

Impianto agro-fotovoltaico "Polmone" Comune di Ramacca (CT)

Proponente



SORGENIA LEO S.r.l
Via Algardi, 4 – 20148 Milano
tel. 02 671941 – fax 02 67194210
<http://www.sorgenia.it>
PEC sorgenia.leo@legalmail.it



STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA 2D STAZIONE ELETTRICA

Progettista



Tiemes Srl
Via R. Galli 9 – 20148 Milano
tel. 024983104/ fax. 0249631510
www.tiemes.it

0	07/03/2024	Prima emissione	RZ	CM			
Rev.	Data emissione	Descrizione	Preparato	Approvato			
Origine File: 21047RMC.PD.R.29.00 – Studio di compatibilità idraulica 2D Stazione Elettrica		CODICE					
		Commessa		Proc	Tipo doc	Num	Rev
		21047	RMC	PD	R	29	00
Proprietà e diritti del presente documento sono riservati – la riproduzione è vietata / Ownership and copyright are reserved – reproduction is strictly forbidden							

INDICE

1.	PREMESSA E SCOPO	3
2.	DESCRIZIONE DEL PROGETTO	9
2.1.	INTERVENTO N.1 – MODIFICA DEI RACCORDI S.T. A 380 kV IN ENTRA-ESCI ALLA NUOVA SE	10
2.2.	INTERVENTO N.2 – REALIZZAZIONE SE "BELPASSO 380" DI TRASFORMAZIONE 380/150/36 kV	12
2.3.	INTERVENTO N.3 – COSTRUZIONE DI UNA CABINA DI SEZIONAMENTO DELLA SOCIETÀ SORGENIA LEO SRL	13
2.4.	INQUADRAMENTO DEL CORPO IDRICO	15
2.5.	ASSETTO GEOMETRICO DELL' ALVEO	16
3.	DEFINIZIONE DEGLI IDROGRAMMI DI PIENA	18
3.1.	TEMPO DI CORRIVAZIONE	18
3.2.	DEFINIZIONE DELLA PORTATA DI PROGETTO	19
3.3.	DEFINIZIONE DELL'IDROGRAMMA DI PROGETTO	21
4.	VALUTAZIONE IDRAULICA BIDIMENSIONALE	24
4.1.	ASSETTO GEOMETRICO DELLE AREE 2D	24
4.2.	MODELLAZIONE	30
4.2.1.	SIMULAZIONE ANTE OPERAM	33
4.2.2.	SIMULAZIONE POST OPERAM	40
5.	CONCLUSIONI	48

1. PREMESSA E SCOPO

Scopo della presente relazione, relativa al Progetto di una nuova Stazione Elettrica di trasformazione 380/150/36 kV denominata “Belpasso 380” da realizzare nel comune di Belpasso (CT) in agro da inserire in modalità entra-esci sulla linea RTN esistente a 380 kV “Chiaramonte Gulfi – Paternò”, e la modifica dei raccordi a 380 kV singola terna in entra-esci alla stazione, è mostrare la compatibilità idraulica della Stazione Elettrica, di seguito SE, rispetto al Piano stralcio di Assesto Idrogeologica redatto dall’Autorità di Bacino della Sicilia.

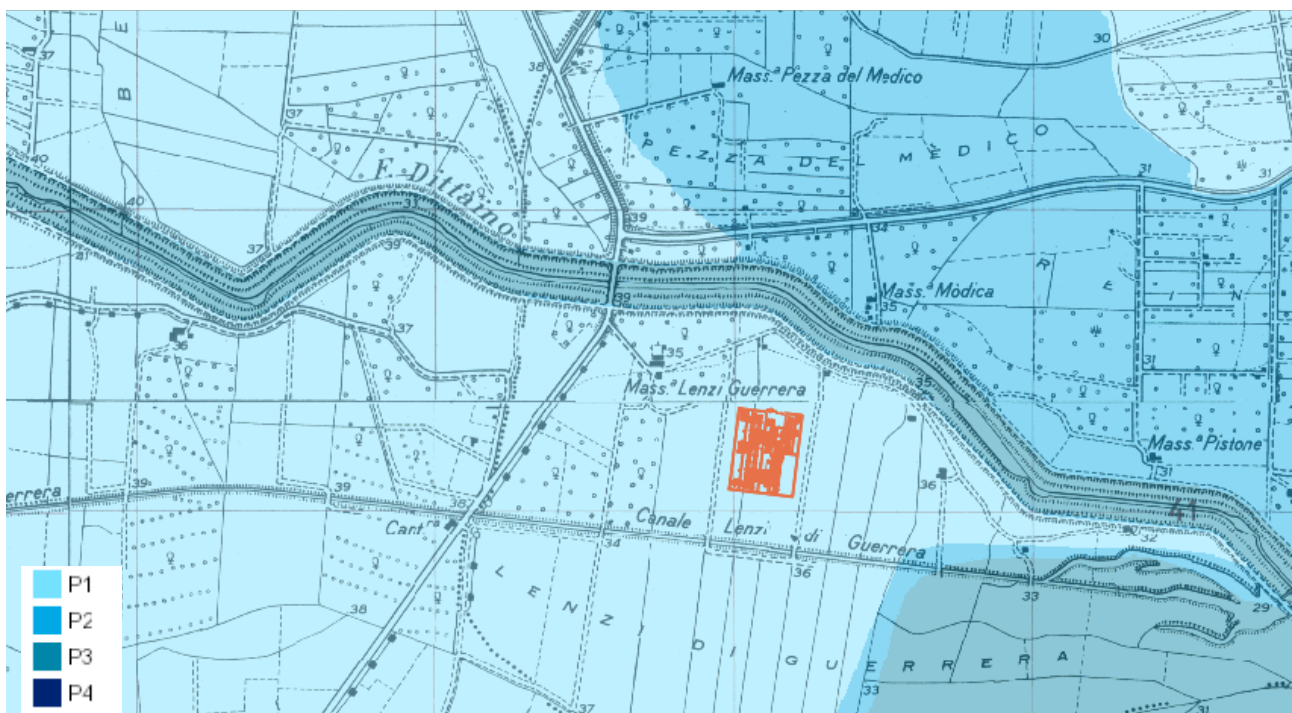


Figura 1– Inquadramento posizionamento Stazione Elettrica (in rosso) su cartografia PAI

La verifica della compatibilità idraulica consiste nella valutazione delle portate di piena che potrebbero verificarsi lungo il corso d’acqua Dittàino (identificato nella figura sottostante), presente nelle vicinanze della SE al fine di valutare l’eventuale interferenza delle opere in progetto con il livello di piena dei corsi d’acqua. L’area di impianto ricade nell’area a pericolosità P1 come identificato nella Figura 1.

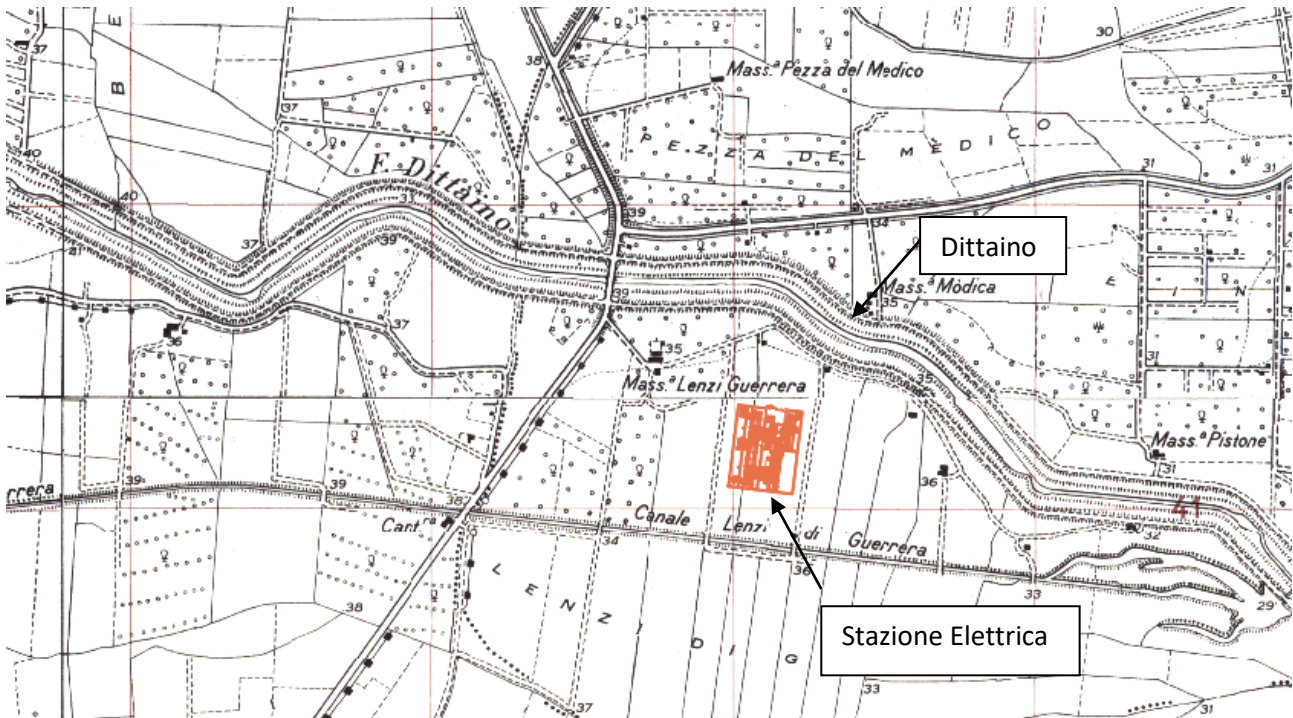


Figura 2–Inquadramento della Stazione Elettrica e del fiume Dittaino su IGM 25.000

All’art. 27, c. 1 e 2 delle Norme Tecniche di Attuazione del PAI viene definito quanto segue:

“ ...

27.1 Nelle aree a pericolosità P2 e P1 oltre agli interventi di cui all’art. 26, è consentita (previa verifica di compatibilità) l’attuazione delle previsioni degli strumenti urbanistici, generali e attuativi, e di settore vigenti, corredati da un adeguato studio di compatibilità esteso ad un ambito significativo.

27.2 Lo studio di cui al comma precedente deve tener conto degli elaborati cartografici del P.A.I., onde identificare le interazioni fra le opere previste e le condizioni idrauliche dell’area e attestare che le opere non aggravino le condizioni di pericolosità dell’area o ne aumentino l’estensione, secondo quanto definito dal precedente articolo 25.

L’Appendice C delle N.T.A del PAI dell’Autorità di bacino del Distretto idrografico della Sicilia individuano i contenuti tecnici per la redazione degli studi compatibilità idraulica. La tipologia di modellazione da effettuare viene identificato nel capitolo C.5 “Livello di approfondimento tecnico” della stessa appendice.

"Nelle aree in cui sarà proposto l'intervento, o lo studio di un Sito d'attenzione, o infine l'aggiornamento e modifica del P.A.I., è richiesto il livello di approfondimento più adeguato in relazione ai seguenti tre gradi crescenti di conoscenza:

- 1. Livello base: dovranno essere prodotte analisi idrologico-idrauliche di tipo speditivo e analisi geomorfologiche basate su conoscenze aggiornate con grado di attendibilità proporzionato all'oggetto dello studio;*
- 2. Livello intermedio: dovranno essere prodotte approfondite analisi idrologico-idrauliche di tipo avanzato, e analisi geomorfologiche basate su conoscenze aggiornate e con medio grado di attendibilità (utilizzo modelli monodimensionali, in condizioni di moto permanente);*
- 3. Livello avanzato: dovranno essere prodotte approfondite analisi idrologico-idrauliche di tipo avanzato, e analisi geomorfologiche basate su conoscenze aggiornate e con alto grado di attendibilità (utilizzo modelli bidimensionali, in condizioni di moto vario).*

....

C.5.2 Valutazione idrauliche approfondite (livelli intermedio e avanzato)

Le valutazioni idrauliche approfondite andranno effettuate laddove sussistono problematiche importanti di carattere idraulico e si debba procedere alla perimetrazione degli areali di esondazione e delle relative classi di pericolosità.

Le valutazioni idrauliche approfondite andranno effettuate sulla base di una delle seguenti schematizzazioni, progressivamente più complesse, delle condizioni di moto:

- a) moto stazionario monodimensionale (moto permanente);*
- b) moto vario monodimensionale o quasi bidimensionale;*
- c) moto vario bidimensionale, alle differenze o agli elementi finiti.*

..."

Come anche indicato nel capitolo C.3. Modellazione idraulica nell'appendice C "In considerazione della complessità del fenomeno da studiare e del grado di approfondimento necessario, possono essere utilizzati:

a) negli studi finalizzati alla progettazione di interventi per l'eliminazione del rischio e nei casi in cui la piena sia contenuta all'interno dell'alveo e sia chiaramente identificabile una direzione prevalente del flusso: modelli di moto permanente monodimensionale, moto vario monodimensionale (1D) o quasi-bidimensionale;

b) negli altri casi; modelli di moto quasi-bidimensionale, o di moto vario bidimensionale (2D), e comunque che consentano la valutazione dei tiranti idraulici e delle velocità, e dell'eventuale trasporto solido (ove il fenomeno risulti rilevante) e l'interazione con le opere eventualmente presenti nell'area in esame (ivi compresi le opere sotterranee di drenaggio). Il modello dovrà avere una risoluzione spaziale e temporale idonea alla rappresentazione di tutti gli elementi (naturali o artificiali) presenti nell'area di studio e dell'evoluzione del fenomeno di piena. Nei casi ordinari, la massima discretizzazione spaziale del modello non dovrebbe superare i 5 m.

..."

Nella presente relazione verranno eseguite simulazione idrauliche in moto vario quasi bidimensionale ovvero considerando un moto monodimensionale all'interno del corso d'acqua e un moto bidimensionale nelle aree in prossimità dell'area della SE.

In accordo con quanto indicato nell'appendice C, capitolo C.3. Modellazione idraulica, non è stata effettuata una modellazione del trasporto solido poiché il fenomeno è stato considerato non rilevante in quanto quest'ultimo si sviluppa principalmente all'interno dell'alveo mentre le opere in progetto sono ubicate esternamente ad esso.

L'area in oggetto non ricade tra le zone individuate dal documento "Analisi del trend climatico ed impatto sulle misure del PGRA del Distretto Idrografico della Sicilia – 2° ciclo" redatto dall'Autorità Bacino come soggette al cambiamento Climatico con livello Elevato o molto Elevato come individuate attraverso l'applicazione della metodologia geomorfologica Arno (Buglioni et al., 2010).

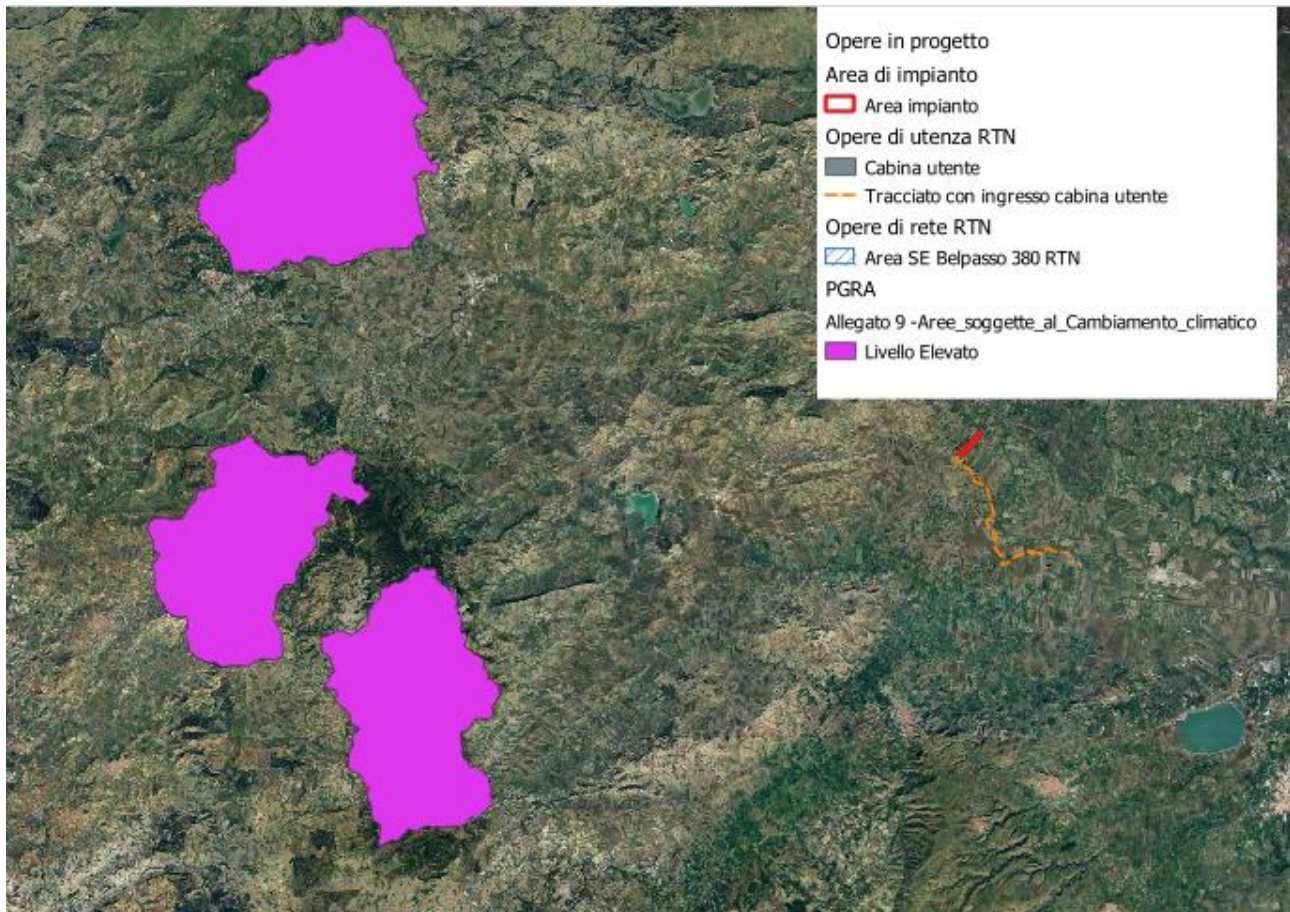


Figura 3–Inquadramento dell’area d’impianto, della SE rispetto alle aree soggette al cambiamento climatico individuate dall’AdB Sicilia

Per quanto riportato sopra la verifica di compatibilità è stata effettuata una modellazione quasi bidimensionale. La modellazione monodimensionale riguarda un tratto del Dittaino che si sviluppa per circa 6 km di cui 4,5 km a monte e 1,5 km a valle dell’area d’impianto mentre quella bidimensionale riguarda i terreni in sponda destra idraulica per un intorno di circa 1km a monte e 1,5km a valle dell’area della SE.

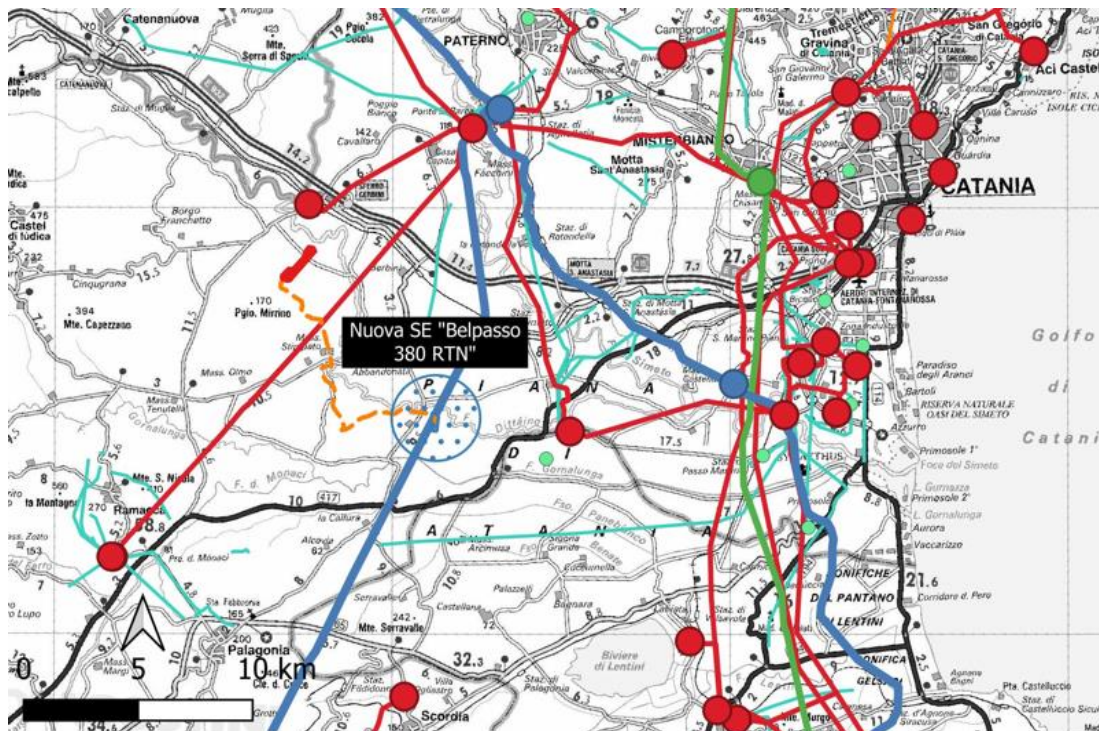
Le portate di piena utilizzate nelle simulazioni sono state ricavate dalle relazioni di piano del PAI relative al Bacino Idrografico del F. Imera Meridionale (072) Area territoriale tra il Bacino Idrografico del F. Palma e il Bacino Idrografico del F, Imera Meridionale (071).

Verranno sviluppate prima una modellazione in moto permanente per poi sviluppare la modellazione in moto vario quasi bidimensionale allo stato di fatto e allo stato di fatto.

Per un maggior dettaglio sui parametri idrologici, idraulici e sui risultati delle simulazioni si rimanda ai successivi capitoli.

2. DESCRIZIONE DEL PROGETTO

L'intervento consiste nel realizzare una nuova Stazione Elettrica di trasformazione 380/150/36 kV denominata "Belpasso 380" da realizzare nel comune di Belpasso (CT) in agro da inserire in modalità entra-esci sulla linea RTN esistente a 380 kV "Chiaramonte Gulfi – Paternò", e la modifica dei raccordi a 380 kV singola terna in entra-esci alla stazione.



Legenda:

 Area impianto agro-fotovoltaico "Polmone"	Infrastrutture RTN esistenti	Linee RTN
 Impianto di rete per la connessione	 Cabina Primaria 150 kV	 70 kV
 Area SE Belpasso 380 RTN	 Stazione Elettrica 220 kV	 150 kV
 Impianto di utenza per la connessione	 Stazione Elettrica 380 kV	 220 kV
 Tracciato cavidotto 36 kV di connessione impianto-stallo stazione	 Cabina Primaria 70 kV	 380 kV
	 Altro	 Linee MT e BT

Figura 4—Inquadramento opere di rete ed utenza per la connessione e infrastrutture esistenti

L'impianto agro-fotovoltaico "Polmone", che il proponente intende realizzare, sarà collegato in antenna alla sezione a 36 kV della futura SE. Le opere descritte nel seguito consentiranno di connettere la centrale fotovoltaica e una pluralità di altri impianti FER alla RTN.

Le opere facenti parte dell'impianto di rete per la connessione ricadono interamente nel comune di Belpasso (CT), e sono sintetizzabili in:

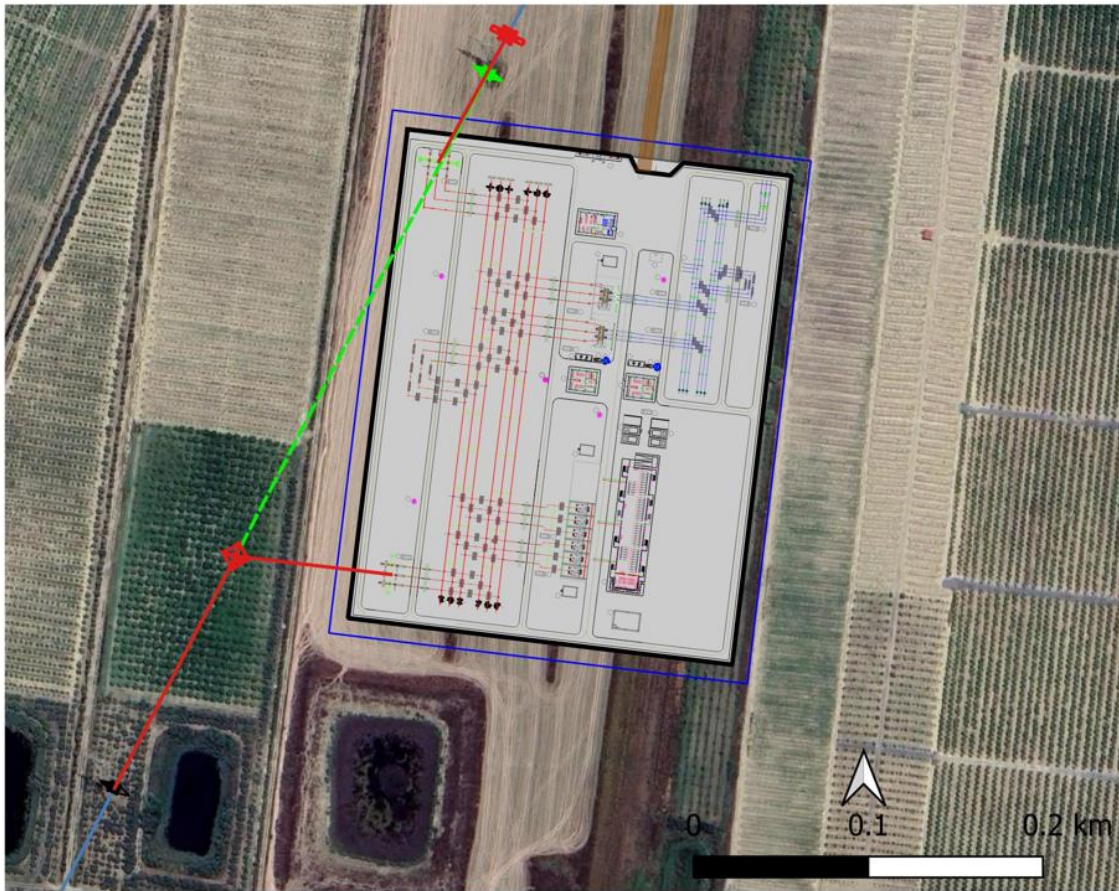
Intervento N.1 – Smantellamento di un sostegno 380 kV a singola terna e di circa 300 metri di linea aerea per realizzare due nuovi sostegni 380 kV a singola terna necessari per il collegamento in entra-esce sulla nuova SE;

Intervento N.2 – Costruzione di una nuova Stazione Elettrica di trasformazione 380/150/36 kV da realizzare in entra-esce sulla linea RTN S.T. (singola terna) a 380 kV "Chiaramonte Gulfi – Paternò".

Intervento N.3 - Costruzione di una cabina di sezionamento della società Sorgenia Leo srl.

2.1. Intervento n.1 – Modifica dei raccordi S.T. a 380 kV in entra-esce alla nuova SE

L'intervento N.1 consiste nella variazione del tracciato della linea aerea per realizzare un collegamento in entra-esce sulla nuova SE di Belpasso. Il progetto prevede lo smantellamento del sostegno esistente n.34 e l'inserimento sul tracciato dell'elettrodotto esistente, di due nuovi sostegni P.33/1 e P.33/2 rispettivamente del tipo EA30 e EP24.



Legenda:

- | | |
|---------------------------|---|
| Opere di rete RTN | — Sostegni esistenti |
| — Sostegni da realizzare | — Linea esistente "Chiaromonte Gulfi - Paternò" |
| — Linea da realizzare | — Strada di accesso |
| — Linea da smantellare | — Recinzione stazione |
| — Sostegni da smantellare | — Confine esterno stazione |

Figura 5– Tratto di linea da smantellare e posizionamento nuovi sostegni

I nuovi raccordi in entra-esce a semplice terna della serie a 380 kV saranno denominati Raccordo Destro "Paternò-Belpasso" e Raccordo Sinistro "Belpasso-Chiaromonte", e si attesteranno ai portali della futura Stazione Elettrica di Belpasso 380/150/36 kV.

I nuovi sostegni impiegati saranno analoghi a quelli già presenti sulla linea esistente del tipo a traliccio tronco piramidale, con altezze utili in coerenza con l'andamento orografico e altimetrico del terreno. Il nuovo elettrodotto sarà costituito da una palificazione a semplice terna armata con

due terne di fasi ciascuna composta da un conduttore di energia e con una corda di guardia, fino al raggiungimento dei sostegni capolinea.

La realizzazione dell'elettrodotto aereo è divisa in tre fasi principali:

1. Esecuzione delle fondazioni dei sostegni;
2. Montaggio dei sostegni;
3. Messa in opera dei conduttori e delle funi di guardia.

Saranno allestiti dei cosiddetti "microcantieri" nelle zone localizzate da ciascun sostegno. Il materiale proveniente dagli scavi, previo accertamento durante la fase esecutiva, sarà utilizzato per il rinterro degli scavi. Saranno eseguiti appositi campionamenti e il materiale non conforme sarà destinato ad idonea discarica, in conformità con la normativa vigente. Nel complesso i tempi di realizzazione di un sostegno non superano il mese e mezzo, tenuto conto anche della sosta necessaria per la stagionatura dei getti.

2.2. Intervento n.2 – Realizzazione SE "Belpasso 380" di trasformazione 380/150/36 kV

L'intervento N.2 consiste nella realizzazione di una nuova Stazione Elettrica di trasformazione 380/150/36 kV, denominata "Belpasso 380" da realizzare nel comune di Belpasso (CT) in agro in terreni censiti al N.C.T. al foglio 103 p.lle 366, 367 e 368. L'areale interessato dall'opera, ovvero la nuova SE e l'area circostante riservata per esigenze di servizio e manutenzione, occuperà una superficie complessiva di circa 7,3 ha.

L'opera è necessaria per immettere l'energia elettrica prodotta dall'impianto agro-fotovoltaico "Polmone", e di una pluralità di altre iniziative di produzione da FER, all'interno della rete di trasmissione nazionale.

La STMG elaborata da Terna per la connessione del parco agro-fotovoltaico "Polmone" CP 202200414 prevede che la centrale fotovoltaica venga collegata in antenna a 36 kV sulla nuova SE di trasformazione RTN 380/150/36 kV da inserire in entra-esce alla linea RTN 380 kV "Chiamonte Gulfi – Paternò". Ai sensi dell'art. 21 dell'allegato A alla deliberazione Arg/elt/99/08 e s.m.i. dell'Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente, il nuovo elettrodotto in antenna a 36 kV per il collegamento della centrale sulla Stazione Elettrica della RTN costituisce impianto di utenza

per la connessione, mentre lo stallo arrivo produttore a 36 kV nella suddetta stazione costituisce impianto di rete per la connessione.

Per l'accesso alla stazione elettrica verrà utilizzata la strada locale interpodereale (sterrata di circa 500m) che costeggia, in direzione Est/Ovest quasi interamente pianeggianti, il Fiume Dittaino fino allo sbocco sulla Strada provinciale n. 74 II, in prossimità del Ponte sul Fiume. Le caratteristiche della strada (larghezza media carrabile 4,00m) garantiscono l'accessibilità diretta dei mezzi ai luoghi interessati dal posizionamento della nuova Stazione previo minimi interventi di adeguamento o ampliamento della stessa. In particolare, per la strada (sterrata) si provvederà all'allargamento del sedime stradale di almeno 1 metro, ripulendo la parte esistente incolta e cespugliata, e provvedendo, laddove sia necessario, al rinterro con materiale di scavo e alla compattazione del terreno per uno spessore dell'ordine di almeno 50 cm, di modo tale da presentare caratteristiche idonee al transito di mezzi pesanti e d'opera, impegnando le particelle 232, 231 e 45 del foglio catastale n. 103 del comune di Belpasso (CT). Sarà realizzata anche una strada di accesso dalla strada interpodereale esistente fino al cancello di accesso alla stazione elettrica.

Inoltre, attorno all'area recintata della stazione dovrà essere realizzata, per esigenze di servizio e manutenzione, una strada perimetrale di larghezza circa 10 m, tale da consentire anche le opere di realizzazione e l'eventuale tracciato di linee con ingresso in cavo.

2.3. Intervento n.3 – Costruzione di una cabina di sezionamento della società Sorgenia Leo srl

Nei pressi della SE Belpasso 380/150/36 kV sarà posizionata una cabina utente di sezionamento del cavidotto AT 36 kV, prima della consegna su scomparto dedicato 36 kV.

Nelle immagini seguenti è riportata la cabina di sezionamento.

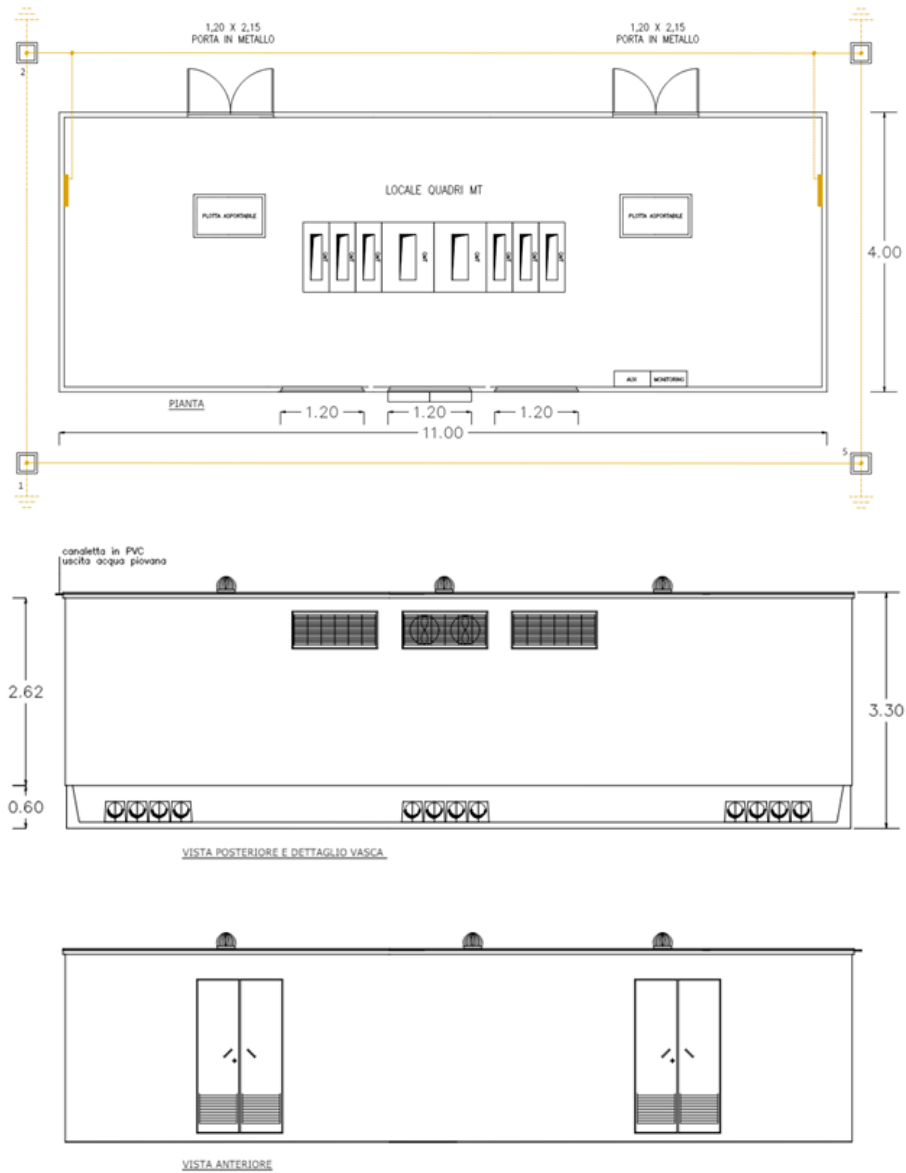


Figura 6– Cabina di sezionamento Sorgenia Leo srl

Tale cabina avrà la funzione di effettuare il parallelo tra le linee AT in arrivo dal parco agrofotovoltaico, sezionare il cavo e permettere la ripartenza dello stesso verso la sezione 36 kV della SE Terna.

2.4. INQUADRAMENTO DEL CORPO IDRICO

Il fiume Dittaino trae origine, sotto il nome di torrente Bozzetta, a quota 925 m s.m. dalle pendici orientali dei monti Erei nella zona centrale della Sicilia. Sul Bozzetta è stato realizzato il serbatoio Nicoletti che raccoglie i deflussi di circa 50 kmq di bacino diretto. Nel bacino sotteso dal Nicoletti sono state realizzate solo opere di sistemazione trasversali, costituite in prevalenza da briglie semplici in calcestruzzo. Tali interventi interessano il Bozzetta, il torrente Manna ed il vallone dell’Ammaro. A valle della diga i maggiori affluenti del Dittaino sono il torrente Calderari ed il vallone Sciaguana.

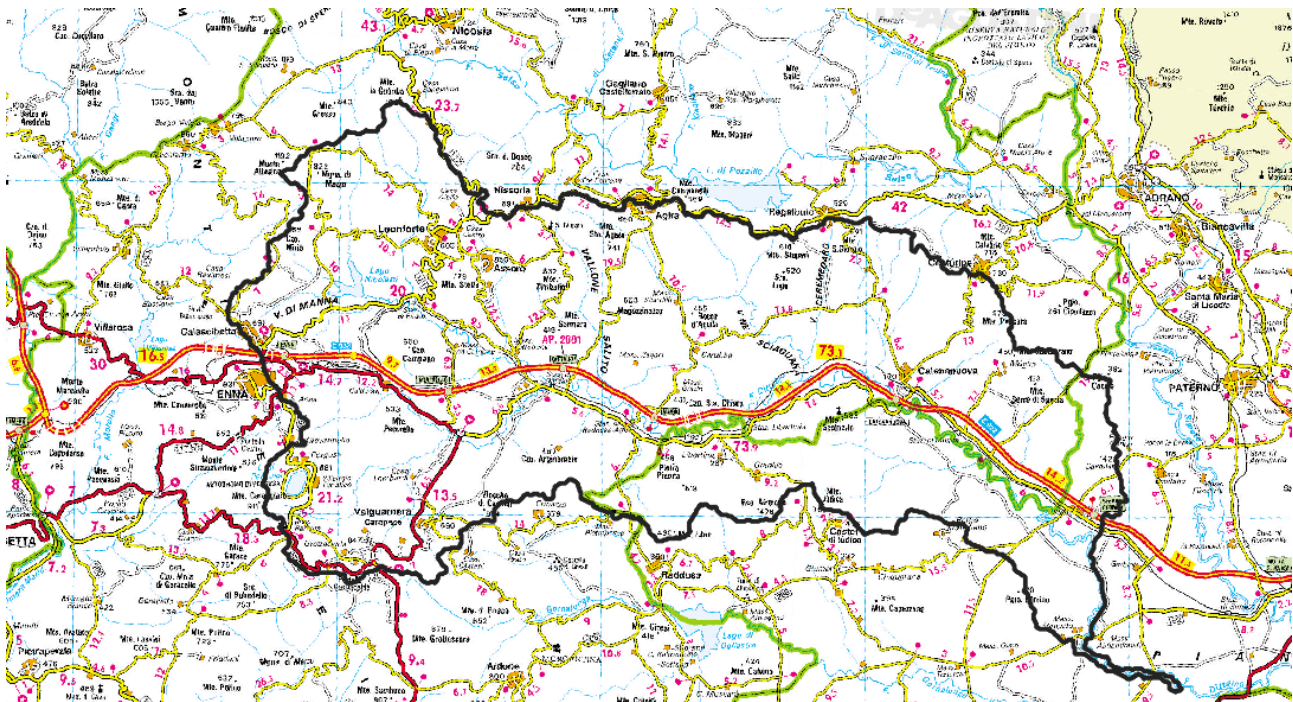


Figura 7–Bacino imbrifero del Dittaino (nero) relativo all’area oggetto di studio

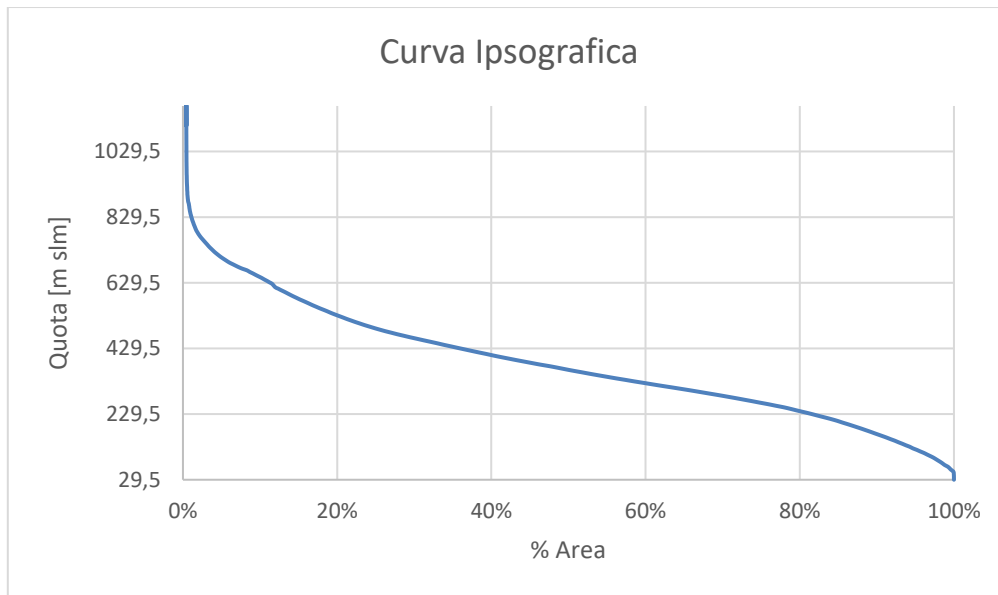


Figura 8—Curva ipsografica del bacino alla sezione di chiusura di progetto

La sezione di chiusura è stata individuata a 1 km a valle dell'area di progetto. Nella seguente tabella sono riportate le caratteristiche principali del bacino.

Tabella 1 – Caratteristiche del bacino imbrifero

Quota media del bacino [m s.l.m.]	363
Quota minima del bacino [m s.l.m.]	29,50
Lunghezza dell'asta [km]	110
Superficie del bacino imbrifero [km ²]	835

2.5. ASSETTO GEOMETRICO DELL' ALVEO

La descrizione geometrica del Dittaino nel tratto in esame è stata effettuata utilizzando la cartografia DTM (Digital Terrain Model) della Regione Sicilia, che fornisce un modello digitale del terreno di elevata precisione con griglia 2x2 m.

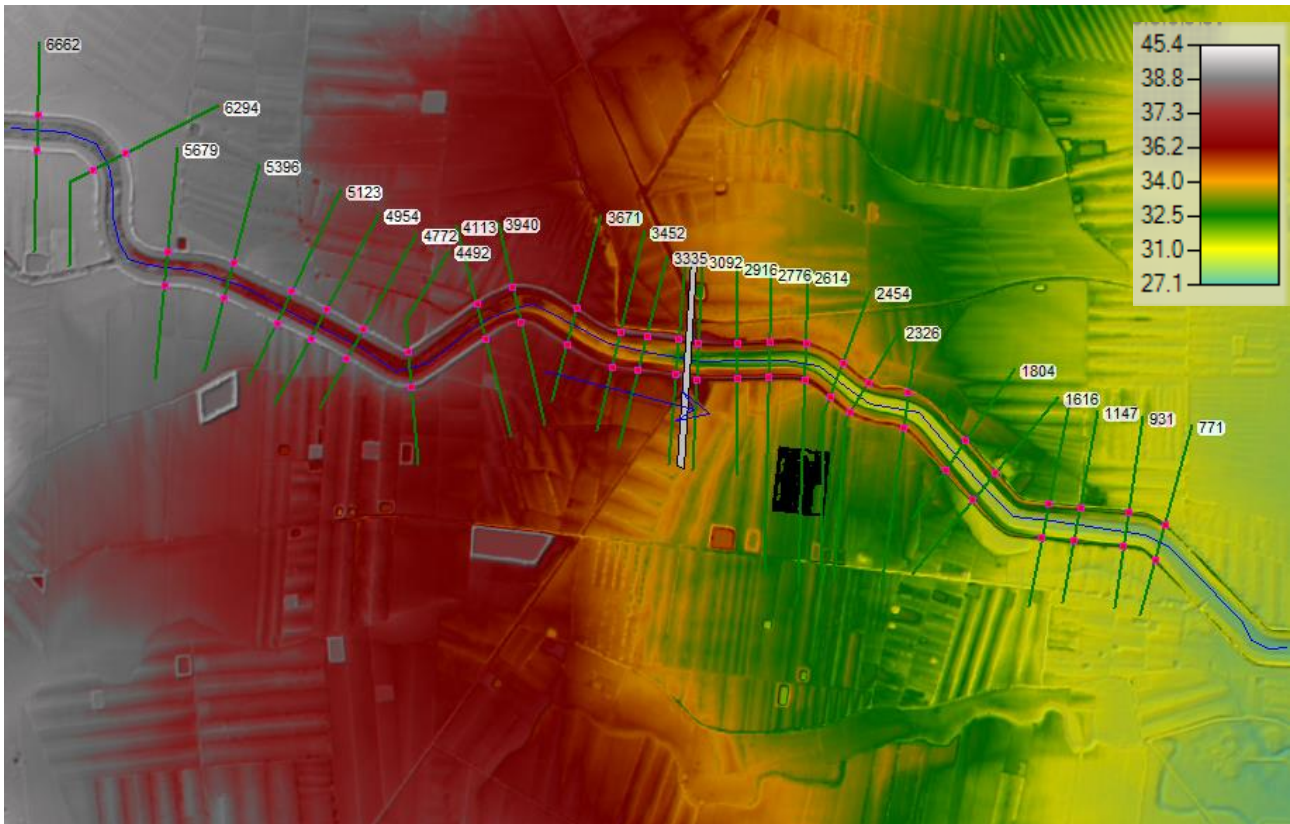


Figura 9–Dettaglio delle sezioni utilizzate nelle simulazioni idrauliche

Il tratto in esame è caratterizzato da una pendenza dell'ordine dello 0,3%, larghezza dell'alveo tra i 120 e 160 metri circa. Sono presenti argini in sponda destra idraulica per il tratto di interesse del progetto. Il corso d'acqua nel tratto d'esame si sviluppa principalmente in direzione N-S. Nella seguente immagine è mostrata la collocazione del corso d'acqua rispetto all'impianto agro-fotovoltaico.



Figura 10–Inquadramento dell’area di progetto rispetto al corso d’acqua

3. DEFINIZIONE DEGLI IDROGRAMMI DI PIENA

Nei seguenti paragrafi verranno definiti gli idrogrammi di piena, con tempo di ritorno 50, 100 e 300 anni del fiume Dittaino da utilizzare per le successive simulazioni idrauliche. Prima della definizione dell’idrogramma è necessario individuare i parametri idraulici e le caratteristiche dei bacini necessari alla loro generazione.

3.1. Tempo di corrivazione

Il tempo di corrivazione, definito secondo Giandotti come “il tempo che intercede fra l’inizio della intumescenza, che si intende coincida con l’inizio della precipitazione efficace e il suo colmo”, è stato calcolato tramite la seguente formula da lui proposta:

$$t_c = \frac{1,5 * L + 4 * A^{0,5}}{0,8 * (h_m - h_0)^{0,5}}$$

con:

- L = lunghezza dell'asta principale del bacino, km;
- A = superficie del bacino, km²;
- h_m = altitudine media del bacino, m slm;
- h_0 = altitudine della sezione di chiusura, m slm.

Partendo dai dati indicati in Tabella 1, il tempo di corrivazione è pari a 19,50 ore.

Le portate di piene, per diversi tempi di ritorno, sono presenti nella relazione *"Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I) – Bacino Idrografico del F. Imera Meridionale (072) Area territoriale tra il Bacino Idrografico del F. Palma e il Bacino Idrografico del F, Imera Meridionale (071)"*. Il tratto di nostro interesse è quello compreso tra le sezioni DI-32 e DI-31.

3.2. Definizione della portata di progetto

L'area in progetto è posizionata tra le sezioni DI-32 alla DI-31 individuate nell'appendice C "Schema planimetrico – figura C.69 "Schema planimetrico con l'ubicazione delle sezioni di calcolo per le verifiche idrauliche nel tratto del Fiume Dittaino da DI-41 a DI-1"" della relazione del PAI *"Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I) – Bacino Idrografico del F. Imera Meridionale (072) Area territoriale tra il Bacino Idrografico del F. Palma e il Bacino Idrografico del F, Imera Meridionale (071)"*.

Schema planimetrico con l'ubicazione delle sezioni di calcolo per le verifiche idrauliche nel tratto del Fiume Dittaino (da DI-49 a DI-30)

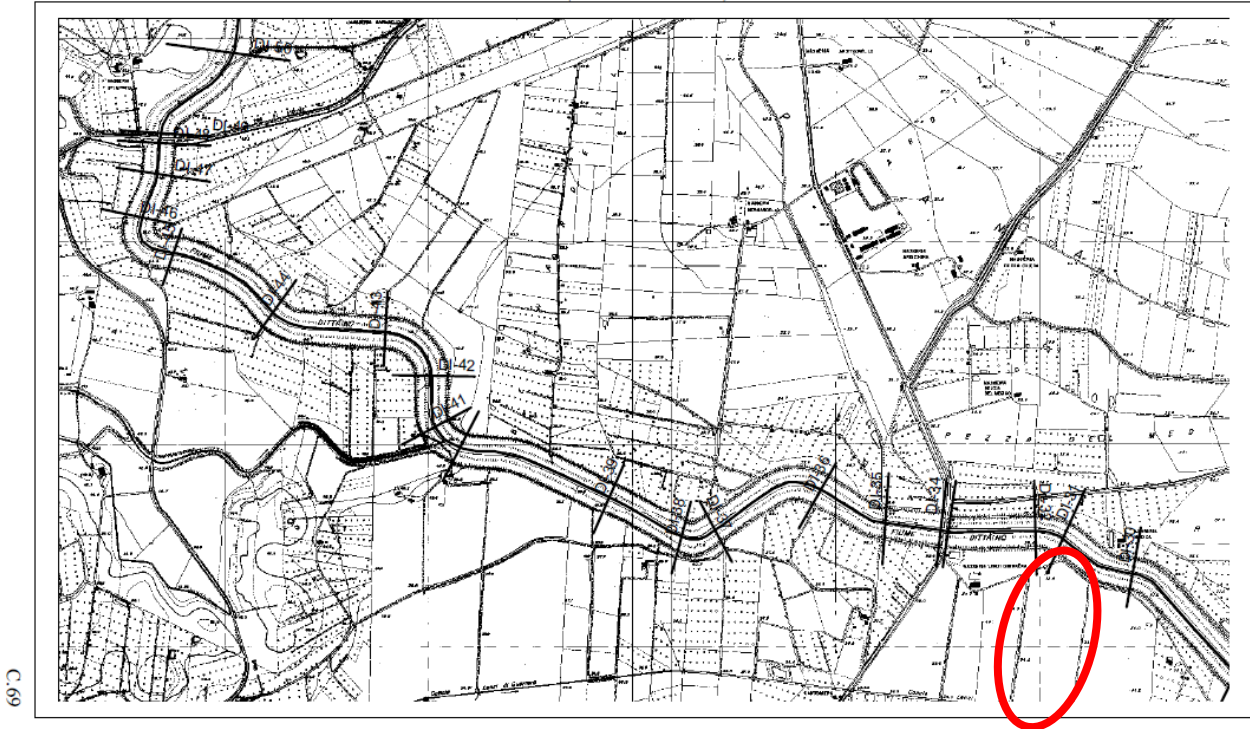


Figura 11–Planimetria con le sezioni utilizzate per la verifica idraulico del fiume Dittaino presente nella relazione del PAI.

Tabella 4.5 Valori delle portate al colmo di piena (Q_t) del fiume Dittaino, per tempi di ritorno pari a 50, 100, 300 anni.

tratto	portate (mc/s)		
	$t_r=50$	$t_r=100$	$t_r=300$
da DI-1 a DI-41	1642	2234	3503
da DI-42 a DI-76	1610	2192	3436
da DI-77 a DI-129	1570	2137	3351
da DI-130 a DI-138	1502	2044	3206
da DI-139 a DI-163	1437	1956	3067
da DI-164 a DI-263	1332	1812	2842

Figura 12–Portate di piena per diversi tempi di ritorno nei diversi tratti del fiume Dittaino

Le portate di piena, per i diversi tempi di ritorno, utilizzate nelle simulazioni sono:

Tabella 2 Portate di piena per diversi tempi di ritorno utilizzati per la simulazione idraulica

Tempo di ritorno [anni]	Portata [m3/s]
50	1642
100	2234
300	3503

3.3. Definizione dell'idrogramma di progetto

La definizione dell'idrogramma di progetto, per i diversi tempi di ritorno, è partita da quanto indicato nella relazione del PAI relativa del Bacino Idrografico del Fiume Simeto redatta dalla Regione Siciliana – Dipartimento Territorio e Ambiente – Servizio 4 "Assetto del territorio e difesa del suolo", documento relativo alla perimetrazione delle aree di pericolosità idraulica. A pagina 266 di tale documento viene definito quanto segue: *"In particolare gli idrogrammi del Dittaino e del Simeto, a monte della confluenza con il Dittaino, sono stati assunti con portata al colmo pari a quelle ottenute con le relazioni regionali valide per i singoli rami confluenti e con forme triangolari caratterizzate da una fase ascendente di durata pari ai tempi di corrivazione (tc = 15 ore per il Simeto e 21 ore per il Dittaino) e una fase discendente di durata 2.5 tc. Dall'idrogramma risultante si è ottenuta la portata al colmo assunta valida per la sezione immediatamente a valle della confluenza Simeto-Dittaino."*

A partire dal tempo di corrivazione (19,5 ore) definito nel paragrafo 3.1 e dalla portata definita nel paragrafo 3.2 sono stati calcolati gli idrogrammi di progetto per i tempi di ritorno pari a 50, 100 e 300 anni, di seguito riportati.

Il picco dell'idrogramma è a 19,5 ore e la sua lunghezza è pari a circa 49 ore.

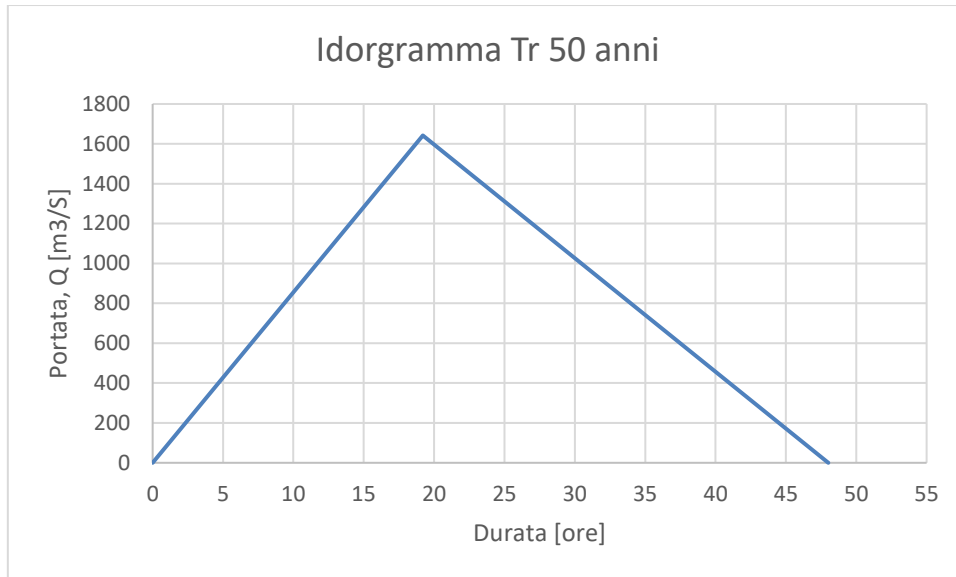


Figura 13–Idrogramma di piena Tr 50 anni del Dittaino nella sezione di chiusura di progetto

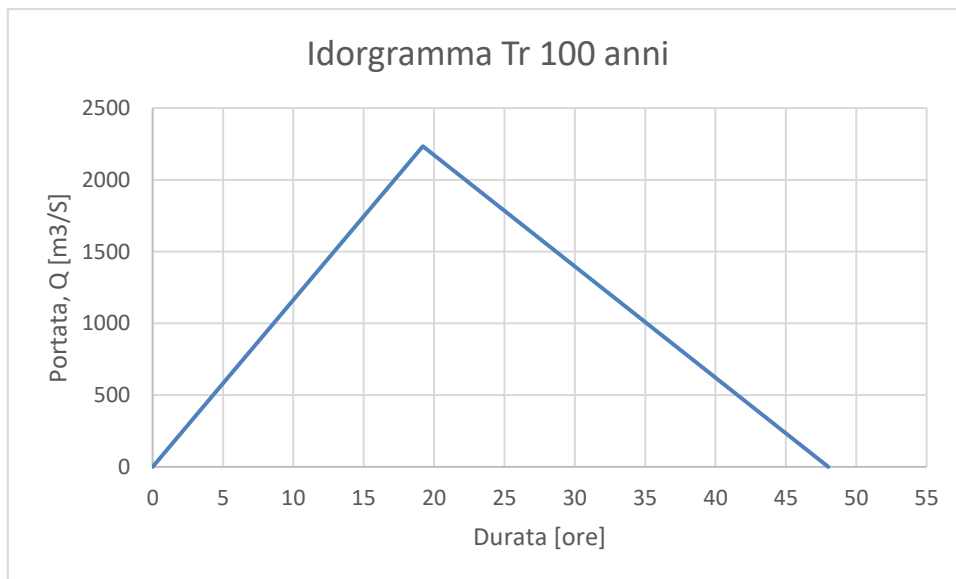


Figura 14–Idrogramma di piena Tr 100 anni del Dittaino nella sezione di chiusura di progetto

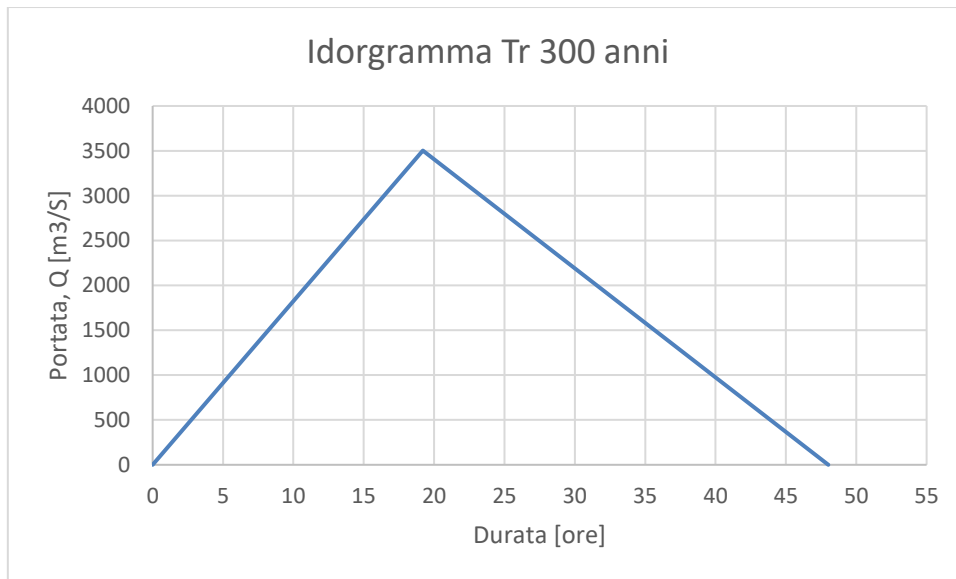


Figura 15–Idrogramma di piena Tr 300 anni del Dittaino nella sezione di chiusura di progetto

4. VALUTAZIONE IDRAULICA BIDIMENSIONALE

4.1. ASSETTO GEOMETRICO DELLE AREE 2D

Le sezioni del Dittaino si sono basate sul DTM 2x2 m fornito dalla Regione Sicilia. Di seguito sono mostrate la planimetria dell'area studiata e le sezioni d'interesse in prossimità della stazione elettrica e la planimetria.

Il Dittaino è stato analizzato per circa 6 km di cui 4,5 km a monte e 1,5 km a valle dell'area di progetto.

Le aree 2D analizzate comprendono le zone in sponda destra idraulica del fiume Dittaino per un tratto di circa 3,2 km. La maglia di calcolo ha un mesh di dimensioni 25x25 m, valore considerato adeguato in termini di precisione e onere temporale per le simulazioni (il modello poi adatta le celle sulla base del DTM e del perimetro dell'area) vista la natura pianeggiante dell'area indagata, per un valore totale delle celle pari a 5430.



Figura 16–Planimetria dell'area utilizzata per la simulazione bidimensionale

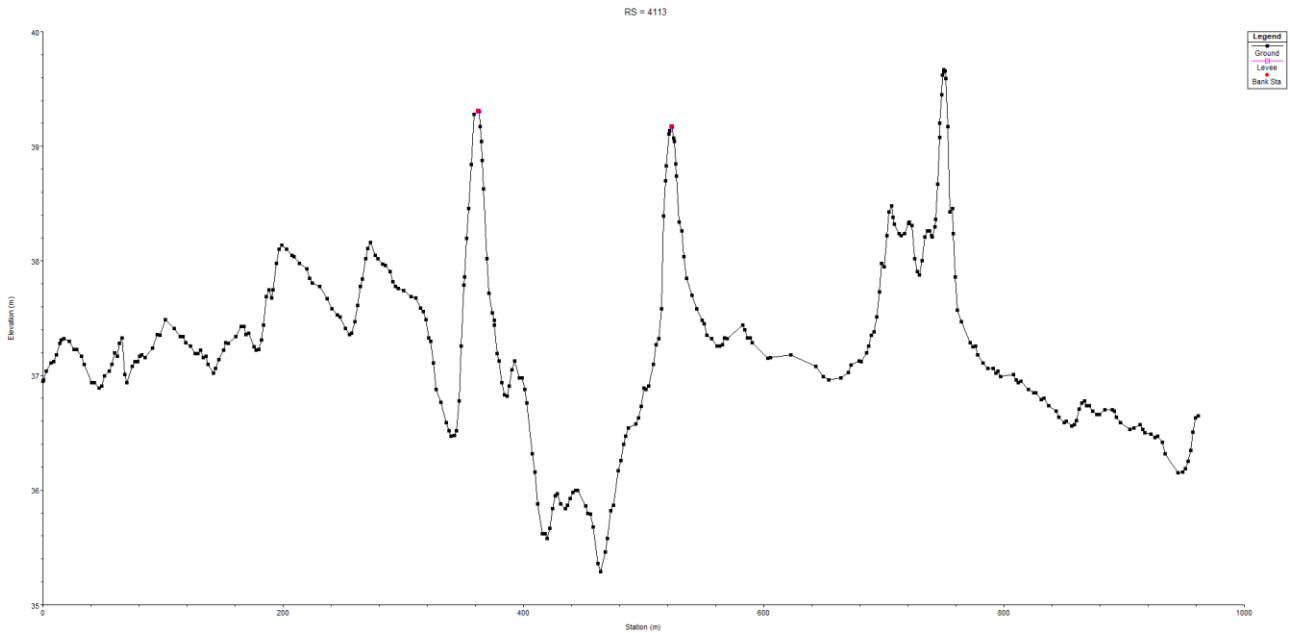


Figura 17–Sezione trasversale 4113 del Dittaino

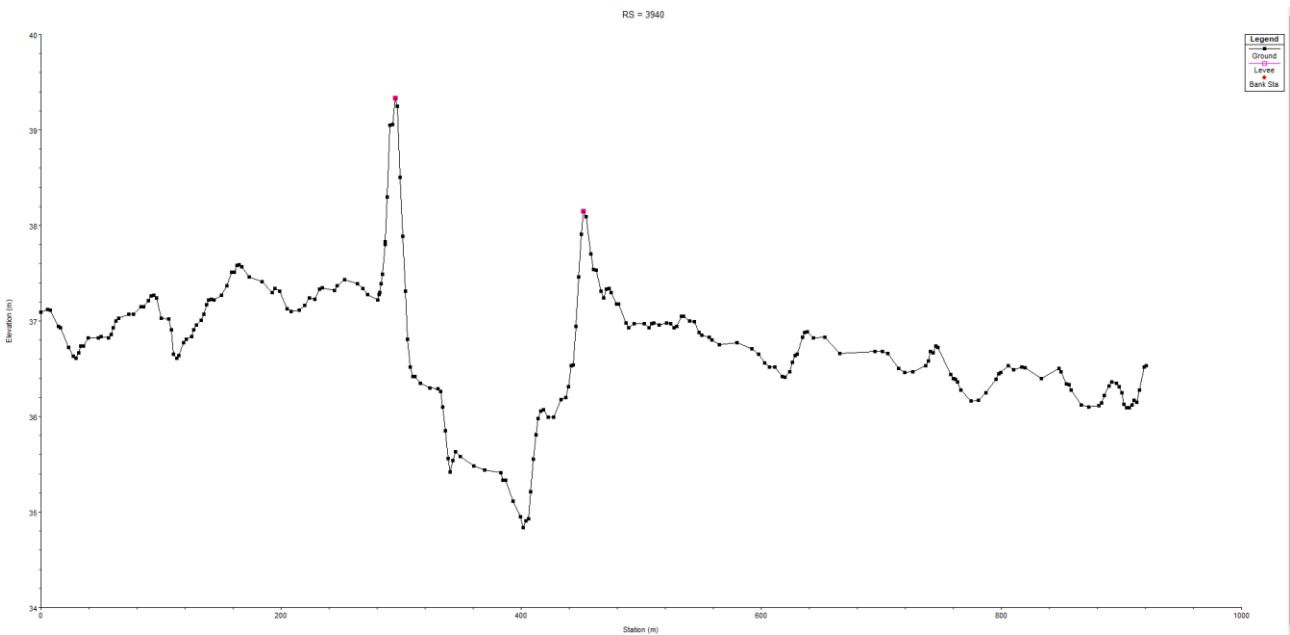


Figura 18–Sezione trasversale 3940 del Dittaino

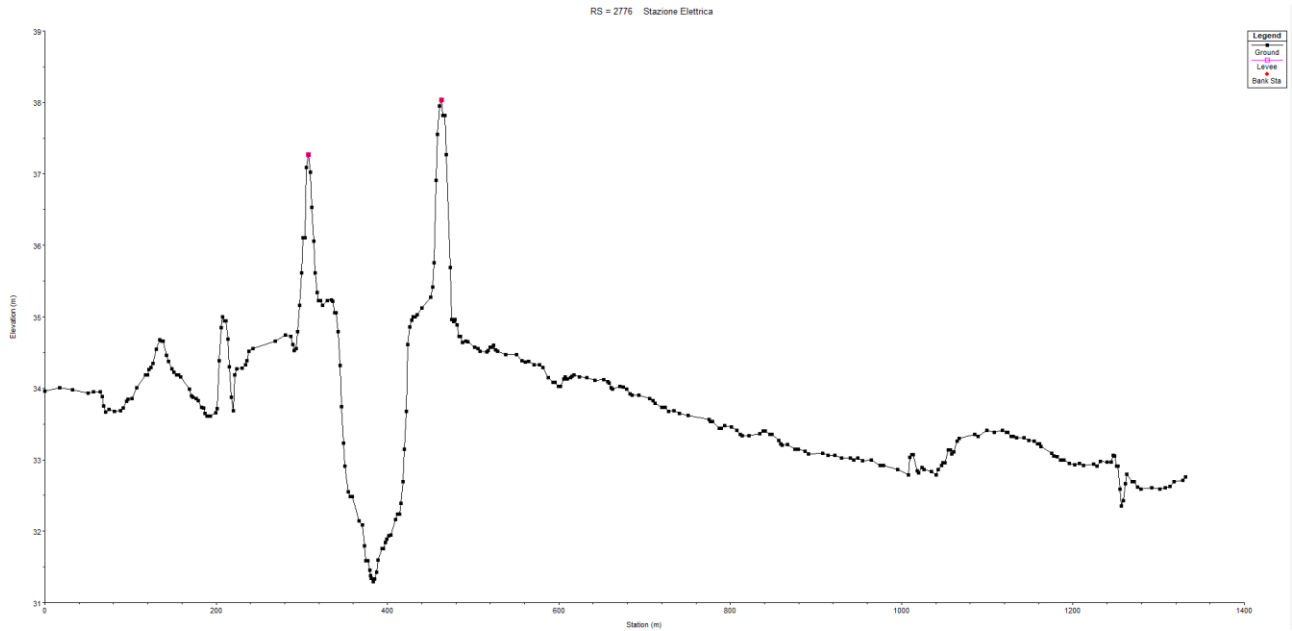


Figura 19–Sezione trasversale 2776 del Dittaino

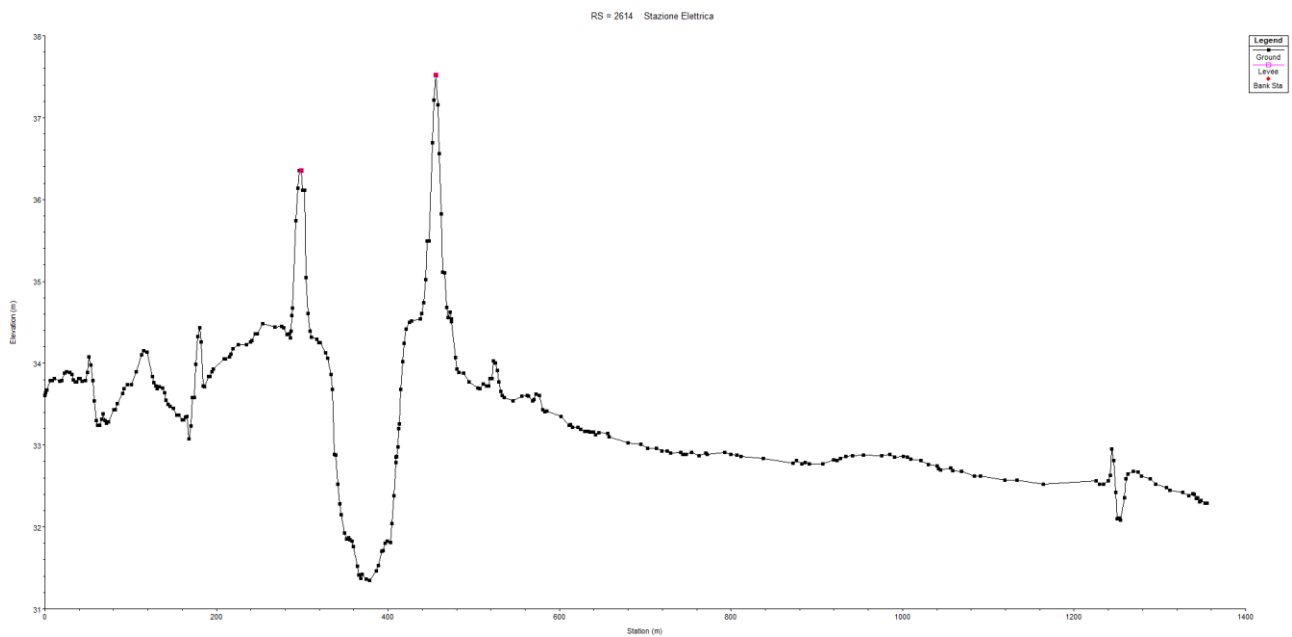


Figura 20–Sezione trasversale 2614 del Dittaino

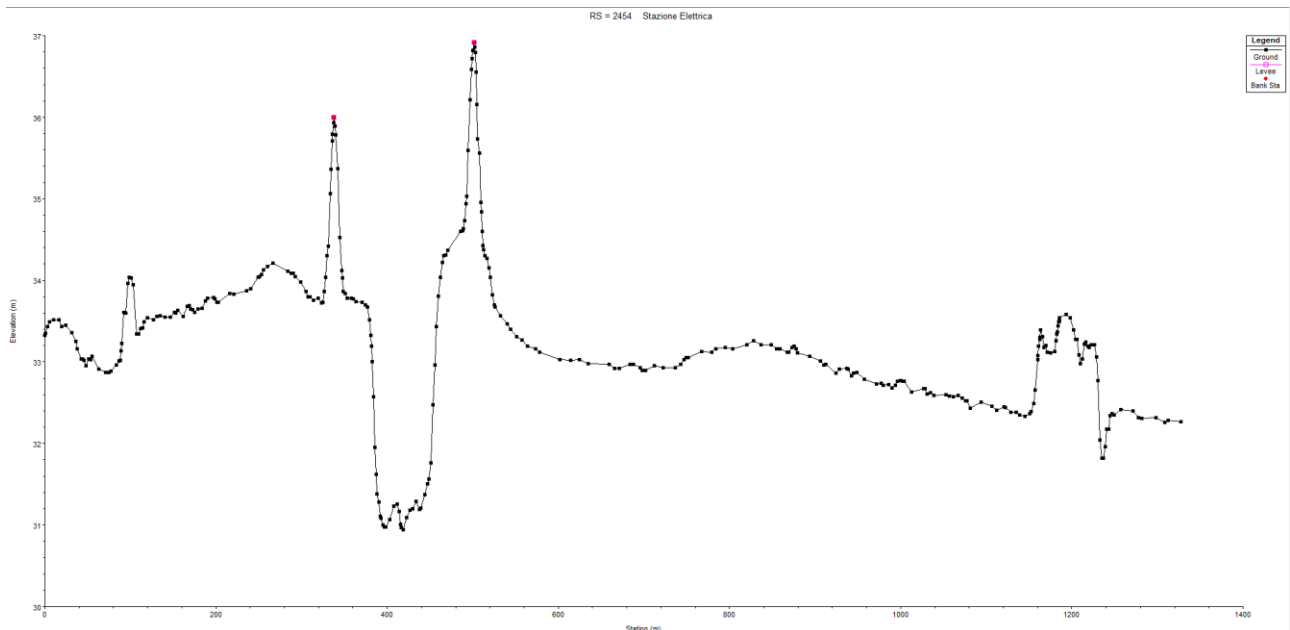


Figura 21–Sezione trasversale 2454 del Dittaino

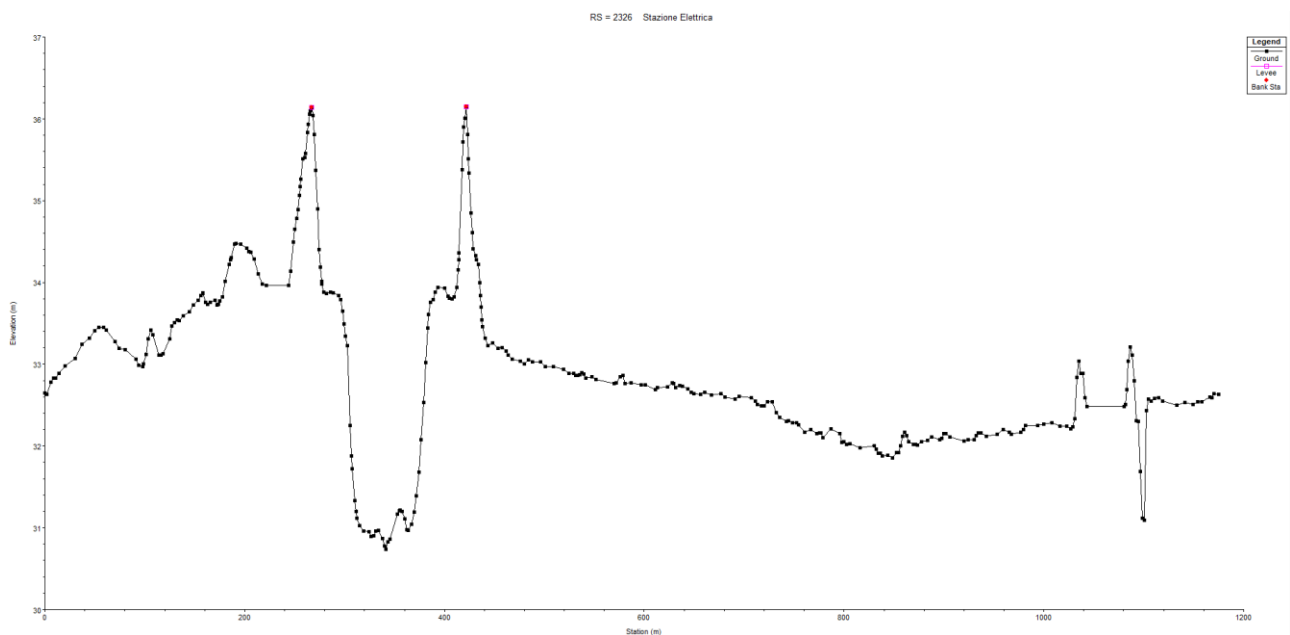


Figura 22–Sezione trasversale 2326 del Dittaino

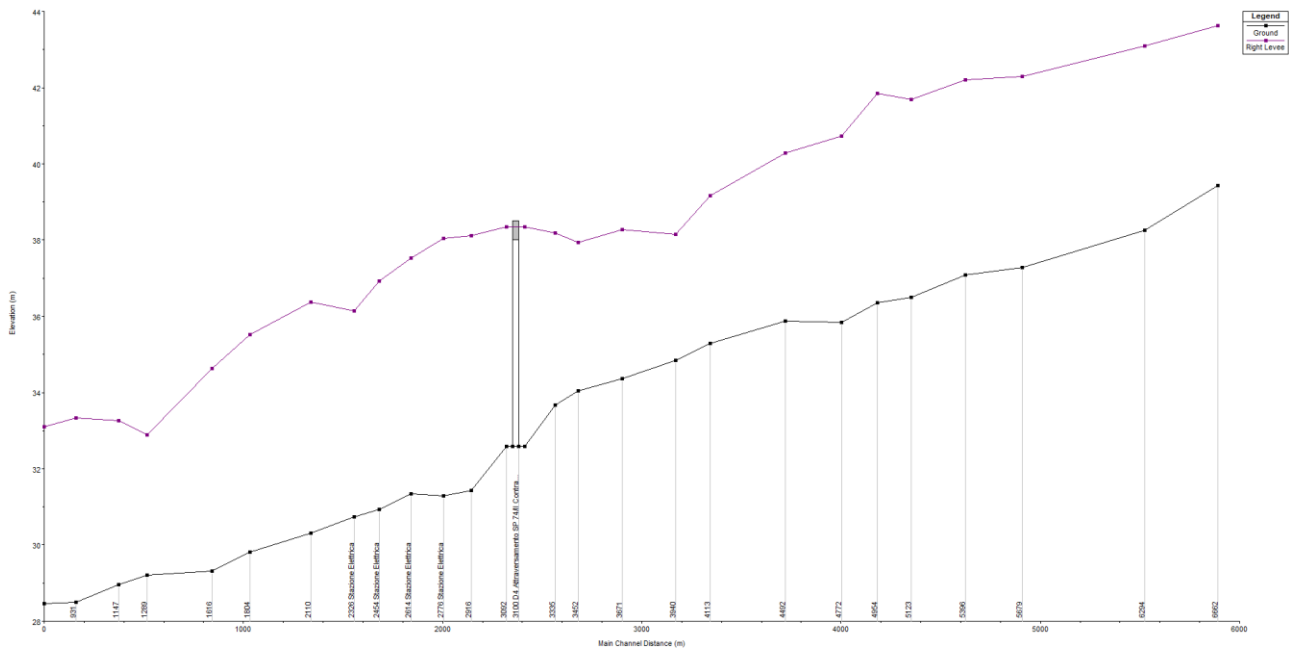


Figura 23–Sezione longitudinale del tratto analizzato del Dittaino

A monte dell'area è presente un attraversamento stradale della SP 74/II Contrada Pezza del Medico che presenta la seguente sezione.

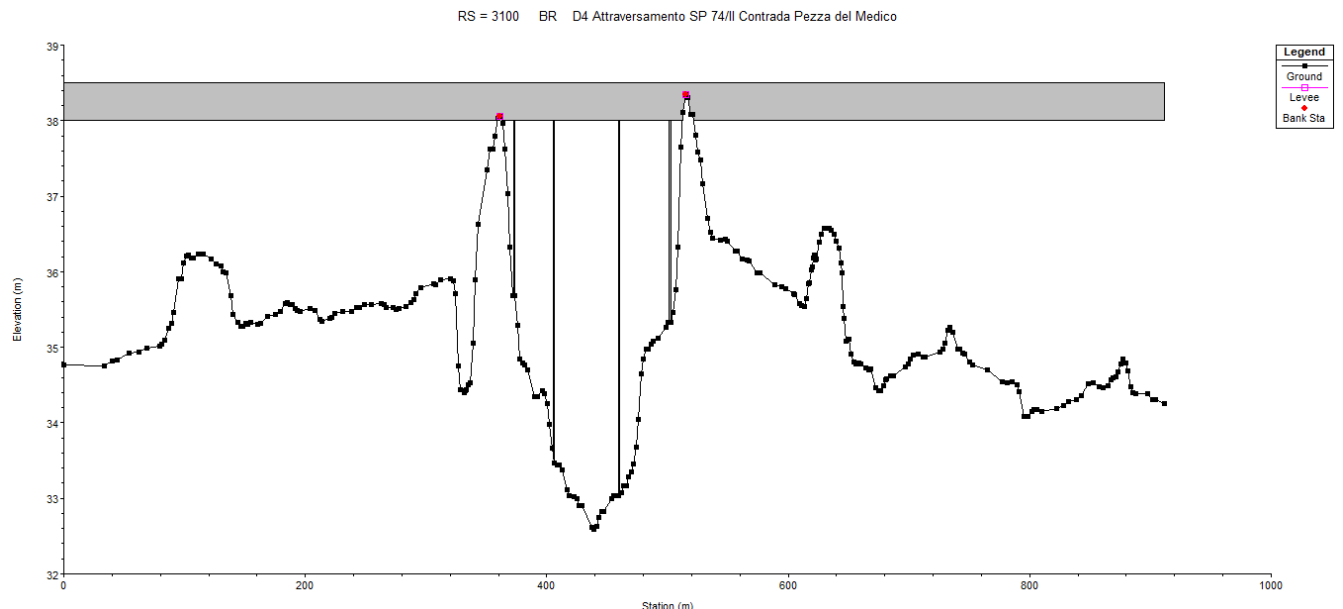


Figura 24–Sezione trasversale dell'attraversamento della SP 74/II sul fiume Dittaino

4.2. MODELLO

La valutazione dell'andamento dei profili di inviluppo di piena è stata effettuata utilizzando il software HEC-RAS 5.0.7, sviluppato dal Corpo degli Ingegneri dell'Esercito degli Stati Uniti d'America. Per l'analisi in esame è stata utilizzata la funzione del programma che permette una simulazione su modello bidimensionale.

Le funzionalità di simulazione della propagazione dei deflussi in HEC - RAS permettono di eseguire una modellazione 1D/2D combinata. L'algoritmo di modellazione del moto bidimensionale in HEC-RAS permette di eseguire una modellazione combinata 1D/2D, utilizzando la modellazione 1D per l'asta fluviale principale, e la modellazione 2D nelle zone esterne che lo richiedono, per modellare in modo fedele la propagazione dei deflussi. Il modello monodimensionale del corso d'acqua fornisce la condizione di partenza per il modello bidimensionale che si sviluppa al di fuori dell'alveo: ad esempio, se un fiume è modellato in 1D, ma l'area dietro un argine è modellata in 2D, il deflusso al di sopra dell'argine è valutato utilizzando come carico di monte il livello nel fiume 1D e come carico di valle il livello nell'area 2D. L'area 2D viene simulata suddividendola in celle in grado di generare un modello digitale del terreno su cui scorre la corrente in uscita dal corso d'acqua.

Le condizioni al contorno assegnate sono gli idrogrammi di piena del Dittaino con tempo di ritorno pari a 300 anni nelle sezioni a monte individuato in Figura 15 con portata di picco pari a 3503 m³/s e 100 anni individuato in Figura 14 con portata di picco pari a 2234 m³/s.

Inoltre, nella sezione di valle è stata impostata la condizione di "Normal Depth", ovvero si assume come altezza del pelo libero l'altezza relativa a quella di moto uniforme che il programma calcola per ogni profilo. L'imposizione di tale condizione avviene fornendo al programma la pendenza dei carichi totali, che si può approssimare con la pendenza del tratto di fiume a monte. La condizione di "Normal Depth" è stata posta pari all'0,3%, corrispondente alla pendenza media del fiume Paglia nel tratto interessato.

Per la stima delle altezze di piena sono stati assegnati i valori del coefficiente di scabrezza "n" di Manning, utilizzati nei calcoli

- 0,034 per l'alveo – valore tipico per corsi d'acqua Puliti, rettilinei, in piena senza scavi localizzati, con sassi e sterpaglia ricavato nella tabella "Valori delle caratteristiche" dell'appendice C della relazione del PAI "Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico"

(P.A.I) – Bacino Idrografico del F. Imera Meridionale (072) Area territoriale tra il Bacino Idrografico del F. Palma e il Bacino Idrografico del F, Imera Meridionale (071)”.

Per le aree golenali, in funzione della classificazione del terreno secondo il Corinne Land Cover della regione Sicilia, sono state assegnate alle aree 2D valori diversi di scabrezza di Manning come mostrato di seguito.

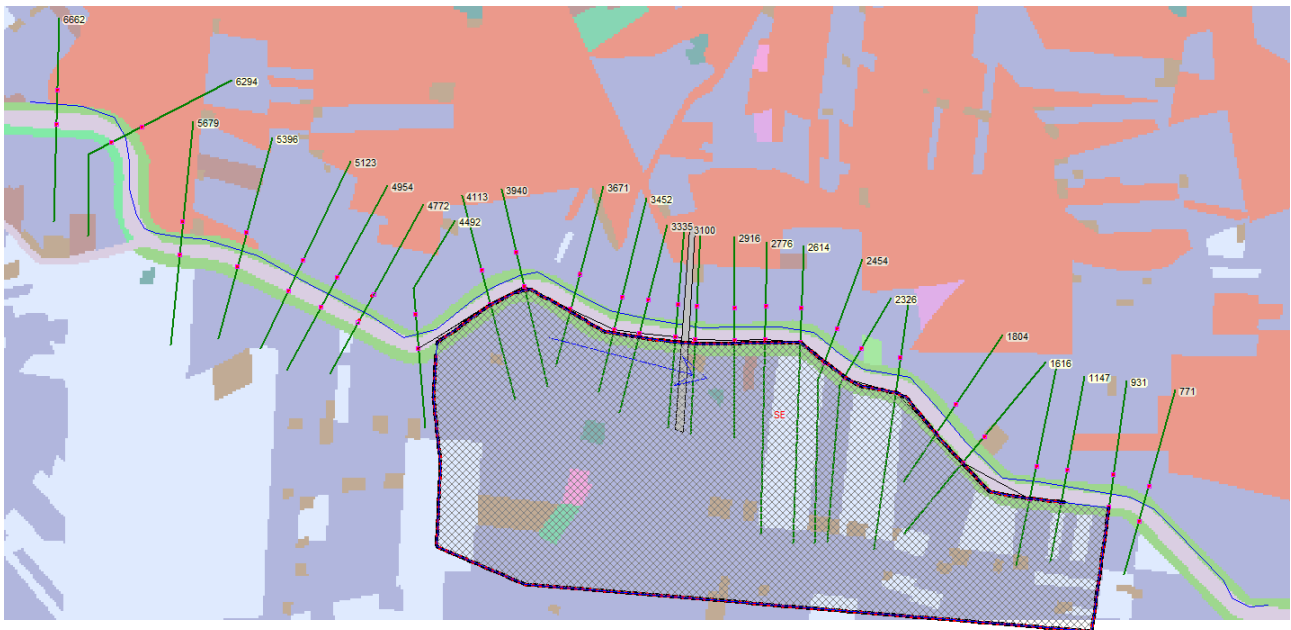


Figura 25 – Corinne Land Cover rispetto alle aree 2D oggetto di simulazione

Tabella 3 – Coefficienti di Manning rispetto al Corinne Land Cover regione Sicilia (da Calibration of 2D hydraulic inundation models in the floodplain region of the lower Tagus River, Pestana et al.)

Codice Corinne Land Cover	Coefficiente Manning [$s \cdot m^{-1/3}$]	Descrizione
1112	0.23	Zone residenziali a tessuto discontinuo e rado
1122	0.23	Borghi e fabbricati rurali
121	0.23	Insedimenti industriali, artigianali, commerciali e spazi annessi

1221	0.07	Linee ferroviarie e spazi associati
1222	0.07	Viabilità stradale e sue pertinenze
132	0.115	Aree ruderali e discariche
133	0.115	Cantieri
21121	0.043	Seminativi semplici e colture erbacee estensive
21211	0.043	Colture ortive in pieno campo
222	0.043	Frutteti (impianti arborei specializzati per la produzione di frutta)
223	0.043	Oliveti
2242	0.043	Piantagioni e latifoglie, impianti di arboricoltura (noce e/o rimboschimento)
2243	0.043	Eucalipteti impianti di eucalitti a uso produttivo e per alberature
2311	0.298	Incolti
242	0.023	Sistemi colturali e particellari complessi (mosaico di appezzamenti agricoli)
3116	0.23	Boschi e boscaglie ripariali
3211	0.039	Praterie aride calcaree
32231	0.058	Ginestreti
32312	0.058	Macchia a lentisco (macchia termofila)
4121	0.045	Vegetazione degli ambienti umidi fluviali e lacustri (canneti a fragmite)

5122	0.035	Laghi artificiali
------	-------	-------------------

I parametri di calcolo utilizzati per le simulazioni sono:

- Condizione iniziale: 300 m³/s
- Durata simulazione 49 ore, pari alla durata dell'idrogramma di piena;
- Δt calcolo: 10 secondi:

4.2.1. SIMULAZIONE ANTE OPERAM

Nelle seguenti immagini è riportato il profilo longitudinale alla quota di massima piena raggiunta nel fiume Dittaino in ogni sezione esaminata per l'intera area in esame per i diversi tempi di ritorno.

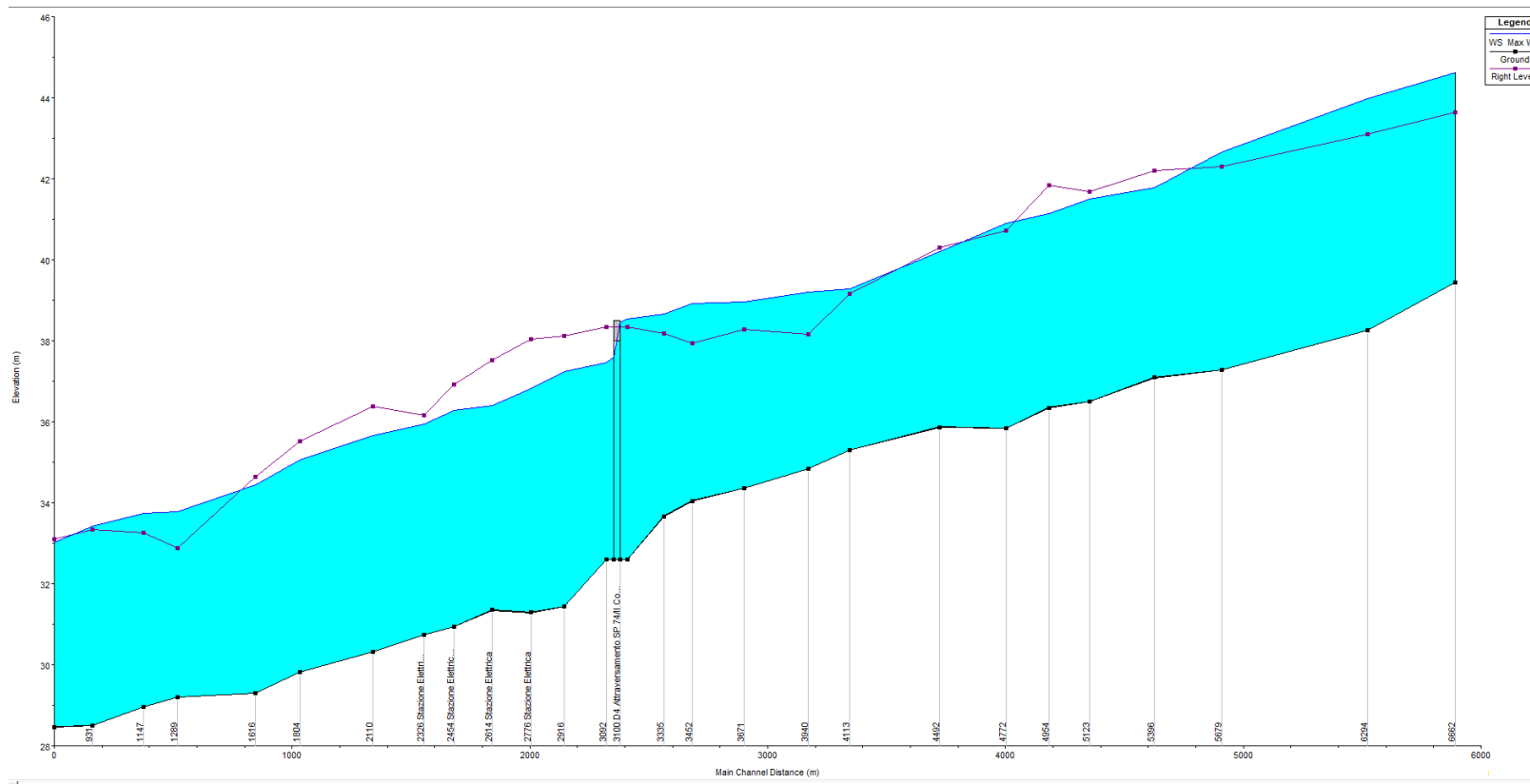


Figura 26 – Profilo longitudinale ante operam del fiume Dittaino Tr 100 anni

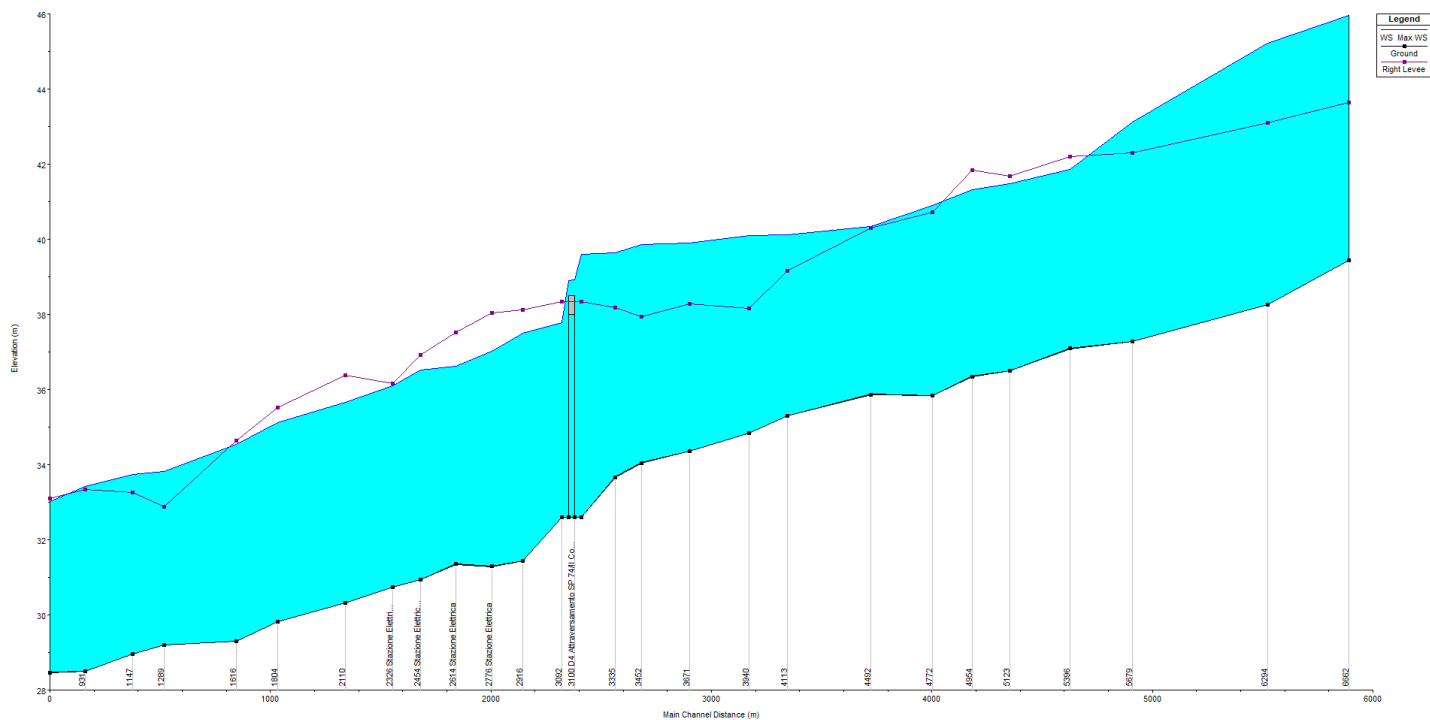


Figura 27 – Profilo longitudinale ante operam del fiume Dittaino Tr 300 anni

Si può notare che l'arginatura presente in prossimità dell'area d'impianto garantisce in sicurezza il passaggio sia della piena con tempo di ritorno 100 e 300 anni. Le sezioni precedenti all'attraversamento risultano idraulicamente insufficiente al contenimento della piena con i tempi di ritorno considerati. Tali portate fuoriuscite, viste l'orografia del terreno raggiungono l'area d'impianto.

AREA DI IMPIANTO

Nelle seguenti figure è riportato l'involuppo massimo della velocità della corrente e del battente nell'area della stazione elettrica per i tempi di ritorno 100 e 300 anni.

Considerando l'idrogramma di piena con tempo di ritorno 100 anni, il battente nella zona di progetto è dell'ordine di circa 0,70-0,80 m in funzione dell'orografia del terreno che risulta decrescere da Nord verso Sud. Mediamente la velocità in quest'area è di circa 0,5 m/s.



Figura 28 – Tirante d'acqua (m) ante operam in prossimità dell'area della SE con Tr 100 anni

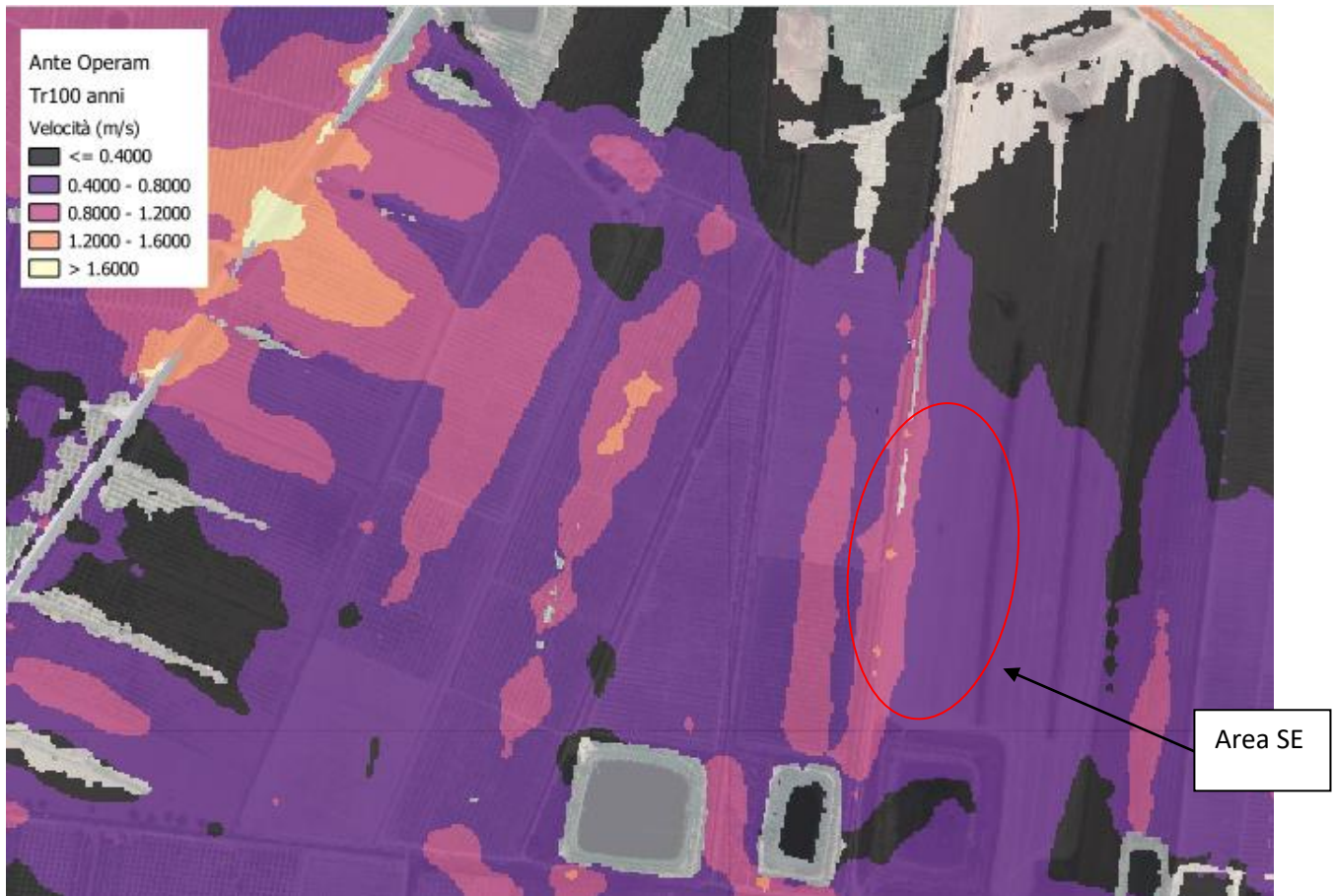


Figura 29 – Velocità (m/s) ante operam in prossimità dell’area della SE con Tr 100 anni

Considerando l’idrogramma di piena con tempo di ritorno 300 anni, il battente nella zona di progetto è dell’ordine di circa 1,10-1,20 m in funzione dell’orografia del terreno che risulta decrescere da Nord verso Sud. Mediamente la velocità in quest’area è di circa 0,8-0,9 m/s.



Figura 30 – Tirante d'acqua (m) ante operam in prossimità dell'area della SE con Tr 300 anni

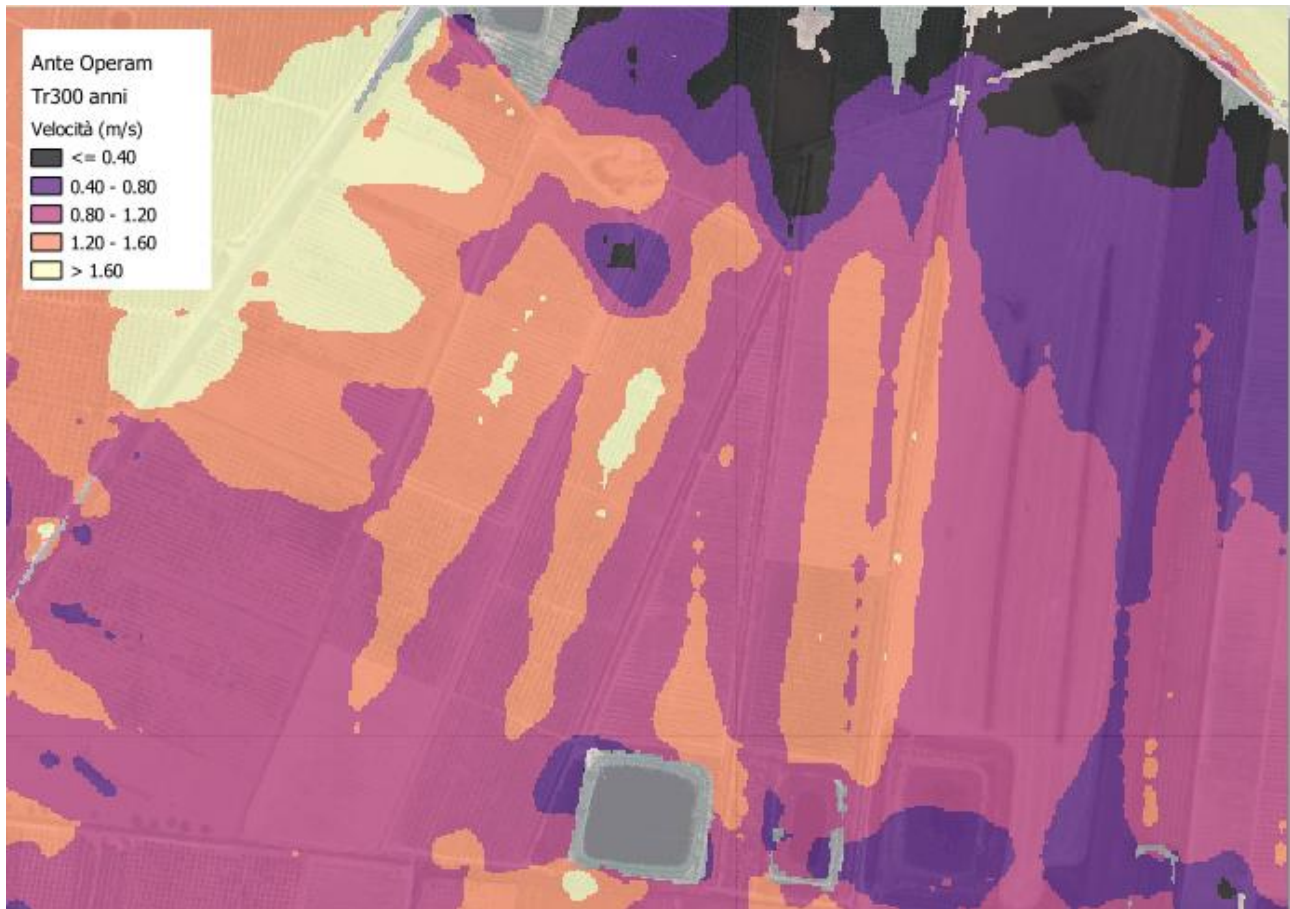


Figura 31 – Velocità (m/s) ante operam in prossimità dell'area della SE con Tr 300 anni

4.2.2. SIMULAZIONE POST OPERAM

A seguito della simulazione 2D ante operam sono state identificate le aree soggette a essere inondate dal fiume Dittaino in caso di portate con tempo di ritorno 100 e 300 anni. Le opere in progetto (SE, la stazione di smistamento, comprensive delle strade di accesso e quelle interne) saranno rialzate alla quota 34.00 m slm in modo attestarsi al di sopra della quota di piena con tempo di ritorno 100 anni. Il rilevato si estenderà per circa 7,3 ha e avrà le sponde con pendenze 1:5 e si raccorderà con il terreno limitrofo.

Per quanto riguarda le opere in rilevato, si fa riferimento a quanto riportato nella Guida Tecnica di Terna per la progettazione esecutiva¹, nel quale si riporta al cap. 5.2 relativo alla scelta del sito e dei criteri e parametri per i dimensionamenti strutturali e idraulici: *"Per quanto concerne le eventuali opere in rilevato, i materiali utilizzati per i riempimenti devono essere stesi a strati orizzontali di spessore non superiore a 25 cm di altezza e compattati meccanicamente mediante idonei rulli o con piastre vibranti, regolando il numero dei passaggi in modo da ottenere una densità secca pari almeno al 90% di quella A.A.S.T.H.O. modificata. Devono essere eseguiti dei controlli di costipamento mediante n. 1 prova di densità in sito in corrispondenza di ciascuno strato, tenendo presente che l'ultimo strato costipato deve consentire il deflusso delle acque meteoriche verso la zona di compluvio, e/o sia profilato secondo quote e pendenze longitudinali e trasversali previste in progetto o concordate in loco con Terna"*.

Si rimanda comunque alla fase di progettazione esecutiva per le indagini geognostiche e le verifiche strutturali dell'opera.

Di seguito vengono mostrate la planimetria con l'ubicazione della nuova SE e la modifica del terreno a seguito dell'esecuzione dell'opera.

¹ Guida Tecnica per la progettazione esecutiva, realizzazione, collaudo ed accettazione di Stazioni Elettriche di smistamento della RTN a tensione nominale 132-220kV di tipo AIS, MTS e GIS

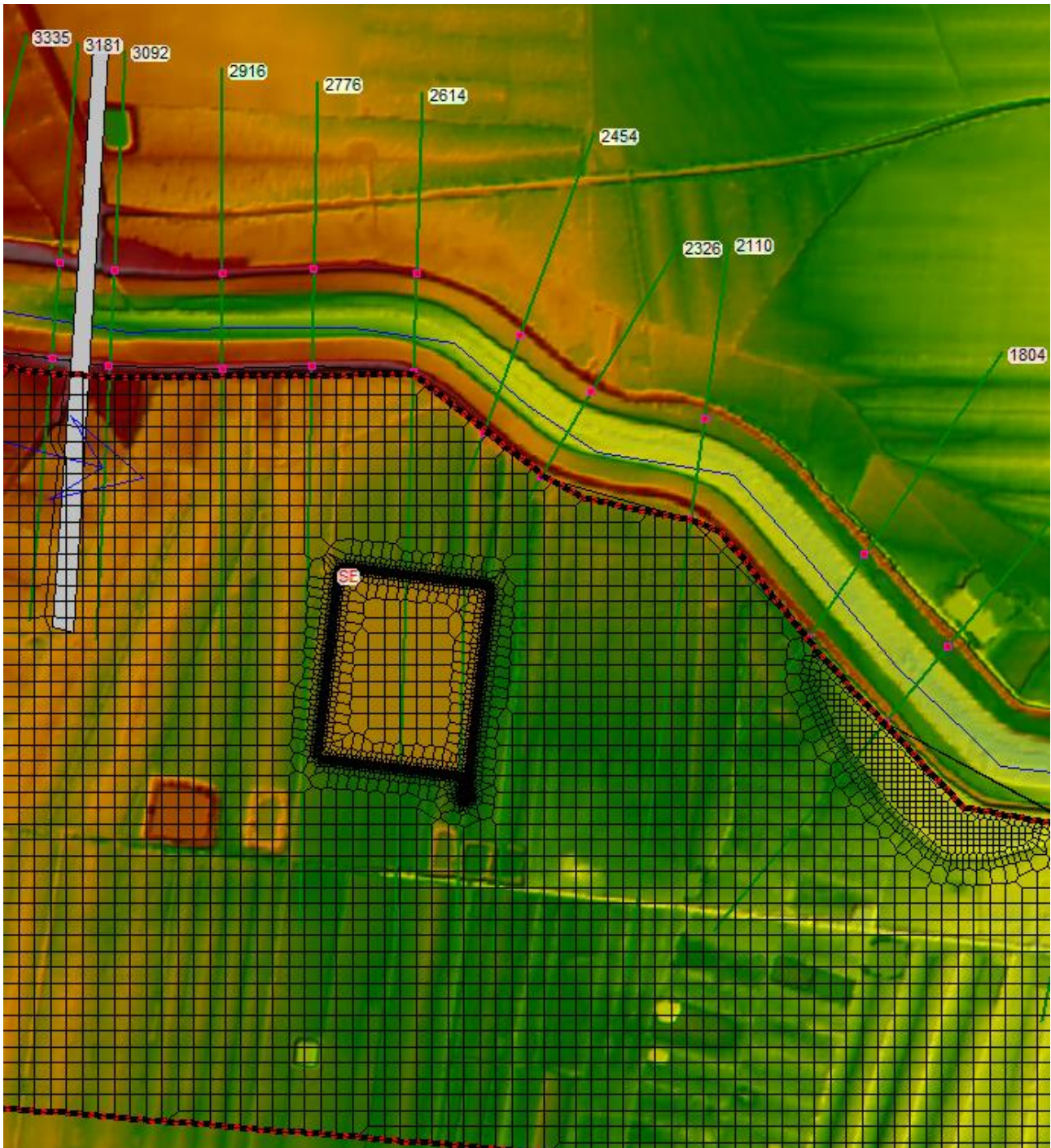


Figura 32 – Zoom della maglia di calcolo all'interno della SE

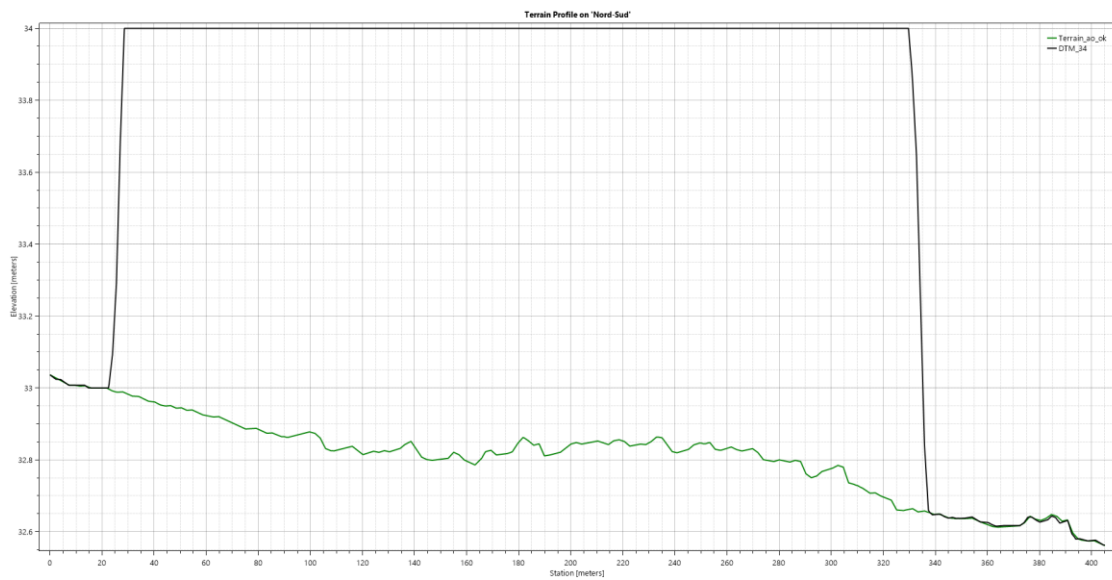


Figura 33 – Sezione Nord-Sud della SE

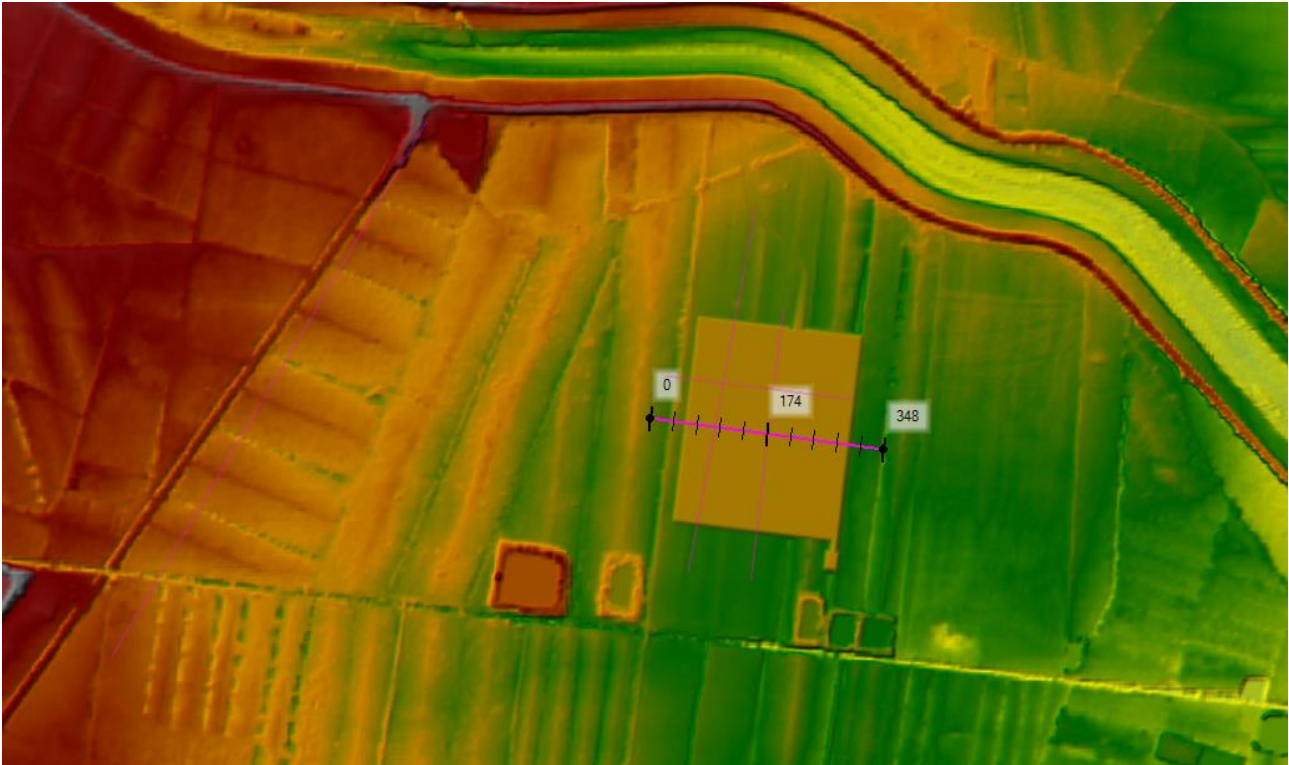


Figura 34 – Sezione Ovest-Est della SE

Di seguito vengono mostrati le simulazioni effettuate, per i tempi di ritorno di 100 e 300 anni a seguito dell'inserimento dell'opera.

Considerando l'idrogramma di piena con tempo di ritorno 100 anni, la presenza del rilevato crea tiranti di circa 0,8-0,9 m nelle zone limitrofe rispetto a 0,7-0,8 m della situazione ante operam, tale aumento non crea un aggravio a tali zone. La velocità in tali aree aumenta fino a circa 0,6 m/s rispetto 0,5 m/s, con punto di circa 1,0 m/s in prossimità degli angoli del rilevato.

Tutte le opere in progetto risultano essere a quota superiore rispetto alla piena con tempo di ritorno 100 anni.

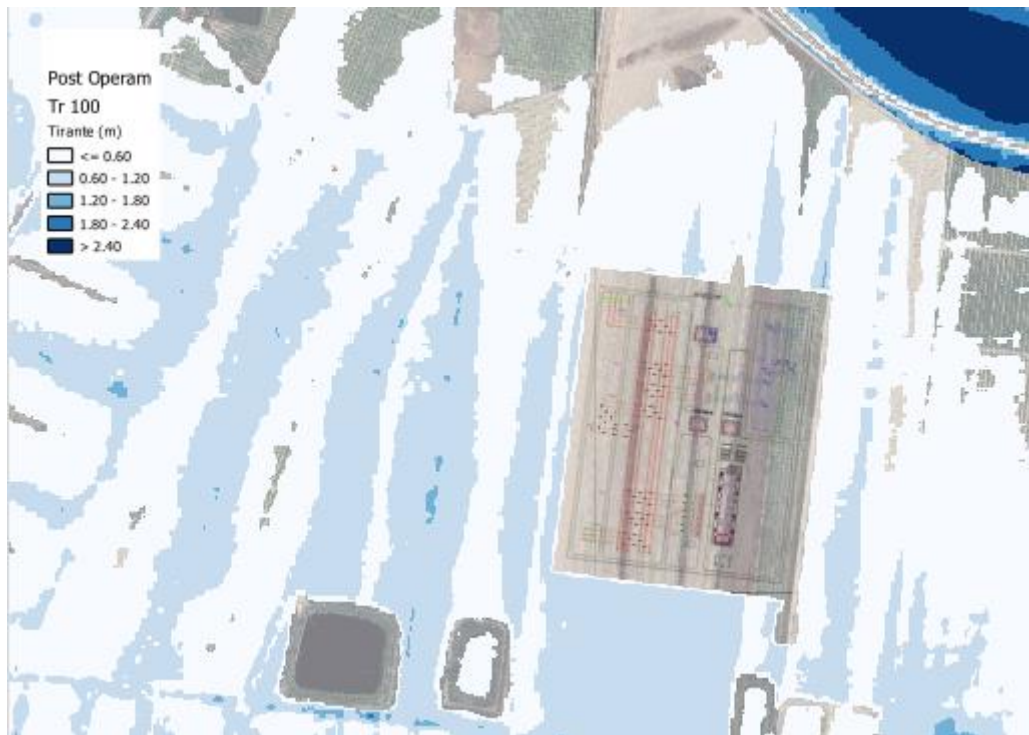


Figura 35 – Tirante d'acqua (m) post operam in prossimità dell'area della SE con Tr 100 anni



Figura 36 – Velocità (m/s) post operam in prossimità dell’area della SE con Tr 100 anni

Considerando l’idrogramma di piena con tempo di ritorno 300 anni, la presenza del rilevato crea tiranti di circa 1,3-1,4 m nelle zone limitrofe rispetto a 1,1-1,2 m della situazione ante operam, tale aumento non crea un aggravio a tali zone. La velocità in tali aree aumenta fino a circa 1,1-1,2 m/s rispetto 0,8-0,9 m/s, con punte di 1,3-1,4 m/s in prossimità degli angoli del rilevato.

In questo caso si creerà un tirante di circa 0,25 m nella zona della SE.

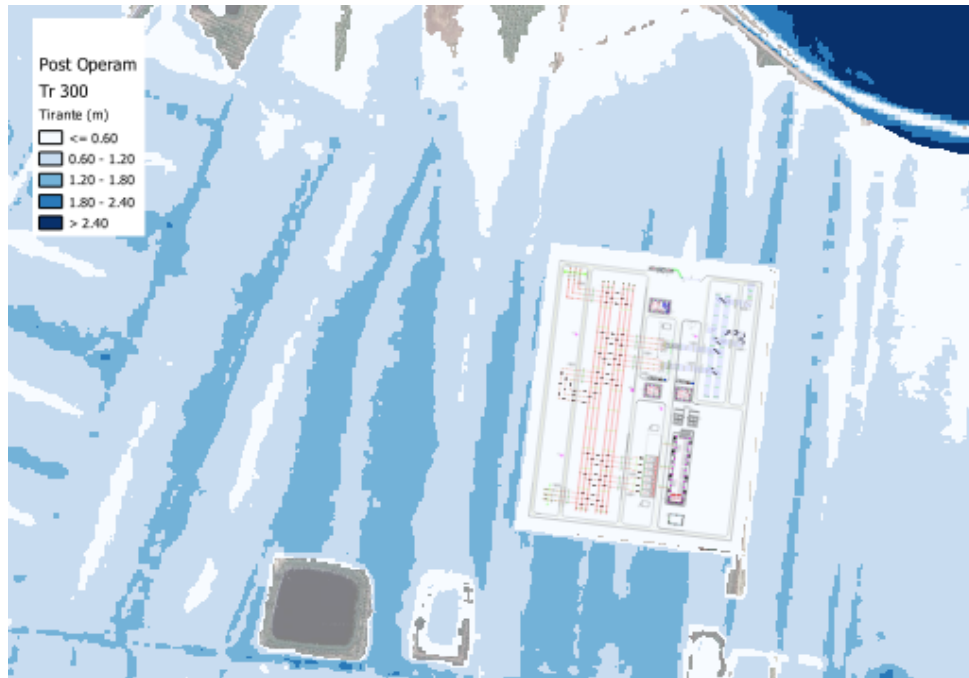


Figura 37 – Tirante d’acqua (m) post operam in prossimità dell’area della SE con Tr 300 anni

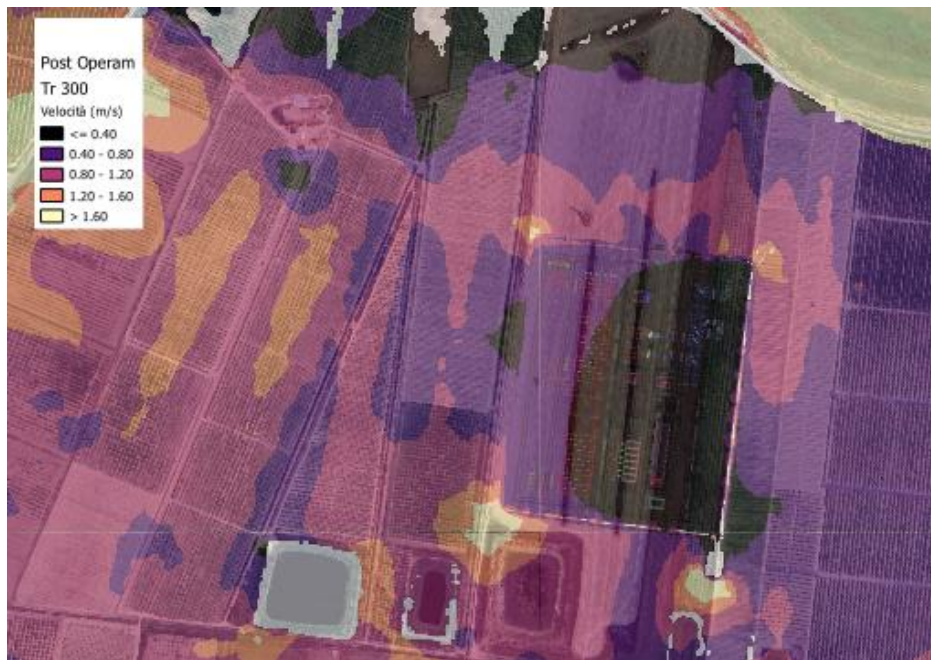


Figura 38 – Velocità (m/s) post operam in prossimità dell’area della SE con Tr 300 anni

5. CONCLUSIONI

La presente relazione di compatibilità idraulica relativa ad una SE nel comune di Ramacca (CT) ricadente in parte all'interno delle zone P1, identificate dall'Autorità di Bacino, relative alle aree di esondazione del fiume Dittaino.

La presente relazione è stata redatta seguendo le indicazioni presenti nella relazione generale al bacino idrografico del Simeto, negli allegati alla relazione generale nell'Appendice C delle N.T.A del PAI dell'Autorità di Bacino della Sicilia.

Nelle simulazioni sono state utilizzate i dati di portata e gli idrogrammi relativi ad un tempo di ritorno di 100 e 300 anni.

I valori delle portate di picco utilizzate sono quelle presenti nei documenti ufficiali redatti dall'Autorità di bacino. Gli idrogrammi di piena seguono quanto descritto nella relazione generale relativa al bacino del Simeto.

Il corso d'acqua indagato si sviluppa per 6 km di cui 4,5 km a monte e 1,5 km a valle dell'area di impianto. È stato utilizzato il DTM 2x2 della regione Sicilia come base per la modellazione del corso d'acqua e per le aree esterne al Dittaino.

La modellazione in moto permanente mostra che l'estensione delle aree allagate è comparabile con le aree perimetrate dall'Autorità di Bacino.

È stata svolta una modellazione bidimensionale ante operam delle aree pianeggianti in sponda destra esterne al corso d'acqua. I risultati hanno mostrato l'area in progetto risulta allagarsi. In tale zona. Considerando le portate con un tempo di ritorno 100 anni, il battente, all'interno dell'area dell'impianto, è dell'ordine di circa 0,70-0,80 m e una velocità di circa 0,5 m/s. Per le portate con tempo di ritorno 300 anni, il battente, all'interno dell'area dell'impianto, è dell'ordine di circa 1,10-1,20 m e una velocità di circa 0,8-0,9 m/s.

A seguito della modellazione ante operam, le opere sono state sopraelevate fino alla quota 34,00 m slm. Tale quota permette di non interferire con la quota di piena centennale. Nelle zone limitrofe gli incrementi di tiranti e velocità sono dell'ordine 0,8-0,9 m e circa 0,6 m/s con picchi di 1 m/s in prossimità degli spigoli del rilevato, per un tempo di ritorno di 100 anni. Per un tempo di ritorno di 300 anni, l'area in progetto risulterà avere un tirante di 1,30-1,40 m e velocità di 0,8-0,9 m/s con picchi di 1,3-1,4 m/s in prossimità degli spigoli del rilevato.

Considerando i risultati dei tiranti sopra riportati vengono mostrate le tabelle con le pericolosità ante (cerchio rosso) e post operam (cerchio blu) considerando i tempi di ritorno 100 e 300 anni.

Tr 100 anni

Battente Idraulico	Tempo di Ritorno		
	50	100	300
H<0.3 m	P1	P1	P1
0.3<H<1 m	P2	P2	P2
1<H<2 m	P4	P3	P2
H>2 m	P4	P4	P3

Battente Idraulico	Tempo di Ritorno		
	50	100	300
H<0.3 m	P1	P1	P1
0.3<H<1 m	P2	P2	P2
1<H<2 m	P4	P3	P2
H>2 m	P4	P4	P3

Le opere in progetto, considerando un idrogramma con tempo di ritorno 100 anni, non incrementano la pericolosità dell'area. L pericolosità dell'area rimane sempre P2

Tr 300 anni

Battente Idraulico	Tempo di Ritorno		
	50	100	300
H < 0.3 m	P1	P1	P1
0.3 < H < 1 m	P2	P2	P2
1 < H < 2 m	P4	P3	P2
H > 2 m	P4	P4	P3

Battente Idraulico	Tempo di Ritorno		
	50	100	300
H < 0.3 m	P1	P1	P1
0.3 < H < 1 m	P2	P2	P2
1 < H < 2 m	P4	P3	P2
H > 2 m	P4	P4	P3

Le opere in progetto, considerando un idrogramma con tempo di ritorno 300 anni, non incrementano la pericolosità dell'area. L pericolosità dell'area rimane sempre P2

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1– Inquadramento posizionamento Stazione Elettrica (in rosso) su cartografia PAI.....	3
Figura 2–Inquadramento della Stazione Elettrica e del fiume Dittaino su IGM 25.000.....	4
Figura 3–Inquadramento dell’area d’impianto, della SE rispetto alle aree soggette al cambiamento climatico individuate dall’AdB Sicilia.....	7
Figura 4–Inquadramento opere di rete ed utenza per la connessione e infrastrutture esistenti	9
Figura 5– Tratto di linea da smantellare e posizionamento nuovi sostegni.....	11
Figura 6– Cabina di sezionamento Sorgenia Leo srl	14
Figura 7–Bacino imbrifero del Dittaino (nero) relativo all’area oggetto di studio	15
Figura 8–Curva ipsografica del bacino alla sezione di chiusura di progetto	16
Figura 9–Dettaglio delle sezioni utilizzate nelle simulazioni idrauliche	17
Figura 10–Inquadramento dell’area di progetto rispetto al corso d’acqua	18
Figura 11–Planimetria con le sezioni utilizzate per la verifica idraulico del fiume Dittaino presente nella relazione del PAI.	20
Figura 12–Portate di piena per diversi tempi di ritorno nei diversi tratti del fiume Dittaino	20
Figura 13–Idrogramma di piena Tr 50 anni del Dittaino nella sezione di chiusura di progetto	22
Figura 14–Idrogramma di piena Tr 100 anni del Dittaino nella sezione di chiusura di progetto	22
Figura 15–Idrogramma di piena Tr 300 anni del Dittaino nella sezione di chiusura di progetto.....	23
Figura 16–Planimetria dell’area utilizzata per la simulazione bidimensionale	25
Figura 17–Sezione trasversale 4113 del Dittaino	26
Figura 18–Sezione trasversale 3940 del Dittaino	26
Figura 19–Sezione trasversale 2776 del Dittaino	27
Figura 20–Sezione trasversale 2614 del Dittaino	27

Figura 21–Sezione trasversale 2454 del Dittaino	28
Figura 22–Sezione trasversale 2326 del Dittaino	28
Figura 23–Sezione longitudinale del tratto analizzato del Dittaino	29
Figura 24–Sezione trasversale dell’attraversamento della SP 74/II sul fiume Dittaino	29
Figura 25 – Corinne Land Cover rispetto alle aree 2D oggetto di simulazione	31
Figura 26 – Profilo longitudinale ante operam del fiume Dittaino Tr 100 anni.....	34
Figura 27 – Profilo longitudinale ante operam del fiume Dittaino Tr 300 anni.....	35
Figura 28 – Tirante d’acqua (m) ante operam in prossimità dell’area della SE con Tr 100 anni.....	37
Figura 29 – Velocità (m/s) ante operam in prossimità dell’area della SE con Tr 100 anni.....	38
Figura 30 – Tirante d’acqua (m) ante operam in prossimità dell’area della SE con Tr 300 anni.....	39
Figura 31 – Velocità (m/s) ante operam in prossimità dell’area della SE con Tr 300 anni.....	40
Figura 32 – Zoom della maglia di calcolo all’interno della SE	42
Figura 33 – Sezione Nord-Sud della SE	43
Figura 34 – Sezione Ovest-Est della SE	44
Figura 35 – Tirante d’acqua (m) post operam in prossimità dell’area della SE con Tr 100 anni	45
Figura 36 – Velocità (m/s) post operam in prossimità dell’area della SE con Tr 100 anni	46
Figura 37 – Tirante d’acqua (m) post operam in prossimità dell’area della SE con Tr 300 anni	47
Figura 38 – Velocità (m/s) post operam in prossimità dell’area della SE con Tr 300 anni	47

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1 – Caratteristiche del bacino imbrifero	16
Tabella 2 Portate di piena per diversi tempi di ritorno utilizzati per la simulazione idraulica	21
Tabella 3 – Coefficienti di Manning rispetto al Corinne Land Cover regione Sicilia (da Calibration of 2D hydraulic inundation models in the floodplain region of the lower Tagus River, Pestana et al.)	31