



Regione Puglia



Comune di Cerignola



Provincia di Foggia

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE
DI UN PARCO AGROVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA,
DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI**
Località Risicata - Comune di Cerignola (FG)

PROGETTO DEFINITIVO

CRG_IDR
Relazione idraulica

Proponente



Rinnovabili Sud Due
Via Della Chimica, 103 - 85100 Potenza (PZ)

Progettista

Ing. Luciana Giosa
vico VII Vittorio Emanuele, 18
85050 Tito (PZ)
pec:luciana.giosa@ingpec.eu
tel:3403432481

Formato

A4

Scala

-

Scala stampa

-

| Revisione | Descrizione | Data | Preparato | Controllato | Approvato |
|-----------|-----------------|------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 00 | Prima emissione | 02/02/2022 | Dott. Agr. N. Gravina | Dott. Agr. N. Gravina | Dott. Agr. N. Gravina |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

Sommario

| | | |
|-----|---|----|
| 1 | INTRODUZIONE | 2 |
| 2 | INQUADRAMENTO TERRITORIALE | 4 |
| 3 | ANALISI IDROLOGICA | 8 |
| 4 | VERIFICA IDRAULICA | 11 |
| 4.1 | Stima della posizione di ingresso e uscita del cavidotto..... | 18 |
| 4.2 | Stima della massima profondità di scavo | 18 |
| 5 | CONCLUSIONI..... | 20 |

Indice delle tabelle

| | | |
|--------------|---|----|
| Tabella 5-1. | Caratteristiche morfometriche dei bacini idrografici e delle aste fluviali..... | 8 |
| Tabella 5-2. | Valori teorici del coefficiente probabilistico di crescita KT per le portate in Puglia..... | 9 |
| Tabella 5-3. | Portate al colmo di piena in funzione del tempo di ritorno..... | 10 |
| Tabella 6-1. | Risultati della simulazione idraulica per la piena con T = 25 anni lungo l'Asta SX | 12 |
| Tabella 6-2. | Risultati della simulazione idraulica per la piena con T = 200 anni lungo l'Asta SX ... | 12 |
| Tabella 6-3. | Risultati della simulazione idraulica per la piena con T = 500 anni lungo l'Asta SX ... | 13 |
| Tabella 6-4. | Risultati della simulazione idraulica per la piena con T = 25 anni lungo l'Asta DX | 13 |
| Tabella 6-5. | Risultati della simulazione idraulica per la piena con T = 200 anni lungo l'Asta DX ... | 14 |
| Tabella 6-6. | Risultati della simulazione idraulica per la piena con T = 500 anni lungo l'Asta DX ... | 14 |
| Tabella 6-7. | Minima distanza di ingresso e uscita del cavidotto in corrispondenza delle sezioni INT2 e INT3..... | 18 |
| Tabella 6-2. | Profondità potenziale di scavo in corrispondenza della sezione INT2..... | 19 |



1 INTRODUZIONE

La presente relazione accompagna il progetto per la realizzazione di un parco agro-voltaico, delle relative opere di connessione e delle infrastrutture indispensabili da realizzarsi in località Risicata nel Comune di Cerignola (FG). L'impianto di progetto ha una potenza complessiva di 36,05 MW e si sviluppa su un'area pianeggiante di circa 55 ettari compresa tra 60 e 80 m s.l.m.m. e dista circa 8 km dal centro abitato di Cerignola e 38 km da quello di Foggia. Più nello specifico, il progetto riguarda la realizzazione un impianto per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile con potenza complessiva pari a 36,05 MW. La proponente è la società "Rinnovabili Sud Due S.r.l." con sede legale in via della Chimica, n. 103 - 85100 Potenza facente parte della multinazionale tedesca VSB.

L'impianto si compone di:

- 1) **59584 moduli fotovoltaici** in silicio monocristallino (collettori solari) di potenza massima unitaria pari a 605 Wp, installati su inseguitori monoassiali da 56/28 moduli.
- 2) **2125 stringhe**, ciascuna costituita da 28 moduli da 605 Wp ciascuno, collegati in serie. Tensione di stringa 968,8 V e corrente di stringa 17,49 A;
- 3) **13 cabine di campo prefabbricate** contenenti il gruppo conversione (inverter);
- 4) **13 cabine di campo prefabbricate** contenenti il gruppo trasformazione;
- 5) **1 Una Cabina di Raccolta principale**, in cui viene raccolta tutta l'energia prodotta dall'impianto;
- 6) **3 cabine di raccolta secondarie**, in cui viene raccolta l'energia delle cabine di campo;
- 7) **1 locale guardiania**;
- 8) **Cavidotti media tensione interni per** il trasporto dell'energia elettrica dalle cabine di trasformazione dai vari sottocampi alla *Cabina di Raccolta*;
- 9) **Cavidotto media tensione esterno**, per il trasporto dell'energia dalla *Cabina di Raccolta* sino alla Sottostazione Elettrica Utente (SE utente) 30/150 kV;
- 10) **Impianti ausiliari** (illuminazione, monitoraggio e controllo, sistema di allarme anti-intrusione e videosorveglianza, sistemi di allarme antincendio).
- 11) **Una Sottostazione Elettrica Utente condivisa** in cui avviene la raccolta dell'energia prodotta (in MT a 30 kV), la trasformazione di tensione (30/150 kV) e la consegna (in AT a 150 kV). In essa sarà installato il trasformatore elevatore di Tensione 30/150 kV.
- 12) **Impianto di accumulo elettrochimico** della Potenza di **14 MW** e capacità **28 MWh**. L'impianto verrà realizzato all'interno dell'area di impianto (si rimanda al capitolo specifico per una descrizione dettagliata delle opere);
- 13) **Cavidotto AT** di collegamento alla nuova Stazione Terna 380/150 "Foggia – Palo del Colle".



Per la realizzazione dell'impianto saranno operati esigui movimenti del terreno (scavi o riempimenti); le strade perimetrali ed interne saranno realizzate con materiale inerte semi permeabile e saranno mantenute alla stessa altezza del piano di campagna esistente, e la recinzione sarà modulare con pannelli a maglia elettrosaldata. Questo farà sì che non si generino alterazioni piano altimetrici del sito, il che permetterà di mantenere il naturale deflusso delle acque meteoriche. Tuttavia, qualora in alcuni punti lo si ritenga necessario, la regimazione delle acque meteoriche verrà garantita attraverso la realizzazione di fossi di guardia lungo le strade o di altre opere quali canalizzazioni passanti sotto il piano stradale.

Gli shelter saranno leggermente rialzati rispetto al piano di campagna, ma, ciononostante, data la ridotta superficie da essi occupata, si ritiene che non possano in alcun modo ostacolare il naturale deflusso delle acque.

Per ciò che concerne la sottostazione utente, particolare cura sarà data alla realizzazione di sistemi drenanti (con l'utilizzo di materiali idonei, pietrame di varie dimensioni e densità) per convogliare le acque meteoriche in profondità sui fianchi della sottostazione.

Inoltre, all'interno della Sottostazione sarà realizzato un sistema di regimentazione delle acque meteoriche costituito da una rete idrica interrata che afferirà ad una vasca di trattamento. In particolare, verrà realizzato un sistema integrato per la raccolta ed il trattamento delle acque di prima pioggia (per la cui trattazione specifica e pre-dimensionamento si rimanda alla Relazione di Calcolo Preliminare degli Impianti).

Infine, il trasformatore sarà dotato di una vasca per la raccolta delle acque reflue, con disoleatore per le acque stesse. In condizioni normali di esercizio la vasca raccoglierà esclusivamente le acque meteoriche che cadranno o direttamente sulla superficie libera o indirettamente dopo aver bagnato il trasformatore. In condizioni di guasto, invece, la vasca di fondazione raccoglierà l'olio eventualmente fuoriuscito dalla macchina elettrica. Prima di ogni svuotamento, sarà fatta una attenta analisi dei reflui, con successivo smaltimento secondo le normative vigenti, e contestuale controllo del buon funzionamento ed efficientemente dell'intero impianto.

Relativamente al cavidotto esterno, che interseca il reticolo idrografico esistente in corrispondenza di due attraversamenti fluviali esistenti, non si prevedono modifiche alle sezioni idriche né alle opere idrauliche esistenti dal momento che il passaggio del cavidotto è previsto al di sotto del fondo alveo.

Pertanto, la verifica idraulica qui descritta riguarda esclusivamente le intersezioni tra cavidotto e reticolo idrografico e mira a verificare:

- la distanza minima dei punti di ingresso e uscita del cavidotto;
- la profondità di posa del cavidotto rispetto al fondo alveo.



2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'area di progetto ricade nel Comune di Cerignola all'interno del bacino del Fiume Ofanto. Il bacino idrografico dell'Ofanto occupa un'area di 2.780 km², suddivisa tra tre regioni: Campania, Basilicata e Puglia. L'area che ricade in Puglia è pari 890,81 km²: di questi, 391,99 km² fanno parte della Provincia di Foggia, mentre i restanti 505,95 km² ricadono in provincia di Barletta-Andria-Trani. La sorgente dell'Ofanto si trova sull'Altopiano Irpino a 715 m d'altezza, sotto il piano dell'Angelo, a sud di Torella dei Lombardi, in provincia di Avellino. Attraversa parte della Campania e della Basilicata, scorrendo poi prevalentemente in Puglia e, infine, sfocia nel mare Adriatico, tra Barletta e Margherita di Savoia. Ha una lunghezza complessiva di 164 km.

Le particelle interessate dal campo fotovoltaico si trovano in corrispondenza del limite est del confine comunale mentre la stazione Terna è ubicata ad una distanza di circa 750 m in direzione nord-ovest. Il cavidotto MT di collegamento tra il campo fotovoltaico e la stazione Terna, che segue la viabilità esistente, interseca i due rami del Fosso della Pila in corrispondenza di due attraversamenti esistenti come mostra l'allegato *CRG_IDRO.02*.

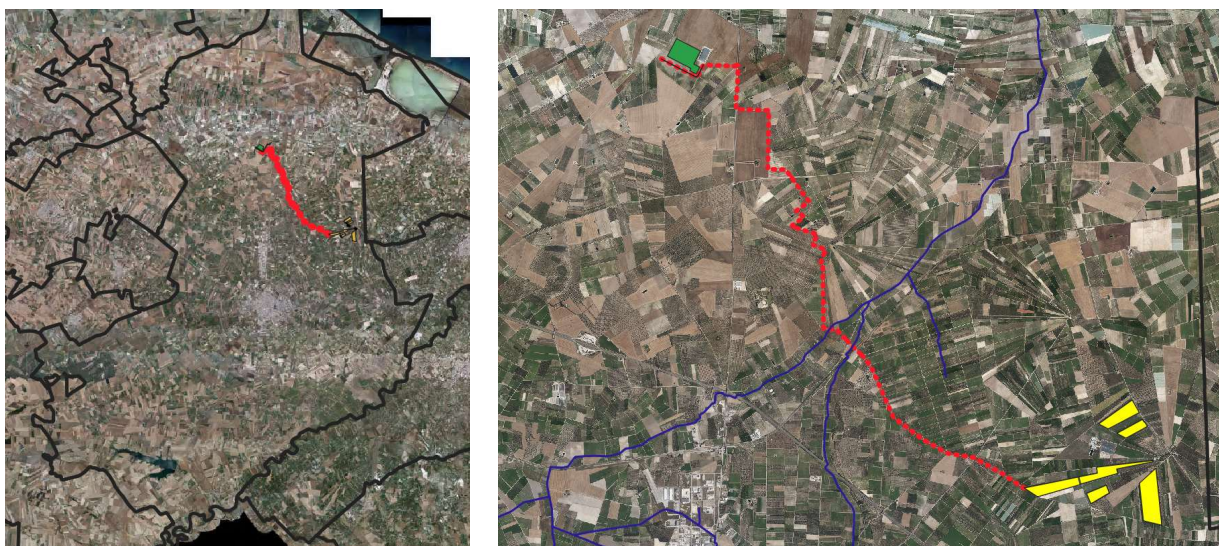


Figura 1. A sinistra ubicazione dell'area di progetto nel Comune di Cerignola. A destra dettaglio delle particelle interessate dal campo fotovoltaico (in giallo), della stazione Terna (in verde) e delle due intersezioni del cavidotto (in rosso) con il reticolo idrografico (in blu).

L'impianto non ricade all'interno delle aree a pericolosità idraulica come mostra la figura seguente.



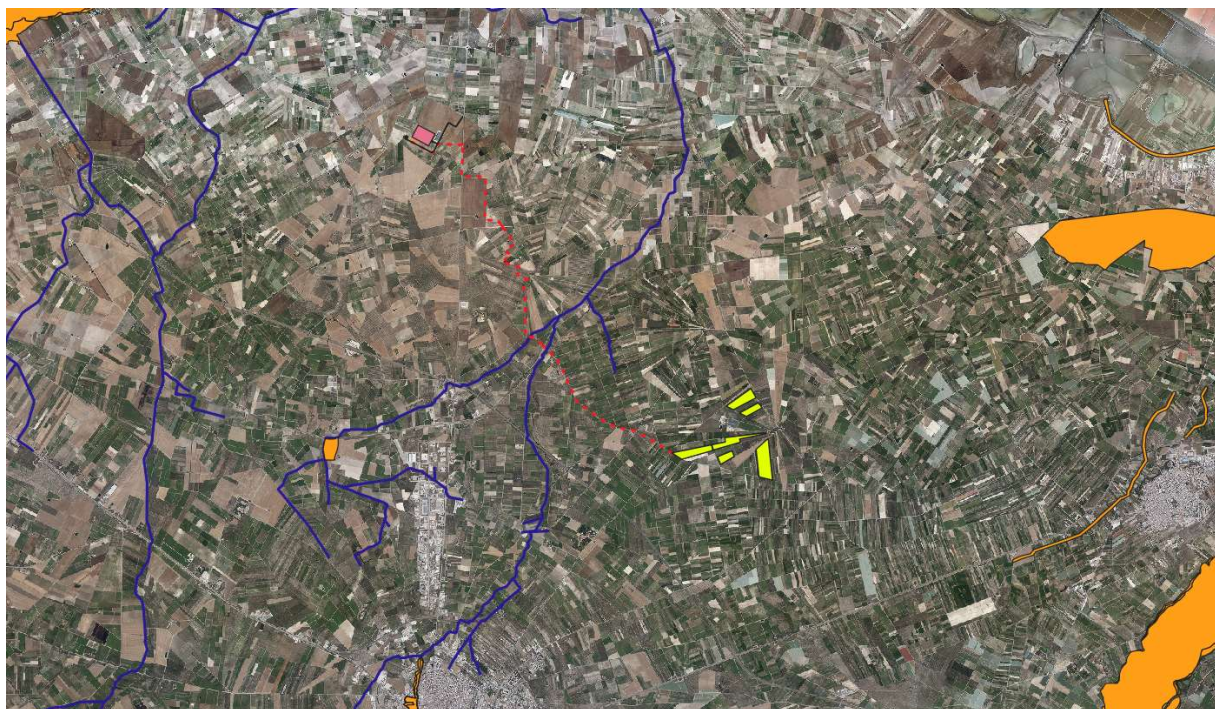


Figura 2. Ubicazione dell’impianto e delle aree a pericolosità idraulica (in giallo)

Di seguito si mostrano alcune foto relative alle intersezioni del cavidotto con i due rami del Fosso della Pila. Nella presente relazione i rami in sinistra e destra idrografica di tale corso d’acqua saranno identificati rispettivamente come Asta SX e Asta DX, mentre si utilizzerà il codice INT2 per identificare l’intersezione tra cavidotto e l’Asta DX e INT3 per l’intersezione con l’Asta SX.



Figura 3. Vista dell’attraversamento in corrispondenza dell’intersezione INT2



Figura 4. Corso d'acqua in corrispondenza dell'intersezione INT2



Figura 5. Vista dell'attraversamento in corrispondenza dell'intersezione INT3





Figura 6. Corso d'acqua in corrispondenza dell'intersezione INT3

3 ANALISI IDROLOGICA

L'area di progetto del nuovo impianto ricade all'interno del bacino idrografico compreso tra i bacini principali del Fiume Ofanto e del Torrente Carapelle come si evince dalla figura seguente.



Figura 7. Ubicazione dell'impianto e indicazione dei bacini idrografici principali

Le particelle interessate dal campo fotovoltaico e la stazione Terna sono abbondantemente lontane dal reticolo idrografico mentre il cavidotto di progetto, alloggiato lungo la viabilità esistente, interseca i due rami del Fosso della Pila identificati come Asta SX e Asta DX rispettivamente per indicare il ramo in sinistra e destra idrografica. Tali intersezioni, INT2 lungo l'Asta DX e INT3 lungo l'Asta SX, rappresentano le sezioni di chiusura dei bacini idrografici mostrati nell'allegato *CRG_IDRO.02* e le cui caratteristiche sono sintetizzate nella tabella seguente.

| Bacino idrografico | Area (km ²) | Quota della sezione di chiusura (m) | Lunghezza asta (km) | Pendenza media dell'asta (%) |
|--------------------|-------------------------|-------------------------------------|---------------------|------------------------------|
| Bacino SX | 25 | 35 | 17 | 0.6 |
| Bacino DX | 70 | 34 | 28 | 0.7 |

Tabella 3-1. Caratteristiche morfometriche dei bacini idrografici e delle aste fluviali



La stima delle portate di piena lungo i due corsi d'acqua è stata realizzata facendo riferimento al Rapporto VAPI Puglia a cura di P. Claps, V.A. Copertino e M. Fiorentino.

La procedura definita in tale progetto mira a regionalizzare le piogge intense su tutto il territorio nazionale secondo criteri omogenei. L'osservazione empirica dei campioni dei massimi annuali delle portate al colmo di piena e delle piogge di assegnata durata ha portato a riconoscere l'esistenza di valori significativamente eterogenei. Il modello VAPI tiene in conto la differente provenienza degli estremi idrologici attraverso la legge di distribuzione di probabilità denominata TCEV (Two Component Extreme Value).

Tale distribuzione ipotizza che i massimi annuali provengano da una miscela di due popolazioni di eventi: una "ordinaria" e l'altra "straordinaria". Inoltre, per ridurre l'incertezza derivante da popolazioni limitate di dati, viene utilizzata una procedura di analisi regionale che permette di stimare alcuni dei parametri sulla base delle serie storiche di aree indicate come zone e sottozone omogenee.

Pertanto, dividendo il territorio nazionale in zone e sottozone e aree omogenee, la procedura VAPI considera tre diversi livelli di regionalizzazione. Mediante il primo livello è stato verificato che la Puglia rappresenta un'unica zona omogenea e, conseguentemente, i parametri regionali della distribuzione assumono un valore unico per l'intero territorio. Il secondo livello di regionalizzazione, che ha interessato esclusivamente la Puglia settentrionale, ha fornito un risultato analogo. Relativamente al terzo livello, la procedura analizza la variabilità spaziale della media dei massimi di precipitazione annuale al fine di determinare le cosiddette "aree omogenee".

Nello specifico, per il calcolo delle portate di piena si è fatto riferimento alla seguente formula:

$$Q(T) = K_T \cdot m(Q)$$

in cui K_T è il coefficiente probabilistico di crescita per le portate e $m(Q)$ è la piena media annua ottenuta a partire dalla espressione proposta nel rapporto VAPI

$$m(Q) = 1.556A^{0.71}$$

dove A è l'area del bacino idrografico.

| | | | | | | | | | | | |
|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| T (anni) | 2 | 5 | 10 | 20 | 25 | 40 | 50 | 100 | 200 | 500 | 1000 |
| K_T | 0.83 | 1.39 | 1.85 | 2.37 | 2.55 | 2.85 | 3.15 | 3.76 | 4.39 | 5.22 | 5.84 |

Tabella 3-2. Valori teorici del coefficiente probabilistico di crescita K_T per le portate in Puglia

Utilizzando il metodo appena descritto, si sono stimate le portate al colmo di piena sintetizzate nella tabella seguente.



| Tempo di ritorno T (anni) | Portata al colmo di piena per l'Asta SX Q_T (m ³ /s) | Portata al colmo di piena per l'Asta DX Q_T (m ³ /s) |
|------------------------------|---|---|
| 25 | 39 | 81 |
| 50 | 48 | 100 |
| 100 | 58 | 120 |
| 200 | 67 | 140 |
| 500 | 80 | 166 |

Tabella 3-3. Portate al colmo di piena in funzione del tempo di ritorno



4 VERIFICA IDRAULICA

La verifica idraulica interessa solo le intersezioni del cavidotto con i corsi d'acqua Asta DX e Asta SX dal momento che sia il campo fotovoltaico che la stazione Terna sono sufficientemente distanti dal reticolo idrografico esistente.

Tale verifica è stata realizzata costruendo i profili di corrente in moto permanente lungo le aste fluviali sopra nominate e in corrispondenza delle intersezioni denominate INT2 e INT3.

Le simulazioni idrauliche sono state realizzate utilizzando il software HEC-RAS (River Analysis System) sviluppato dall'Hydrologic Engineering Center (HEC) per conto dell'U.S. Army Corps of Engineers e hanno consentito di definire le grandezze idrauliche fondamentali per le piene con tempo di ritorno T di 25, 200 e 500 anni e stimare la potenziale area inondabile per la piena duecentennale.

La morfologia dell'area di interesse è stata modellizzata facendo riferimento alle informazioni ricavate dal DTM della Regione Puglia e dal rilievo eseguito in corrispondenza degli attraversamenti INT2 e INT3 dal committente. Il modello idraulico è stato schematizzato considerando il reticolo idrografico che insiste nell'area di studio come mostra la figura seguente.

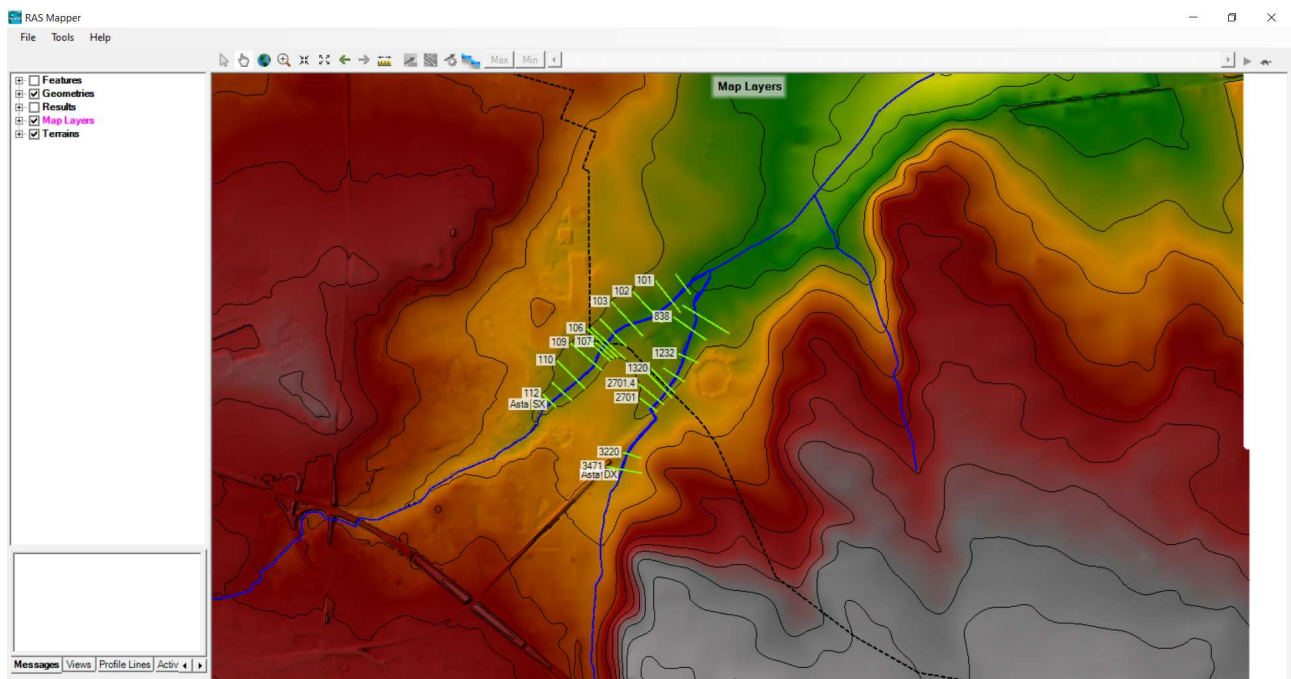


Figura 8. Schematizzazione del reticolo idrografico con il software HEC-RAS

I risultati ottenuti sono sintetizzati nelle tabelle seguenti.



| Sezione | Portata | Quota di fondo alveo | Livello idrico | Altezza critica | Energia totale | Velocità in alveo | Area bagnata | Larghezza in superficie | Froude |
|----------------|--------------------------|-----------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------------|---------------|
| | (m³/s) | [m] | [m] | [m] | [m] | [m/s] | [m²] | [m] | [--] |
| 112 | 39.0 | 37.5 | 39.9 | 38.8 | 39.9 | 0.7 | 82.7 | 94.2 | 0.2 |
| 111 | 39.0 | 37.1 | 39.9 | 39.5 | 39.9 | 1.0 | 77.4 | 114.5 | 0.2 |
| 110 | 39.0 | 37.1 | 39.6 | 38.8 | 39.8 | 2.0 | 25.8 | 98.8 | 0.5 |
| 109 | 39.0 | 36.5 | 38.4 | 38.4 | 39.1 | 3.8 | 10.4 | 7.2 | 1.0 |
| 108 | 39.0 | 36.4 | 38.6 | 37.7 | 38.7 | 1.3 | 31.1 | 24.3 | 0.4 |
| 107 | 39.0 | 36.3 | 38.6 | 38.3 | 38.6 | 0.8 | 46.9 | 105.1 | 0.4 |
| 106 INT3 monte | 39.0 | 36.3 | 38.5 | 38.3 | 38.6 | 0.9 | 42.2 | 105.4 | 0.5 |
| 105 INT3 valle | 39.0 | 36.2 | 38.0 | 37.8 | 38.4 | 3.0 | 13.2 | 11.1 | 0.9 |
| 104 | 39.0 | 36.1 | 37.7 | 37.7 | 37.9 | 2.2 | 28.6 | 81.6 | 0.6 |
| 103 | 39.0 | 36.0 | 37.4 | 37.2 | 37.5 | 1.9 | 39.5 | 93.8 | 0.6 |
| 102 | 39.0 | 35.5 | 37.2 | 36.7 | 37.3 | 1.1 | 65.3 | 92.0 | 0.3 |
| 101 | 39.0 | 35.0 | 36.8 | 36.8 | 37.1 | 2.7 | 24.9 | 52.8 | 0.7 |
| 100 | 39.0 | 34.8 | 36.0 | 36.0 | 36.3 | 3.1 | 23.5 | 70.1 | 1.0 |

Tabella 4-1. Risultati della simulazione idraulica per la piena con T = 25 anni lungo l'Asta SX

| Sezione | Portata | Quota di fondo alveo | Livello idrico | Altezza critica | Energia totale | Velocità in alveo | Area bagnata | Larghezza in superficie | Froude |
|----------------|--------------------------|-----------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------------|---------------|
| | (m³/s) | [m] | [m] | [m] | [m] | [m/s] | [m²] | [m] | [--] |
| 112 | 67.0 | 37.5 | 40.1 | 39.2 | 40.2 | 0.9 | 107.0 | 101.6 | 0.2 |
| 111 | 67.0 | 37.1 | 40.1 | 39.6 | 40.1 | 1.2 | 105.5 | 124.3 | 0.2 |
| 110 | 67.0 | 37.1 | 39.8 | 39.8 | 40.0 | 2.3 | 57.2 | 155.3 | 0.5 |
| 109 | 67.0 | 36.5 | 39.3 | 39.3 | 39.6 | 2.7 | 46.7 | 111.2 | 0.6 |
| 108 | 67.0 | 36.4 | 38.7 | 38.1 | 38.9 | 2.0 | 34.3 | 35.2 | 0.5 |
| 107 | 67.0 | 36.3 | 38.8 | 38.5 | 38.8 | 1.0 | 65.3 | 120.5 | 0.4 |
| 106 INT3 monte | 67.0 | 36.3 | 38.7 | 38.4 | 38.8 | 1.1 | 59.8 | 120.7 | 0.5 |
| 106 INT3 valle | 67.0 | 36.2 | 38.5 | 38.3 | 38.6 | 1.5 | 44.8 | 105.5 | 0.7 |
| 104 | 67.0 | 36.1 | 37.9 | 37.9 | 38.2 | 2.6 | 47.4 | 104.6 | 0.7 |
| 103 | 67.0 | 36.0 | 37.7 | 37.4 | 37.7 | 1.8 | 74.0 | 134.4 | 0.5 |
| 102 | 67.0 | 35.5 | 37.5 | 36.9 | 37.6 | 1.3 | 94.3 | 108.2 | 0.3 |
| 101 | 67.0 | 35.0 | 37.1 | 37.1 | 37.3 | 2.9 | 45.1 | 91.2 | 0.7 |
| 100 | 67.0 | 34.8 | 36.1 | 36.2 | 36.5 | 3.8 | 33.1 | 78.1 | 1.1 |

Tabella 4-2. Risultati della simulazione idraulica per la piena con T = 200 anni lungo l'Asta SX



| Sezione | Portata | Quota di fondo alveo | Livello idrico | Altezza critica | Energia totale | Velocità in alveo | Area bagnata | Larghezza in superficie | Froude |
|----------------|--------------------------|-----------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------------|---------------|
| | (m³/s) | [m] | [m] | [m] | [m] | [m/s] | [m²] | [m] | [--] |
| 112 | 80.0 | 37.5 | 40.2 | 39.3 | 40.3 | 1.0 | 114.8 | 101.6 | 0.2 |
| 111 | 80.0 | 37.1 | 40.2 | 39.7 | 40.2 | 1.3 | 114.5 | 127.4 | 0.3 |
| 110 | 80.0 | 37.1 | 39.9 | 39.9 | 40.1 | 2.4 | 68.9 | 161.1 | 0.5 |
| 109 | 80.0 | 36.5 | 39.4 | 39.4 | 39.6 | 2.9 | 54.0 | 120.0 | 0.6 |
| 108 | 80.0 | 36.4 | 38.7 | 38.3 | 39.0 | 2.3 | 35.4 | 43.8 | 0.6 |
| 107 | 80.0 | 36.3 | 38.8 | 38.5 | 38.9 | 1.1 | 72.8 | 125.7 | 0.5 |
| 106 INT3 monte | 80.0 | 36.3 | 38.8 | 38.5 | 38.8 | 1.2 | 66.9 | 126.0 | 0.5 |
| 106 INT3 valle | 80.0 | 36.2 | 38.5 | 38.4 | 38.6 | 1.5 | 53.1 | 114.3 | 0.7 |
| 105 | 80.0 | 36.1 | 38.0 | 38.0 | 38.2 | 2.7 | 53.7 | 110.9 | 0.7 |
| 104 | 80.0 | 36.0 | 37.8 | 37.5 | 37.8 | 1.8 | 86.7 | 144.2 | 0.5 |
| 103 | 80.0 | 35.5 | 37.6 | 37.0 | 37.6 | 1.4 | 102.4 | 112.4 | 0.3 |
| 102 | 80.0 | 35.0 | 37.2 | 37.2 | 37.4 | 2.8 | 60.6 | 123.5 | 0.6 |
| 101 | 80.0 | 34.8 | 36.1 | 36.3 | 36.6 | 4.2 | 35.8 | 80.2 | 1.2 |

Tabella 4-3. Risultati della simulazione idraulica per la piena con T = 500 anni lungo l'Asta SX

| Sezione | Portata | Quota di fondo alveo | Livello idrico | Altezza critica | Energia totale | Velocità in alveo | Area bagnata | Larghezza in superficie | Froude |
|----------------|--------------------------|-----------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------------|---------------|
| | (m³/s) | [m] | [m] | [m] | [m] | [m/s] | [m²] | [m] | [--] |
| 210 | 81.0 | 39.5 | 42.4 | 42.1 | 42.5 | 1.6 | 100.4 | 141.5 | 0.3 |
| 209 | 81.0 | 39.0 | 41.8 | 41.8 | 42.2 | 3.1 | 40.3 | 60.1 | 0.6 |
| 208 | 81.0 | 36.8 | 40.0 | 39.4 | 40.0 | 1.4 | 117.1 | 144.5 | 0.3 |
| 207 | 81.0 | 36.7 | 39.0 | 39.0 | 39.9 | 4.1 | 19.9 | 12.3 | 1.0 |
| 206 INT2 monte | 81.0 | 36.4 | 39.4 | 39.1 | 39.4 | 1.6 | 96.4 | 149.9 | 0.3 |
| 205 INT2 valle | 81.0 | 36.3 | 39.3 | 39.1 | 39.4 | 1.8 | 92.8 | 148.1 | 0.3 |
| 204 | 81.0 | 36.1 | 38.9 | 38.9 | 39.2 | 2.8 | 56.9 | 106.0 | 0.6 |
| 203 | 81.0 | 35.0 | 36.9 | 37.4 | 38.2 | 5.2 | 19.1 | 27.1 | 1.3 |
| 201 | 81.0 | 33.9 | 36.3 | 36.1 | 36.4 | 1.7 | 82.3 | 158.9 | 0.4 |
| 200 | 81.0 | 34.0 | 35.8 | 35.8 | 36.1 | 2.4 | 47.9 | 119.3 | 0.7 |

Tabella 4-4. Risultati della simulazione idraulica per la piena con T = 25 anni lungo l'Asta DX



| Sezione | Portata | Quota di fondo alveo | Livello idrico | Altezza critica | Energia totale | Velocità in alveo | Area bagnata | Larghezza in superficie | Froude |
|----------------|--------------------------|-----------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------------|---------------|
| | (m³/s) | [m] | [m] | [m] | [m] | [m/s] | [m²] | [m] | [--] |
| 210 | 140.0 | 39.5 | 42.8 | 42.3 | 42.9 | 1.6 | 163.6 | 166.2 | 0.3 |
| 209 | 140.0 | 39.0 | 42.2 | 42.2 | 42.7 | 3.5 | 68.8 | 80.2 | 0.7 |
| 208 | 140.0 | 36.8 | 40.4 | 39.8 | 40.4 | 1.5 | 174.0 | 161.7 | 0.3 |
| 207 | 140.0 | 36.7 | 39.9 | 39.9 | 40.3 | 3.2 | 73.1 | 98.4 | 0.6 |
| 206 INT2 monte | 140.0 | 36.4 | 39.7 | 39.3 | 39.7 | 1.9 | 139.2 | 156.7 | 0.4 |
| 205 INT2 valle | 140.0 | 36.3 | 39.6 | 39.3 | 39.7 | 1.9 | 136.8 | 156.0 | 0.3 |
| 204 | 140.0 | 36.1 | 39.2 | 39.2 | 39.4 | 3.4 | 79.4 | 111.1 | 0.6 |
| 203 | 140.0 | 35.0 | 37.4 | 37.8 | 38.4 | 5.2 | 44.1 | 63.4 | 1.1 |
| 201 | 140.0 | 33.9 | 36.6 | 36.3 | 36.7 | 1.9 | 127.4 | 171.4 | 0.4 |
| 200 | 140.0 | 34.0 | 36.1 | 36.1 | 36.4 | 2.7 | 83.9 | 153.3 | 0.7 |

Tabella 4-5. Risultati della simulazione idraulica per la piena con T = 200 anni lungo l'Asta DX

| Sezione | Portata | Quota di fondo alveo | Livello idrico | Altezza critica | Energia totale | Velocità in alveo | Area bagnata | Larghezza in superficie | Froude |
|----------------|--------------------------|-----------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------------|---------------|
| | (m³/s) | [m] | [m] | [m] | [m] | [m/s] | [m²] | [m] | [--] |
| 210 | 166.0 | 39.5 | 42.9 | 42.4 | 43.0 | 1.7 | 187.2 | 172.7 | 0.3 |
| 209 | 166.0 | 39.0 | 42.4 | 42.4 | 42.8 | 3.7 | 79.0 | 85.6 | 0.7 |
| 208 | 166.0 | 36.8 | 40.5 | 39.9 | 40.5 | 1.6 | 194.1 | 167.8 | 0.3 |
| 207 | 166.0 | 36.7 | 40.0 | 40.0 | 40.4 | 3.3 | 85.7 | 102.5 | 0.6 |
| 206 INT2 monte | 166.0 | 36.4 | 39.8 | 39.4 | 39.8 | 1.9 | 155.2 | 158.9 | 0.4 |
| 205 INT2 valle | 166.0 | 36.3 | 39.7 | 39.3 | 39.8 | 2.0 | 152.8 | 158.3 | 0.4 |
| 204 | 166.0 | 36.1 | 39.2 | 39.2 | 39.5 | 3.6 | 88.2 | 113.0 | 0.7 |
| 203 | 166.0 | 35.0 | 37.6 | 37.9 | 38.5 | 5.2 | 52.4 | 65.7 | 1.1 |
| 201 | 166.0 | 33.9 | 36.7 | 36.4 | 36.8 | 2.0 | 144.3 | 175.8 | 0.5 |
| 200 | 166.0 | 34.0 | 36.2 | 36.2 | 36.5 | 2.9 | 96.1 | 161.9 | 0.7 |

Tabella 4-6. Risultati della simulazione idraulica per la piena con T = 500 anni lungo l'Asta DX

Lungo entrambe le aste SX e DX, gli attraversamenti INT3 e INT2 risultano sormontati già per la portata di piena con tempo di ritorno di 25 anni.



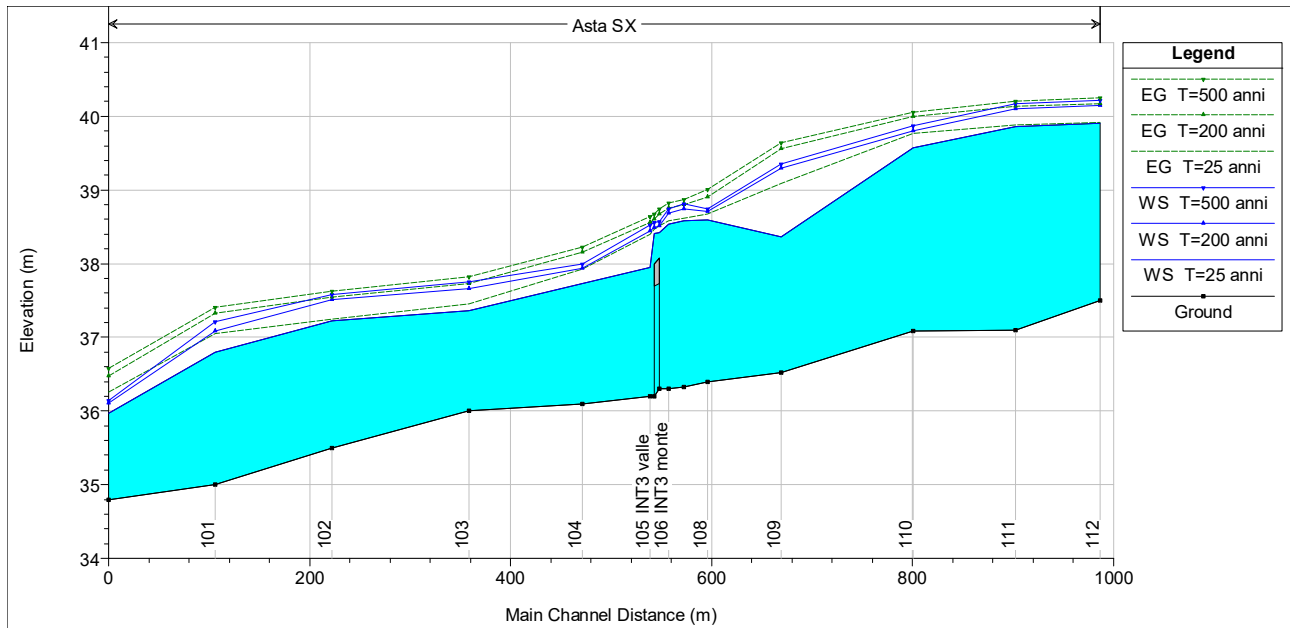


Figura 9. Profilo di corrente relativo alle portate di piena con T = 25, 200 e 500 anni lungo l'Asta SX

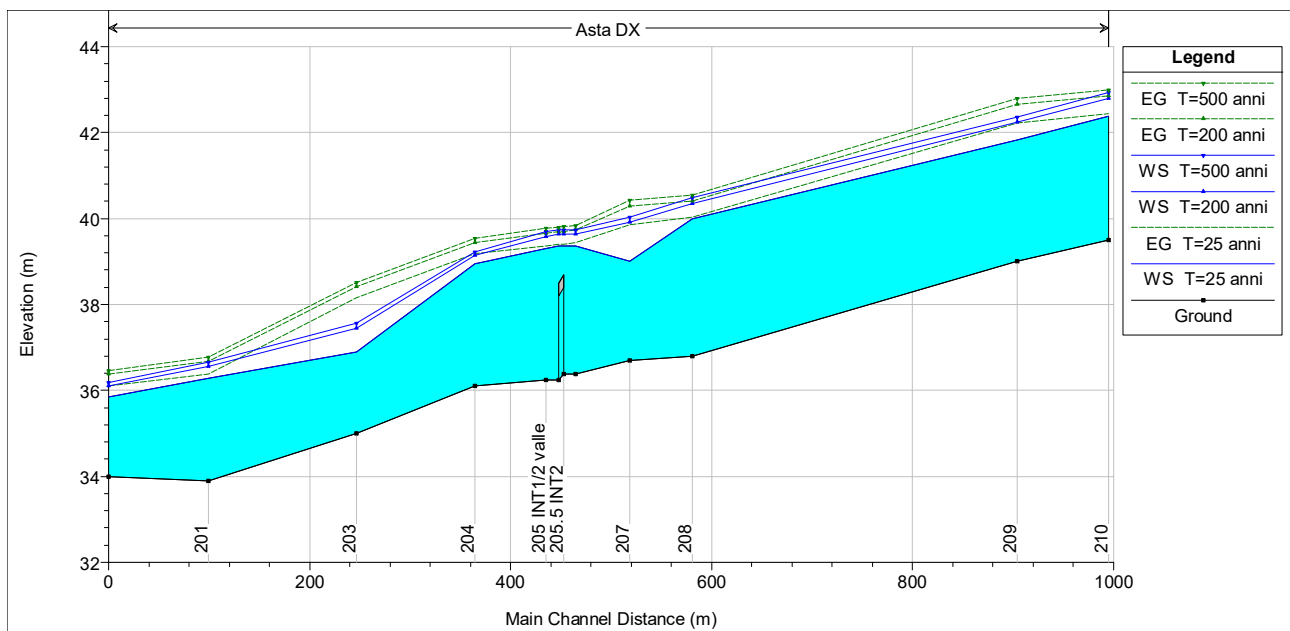


Figura 10. Profilo di corrente relativo alle portate di piena con T = 25, 200 e 500 anni lungo l'Asta DX

A partire dai risultati della simulazione idraulica per la piena con tempo di ritorno di 200 anni, sono state delimitate le aree inondabili lungo le due aste considerate. In corrispondenza dell'intersezione INT3 tale area inondabile si estende per circa 70 m in sinistra idrografica e 40 m in destra; mentre in corrispondenza dell'intersezione INT2 si estende per circa 130 m in sinistra idrografica e 20 m in destra.



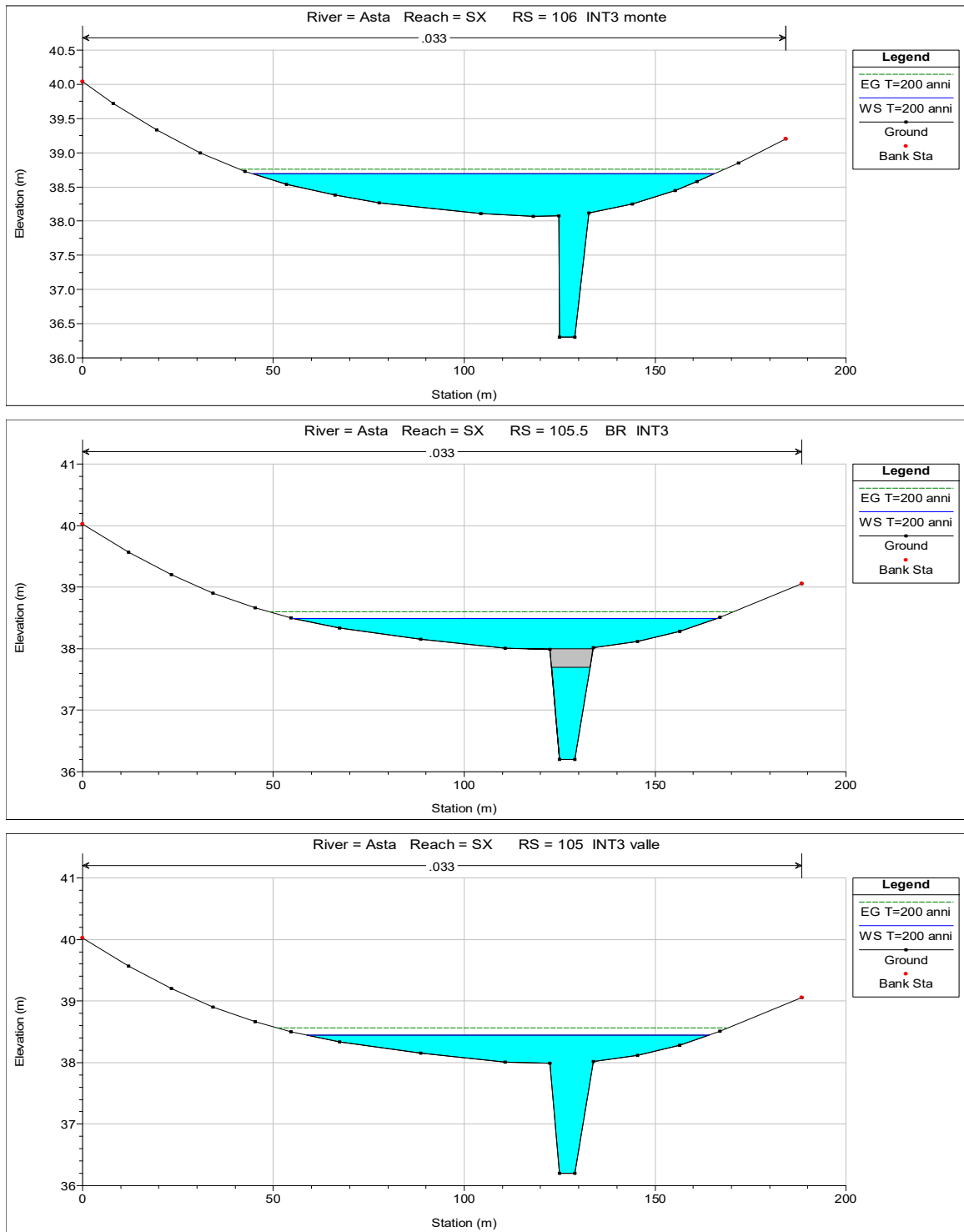


Figura 11. Livello idrico per la portata di piena con T = 200 anni lungo l'Asta SX in corrispondenza dell'intersezione INT3



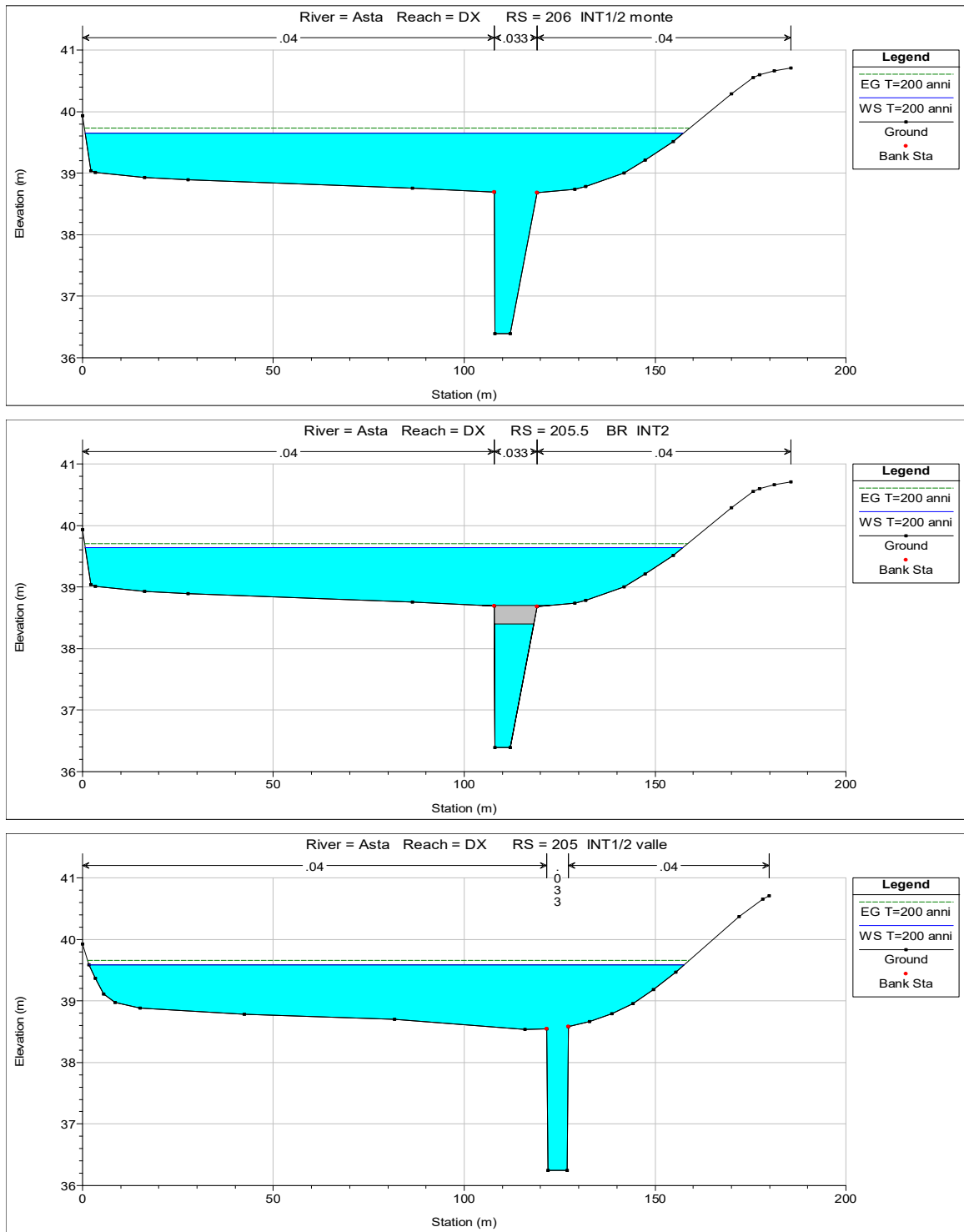


Figura 12. Livello idrico per la portata di piena con T = 200 anni lungo l'Asta DX in corrispondenza dell'intersezione INT2



4.1 Stima della posizione di ingresso e uscita del cavidotto

L'area inondabile relativa alla piena duecentennale definita nell'allegato *CRG_IDRO.02* rappresenta il perimetro entro il quale escludere la realizzazione dei punti di ingresso e uscita del cavidotto di progetto.

In corrispondenza degli attraversamenti INT2 e INT3 due corsi d'acqua considerati la larghezza in superficie della piena considerata è esplicitata nella tabella seguente.

| Intersezione | Minima distanza dalla sponda sinistra (m) | Minima distanza dalla sponda destra (m) |
|--------------|---|---|
| INT2 | 95 | 30 |
| INT3 | 70 | 40 |

Tabella 4-7. Minima distanza di ingresso e uscita del cavidotto in corrispondenza delle sezioni INT2 e INT3

4.2 Stima della massima profondità di scavo

L'attraversamento del cavidotto è previsto in TOC in corrispondenza di entrambe le intersezioni, INT2 e INT3, con il reticolo idrografico esistente.

In generale, lungo i tratti fluviali interessati da tale tipologia di attraversamento è necessario attestare che le condizioni di posa del cavidotto al di sotto dell'alveo fluviale escludano che eventuali fenomeni di approfondimento del fondo alveo possano compromettere il cavidotto di progetto. Pertanto, si è proceduto a verificare se la profondità di posa del cavidotto proposta sia compatibile con la capacità erosiva della piena duecentennale.

Delle due intersezioni considerate solo la INT2 è stata sottoposta a verifica dal momento che, in corrispondenza della sezione INT3, rivestita in cls sia sul fondo e sulle sponde, si escludono fenomeni di erosione sul fondo che possano interessare il cavidotto posto a una profondità almeno pari a 3.5 m.

In corrispondenza della sezione INT2, si ritiene sufficientemente cautelativa una stima speditiva dal momento che il passaggio in TOC del cavidotto, avvenendo senza lo scavo del fondo alveo, non induce alcun disturbo alla morfologia e all'assetto resistivo degli strati superficiali del letto fluviale. Pertanto, una stima del tutto prudenziale della profondità delle potenziali escavazioni del fondo è data in ragione del 50% dell'altezza idrica raccogliendo il suggerimento derivante da osservazioni dirette eseguite su corsi d'acqua italiani indipendentemente dal fondo e dal regime della corrente (Vollo L., 1959).



| Sezione | Portata (m ³ /s) | Altezza Idrica (m) | Profondità di scavo (m) |
|---------|--------------------------------|-----------------------|----------------------------|
| INT2 | 67 | 2.4 | 1.2 |

Tabella 4-8. Profondità potenziale di scavo in corrispondenza della sezione INT2



5 CONCLUSIONI

La presente relazione accompagna il progetto per la realizzazione di un parco agro-voltaico, delle relative opere di connessione e delle infrastrutture indispensabili da realizzarsi in località Risicata nel Comune di Cerignola (FG). L'impianto di progetto ha una potenza complessiva di 36,05 MW e si sviluppa su un'area pianeggiante di circa 55 ettari compresa tra 60 e 80 m s.l.m.m. e dista circa 8 km dal centro abitato di Cerignola e 38 km da quello di Foggia. La proponente è la società "Rinnovabili Sud Due S.r.l." con sede legale in via della Chimica, n. 103 85100 Potenza facente parte della multinazionale tedesca VSB.

L'impianto non ricade all'interno delle aree a pericolosità idraulica e si compone di:

- *area di generazione;*
- *stazione di trasformazione AT/MT;*
- *viabilità interna;*
- *Cavidotti* di collegamento tra le cabine Inverter e di trasformazione interne alle stringhe dei sottocampi fotovoltaici fino alla cabina di raccolta e poi da queste verso la SE di Utenza posate mediante scavi in trincea.

Tali componenti dell'impianto, ad eccezione del cavidotto esterno, sono ubicate lontano dal reticolo idrografico e non prevedono significative movimentazioni del terreno né modificano l'attuale deflusso delle acque meteoriche.

Il cavidotto esterno interseca il reticolo idrografico esistente in corrispondenza di due attraversamenti fluviali esistenti lungo il Fosso della Pila identificati come INT2 (lungo il ramo destro) e INT3 (lungo il ramo sinistro): qui non si prevedono modifiche alle sezioni idriche né alle opere idrauliche esistenti dal momento che il passaggio del cavidotto è previsto al di sotto del fondo alveo utilizzando la Trivellazione Orizzontale Controllata (TOC). Pertanto, la verifica idraulica riguarda esclusivamente le intersezioni tra cavidotto e reticolo idrografico e mira a verificare:

- la distanza minima dei punti di ingresso e uscita del cavidotto;
- la profondità di posa del cavidotto rispetto al fondo alveo.

Relativamente all'analisi idrologica, facendo riferimento ai bacini sottesi dalle sezioni INT2 e INT3, sono state stimate le portate di piena seguendo la metodologia proposta nel Rapporto VAPI Puglia a cura di P. Claps, V.A. Copertino e M. Fiorentino.

La verifica idraulica è stata realizzata costruendo i profili di corrente in moto permanente lungo le aste fluviali in corrispondenza delle intersezioni INT2 e INT3. Le simulazioni sono state effettuate utilizzando il software HEC-RAS (River Analysis System) sviluppato dall'Hydrologic Engineering Center (HEC) per conto dell'U.S. Army Corps of Engineers facendo riferimento alle piene con tempo di ritorno T paria a di 25, 200 e 500 anni.

Tale verifica evidenzia che lungo entrambe le aste SX e DX, gli attraversamenti INT3 e INT2 risultano sormontati già per la portata di piena con tempo di ritorno di 25 anni.



Facendo riferimento alla piena duecentennale è stata perimetrata la relativa area inondabile che rappresenta il limite entro il quale escludere la realizzazione dei punti di ingresso e uscita del cavidotto di progetto. Tale area inondabile si estende per circa 70 m in sinistra idrografica e 40 m in destra in corrispondenza dell'intersezione INT3 e per circa 130 m in sinistra idrografica e 20 m in destra in corrispondenza dell'intersezione INT2.

Sempre considerando la piena duecentennale, è stata stimata la massima profondità di scavo della corrente. Delle due intersezioni considerate solo la INT2 è stata sottoposta a verifica dal momento che, in corrispondenza della sezione INT3, rivestita in cls sia sul fondo e sulle sponde, si escludono fenomeni di erosione sul fondo che possano interessare il cavidotto posto a una distanza almeno pari a 2.5 m. In definitiva, per la sezione INT2, non sussistono condizioni di rischio in quanto la profondità di scavo stimata di 1.2 m risulta inferiore alla profondità di posa del cavidotto di 3.5 m.

