluppo della modellazione bidimensionale.

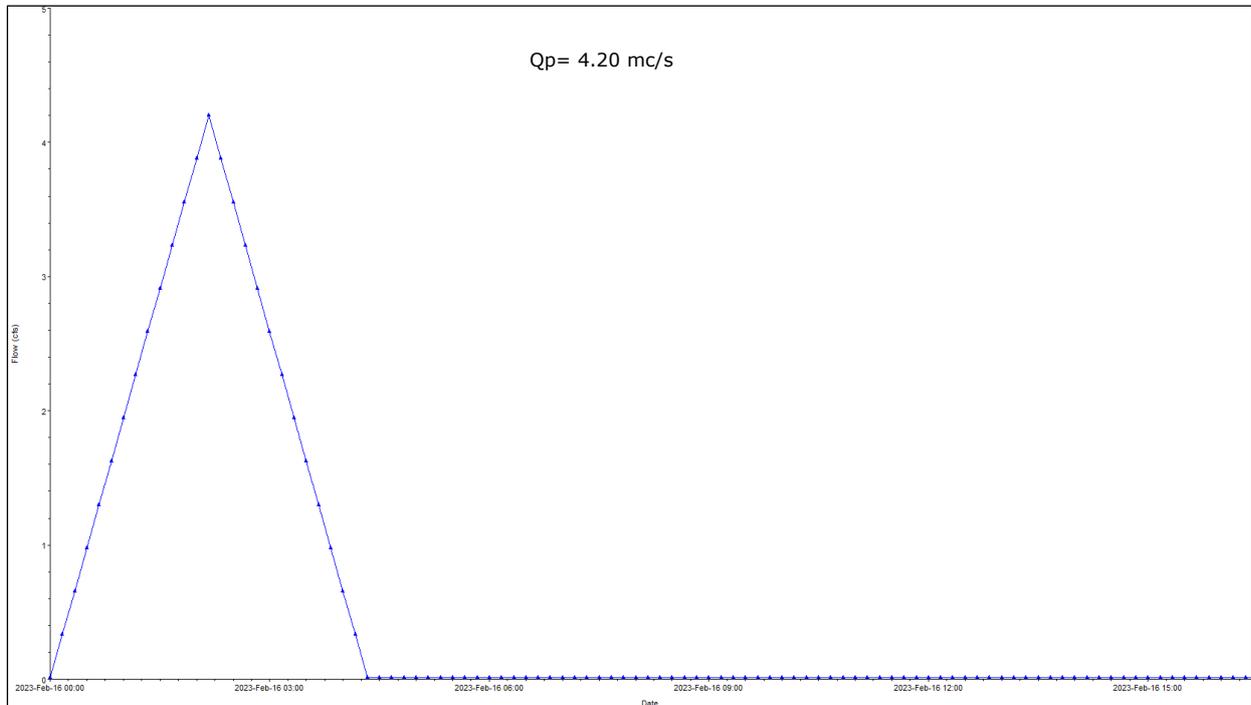
Per una simulazione accurata, è possibile associare alle aree 2D dei valori di scabrezza variabili che simulino l'eterogeneità reale delle aree inondabili.

Questa variabilità spaziale è stata ottenuta dalla sovrapposizione dell'area 2D di calcolo con la Carta d'Uso del Suolo e dall'attribuzione del coefficiente di scabrezza di Manning relativo alle varie tipologie di uso del suolo. Nel caso specifico, si è attribuito un coefficiente di scabrezza di Manning pari a 0.040 corrispondente alla classe UDS "Seminativi semplici in aree non irrigue".

Nelle simulazioni idrauliche effettuate in condizioni di moto vario per i vari bacini idrografici di studio, come condizione al contorno di valle si è associata la condizione di *Normal Depth*, mentre per la condizione di monte è stata utilizzata l'opzione del *Flow Hydrograph*, mediante l'inserimento dell'idrogramma di piena con intervalli temporali pari a 10 minuti, considerando un giorno di simulazione.

A titolo di esempio, si riportano gli idrogrammi di piena inseriti come condizione di monte nelle simulazioni idrauliche, relativi ai bacini idrografici di studio n. 1, 2 e 5 dell'area di impianto, contribuenti dei reticoli potenzialmente più critici e caratterizzati da portate maggiori.

Il picco dell'idrogramma rappresenta la portata di piena di un evento meteorico con tempo di ritorno  $Tr = 200$  anni.



**Figura 4 - Idrogramma di piena in input – Bacino 1**

**Boundary Condition Types**

Stage Hydrograph	Flow Hydrograph	Stage/Flow Hydr.	Rating Curve
Normal Depth	Lateral Inflow Hydr.	Uniform Lateral Inflow	Groundwater Interflow
T.S. Gate Openings	Elev Controlled Gates	Navigation Dams	IB Stage/Flow
Rules	Precipitation		

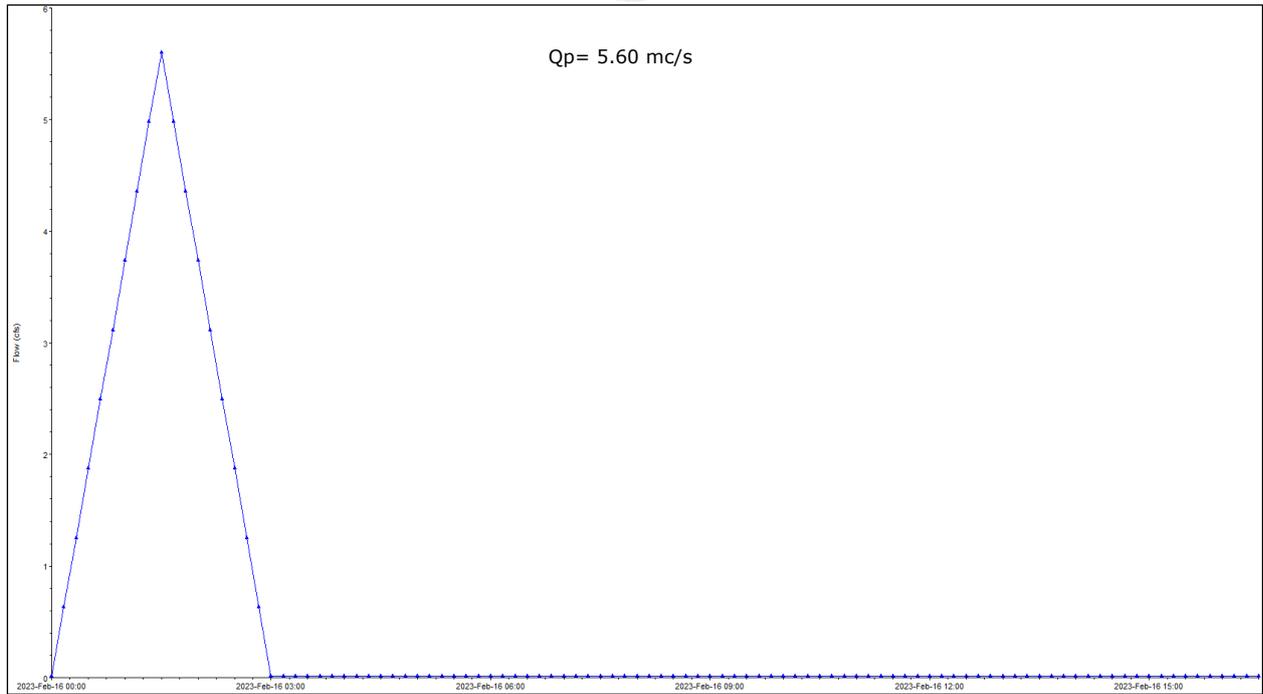
**Add Boundary Condition Location**

Add RS ...   Add SA/2D Flow Area ...   Add Conn ...   Add Pump Sta ...   Add Pipe Node ...

**Select Location in table then select Boundary Condition Type**

River	Reach	RS	Boundary Condition
<b>Storage/2D Flow Areas</b>			<b>Boundary Condition</b>
1	Perimeter 1	BCLine: Monte	Flow Hydrograph
2	Perimeter 1	BCLine: Valle	Normal Depth

**Figura 5 - Boundary conditions per il Bacino 1**



**Figura 6 - Idrogramma di piena in input – Bacino 2**

**Boundary Condition Types**

Stage Hydrograph	Flow Hydrograph	Stage/Flow Hydr.	Rating Curve
Normal Depth	Lateral Inflow Hydr.	Uniform Lateral Inflow	Groundwater Interflow
T.S. Gate Openings	Elev Controlled Gates	Navigation Dams	IB Stage/Flow
Rules	Precipitation		

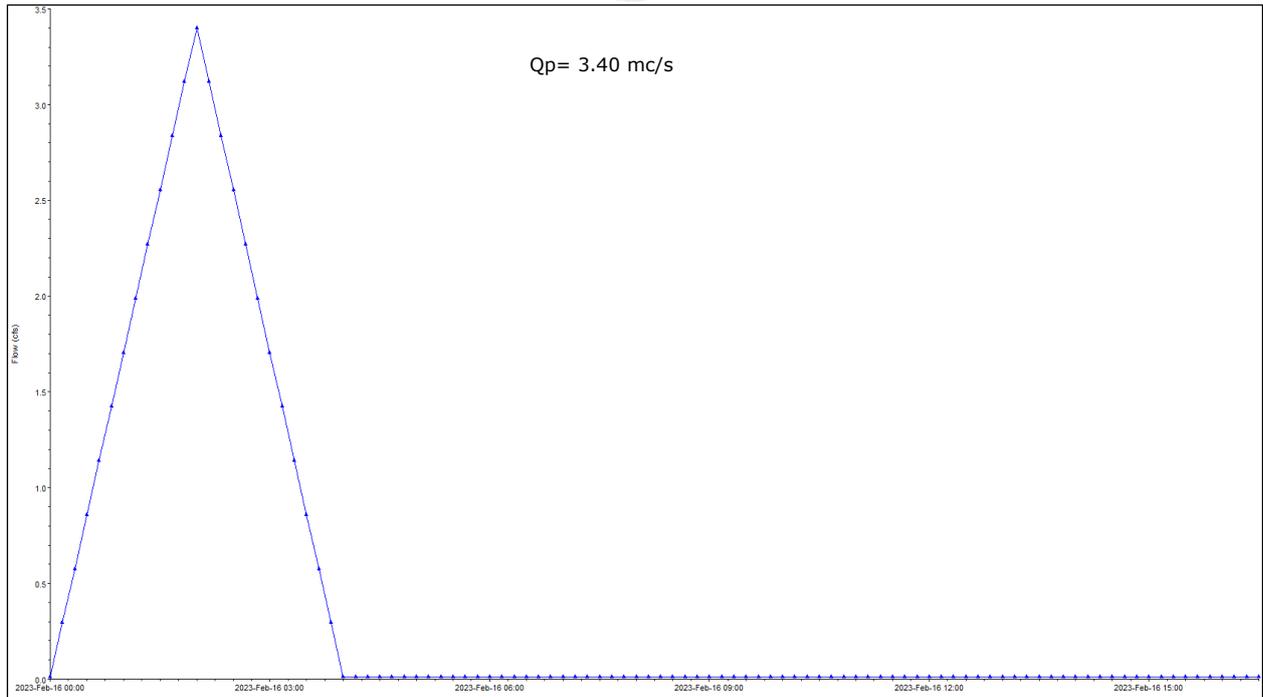
**Add Boundary Condition Location**

Add RS ...	Add SA/2D Flow Area ...	Add Conn ...	Add Pump Sta ...	Add Pipe Node ...
------------	-------------------------	--------------	------------------	-------------------

**Select Location in table then select Boundary Condition Type**

	River	Reach	RS	Boundary Condition
<b>Storage/2D Flow Areas</b>				<b>Boundary Condition</b>
1	Perimeter 2	BCLine: Monte		Flow Hydrograph
2	Perimeter 2	BCLine: Valle		Normal Depth

**Figura 7 - Boundary conditions per il Bacino 2**



**Figura 8 - Idrogramma di piena in input – Bacino 5**

**Boundary Condition Types**

Stage Hydrograph	Flow Hydrograph	Stage/Flow Hydr.	Rating Curve
Normal Depth	Lateral Inflow Hydr.	Uniform Lateral Inflow	Groundwater Interflow
T,S, Gate Openings	Elev Controlled Gates	Navigation Dams	IB Stage/Flow
Rules	Precipitation		

**Add Boundary Condition Location**

Add RS ... Add SA/2D Flow Area ... Add Conn ... Add Pump Sta ... Add Pipe Node ...

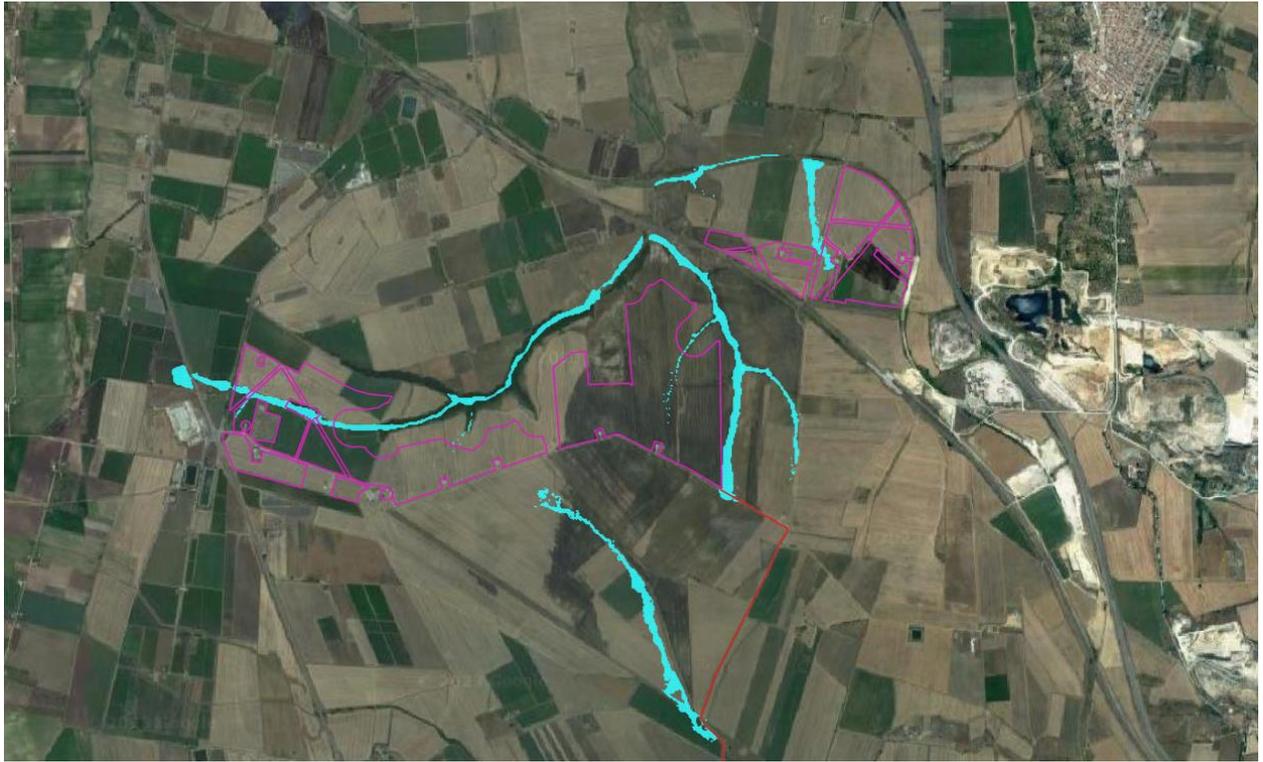
Select Location in table then select Boundary Condition Type

River	Reach	RS	Boundary Condition
<b>Storage/2D Flow Areas</b>			<b>Boundary Condition</b>
1	Perimeter 5	BCLine: Monte	Flow Hydrograph
2	Perimeter 5	BCLine: Valle	Normal Depth

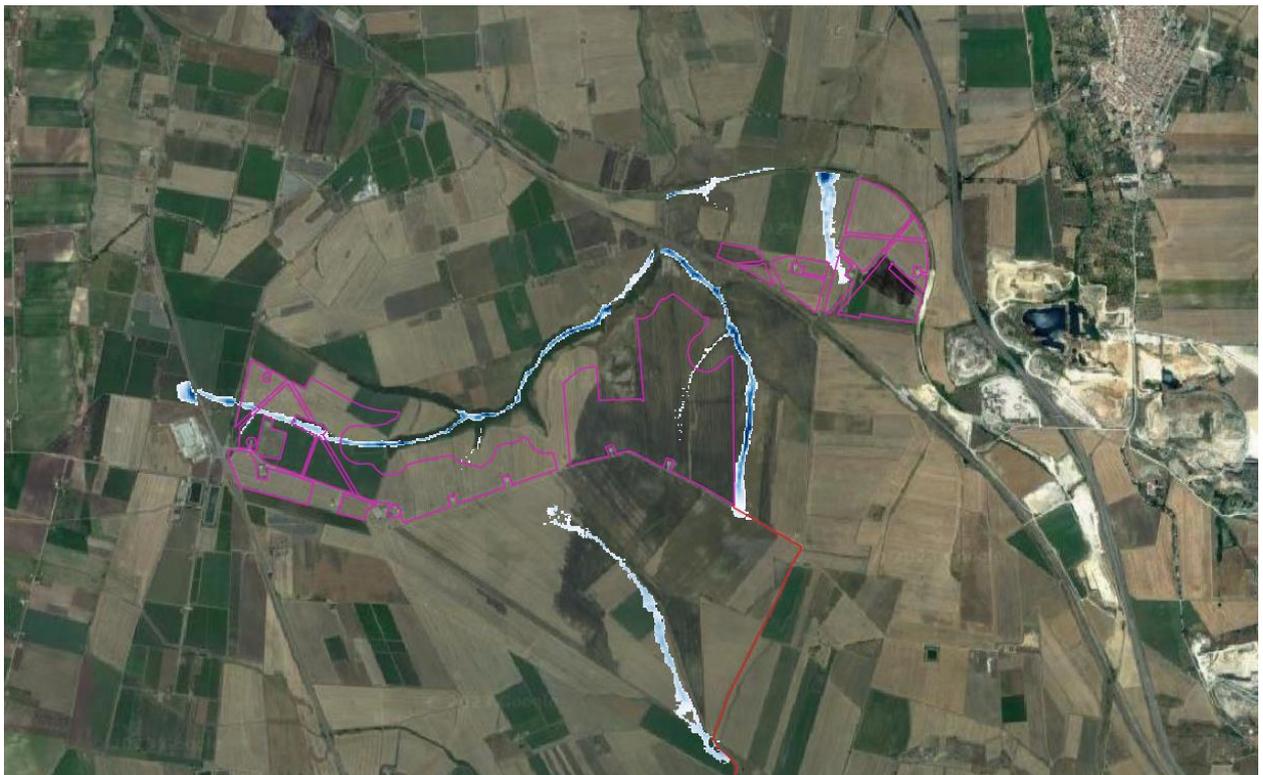
**Figura 9 - Boundary conditions per il Bacino 5**

Di seguito, si riportano i risultati delle modellazioni idrauliche in termini di perimetrazione dell'area allagabile e mappa dei tiranti idrici e delle velocità con tempo di ritorno di 200 anni.

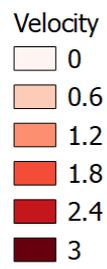
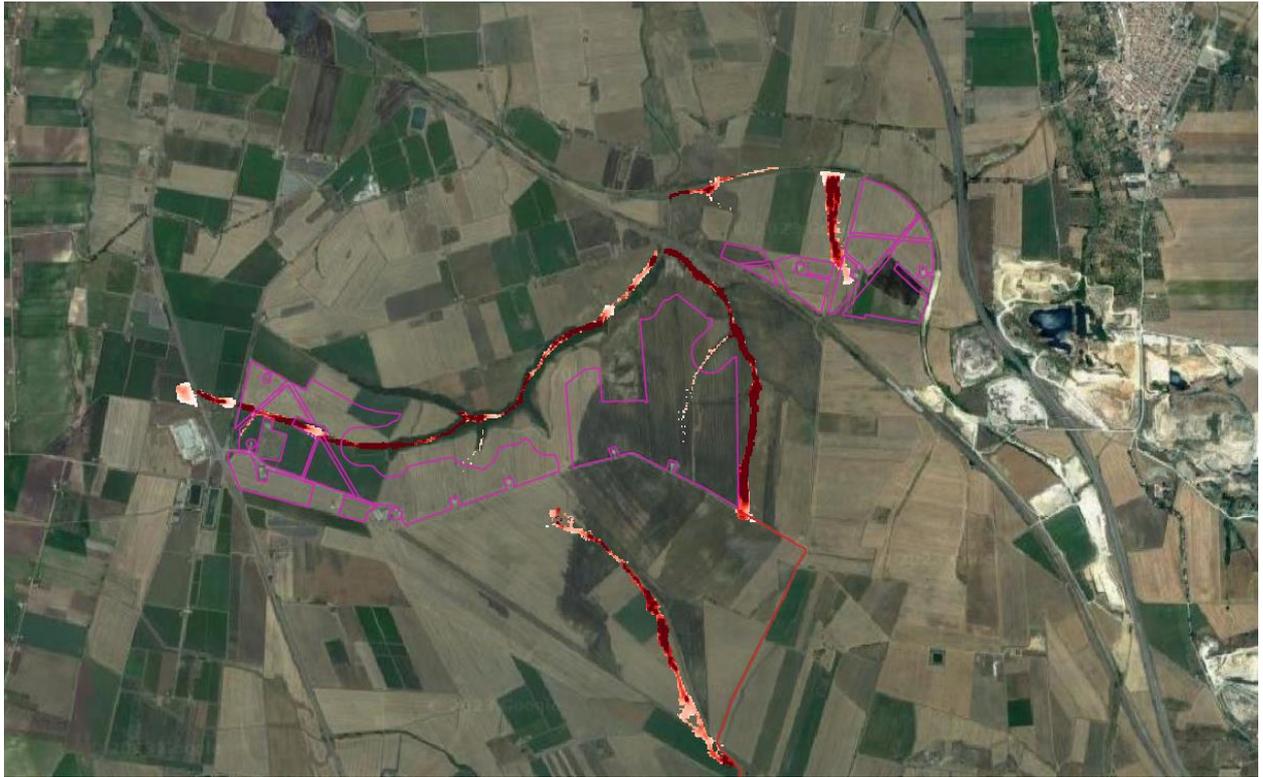
Come si può notare l'area d'impianto è esterna alle aree inondabili.



**Figura 10 – Mappa area allagabile con  $Tr=200$  anni**



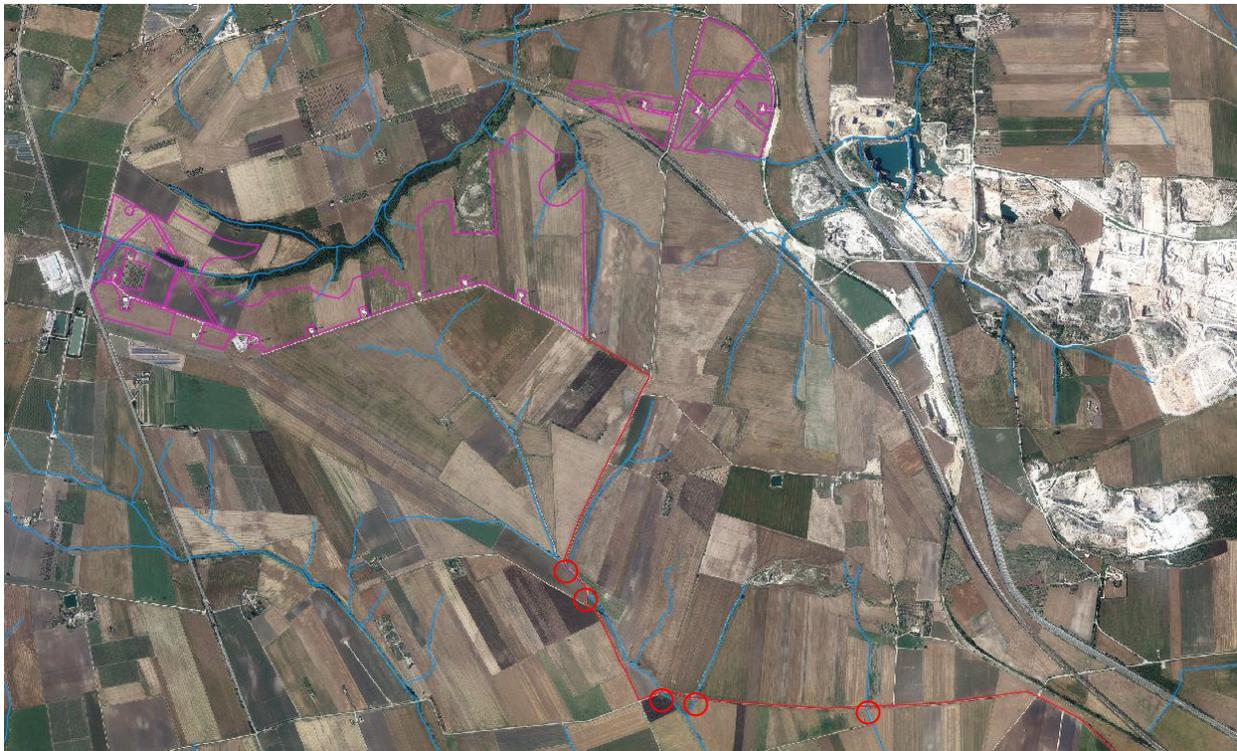
**Figura 11 – Mappa dei tiranti idrici con  $Tr=200$  anni**



**Figura 12 – Mappa delle velocità con  $Tr=200$  anni**

## 6. INTERFERENZE CAVIDOTTO – RETICOLI IDROGRAFICI

Il presente paragrafo è redatto al fine di fornire una descrizione della tecnica di posa del cavidotto interrato di connessione, in corrispondenza dei vari punti di interferenza con il reticolo idrografico, rilevati dall'analisi della cartografia e dai sopralluoghi in sito.



**Figura 13** - Intersezioni tra il cavidotto e il reticolo idrografico



**Figura 14** – Dettaglio intersezioni tra il cavidotto e il reticolo idrografico

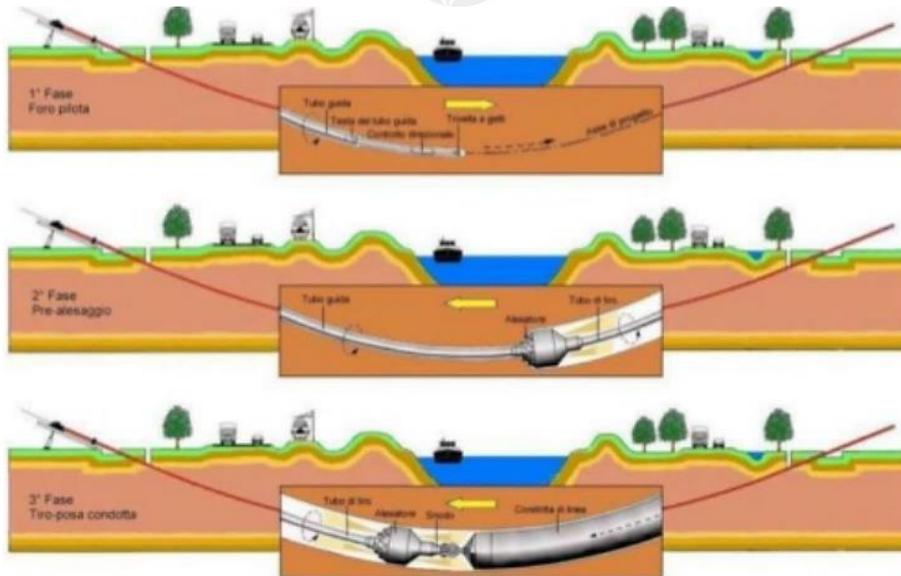


**Figura 15** – Dettaglio intersezioni tra il cavidotto e il reticolo idrografico

Le intersezioni tra il cavidotto MT e i reticoli idrografici saranno risolte con l'utilizzo della tecnica della Trivellazione Orizzontale Controllata (T.O.C) per le interferenze del cavidotto con i reticoli. Si prevede la posa del cavo ad una profondità di 3.0 m rispetto al fondo alveo, salvo diverse prescrizioni delle autorità competenti, in modo da non interferire né con il deflusso superficiale né con gli eventuali scorrimenti sotterranei. In questo caso, la scelta della metodologia T.O.C, oltre che per motivi di minore interferenza sul regime idraulico e, quindi, di minore impatto ambientale, deriva anche dalla impossibilità di eseguire scavi a cielo aperto.

La tecnica della T.O.C. consente di posare, per mezzo della perforazione controllata, linee di servizio al di sotto di strade, fiumi e torrenti, con nullo o scarso impatto sulla superficie. L'esecuzione della T.O.C. costa essenzialmente di 3 fasi successive di lavoro:

1. Foro pilota: si realizza un foro pilota infilando nel terreno, mediante spinta e rotazione, una successione di aste di perforazione teleguidate, in modo da creare un percorso sotterraneo da un pozzetto di partenza ad uno di arrivo;
2. Alesatura: realizzato il foro pilota, questo viene allargato tirando successivamente alesatori di dimensioni crescenti fino all'ottenimento del foro della dimensione voluta;
3. Posa della tubazione: vengono posati in opera i tubi camicia che ospiteranno il cavidotto interrato.



**Figura 16** - Fasi della T.O.C.



## 7. CONCLUSIONI

La presente relazione idraulica ha consentito di perimetrare l'area allagabile relativa ad un evento meteorico con tempo di ritorno pari a 200 anni (Tr associato alla compatibilità idraulica secondo le N.T.A. del P.A.I.).

La modellazione idraulica è stata svolta in modo bidimensionale e in condizioni di moto non stazionario, utilizzando il software HEC-RAS River Analysis System.

Dai risultati delle modellazioni di flooding, si può osservare che l'area d'impianto risulta essere esterna all'area allagabile, non comportando alcuna variazione del livello di sicurezza dei reticoli idrografici di studio.

Relativamente alle intersezioni del tracciato del cavidotto MT di connessione con il reticolo idrografico, si può affermare che la posa in opera dei cavi interrati è prevista mediante la tecnica della T.O.C., ad una profondità di 3.0 m al di sotto del fondo alveo, salvo diverse prescrizioni delle autorità competenti, in modo da non interferire né con il deflusso superficiale né con gli eventuali scorrimenti sotterranei.

Nella condizione dello stato di progetto, si può affermare che gli interventi risultano compatibili con le finalità e prescrizioni del PAI.

\*\*\*\*\*