

Selva Wind Srl

# Parco Eolico Selva Wind sito nel Comune Enna

Relazione idraulica

Dicembre 2022



Committente:

**Selva Wind Srl**

**Selva Wind Srl**

Via Sardegna, 40

00187 Roma

selvawindsrl@cert.studiopirola.com

Titolo del Progetto:

**Parco Eolico Selva Wind sito nel Comune di Enna**

Documento:

**Relazione idraulica**

N° Documento:

**IT-VesSEL-BFP-GEO-TR-003**

Progettista:



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**

**Tecnico**

ing. Danilo POMPONIO

**Collaborazioni**

ing. Milena MIGLIONICO

ing. Giulia CARELLA

ing. Tommaso MANCINI

ing. Fabio MASTROSERIO

ing. Martino LAPENNA

ing. Alessia NASCENTE

ing. Mariano MARSEGLIA

ing. Giuseppe Federico ZINGARELLI

ing. Dionisio STAFFIERI

**Responsabile Commessa**

ing. Danilo POMPONIO

Rev	Data Revisione	Descrizione	Redatto	Controllato	Approvato
00	15/12/2022	Emissione	Nascente	Miglionico	Pomponio

## INDICE

<b>1. PREMESSA</b> .....	<b>2</b>
<b>1.1 Descrizione dell'intervento</b> .....	<b>2</b>
<b>2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO</b> .....	<b>6</b>
<b>3. INQUADRAMENTO IDROGRAFICO</b> .....	<b>9</b>
<b>4. STUDIO IDROLOGICO</b> .....	<b>14</b>
<b>5. STUDIO IDRAULICO</b> .....	<b>15</b>
<b>5.1 Analisi idraulica con Tr = 100 anni</b> .....	<b>16</b>
<b>6. INTERFERENZE CAVIDOTTO-RETICOLI IDROGRAFICI</b> .....	<b>22</b>
<b>7. CONCLUSIONI</b> .....	<b>25</b>

## 1. PREMESSA

La presente relazione descrive le opere relative al progetto per la realizzazione di un impianto per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile eolica proposto dalla società **Selva Wind S.r.l.**

La proposta progettuale è finalizzata alla realizzazione di un impianto per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile eolica, costituito da 11 aerogeneratori, del tipo Vestas V162 – 7,2 MW con rotore pari a 162 m e altezza al tip di 200 m, ciascuno di potenza nominale pari a 7,2 MW, per una potenza complessiva di 79,2 MW, da realizzarsi nei comuni di Enna (EN) e Piazza Armerina (EN), in cui insistono gli aerogeneratori e le relative opere di connessione che attraversano anche il territorio di Valguarnera Caropepe (EN), per il collegamento alla futura Stazione Elettrica Terna, mediante rete elettrica interrata a 36 kV.

### 1.1 Descrizione dell'intervento

La proposta progettuale è finalizzata alla realizzazione di un impianto per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile eolica, costituito da 11 aerogeneratori, del tipo Vestas V162 – 7,2 MW, ciascuno di potenza nominale pari a 7,2 MW, per una potenza complessiva di 79,2 MW.

Il parco eolico di progetto è previsto nell'area situata a sud del territorio comunale di Enna (EN) e a nord-ovest del territorio comunale di Piazza Armerina (EN), ad una distanza minima dai centri abitati rispettivamente di circa 8,5 km.

I terreni sui quali si installerà il parco eolico, interessano una superficie molto vasta, ma la quantità di suolo effettivamente occupato sarà significativamente inferiore e limitato alle aree di piazzole dove verranno installati gli aerogeneratori, come visibile sugli elaborati planimetrici allegati al progetto.

L'area di progetto, intesa come quella occupata dagli 11 aerogeneratori di progetto con annesse piazzole, interessa il territorio comunale di Enna (EN), censito al NCT ai fogli di mappa nn. 243, 244, 246, 250, 212, 213, 251, 257. La Cabina utente, ubicata nei pressi del punto di connessione presso la stazione TERNA, interessa il territorio comunale di Enna (EN) censito al NCT al foglio di mappa n. 93.

I cavidotti AT di connessione tra gli aerogeneratori interessano il territorio comunale di Enna (EN), censito ai fogli di mappa nn. 243, 244, 246, 249, 250, 211, 212, 213, 251, 254, 255, 256, 257.

Il cavidotto AT di connessione tra l'ultimo aerogeneratore e la Cabina Utente interessa il territorio comunale di Enna (EN) censito ai fogli di mappa nn. 256, 215, 219, 218, 217, 184, 108, 96, 100, 98, 93; il territorio comunale di Piazza Armerina (EN) censito ai fogli di mappa nn. 11, 12, 13, 14; il territorio comunale di Valguarnera Caropepe censito ai fogli di mappa nn. 4, 7, 5, 3.

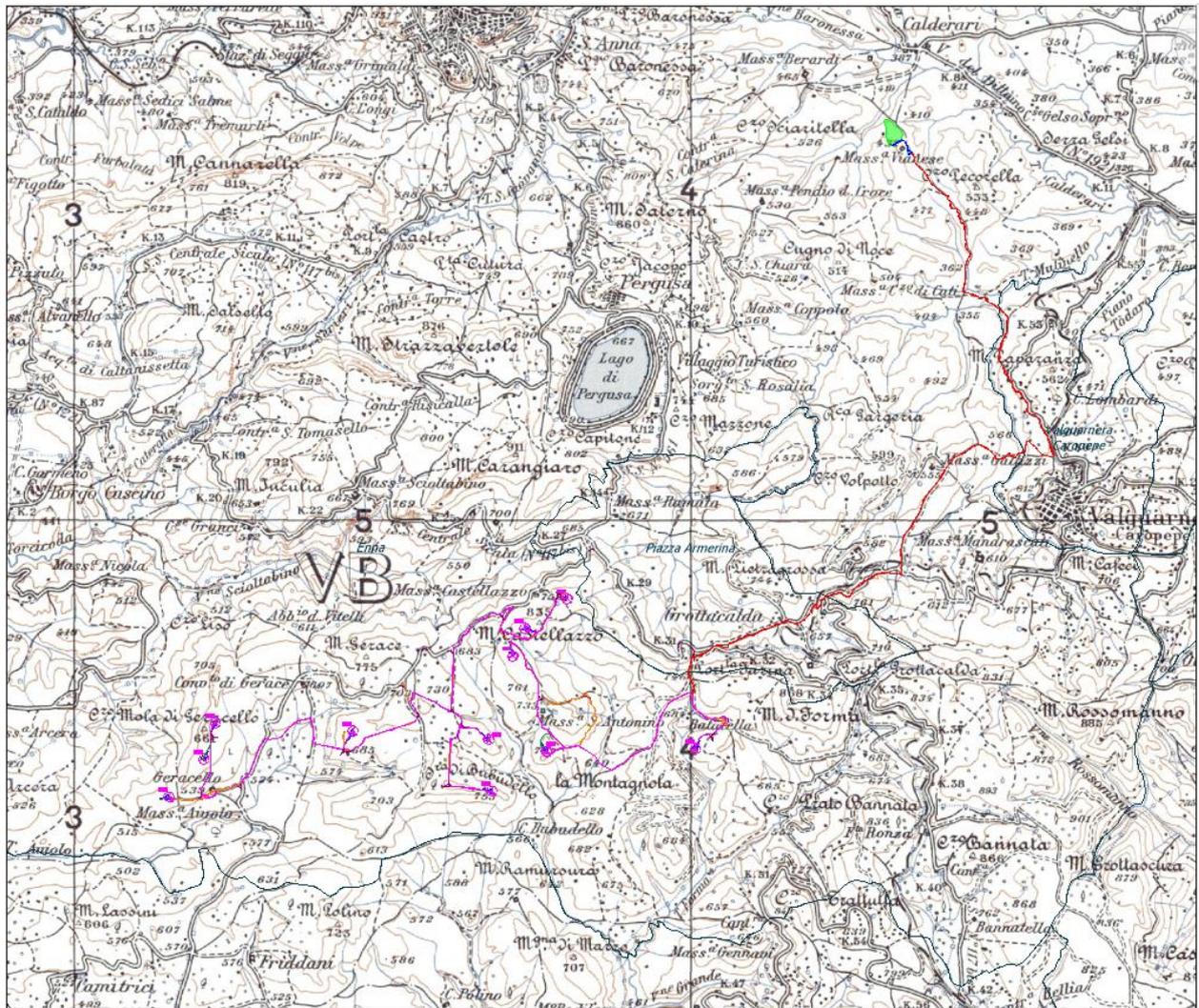
Il cavidotto AT di connessione tra la Cabina Utente e la Stazione Elettrica Terna si estende per circa 561 m, sviluppandosi all'interno del territorio del Comune di Enna (EN) censito ai fogli di mappa nn.98, 92, 93.

Dal punto di vista cartografico, le opere di progetto ricadono nelle seguenti tavolette e fogli di mappa:

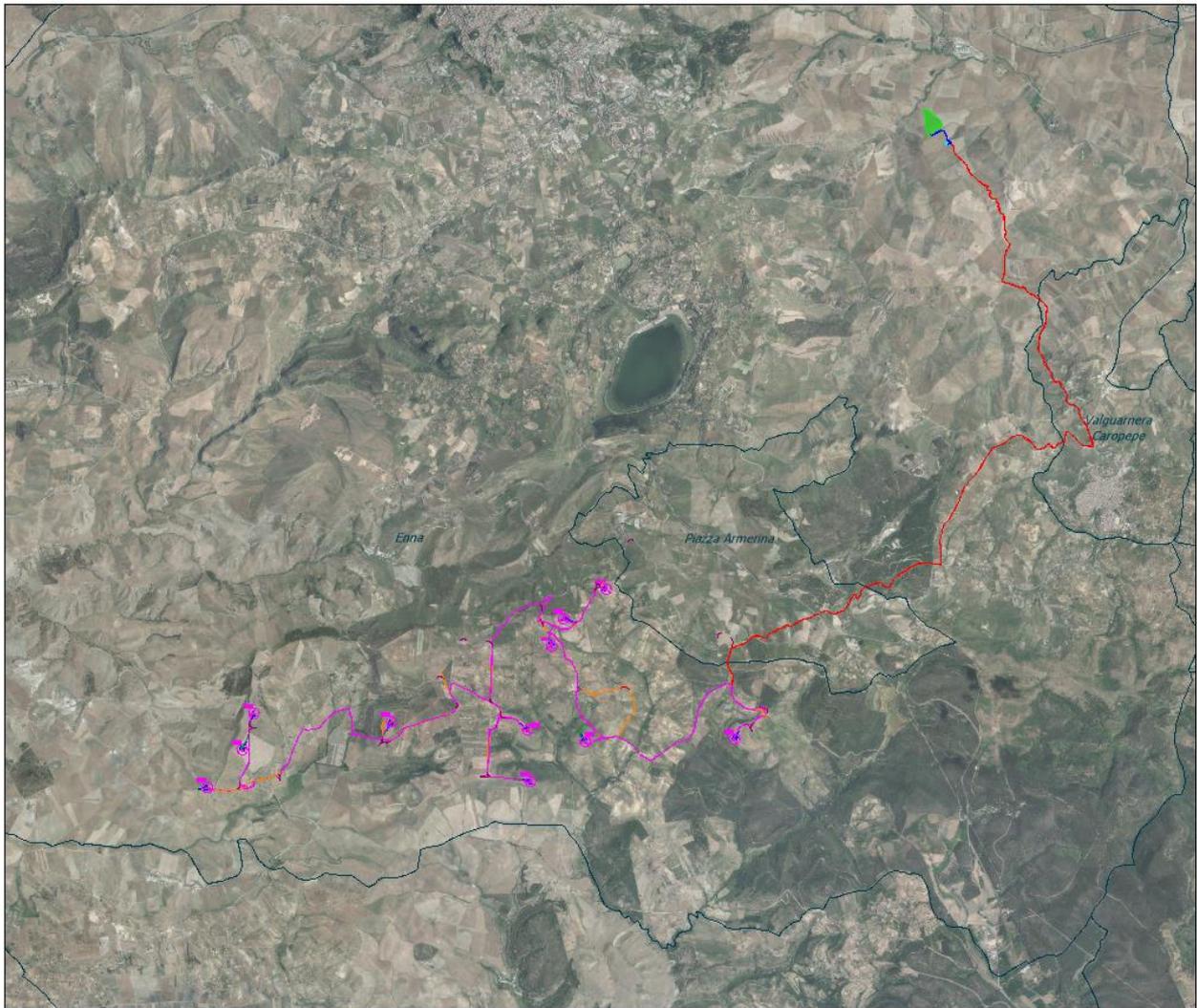
- Foglio I.G.M. scala 1:50.000 – Tavole nn. 631 e 632
- CTR scala 1:10.000 – Tavolette nn. 631110, 631120, 632090, 632050.

Di seguito, si riporta la tabella riepilogativa in cui sono indicate per ciascun aerogeneratore le relative coordinate (WGS84 – UTM zone 33N) e le particelle catastali, con riferimento al catasto dei terreni del Comune di Enna.

WTG	COORDINATE GEOGRAFICHE WGS84		COORDINATE PLANIMETRICHE UTM33 WGS 84		DATI CATASTALI		
	LATITUDINE N	LONGITUDINE E	EST (X)	NORD (Y)	Comune	foglio	p.lla
1	37°28'36.88"	14°17'25.68"	437265	4148016	Enna	212	33
2	37°28'22.21"	14°17'18.01"	437073	4147565	Enna	250	474
3	37°27'37.63"	14°17'2.57"	436683	4146195	Enna	250	175
4	37°27'31.58"	14°17'40.85"	437622	4146001	Enna	251	245-465
5	37°27'10.27"	14°17'4.89"	436734	4145351	Enna	250	48
6	37°28'52.64"	14°17'53.61"	437954	4148497	Enna	213	34
7	37°27'5.82"	14°13'31.69"	431495	4145255	Enna	243	89
8	37°27'33.46"	14°19'19.12"	440037	4146041	Enna	257	155
9	37°27'26.06"	14°13'54.29"	432055	4145874	Enna	244	1
10	37°27'45.44"	14°14'1.88"	432246	4146470	Enna	244	1
11	37°27'41.47"	14°15'32.83"	434479	4146330	Enna	246	36



**Figura 1: Ubicazione su IGM dell'area di impianto e delle opere di connessione**



**Figura 2: Dettaglio dell'area di impianto su ortofoto**

## 2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) costituisce, ai sensi dell'art. 67 del D. Lgs. 152/2006, uno stralcio tematico e funzionale del Piano di Bacino Distrettuale, previsto dall'art. 65 dello stesso decreto. Il P.A.I. definisce lo scenario di riferimento a scala regionale delle situazioni di pericolosità geomorfologica, idraulica e di erosione costiera, ed è strumento conoscitivo, normativo e tecnico-amministrativo di supporto per le politiche di conservazione, difesa e valorizzazione del territorio, ai fini della mitigazione del rischio idrogeologico e della tutela della salute pubblica e dell'ambiente, nonché della salvaguardia degli insediamenti e delle infrastrutture.

L'ambito territoriale di riferimento del P.A.I. è il Distretto Idrografico della Sicilia, previsto dall'art. 51, comma 5, della legge n. 221 del 28 dicembre 2015. Attualmente, il Distretto è suddiviso in n. 102 bacini idrografici e aree territoriali, per il P.A.I. continentale, e in n. 21 unità fisiografiche per il P.A.I. delle coste siciliane.

Tale strumento di pianificazione settoriale tende ad ottimizzare la compatibilità tra la domanda di uso del suolo e la naturale evoluzione geomorfologica del territorio, nel quadro di una politica di governo rispettosa delle condizioni ambientali. Il P.A.I. ha sostanzialmente tre funzioni:

- la *funzione conoscitiva*, che comprende lo studio dell'ambiente fisico e del sistema antropico, nonché della ricognizione delle previsioni degli strumenti urbanistici e dei vincoli idrogeologici e paesaggistici;
- la *funzione normativa e prescrittiva*, destinata alle attività connesse alla tutela del territorio e delle acque fino alla valutazione della pericolosità e del rischio idrogeologico e alla conseguente attività di vincolo;
- la *funzione programmatica*, che fornisce le possibili metodologie d'intervento finalizzate alla mitigazione del rischio.

Gli obiettivi del P.A.I., per quanto riguarda l'assetto idraulico, relative alle nuove attività sono:

- a) migliorare o comunque non peggiorare le condizioni di funzionalità idraulica;
- b) garantire il mantenimento e/o il recupero delle condizioni di equilibrio dinamico dell'alveo;
- c) salvaguardare ed eventualmente ampliare le aree di naturale espansione delle piene, al fine di mantenere e migliorare le condizioni di funzionalità idraulica del corso d'acqua in relazione alla capacità d'invaso e laminazione delle piene delle aree predette;
- d) non costituire in nessun caso un fattore di aumento del rischio idraulico, né localmente né nei territori a valle o a monte, producendo significativi ostacoli al normale libero deflusso delle acque ovvero causando una riduzione significativa della capacità di invaso delle aree interessate;

- e) non costituire un elemento pregiudizievole all'attenuazione o all'eliminazione delle specifiche cause di rischio esistenti;
- f) non pregiudicare le sistemazioni idrauliche definitive né la realizzazione degli interventi previsti dalla pianificazione di bacino o dagli strumenti di programmazione provvisoria e urgente;
- g) garantire condizioni adeguate di sicurezza durante la permanenza di cantieri mobili, in modo che i lavori si svolgano senza creare, neppure temporaneamente, un ostacolo significativo al regolare deflusso delle acque o un significativo aumento del livello di rischio o del grado di esposizione al rischio esistente;
- h) limitare l'impermeabilizzazione superficiale del suolo impiegando tipologie costruttive e materiali tali da controllare la ritenzione temporanea delle acque, anche attraverso adeguate reti di regimazione e di drenaggio;
- i) impiegare ove possibile, tecniche a basso impatto ambientale;
- j) salvaguardare la risorsa acqua in funzione del minimo deflusso vitale o della potenzialità della falda.

Il P.A.I. definisce e disciplina le aree così denominate: Aree a pericolosità geomorfologica, Aree a rischio geomorfologico, Aree a pericolosità idraulica, Aree a rischio idraulico.

Nelle nuove Norme d'Attuazione (anno 2021) il Piano disciplina le aree come segue:

- **Assetto geomorfologico**
  - art. 21. Aree a pericolosità molto elevata (P4) ed elevata (P3)
  - art. 22. Aree a pericolosità media (P2)
  - art. 23. Aree a pericolosità moderata (P1) e bassa (P0)
  - art. 24. Tipologie dei siti di attenzione
- **Assetto idraulico**
  - art. 26. Aree a pericolosità molto elevata (P4) ed elevata (P3);
  - art. 27. Aree a pericolosità media (P2) e moderata (P1).

Nel quadro di riferimento programmatico della SIA sono stati analizzati i piani e i programmi nell'area vasta prodotti da vari Enti Pubblici, a scala regionale, provinciale e comunale, al fine di correlare il progetto oggetto di studio con la pianificazione territoriale esistente.

In particolare, sono stati analizzati i seguenti strumenti di piano:

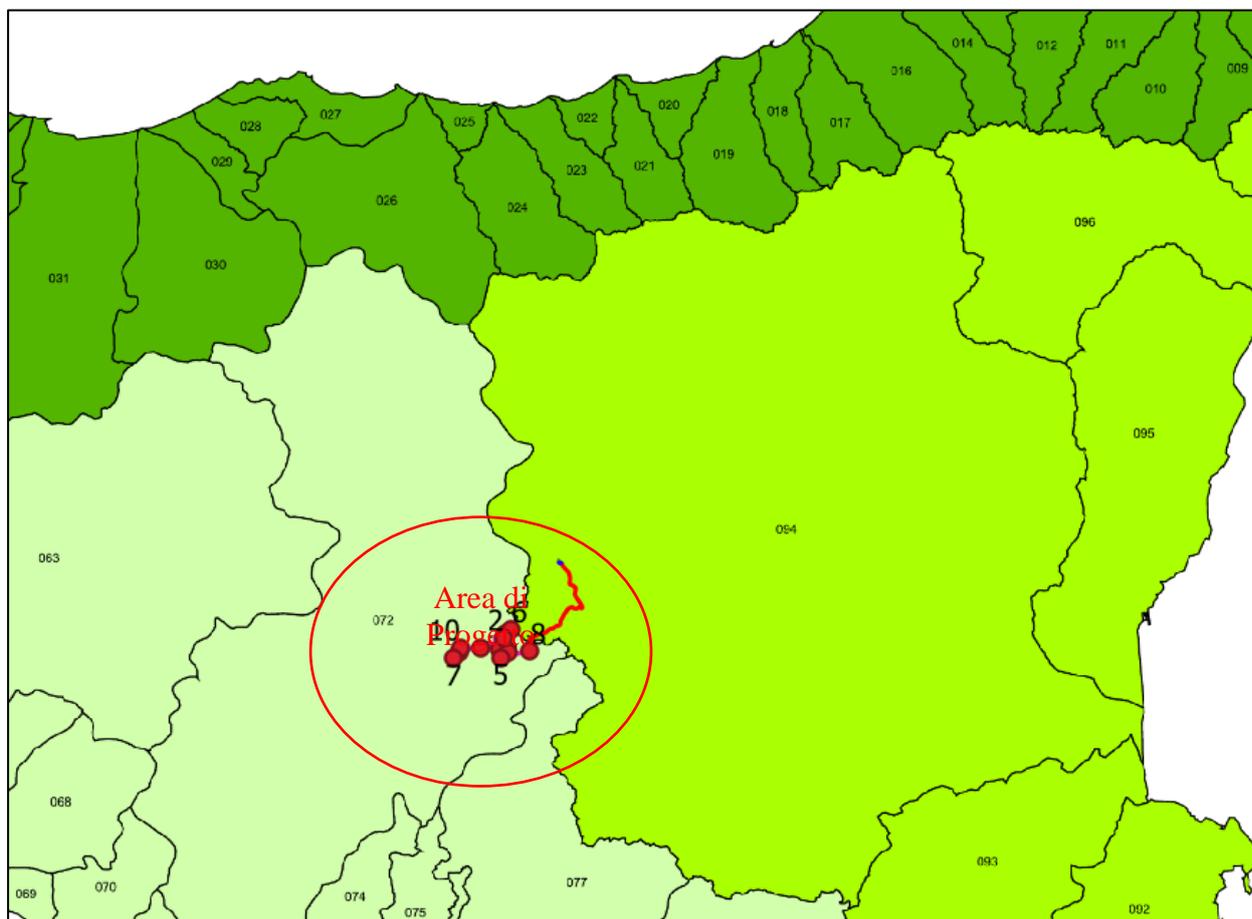
- Strumenti urbanistici Generali;
- Piano Territoriale Paesistico Regionale (PTPR);
- Analisi Aree E Siti Non Idonei e compatibilità Linee Guida (DM2010) e D.P. 10/10/2017;
- Aree protette Natura 2000, SIC e ZPS e Rete Ecologica Siciliana;
- Piano di Assetto Idrogeologico Sicilia (PAI);
- Piano Tutela Delle Acque (PTA);

Selva Wind Srl 	 N° Doc. IT-VesSEL-BFP-GEO-TR-003	Rev 0	Pagina 8 di 27
--	---	-------	-------------------

➤ Vincolo Idrogeologico.

### 3. INQUADRAMENTO IDROGRAFICO

L'area interessata dall'impianto eolico ricade all'interno del bacino idrografico del "Fiume Imera Meridionale", censito dal P.A.I. al numero 072 e del bacino idrografico del "Fiume Simeto" censito dal P.A.I. al numero 094.

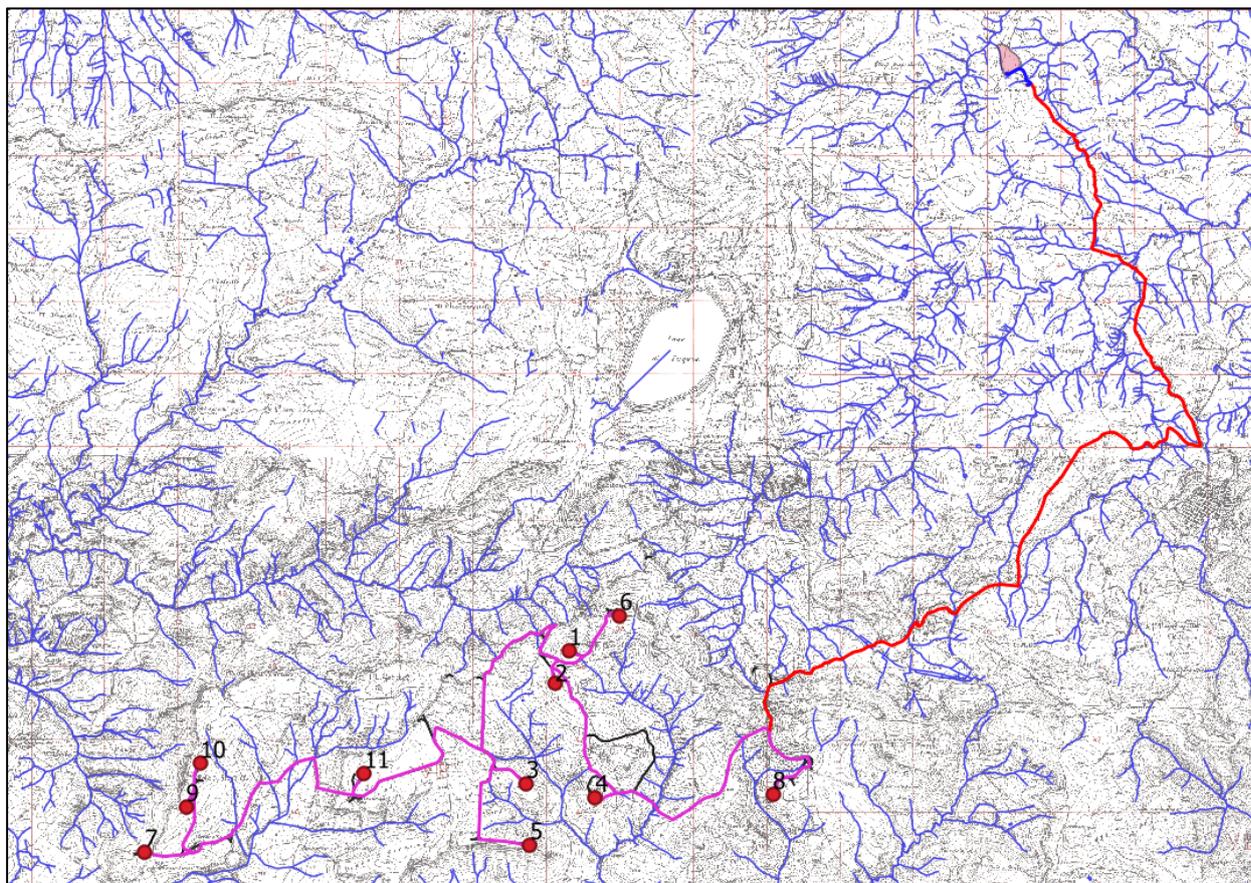


**Figura 3: Stralcio dei Bacini idrografici della Regione Sicilia**

Il Fiume Imera Meridionale, invece, lungo circa 132 km, nasce a Portella Mandarinini sul versante meridionale delle Madonie e, dopo aver attraversato la Sicilia centro-meridionale, sfocia nel Canale di Sicilia in corrispondenza dell'abitato di Licata, in provincia di Agrigento.

Lungo il suo percorso riceve gli apporti di numerosi corsi d'acqua secondari ed accoglie i deflussi di un considerevole numero di linee di drenaggio minori.

Il bacino del Fiume Simeto, l'area compresa tra il bacino del Fiume Simeto e il bacino del Fiume San Leonardo e i bacini endoreici dei Laghi di Maletto e Pergusa ricadono nel versante orientale dell'Isola, sviluppandosi, principalmente, nei territori delle province di Catania, Enna, Messina e marginalmente nei territori delle province di Siracusa e Palermo e ricoprendo in totale una estensione di circa 4.168,93 Km<sup>2</sup>.



**Figura 4: Reticolo idrografici su IGM 25.000**

Per definire il microclima dell'area territoriale del bacino idrografico del Fiume Imera Meridionale e del bacino idrografico del Fiume Simeto sono stati considerati gli elementi climatici *temperatura e piovosità* registrati presso le stazioni termo-pluviometriche e pluviometriche situate all'interno dell'area in esame o limitrofe ad essa. Le stazioni pluviometriche e termo-pluviometriche presenti nel bacino del Fiume Imera Meridionale e in quello del Fiume Simeto, secondo i dati presenti nel P.A.I. del bacino di appartenenza, sono le seguenti:

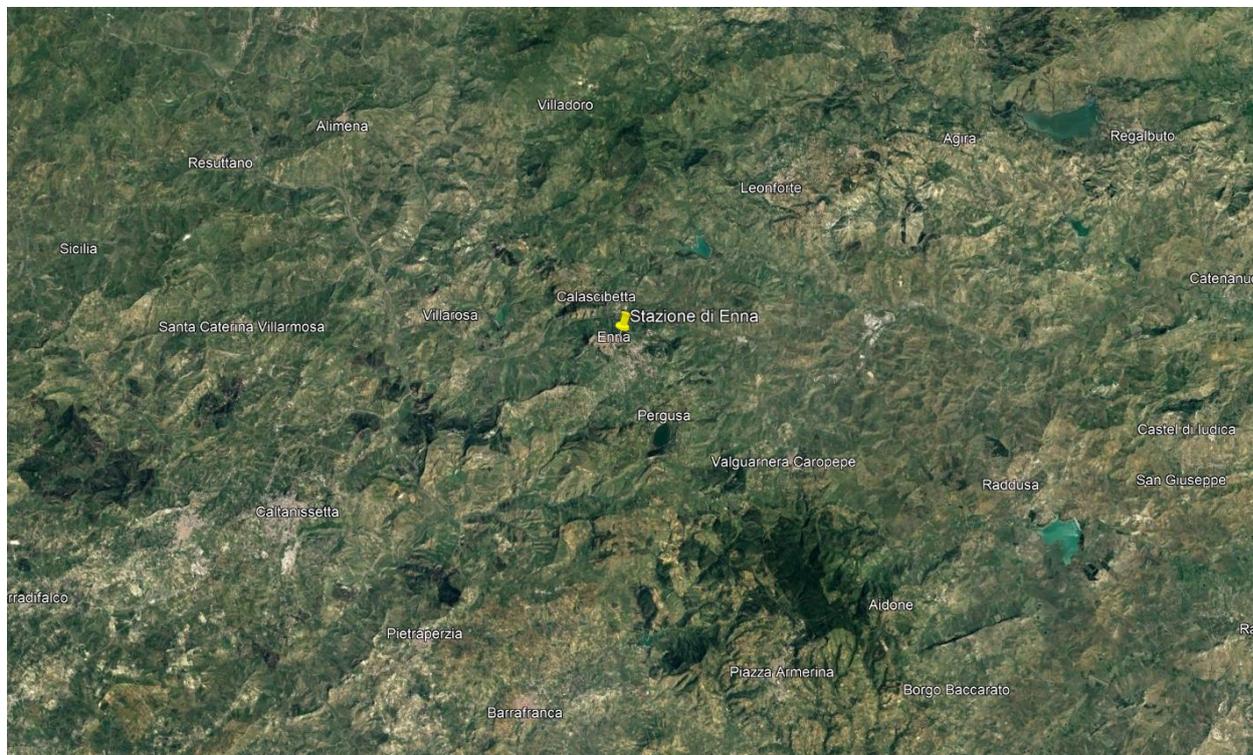
STAZIONE	ANNI DI OSSERVAZIONE	STRUMENTO	QUOTA (m s.l.m.)	COORDINATE (UTM)	
				Nord	Est
ALIMENA	1965-1994	Pluviometro	750	4172966N	422127E
CALTANISSETTA	1965-1994	Termo-pluviometro	570	4148970N	417480E
ENNA	1965-1994	Termo-pluviometro	950	4158040N	436700E
GANGI	1965-1994	Pluviometro	1000	4183995N	429568E
LICATA	1965-1994	Termo-pluviometro	142	4106565N	405211E
MAZZARINO	1965-1994	Termo-pluviometro	560	4128520N	429090E
PETRALIA SOTTANA	1965-1994	Termo-pluviometro	930	4184090N	419297E
PIETRAPERZIA	1965-1994	Pluviometro	525	4141500N	423300E
RESUTTANO	1965-1994	Pluviometro	642	4171190N	414760E
RIESI	1965-1994	Pluviometro	369	4126760N	418740E
S. CATALDO	1965-1994	Pluviometro	625	4149040N	410110E
S. CATERINA VILLARMOSA	1965-1994	Pluviometro	606	4160090N	414640E
SOMMATINO	1965-1994	Pluviometro	369	4132400N	409930E
VILLAROSA	1965-1994	Pluviometro	525	4159980N	426420E

**Figura 5: Elenco delle stazioni pluviometriche e termo-pluviometriche del bacino del F. Imera Meridionale**

STAZIONE	PROVINCIA	ANNI DI OSSERVAZIONE	STRUMENTO	QUOTA (m s.l.m.)
Adrano	CT	25	Pluviometro registratore	589
Agira	EN	30	Pluviometro registratore	824
Bronte	CT	30	Pluviometro registratore	780
Capizzi	ME	30	Pluviometro registratore	1139
Catananuova	EN	30	Pluviometro registratore	173
Centuripe	EN	30	Pluviometro registratore	719
Cerami	EN	30	Pluviometro registratore	1020
Cesarò	ME	30	Pluviometro registratore	1100
Gagliano Castelferrato	EN	30	Pluviometro registratore, Termometro registratore	837
Enna	EN	30	Pluviometro registratore, Termometro registratore	950
Leonforte	EN	30	Pluviometro registratore	640
Maniace	CT	30	Pluviometro registratore	680
Mineo	CT	30	Pluviometro registratore, Termometro registratore	510
Nicosia	EN	30	Pluviometro registratore	800
Ramacca	CT	30	Pluviometro registratore, Termometro registratore	270
Mirabella Imbaccari	CT	30	Pluviometro registratore	450
Motta S.A.	CT	30	Pluviometro registratore	275
Nicolosi	CT	30	Pluviometro registratore	698
Paternò	CT	30	Pluviometro registratore	290
Ragalna	CT	30	Pluviometro registratore	750
Troina	EN	30	Pluviometro registratore	930
Valguarnera C.	EN	30	Pluviometro registratore	629
Vizzini	CT	30	Pluviometro registratore	610

**Figura 6: Elenco delle stazioni pluviometriche e termo-pluviometriche del bacino del F. Simeto**

La stazione pluviometrica in prossimità dell’impianto eolico in esame è la *Stazione di Enna*, come si può notare dall’immagine seguente.



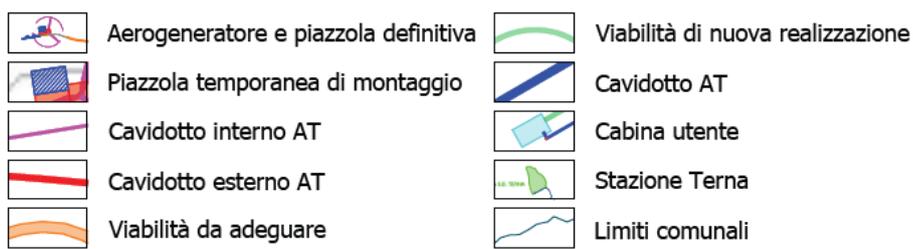
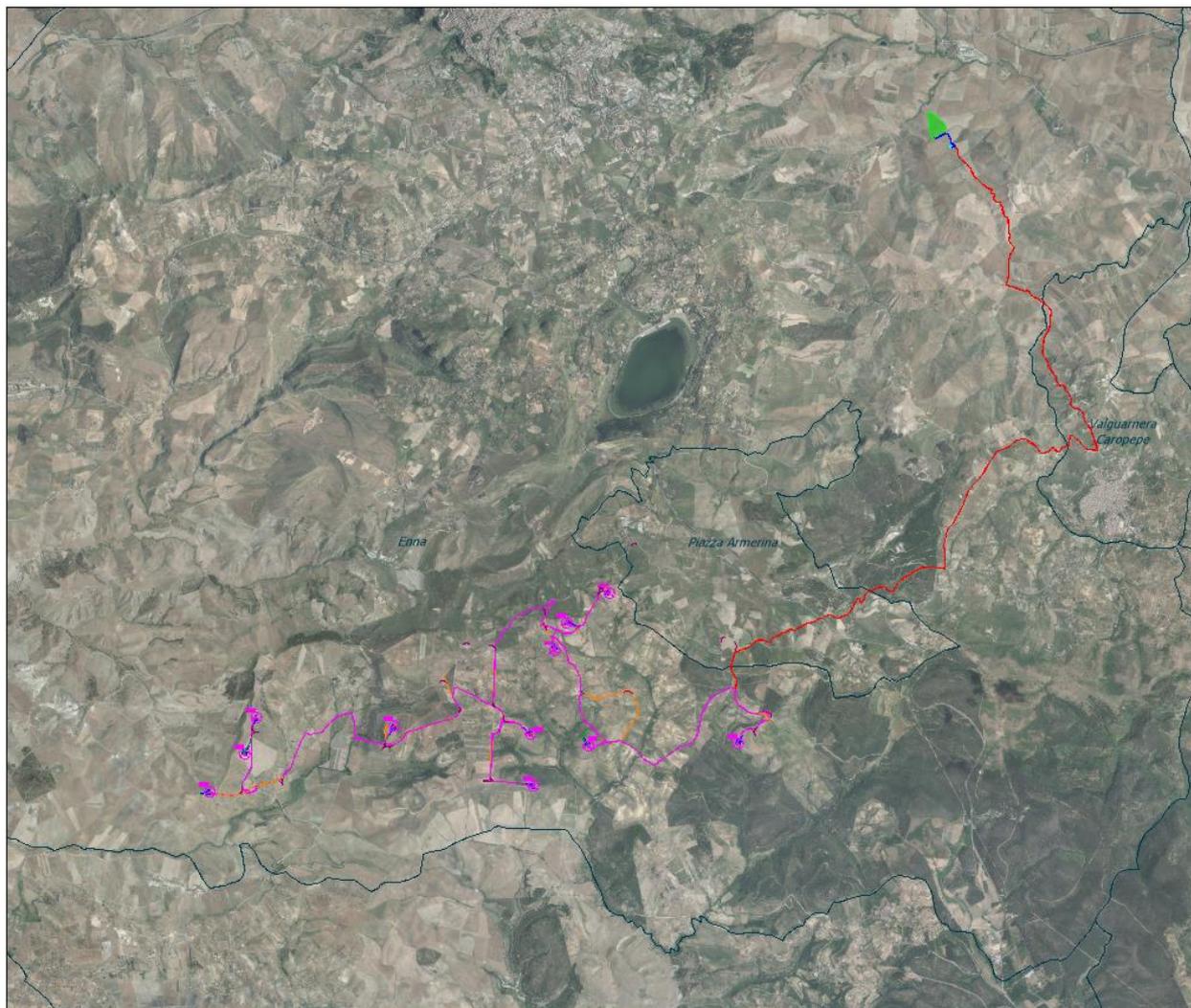
**Figura 7: Ubicazione delle stazioni pluviometriche con indicazione dell’impianto**

Di seguito si riporta, per l’ultimo trimestre dell’anno corrente 2022, le informazioni registrate mese per mese dei valori dell’altezza di pioggia e dei giorni piovosi.

Stazioni	ottobre 2022						novembre 2022						dicembre 2022						Ultimo giorno piovoso *	Precipitazioni cumulate dal 1° gen *
	Precipitazioni (mm) **			Giorni piovosi (h) **			Precipitazioni (mm) **			Giorni piovosi (h) **			Precipitazioni (mm) **			Giorni piovosi (h) **				
	I dec	II dec	III dec	I dec	II dec	III dec	I dec	II dec	III dec	I dec	II dec	III dec	I dec	II dec	III dec	I dec	II dec	III dec		
Agira	15,8	25	0	10	30	0	23,8	17,8	40,4	30	40	40	3,8	13,8	0,2	10	20	0	13/12/2022	...
Aidone	10,6	43,4	0	10	20	0	30	21,2	55,8	20	30	40	7,8	5,6	0,2	30	30	0	13/12/2022	...
Calascibetta	13,4	19,8	0	10	20	0	13,6	18	38,8	30	50	40	14,8	9,8	0	20	20	0	13/12/2022	...
Enna	6,4	30,2	0,4	10	20	0	6,2	21,8	35,4	30	50	40	7	7	1,2	20	20	0	13/12/2022	...
Nicosia	9,6	44,8	0,2	10	30	0	21,8	26,4	36,4	30	40	40	9,2	17,6	2	10	20	9,1	23/12/2022	...
Piazza Armerina	10,6	36,6	0,4	20	20	0	11,6	29,2	76	20	40	50	6,2	4,8	0,4	20	20	0	13/12/2022	...

**Figura 8: Dati misurati dalla stazione meteo della Provincia di Enna**

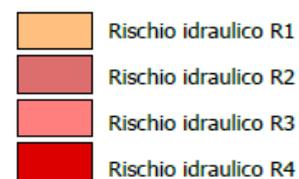
Secondo le perimetrazioni del P.A.I., gli aerogeneratori di progetto, con le relative piazzole e opere di rete, risultano tutti esterni alle aree a pericolosità idraulica P4, P3, P2 e P1.



Pericolosità idraulica



Rischio idraulico



**Figura 9: Stralcio delle perimetrazioni delle aree a rischio e pericolosità idraulica del PAI**

#### 4. STUDIO IDROLOGICO

Lo studio idrologico ha permesso di stimare le portate al colmo di piena all'interno dei bacini idrografici di studio per tempi di ritorno di 50, 100 e 300 anni. Nello specifico, è stato utilizzato il tempo di ritorno di 100 anni per la determinazione delle aree in cui è stato rilevato il rischio di alluvione, al fine di valutare le condizioni di sicurezza dell'intervento. Le portate di piena centennali, quindi, sono state utilizzate come input nella modellazione idraulica per perimetrare l'impronta allagabile a 100 anni (output). Di seguito, si riportano i risultati dell'analisi idrologica.

Bacini	Q <sub>50</sub> (mc/s)	Q <sub>100</sub> (mc/s)	Q <sub>300</sub> (mc/s)
Bacino 1	17.26	19.63	23.48
Bacino 2	9.36	10.65	12.74
Bacino 3	12.62	14.35	17.17
Bacino 4	4.58	5.21	6.24
Bacino 5	5.95	6.77	8.10

## 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 e allo stato attuale, attraverso l'ausilio del software HEC-RAS 6.3.1.

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 $Tr = 100$ 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.

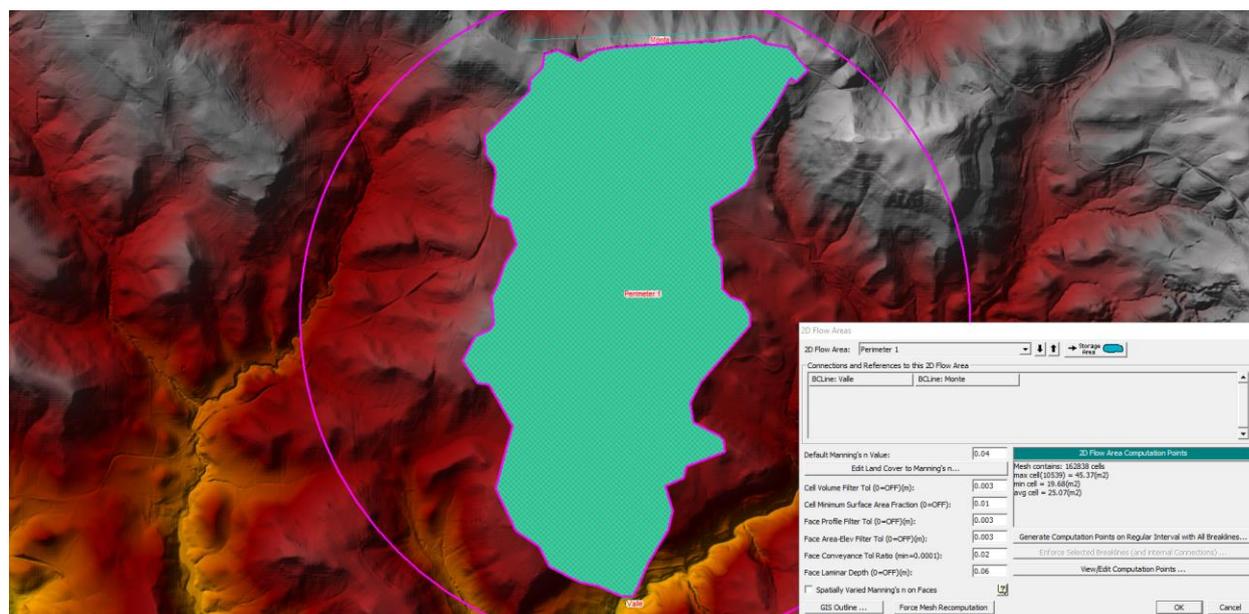
Per una simulazione accurata, è possibile associare alle aree 2D dei valori di scabrezza variabili che simulino l'eterogeneità reale delle aree inondabili.

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

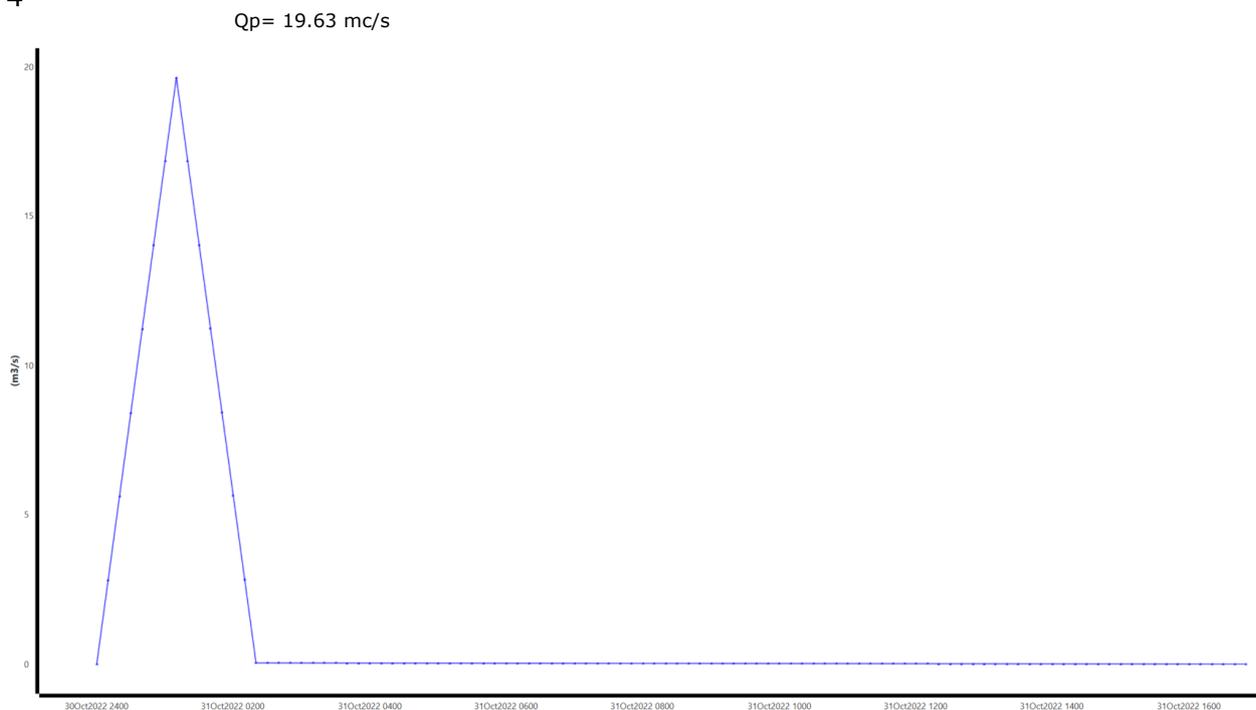
dell'idrogramma di piena con intervalli temporali pari a 10 minuti, considerando un giorno di simulazione.

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 e 3 dell'area di impianto, contribuenti dei reticoli idrografici 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  $Tr = 100$  anni.



**Figura 10: Griglia di calcolo 5x5 m del Bacino 1**

4



**Figura 11: Idrogramma di piena in input – Bacino 1**

File Options Help

Description:  Apply Data

Boundary Conditions | Initial Conditions | Meteorological Data | Observed Data

**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		

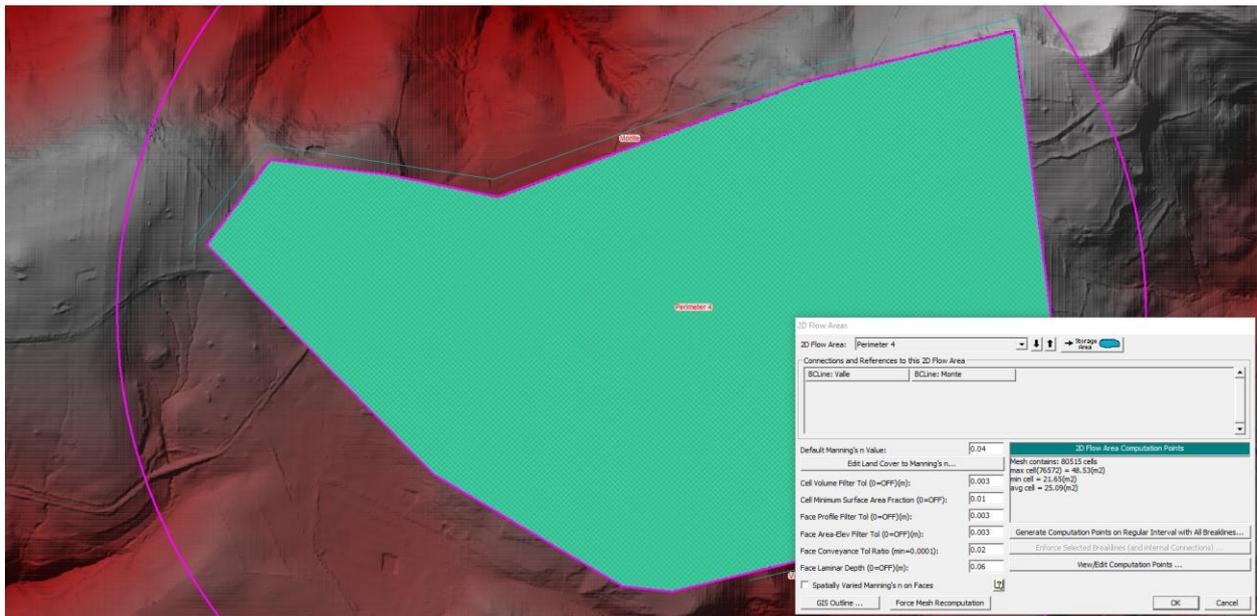
**Add Boundary Condition Location**

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

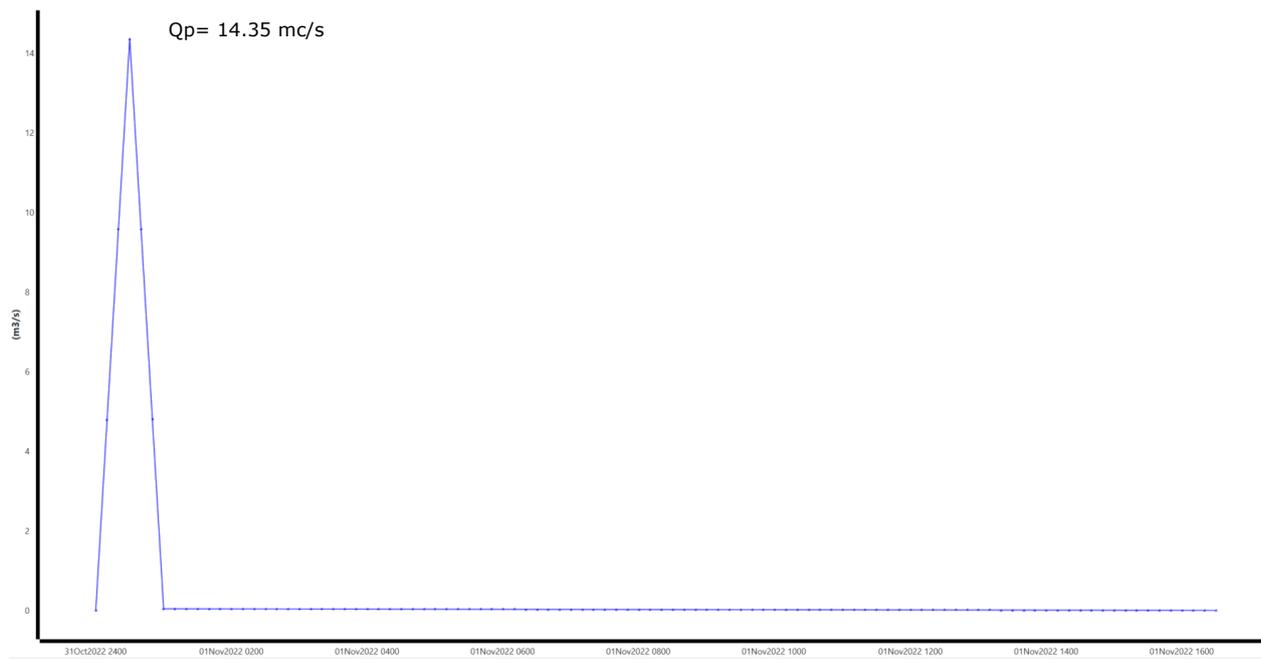
Select Location in table then select Boundary Condition Type

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

**Figura 6: Boundary conditions per il Bacino 1**

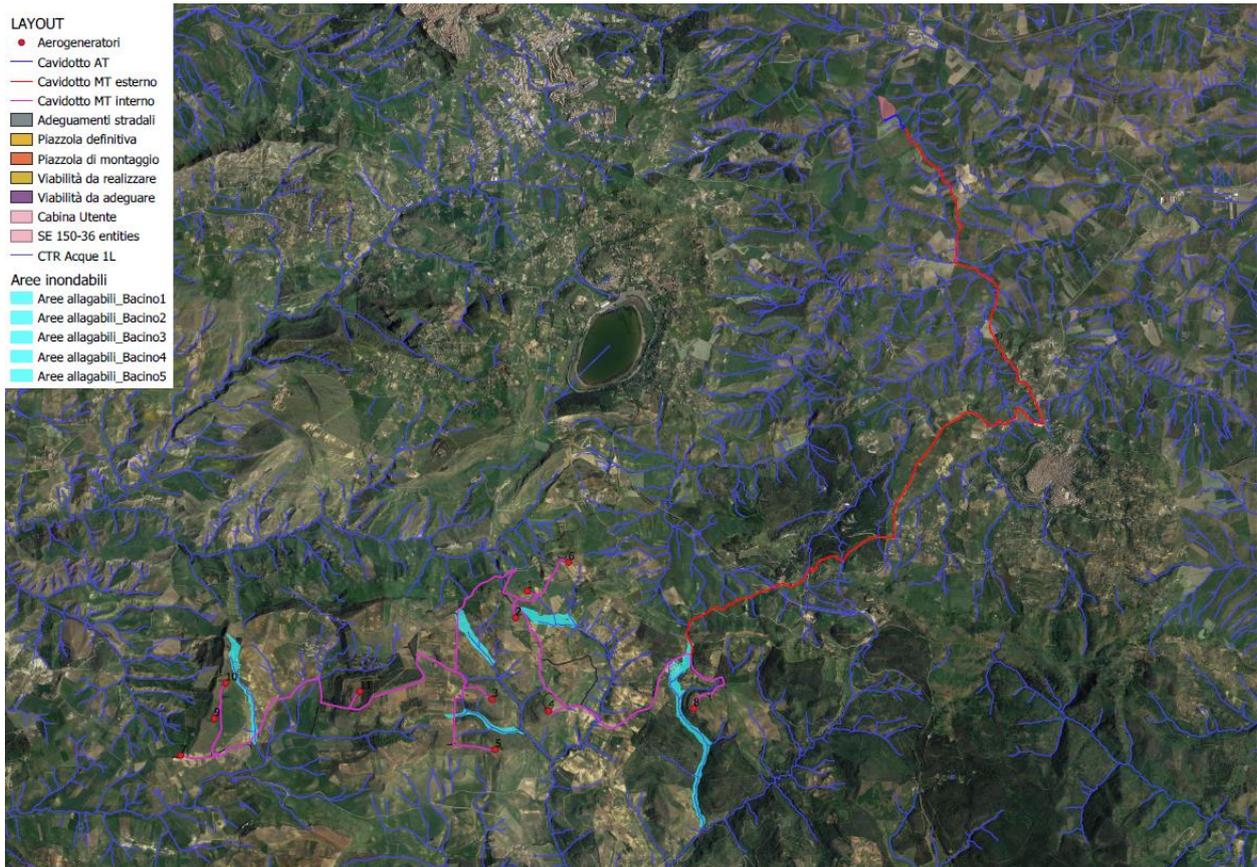


**Figura 13: Griglia di calcolo 5x5 m del Bacino 3**



**Figura 7: Idrogramma di piena in input – Bacino 3**

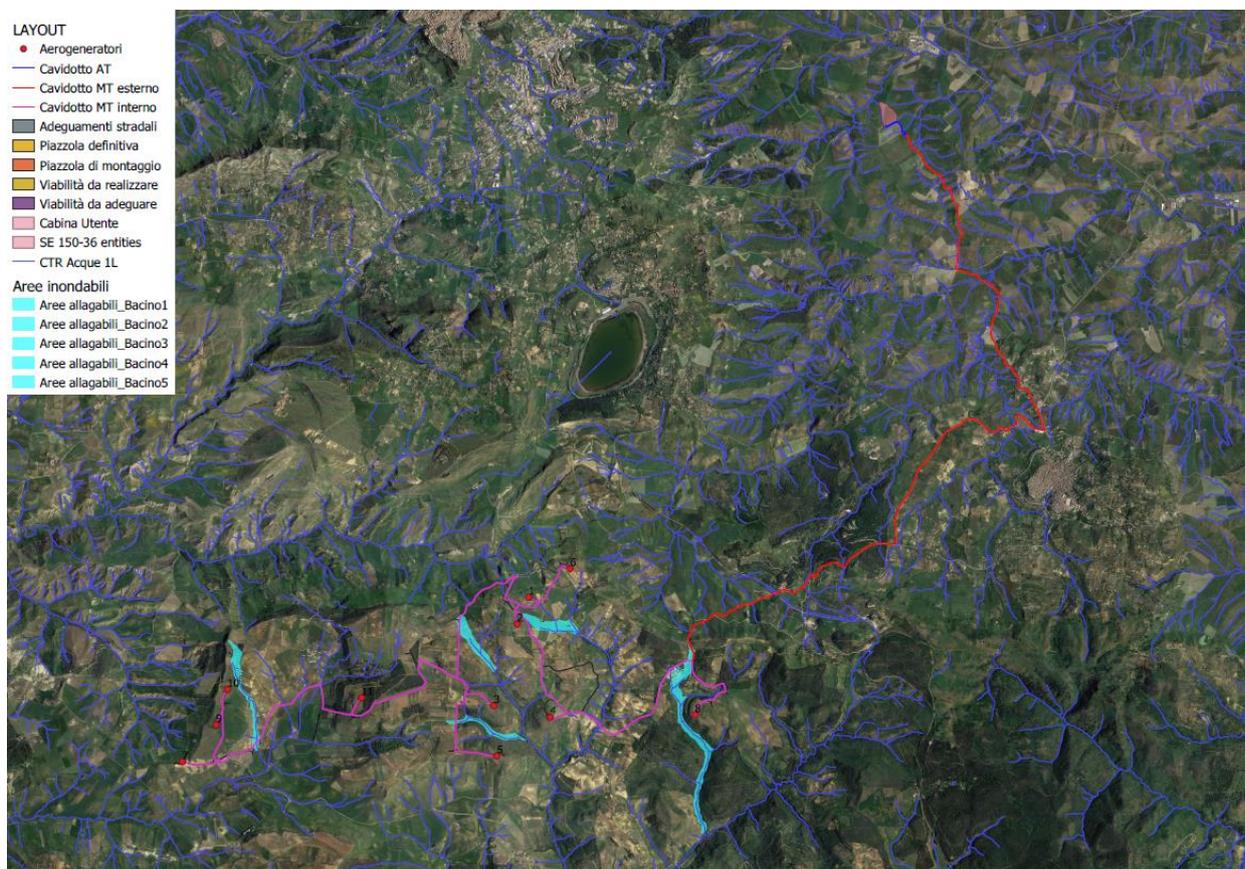




**Figura 96: Stralcio mappa area allagabile con  $Tr=100$  anni**

## 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 diversi punti di interferenza con il reticolo idrografico, rilevati dall'analisi della cartografia.



**Figura17: Intersezioni tra il cavidotto e il reticolo idrografico**

Le intersezioni tra il cavidotto interrato e i reticoli idrografici possono essere, generalmente, risolte con diverse modalità costruttive:

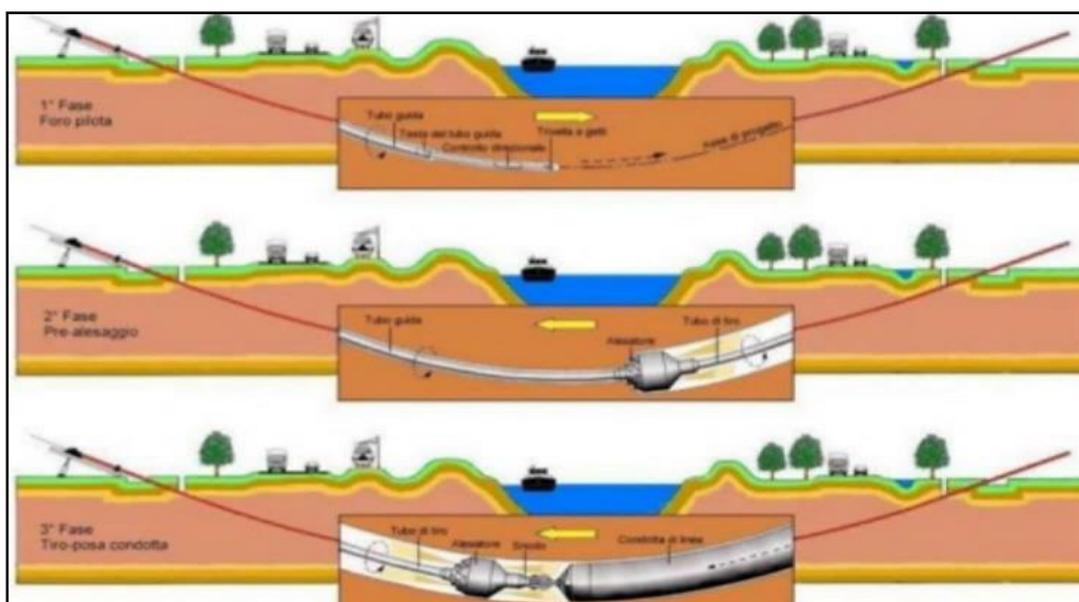
- con scavi semplici a cielo aperto nei periodi asciutti per corsi d'acqua secondari di tipo episodico, definiti come corsi d'acqua temporanei con acqua in alveo solo in seguito ad eventi di precipitazione particolarmente intensi, anche meno di una volta ogni 5 anni;
- in presenza di un'infrastruttura esistente, con posa in opera in spalla al ponte con canaline di protezione passacavi in modo da non modificare la morfologia dei reticoli idrografici;
- con l'utilizzo della tecnica della Trivellazione Orizzontale Controllata (T.O.C.) per corsi d'acqua principali. Si prevede la posa del cavo ad una profondità maggiore di 2.0 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.

Nello specifico, la tecnica della T.O.C. consente di posare linee di servizio al di sotto di strade, fiumi e torrenti, con nullo o scarso impatto sulla superficie. 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.

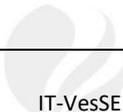
Tale tecnica consiste essenzialmente nella posa del cavidotto interrato mediante una trivellazione eseguita da una apposita macchina, la quale permette di controllare l'andamento plano-altimetrico del cavo per mezzo di un radio-controllo.

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 punto di partenza ad uno di arrivo. La punta di perforazione viene spinta nel terreno attraverso delle aste cave metalliche, abbastanza elastiche da permettere la realizzazione di curve altimetriche;
2. *Alesatura o allargamento del foro pilota*: realizzato il foro pilota, questo viene allargato tirando, a ritroso, alesatori di dimensioni crescenti fino all'ottenimento del foro della dimensione voluta, montati al posto della punta di perforazione;
3. *Posa della tubazione*: vengono posati in opera i tubi camicia che ospiteranno il cavidotto interrato. All'interno del tubo guaina, che sarà a tenuta stagna, saranno inseriti i cavi di potenza. In prossimità degli attraversamenti potranno essere installate apposite paline segnaletiche indicanti la presenza dell'elettrodotto interrato. Gli eventuali pozzetti di testata dell'attraversamento saranno realizzati in cemento gettato in opera sigillati, completi di chiusini carrabili in ghisa.



**Figura 1810: Fasi di realizzazione della T.O.C.**

Selva Wind Srl 	 N° Doc. IT-VesSEL-BFP-GEO-TR-003	Rev 0	Pagina 24 di 27
--	---	-------	--------------------

Nel caso in esame, tutte le interferenze del cavidotto interrato con il reticolo idrografico saranno superate mediante la tecnica della T.O.C., le quali avranno estensioni variabili dipendenti dalla larghezza delle aree inondabili determinate con un  $Tr = 100$  anni, tenendo conto anche che i punti di ingresso e uscita delle perforazioni dovranno essere poste all'esterno delle aree allagabili, e profondità d'esecuzione in subalvea pari a circa 3.00 m.

Tuttavia, per maggior dettagli, si rimanda agli elaborati grafici "Planimetria interferenze cavidotto" e "Particolari tipologici risoluzione interferenze cavidotto".

## 7. CONCLUSIONI

La presente relazione idraulica ha consentito di perimetrare l'effettiva impronta allagabile e la mappa dei battenti idrici della rete idrografica potenzialmente soggetta a criticità, relativa ad un evento meteorico con tempo di ritorno pari a 100 anni.

La modellazione idraulica è stata svolta in modo bidimensionale e in condizioni di moto non stazionario, utilizzando il software HEC-RAS River Analysis System per i reticoli nell'area di impianto e per analizzare i punti di interferenza del cavidotto interno ed esterno con i reticoli idrografici.

Dai risultati delle modellazioni di flooding, si può osservare che tutti gli aerogeneratori comprese le piazzole definitive risultano essere esterni alle aree inondabili, non comportando alcuna variazione del livello di sicurezza dei reticoli idrografici di studio.

Relativamente alle intersezioni del tracciato del cavidotto 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 maggiore di 2.00 mt 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.