



REGIONE SICILIA
 PROVINCIA DI CATANIA
 COMUNE DI MINEO



PROGETTO DEFINITIVO

Realizzazione di un parco agrivoltaico con potenza nominale di 30 MW denominato "Ramacca02" da realizzarsi in loc. "Masseria Modichella" e C.da "Mongialino" nel Comune di Mineo (CT)

Titolo elaborato

Relazione idrologica e idraulica

Codice elaborato

COMMESSA	FASE	ELABORATO	REV.
F0432	I	R01	B

Scala

—

DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
Novembre 2022	Aggiornamento	CGU	MNA	GZU
Settembre 2021	Prima emissione	MNA	CGU	GZU

Proponente

ITS MEDORA srl
 Via Sebastiano Catania, 137
 95123 Catania (CT)

Progettazione

 **F4 Ingegneria srl**
 Via Di Giura - Centro direzionale, 85100 Potenza
 Tel: +39 0971 1944797 - Fax: +39 0971 55452
 www.f4ingegneria.it - f4ingegneria@pec.it

Il Responsabile
 (ing. Giorgio ZUCCARO)



 Società certificata secondo la norma UNI-EN ISO 9001:2015 per l'erogazione di servizi di ingegneria nei settori: civile, idraulica, acustica, energia, ambiente (settore IAF: 34).



Consulenza geologica

 **Studio di Geologia e Geolngegneria**
Dott. Geol. Antonio DE CARLO
 Via del Seminario Maggiore 35
 85100 Potenza





Sommario

1 Premessa	2
2 Analisi idrologica dello stato di fatto	8
2.1 Bacini idrografici	8
2.2 Tempi di corrivazione	11
2.3 Portate al colmo di piena	11
3 Analisi idraulica dello stato di fatto	15
3.1 Geometria del modello idrodinamico	16
3.2 Portate di piena	17
3.3 Condizioni al contorno	18
3.4 Parametri di scabrezza	18
3.5 Risultati delle simulazioni nella configurazione pre intervento	18
4 Analisi idrologica dello stato di progetto	27
5 Analisi idraulica dello stato di progetto	32
6 Criteri di invarianza idrologica e idraulica	36
6.1 Interventi in progetto	38
7 Conclusioni	41
Allegato A: Sezioni trasversali	42
Allegato B: Collocazione dei pozzi disperdenti	65



1 Premessa

La presente relazione accompagna il progetto di realizzazione di un parco agrivoltaico con potenza nominale di 30 MW denominato “Ramacca02” da realizzarsi in loc. “Masseria Modichella” e C.da “Mongialino” nel Comune di Mineo (CT). L’impianto risulta così formato:

- n° 45144 pannelli fotovoltaici, completi di relative strutture di sostegno (tracker), di potenza nominale fino a 665 Wp;
- impianto elettrico costituito da:
 - cavi a BT per il trasporto dell’energia, prodotta dai pannelli FV sino agli inverter e poi verso i trasformatori;
 - un elettrodotto interrato costituito da dorsali a 30kV di collegamento tra i trasformatori e la sottostazione elettrica AT/MT (150/30 kV);
 - una sottostazione elettrica AT/MT (150/30 kV) completa di relative apparecchiature ausiliare (quadri, sistemi di controllo e protezione, trasformatore ausiliario);
 - un elettrodotto in antenna a 150 kV di collegamento elettrica di utenza AT/MT alla futura stazione elettrica 380/150 kV che TERNA realizzerà per collegare l’impianto alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN);
 - sistema di storage (accumulo): realizzato mediante la posa in opera di container attrezzati atti a ospitare il sistema di accumulo.
- opere civili di servizio costituite principalmente dalla struttura di fondazione dei pannelli, delle opere di viabilità e cantierizzazione e dei cavidotti.

Per le finalità della presente analisi appare opportuno ricordare che il sito di interesse è posto nelle vicinanze di diversi impluvi del reticolo idrografico e risulta esterno rispetto alle aree perimetrate dall’attuale Piano Stralcio per la Difesa del Rischio Idrogeologico (PAI).

Il presente progetto è oggetto di **provvedimento unico ambientale** presso il Ministero della Transizione Ecologica. Il Provvedimento Unico in materia ambientale (PUA), regolamentato dall’art.27 del D.Lgs.152/2006, ha la finalità di riunire in un unico provvedimento il provvedimento di VIA e il rilascio di ogni altra autorizzazione, intesa, parere, concerto, nulla osta, o atto di assenso in materia ambientale richiesto dalla normativa vigente per la realizzazione e l’esercizio di un progetto.

Per verificare il contesto geologico, morfologico in cui il progetto in parola si inserisce, si è proceduto in uno studio tale da poter sufficientemente inquadrare sotto il profilo geologico, idrogeologico e geomorfologico l’areale coinvolto dall’intervento al fine di poterne sottoscrivere la fattibilità. Ai fini della rappresentazione preliminare delle caratteristiche geologiche latu sensu dell’intera area e, per escludere la presenza di elementi di criticità morfologica, il rilevamento geomorfologico di superficie si è dimostrato utile al raggiungimento dell’obiettivo. Si rimanda al successivo grado di approfondimento della progettazione (progetto esecutivo) la verifica puntuale delle caratteristiche litologiche, geotecniche, idrogeologiche e sismiche dei terreni in affioramento, finalizzate alla ricostruzione del modello litotecnico e sismico dell’areale di sedime di ogni opera da realizzare. In merito saranno eseguite le indagini geognostiche dirette ed indirette ed analisi e prove geotecniche di laboratorio così come riportato nell’Allegato A.12.a.7 Planimetria con ubicazione delle indagini geognostiche.

Con riferimento alla verifica di fattibilità del progetto ai sensi del cap. 6.12 del D.M. 17/01/2018, in questa fase della progettazione, come già accennato, il rilevamento geologico e geomorfologico



effettuato in loco ha confermato macroscopicamente le buone condizioni di stabilità di tutta l'area di sedime del parco agrivoltaico. Infatti, le aree di progetto presentano una morfologia dominata dal paesaggio collinare, in stretta relazione con la natura prevalentemente argillosa dei terreni affioranti. I versanti sono caratterizzati da acclività moderata, con forme addolcite, interrotte da piccoli rilievi isolati costituiti da litotipi più resistenti all'erosione e presentano morfologia articolata, localmente segnata dagli elementi idrografici superficiali, e spesso caratterizzata da processi erosivi. In un intorno significativo e negli stessi siti di progetto non sono state riconosciute forme gravitative legate a movimenti di versante in atto o in preparazione tali da compromettere la fattibilità degli interventi da realizzare. Tale valutazione è congruente con gli strumenti normativi adottati a scala di bacino (Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico, redatto dall'Autorità di Bacino del Distretto Idrografico della Sicilia). I siti, infatti, non ricadono in aree classificate come esposte a pericolosità e rischio da frana per i quali il progetto risulti incompatibile, né interessate da fenomeni di alluvionamento.

Dall'analisi stereoscopica delle foto aeree di qualche anno fa e dal rilevamento geomorfologico in sito, è stato possibile verificare che i pendii in studio presentano un andamento morfologico regolare senza segni di forme e fenomeni di movimenti gravitativi in atto o in preparazione; le pendenze non sono molto accentuate, con un angolo medio non superiore ai 10° e le caratteristiche litotecniche sono più che soddisfacenti. È da evidenziare che il principale fattore di modellamento morfologico è dovuto alla coltivazione agraria dei versanti. Inoltre, le opere previste in progetto richiederanno irrilevanti movimentazioni di terreno; le stesse strade saranno praticamente a "raso" rispetto al piano campagna e, quindi, si procederà essenzialmente allo scotico del terreno vegetale ed alla regolarizzazione e livellazione richiesta dal progetto, utilizzando materiale arido di cava. Anche la posa del cavidotto, per il quale sarà necessario uno scavo limitato nelle dimensioni e nei volumi di terreno rimossi, non intaccherà i fattori di sicurezza preesistenti delle aree attraversate; in merito, nella progettazione esecutiva, si dimostrerà analiticamente come le condizioni tensionali nel terreno, ante e post operam del cavidotto, rimarranno pressoché le stesse. Questo risultato è facilmente intuibile per l'estrema superficialità e "lievità" dell'intervento che non interesserà volumi di terreno significativi, in quanto, la profondità e la larghezza di scavo saranno veramente trascurabili. Quindi, la limitatezza e l'inconsistenza dei volumi di terreno coinvolti, unitamente all'indubbia velocità di esecuzione, non potranno in nessun modo compromettere l'equilibrio dei luoghi che, comunque, si presentano macroscopicamente ed oggettivamente stabili. Anche le metodologie di scavo che si intenderanno utilizzare, essendo poco o per niente invasive, contribuiranno ancora di più alla realizzazione del cavidotto senza incidere sullo stato tensionale dei terreni attraversati. Comunque, in particolari condizioni morfologiche, ad esempio negli attraversamenti dei fossi, sarà possibile posare il cavidotto con le Tecniche di attraversamento no-dig: Trivellazione Orizzontale Controllata (T.O.C.). La trivellazione orizzontale controllata chiamata anche perforazione orizzontale controllata (HDD), o perforazione direzionale teleguidata, è una vantaggiosa alternativa ai tradizionali metodi d'installazione di linee di servizio. Infatti, una volta studiato la geometria dell'elemento da attraversare, con tale tecnologia è possibile passare con la perforazione e, dunque, con il cavidotto, in totale sicurezza al disotto del corso d'acqua.

Circa la valutazione quantitativa della stabilità dell'area (verifiche di stabilità), che non può prescindere dalle valutazioni scaturite dai rilievi di campo, chiaramente viene rinviata alla fase di progettazione esecutiva del progetto stesso, fase durante la quale verranno eseguite tutte le indagini geognostiche dirette ed indirette finalizzate alla più precisa ricostruzione stratigrafica, litotecnica e sismica del modello del terreno di sedime del agrivoltaico di che trattasi, così come già



riportato in premessa all'Elaborato A.2: Relazione Geologica e nell'Allegato A.12.a.7 Planimetria con ubicazione delle indagini geognostiche.

Per quanto riguarda la caratterizzazione idrogeologica dei terreni in affioramento sono state fatte delle considerazioni di carattere generale integrate da studi tematici contenuti in bibliografia che hanno avvalorato le considerazioni tecniche a cui si è giunti. In tal senso i terreni interessati direttamente dall'impianto agrivoltaico sono stati definiti come impermeabili con Coefficiente di permeabilità dell'ordine di $K = 10^{-7} - 10^{-9}$ m/s, in quanto afferenti *Complesso Argilloso*: i terreni afferenti al Complesso Argilloso (ne fanno parte la Litofacies Argilloso-Sabbiosa e Litofacies Argillitica), sono da ritenersi impermeabili, in quanto tale complesso, anche se dotato di alta porosità primaria, è praticamente impermeabile a causa delle ridottissime dimensioni dei pori nei quali l'acqua viene fissata come acqua di ritenzione. Ne deriva una circolazione nulla o trascurabile. Inoltre, trattandosi di argilla, anche se coesiva, è comunque soggetta a fessurarsi e a richiudere rapidamente le discontinuità con un comportamento di tipo plastico. Nell'insieme, il complesso litologico è da considerarsi scarsamente permeabile, in quanto anche la permeabilità dei sabbiosi è del tutto controllata dalla frazione argillosa. **Tali considerazioni idrogeologiche, anche se fossero scaturite da prove di permeabilità in situ e di laboratorio, comunque avrebbero avuto scarsa valenza nell'approccio che si è dato, in termini teorici ed applicativi, nell'individuazione dei metodi da utilizzare al fine di garantire i principi di invarianza idraulica e idrologica. Infatti, come meglio riportato nei prossimi capitoli dedicati, tale approccio prescinde dalla permeabilità dei terreni in affioramento.**

Comunque, alla luce di tali considerazioni di carattere idrogeologico, a grande scala è possibile affermare che tutte le opere previste in progetto in nessun modo possono interferire anche con eventuali circolazioni effimere di acqua in ambiti superficiali, in quanto, i pannelli saranno allocati su pali di ancoraggio che avranno profondità trascurabili, il cavidotto avrà una profondità compresa entro 1.50 m. Chiaramente nella fase esecutiva i fori di sondaggio previsti saranno attrezzati con tubi piezometrici al fine di verificare la presenza o meno di acque di circolazione superficiale.

Nella stretta area di pertinenza delle opere in progetto non sono state rilevate sorgenti. Anche il cavidotto, per la maggior parte, seguirà la viabilità esistente, mentre gli attraversamenti di fossi o valloni sarà effettuata tramite T.O.C., proprio onde evitare ogni interferenza con il normale deflusso delle acque incanalate (reticolo idrografico). In più, oltre alle strade, anche le piazzole di servizio saranno realizzate in misto granulare, ovvero con materiale drenante, al fine di minimizzare l'interferenza con l'attuale corrivazione delle acque meteoriche superficiali, nonché con il loro seppur minimo drenaggio nei livelli più superficiali dei terreni in affioramento.



Nella presente relazione è stato effettuato un primo studio idrologico-idraulico finalizzato alla determinazione delle attuali condizioni di rischio idraulico, vale a dire prima della realizzazione delle opere previste in progetto. A tal proposito si specifica che, per tutta l'area di intervento, non è presente una perimetrazione che definisca l'attuale livello di rischio idraulico, ma gli interventi sono localizzati nelle immediate vicinanze di diversi rami del reticolo idrografico presenti sulla cartografia IGM della Regione Sicilia, pertanto trovano applicazione le Norme Tecniche di Attuazione (NTA) del PAI per la determinazione delle aree a diversa pericolosità idraulica per i tempi di ritorno di 50, 100 e 300 anni.

Tali portate sono state utilizzate nella successiva analisi idraulica che, grazie all'utilizzo del modello idrodinamico monodimensionale HEC-RAS dello *US Army Corps of Engineers*, è finalizzata alla valutazione delle modalità di deflusso degli eventi di piena al fine di stabilire i massimi valori del livello di pelo libero e, di conseguenza, di valutare le effettive estensioni delle aree a diversa pericolosità idraulica.

Nelle figure seguenti sono mostrate la planimetria dell'impianto di produzione di energia da fonte rinnovabile, incluso il cavidotto, con la sua posizione in relazione al reticolo idrografico desunto dalla cartografia IGM in scala 1:50'000 ed un ingrandimento della sola area di perimetrazione dei pannelli in progetto. Si sottolinea che il cavidotto presenta alcune interferenze con il reticolo in esame, in corrispondenza di opere idrauliche esistenti, rispetto è possibile effettuare uno staffaggio.

Oltre all'impianto agrivoltaico in progetto, nelle aree di interesse è prevista anche la realizzazione di canalette di drenaggio finalizzate a una corretta gestione delle acque di ruscellamento superficiale. Tali canalette, da realizzare mediante uno scavo a sezione trapezoidale e da rivestire con biostuoie antierosive, sono normalmente di due tipologie: canalette di drenaggio da realizzare a monte dell'impianto e canalette di drenaggio da realizzare a valle. Le prime costituiscono una sorta di canali deviatori in grado di intercettare le acque che attualmente interessano i lotti di intervento per immetterle negli impluvi esistenti. Le seconde sono necessarie per poter garantire il rispetto dei principi di invarianza idrologica e idraulica in quanto le portate che convogliano saranno derivate dalle acque meteoriche zenitali che precipitano sui lotti di intervento e, quindi, su aree che subiranno una leggera riduzione della permeabilità superficiale per effetto della presenza dei pannelli fotovoltaici. Per quanto concerne il suddetto progetto, vista la conformazione del terreno e l'impossibilità di captare le acque a monte dell'impianto, sono state progettate soltanto canalette di valle.

Per verificare la corretta gestione delle acque meteoriche mediante tali opere, quindi, è stato effettuato un secondo studio idrologico-idraulico che ha determinato anche le future condizioni di rischio idraulico, vale a dire dopo la realizzazione delle opere previste in progetto. Anche in questo caso, pertanto, sono stati analizzati i regimi di deflusso a monte e a valle degli elementi idrici nelle immediate vicinanze dell'impianto, nonché l'effettiva estensione delle aree allagabili in modo da verificare la compatibilità degli interventi in progetto con le NTA del PAI.

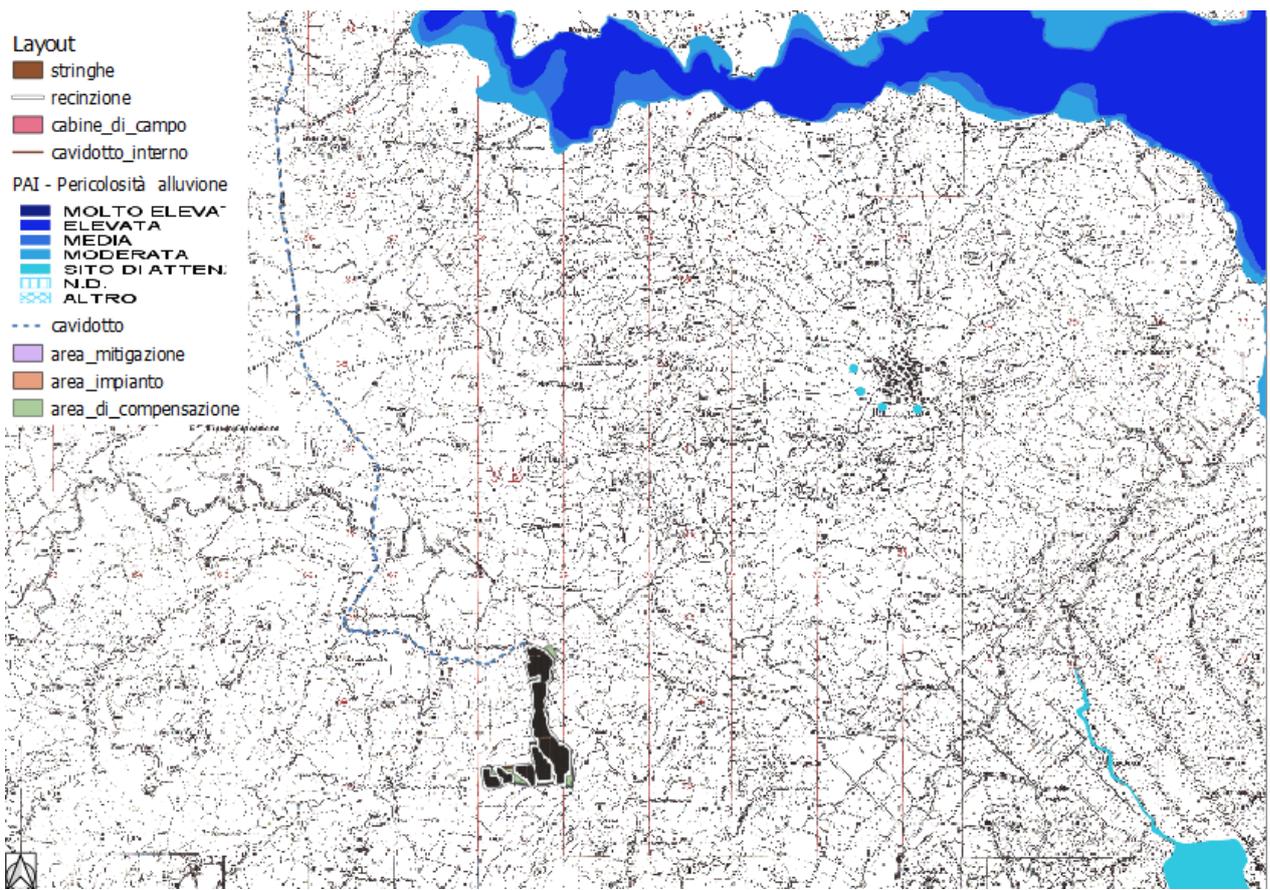


Figura 1: Planimetria della planimetria dell'area di interesse su base IGM con individuazione delle aree PAI

Nelle valutazioni idrologiche, in particolare, sono state determinate le portate al colmo di piena grazie ad un'attenta delimitazione dei bacini idrografici sottesi dagli impluvi esistenti e dalle opere di drenaggio in progetto e mediante l'utilizzo del metodo VAPI Sicilia (come previsto all'interno del citato PAI) al fine di stabilire le portate al colmo di piena per gli eventi con i tempi di ritorno di 50, 100 e 300 anni.

Nelle valutazioni sulla compatibilità idraulica delle opere in progetto, inoltre, è stato considerato, come valore di riferimento per il franco di sicurezza, quello prescritto dalla "Guida alla progettazione dei sistemi di collettamento e depurazione delle acque reflue urbane" del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM) del 2001 che prevede:

- il 50% dell'altezza utile se questa non supera i 40 cm;
- 20 cm se l'altezza utile è compresa tra i 40 e i 100 cm;
- il 20% dell'altezza utile se questa è superiore a 100 cm.

In generale, uno dei principali effetti dell'urbanizzazione risiede nel consumo di suolo che, dal punto di vista idrologico e idraulico, si concretizza nell'impermeabilizzazione delle superfici, inficiando il ciclo idrologico del territorio circostante a causa dell'aumento della vulnerabilità dei sistemi ambientali presenti.

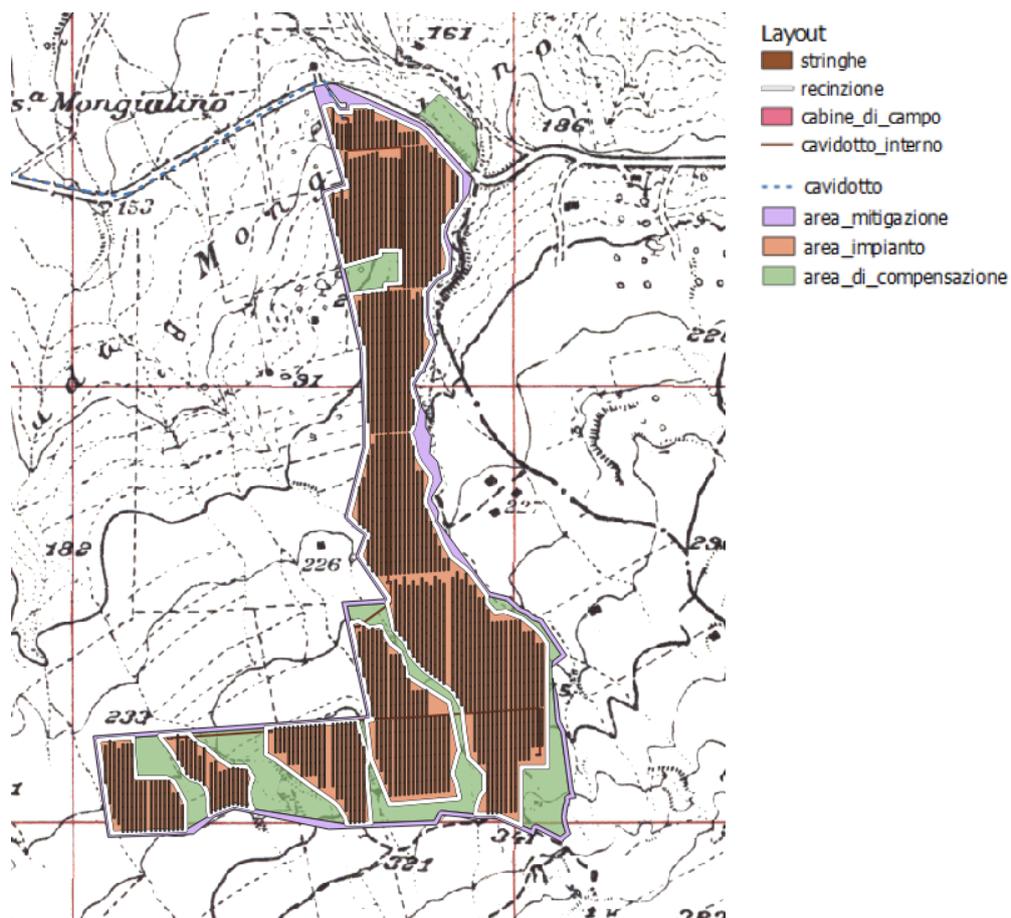


Figura 2: Ingrandimento dell'area oggetto di intervento su base IGM

Al fine di attuare un uso sostenibile del suolo, oltre che garantire la compatibilità delle trasformazioni territoriali nelle aree a differente pericolosità idraulica, vengono introdotti i **principi di invarianza idraulica e idrologica** da perseguire negli interventi di trasformazione territoriale nelle aree classificate come a rischio idraulico e ad indirizzare le previsioni nelle altre aree in modo da non aggravare o creare nuove situazioni di eventuale pericolosità.

Nel caso specifico, il principio di invarianza, si ritiene che debba essere applicato al presente progetto in quanto si prevede una minima variazione di permeabilità delle aree prettamente agricole a seguito dell'installazione dei moduli fotovoltaici, generando una leggera variazione dei regimi di deflusso superficiale. Tale variabilità è leggibile in termini di diminuzione del tempo di corrivazione dei bacini analizzati e, conseguentemente, di aumento delle portate e dei volumi idrici.

Pertanto, al fine di compensare tali variazioni, si prevede la realizzazione di pozzi perdenti interrati nella parte terminale dei canali di valle con dimensioni variabili in funzione dei volumi da smaltire **garantendo, quindi, la invarianza idrologica**. Immediatamente a monte di ogni pozzo, inoltre, si prevede il posizionamento di un sistema di separazione delle acque tramite uno scolmatore con efflusso a stramazzo dimensionato in modo da consentire il deflusso della portata dello stato di fatto verso i recapiti finali (così come accade attualmente) **garantendo, quindi, la invarianza idraulica**, mentre convoglierà la portata eccedente verso i pozzi.



2 Analisi idrologica dello stato di fatto

Le finalità della presente sezione consistono nella determinazione delle attuali condizioni di rischio idraulico prima della realizzazione delle opere previste in progetto. Di conseguenza, nella presente analisi idrologica sono state determinate le portate al colmo di piena mediante l'utilizzo del metodo VAPI Sicilia come illustrato all'interno della Relazione di Piano del PAI, redatto dall'Autorità di Bacino della Sicilia.

Per tali scopi, sono state individuate le caratteristiche dei bacini idrografici che, successivamente, sono state utilizzate per la definizione dei tempi di corrivazione. Grazie al metodo VAPI, infine, sono state calcolate le massime altezze della precipitazione critica per i bacini individuati e, mediante l'utilizzo del metodo razionale, sono state valutate le portate al colmo di piena.

2.1 Bacini idrografici

Nella figura seguente sono mostrati gli impluvi in esame che, vista l'assenza di toponimi, sono stati nominati con le lettere A, B, C, D, E, F, G e H insieme ai bacini idrografici sottesi dalle sezioni di chiusura individuate in corrispondenza dei punti più a valle dei tratti di intervento. La delimitazione è stata effettuata utilizzando sia la cartografia IGM in scala 1:50'000 formato WMS che il Modello Digitale del Terreno (Digital Terrain Model, DTM) della Regione Sicilia.

Nella tabella seguente sono indicate le caratteristiche fisiografiche dei bacini ricavate dal DTM della Regione Sicilia con dimensioni di cella di 1x1 m.

Caratteristiche fisiografiche								
Bacino idrografico	S (km ²)	Hmax (mslm)	Hmed (mslm)	Hmin (mslm)	L (km)	i (%)	N (-)	c (-)
Bacino A	0.403	391.03	289.71	190.90	1.03	19.43	0.4	0.40
Bacino B	0.473	461.30	311.72	190.80	1.31	20.60	0.4	0.40
Bacino C	0.167	461.03	327.73	231.03	0.82	28.05	0.4	0.40
Bacino D	0.122	351.10	285.29	231.47	0.57	21.02	0.4	0.40
Bacino E	0.270	461.52	308.86	231.92	0.55	41.90	0.4	0.40
Bacino F	0.240	462.29	317.01	223.24	1.11	21.57	0.4	0.40
Bacino G	1.063	461.30	283.33	155.78	1.95	15.64	0.4	0.40
Bacino H	0.347	461.03	296.20	203.28	0.32	81.57	0.4	0.40

Tabella 1

Nella precedente tabella sono state indicate le seguenti grandezze:

- "S" (km²): superficie del bacino;
- "Hmax" (mslm): quota massima;
- "Hmed" (mslm): quota media;
- "Hmin" (mslm): quota minima;
- "L" (km): lunghezza dell'asta principale;
- "i" (%): pendenza dell'asta principale;
- "y" (%): pendenza media di versante;
- "c" (-): coefficiente di deflusso.



Come valore per il coefficiente di deflusso è stato utilizzato il parametro di Kerby con valore pari a 0.40 in quanto l'area sottesa dai due bacini idrografici è costituita da pascoli e colture non intensive.

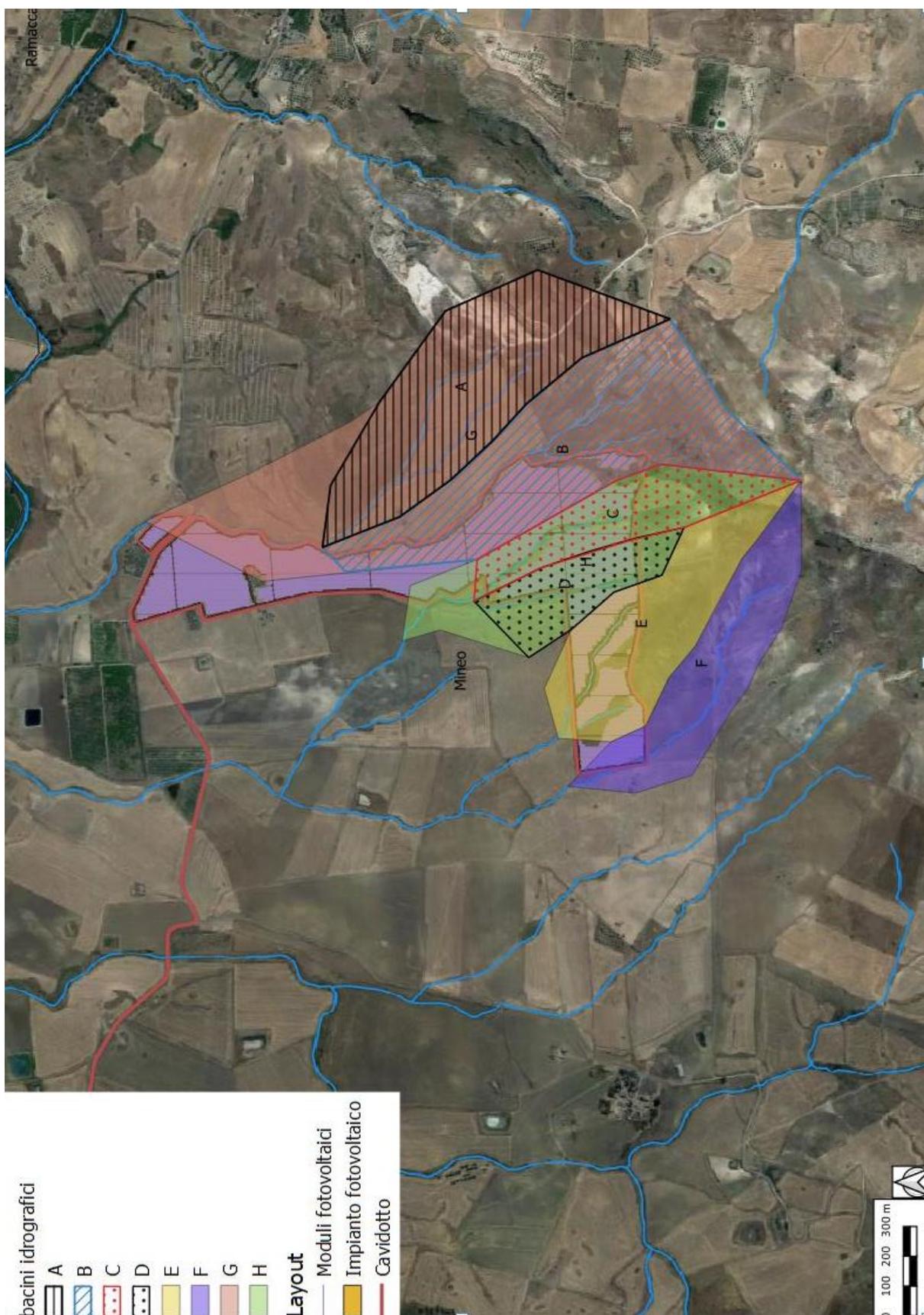


Figura 3: Corografia dei bacini idrografici afferenti alle aste fluviali limitrofe all’impianto in esame



2.2 Tempi di corrivazione

In funzione delle caratteristiche fisiografiche dei bacini individuati, sono stati riportati, nella tabella seguente, differenti valori per i tempi di corrivazione in base a diverse formulazioni.

Tempi di corrivazione								
Bacino idrografico	Giandotti (h)	Kerby (h)	Kirpich (h)	Ventura (h)	Pezzoli (h)	Pasini (h)	media 1 (h)	tc (h)
Bacino A	0.5	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2
Bacino B	0.5	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Bacino C	0.4	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.15	0.2
Bacino D	0.4	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Bacino E	0.4	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1
Bacino F	0.5	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2
Bacino G	0.8	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4
Bacino H	0.4	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1

Tabella 2

Viste le aree dei bacini si è deciso di adottare la media di tutti i valori di corrivazione, esclusa la formula di Giandotti.

La seguente formula di Kerby, in particolare, risulta essenziale per la determinazione del tempo di corrivazione:

$$tc = \frac{(0.342 * L * i)^{0.467}}{\sqrt{k}}$$

Dove:

- "k" (-): parametro di Kerby;
- "L" (km): lunghezza dell'asta;
- "i" (%): pendenza media del bacino.

Il parametro di Kerby decresce con l'aumentare del grado di impermeabilizzazione, pertanto risulta influente per la determinazione delle variazioni del tempo di corrivazione tra le condizioni *ante operam* e *post operam*. **Per la condizione qui descritta, relativa allo stato di fatto, è stato preso in considerazione un valore pari a 0.4, in linea con i valori delle classi di uso del suolo riportati in letteratura. Questo valore, tuttavia, decrescerà nella successiva analisi relativa alla configurazione dello stato di progetto.**

2.3 Portate al colmo di piena

Ai fini del calcolo delle portate al colmo di piena è stato utilizzato il metodo VAPI Sicilia così come consigliato dalla Relazione di Piano del PAI (redatto dall'Autorità di Bacino della Sicilia).

Nella figura seguente è mostrata una corografia della Sicilia con l'individuazione delle zone pluviometriche omogenee del metodo VAPI. Il sito di interesse, in particolare, è situato nella "zona pluviometrica omogenea C".



Il metodo scelto prevede il calcolo del fattore di crescita " K_T " che varia in funzione del tempo di ritorno, con la seguente espressione:

$$K_T = a + b \times \ln(T)$$

Di conseguenza l'equazione precedente assume la seguente espressione per l'area di interesse:

$$SZO C K_T = 0.1031 + 0.658 \ln(T)$$



Figura 4: Corografia della Sicilia con la delimitazione delle zone pluviometriche omogenee del VAPI

Nella seguente tabella, pertanto, si riportano i valori del K_T per i tre tempi di ritorno considerati.

Fattori di crescita			
Bacino idrografico	K50 (-)	K100 (-)	K300 (-)
Bacini	2.7	3.1	3.9

Tabella 3

Al terzo livello di regionalizzazione, stimati i parametri a ed n sulla base della carta delle "iso- a " e delle "iso- n ", con valori pari a:

- $a = 23 \text{ [mm} \cdot \text{h}^n]$
- $n = 0.33$

è possibile determinare i valori delle altezze di pioggia, in funzione dei parametri della curva di possibilità pluviometrica e del tempo di ritorno. Di seguito si riportano i valori delle altezze di pioggia per i bacini in esame.



Intensità di precipitazione (VAPI pluviometria)			
Bacino idrografico	i50 (mm/h)	i100 (mm/h)	i300 (mm/h)
Bacino A	206.4	241.5	297.2
Bacino B	190.5	223.0	274.4
Bacino C	217.8	254.9	313.7
Bacino D	224.1	262.3	322.8
Bacino E	231.1	270.5	332.9
Bacino F	179.6	210.2	258.7
Bacino G	119.0	139.3	171.4
Bacino H	276.3	323.3	397.9

Tabella 4

Le portate di riferimento per la successiva analisi idraulica sono quelle riportate nella tabella seguente, determinate con il metodo razionale. La schematizzazione alla base del metodo si basa sulle seguenti ipotesi fondamentali:

1. La pioggia critica ha durata pari al tempo di corrivazione;
2. la precipitazione si suppone di intensità costante per tutta la durata dell'evento;
3. Il tempo di ritorno della portata è pari a quello della pioggia critica.

La portata di piena, in funzione del tempo di ritorno, è pari a:

$$Q = \frac{S \cdot h^*}{3.6 \cdot t_c} * \phi$$

in cui:

Q = portata di piena [m³/sec];

φ = coefficiente di deflusso;

h = pioggia netta [m];

S = area del bacino [km²];

t_c = tempo di corrivazione [h].

Portate al colmo di piena (VAPI pluviometria)			
Bacino idrografico	Q50 (m ³ /s)	Q100 (m ³ /s)	Q300 (m ³ /s)
Bacino A	9.2	10.8	13.3
Bacino B	10.0	11.7	14.4
Bacino C	4.0	4.7	5.8
Bacino D	3.0	3.6	4.4
Bacino E	6.9	8.1	10.0
Bacino F	4.8	5.6	6.9
Bacino G	14.1	16.5	20.3
Bacino H	10.6	12.5	15.3

Tabella 5



Coefficienti uometrici			
Bacino idrografico	u50 (m³/s·km²)	u100 (m³/s·km²)	u300 (m³/s·km²)
Bacino A	22.9	26.8	33.0
Bacino B	21.2	24.8	30.5
Bacino C	24.2	28.3	34.9
Bacino D	24.9	29.1	35.9
Bacino E	25.7	30.1	37.0
Bacino F	20.0	23.4	28.7
Bacino G	13.2	15.5	19.0
Bacino H	30.7	35.9	44.2

Tabella 6

I valori riportati nella tabella precedente risultano assolutamente in linea con quelli riscontrabili in caso di bacini idrografici di dimensioni e caratteristiche simili a quelli in esame.



3 Analisi idraulica dello stato di fatto

Nella presente analisi idraulica sono illustrate le condizioni di deflusso dei corsi d'acqua che lambiscono l'area di interesse.

L'analisi è stata effettuata mediante l'utilizzo del modello idrodinamico monodimensionale HEC-RAS dello *US Army Corps of Engineers*. Per ragioni cautelative le portate, immesse come condizioni al contorno di monte all'interno del modello, sono state considerate costanti nel tempo e le simulazioni sono state condotte in condizioni di moto permanente.

I tempi di ritorno utilizzati, pari a 50, 100 e 300 anni, corrispondono ai tempi di ritorno di riferimento per la delimitazione delle aree a Pericolosità Molto elevata, Elevata e Media del PAI.

All'interno del modello di calcolo sono state inserite le seguenti informazioni:

- geometria dei corsi d'acqua;
- portate di piena;
- condizioni al contorno;
- coefficienti di scabrezza.



3.1 Geometria del modello idrodinamico

Stato di fatto - Sezioni					
Sezione	Sezione nel modello	Progr. (m)	Parz. (m)	Fondo (mslm)	Pendenza (m/m)
A1	-1	0.00	116.82	222.32	0.0980
A2	-2	116.82	99.40	210.87	0.1414
A3	-3	216.22	87.73	196.81	0.0814
G1	-4	303.94	127.67	189.67	0.0560
G2	-5	431.61	95.02	182.52	0.0572
G3	-6	526.64	148.12	177.08	0.0535
G4	-7	674.75	99.27	169.16	0.0752
G5	-8	774.03	80.80	161.69	0.0283
G6	-9	854.82	0.00	159.40	0.0736
B1	-1	0.00	140.29	323.17	0.1778
B2	-2	140.29	146.28	298.22	0.1613
B3	-3	286.57	284.78	274.63	0.1115
B4	-4	571.35	244.10	242.89	0.0956
B5	-5	815.45	253.98	219.56	0.0772
B6	-6	1,069.43	123.40	199.95	0.1152
C1	-1	0.00	159.69	324.24	0.1402
C2	-2	159.69	216.22	301.85	0.1438
C3	-3	375.91	117.79	270.76	0.1812
C4	-4	493.70	144.19	249.42	0.1318
H1	-5	637.89	89.26	230.42	0.0872
H2	-6	727.14	85.69	222.64	0.1396
H3	-7	812.83	0.00	217.66	0.1311
D1	-1	0.00	195.89	299.17	0.1356
D2	-2	195.89	181.05	272.61	0.1510
D3	-3	376.94	125.32	245.28	0.1430
E1	-1	0.00	144.28	299.19	0.1649
E2	-2	144.28	198.32	275.40	0.1226
E3	-3	342.60	159.18	251.09	0.1404
F1	-1	0.00	183.18	275.47	0.1375
F2	-2	183.18	185.82	250.28	0.1432
F3	-3	369.00	0.00	223.67	0.1404
I1	-1	0.00	119.89	270.48	0.1449
I2	-2	119.89	92.71	253.11	0.1239
I3	-3	212.60	0.00	241.62	0.1357
L1	-1	0.00	79.00	274.36	0.1325
L2	-2	79.00	50.00	263.89	0.1325

Tabella 7

Nella figura seguente è presente la planimetria dell'area in esame con l'indicazione delle tracce delle sezioni trasversali utilizzate.

Le sezioni trasversali sono state riportate nella tabella precedente con l'indicazione del nome della sezione inserito nel modello ("station") delle distanze parziali e progressive, delle quote di fondo e delle pendenze.

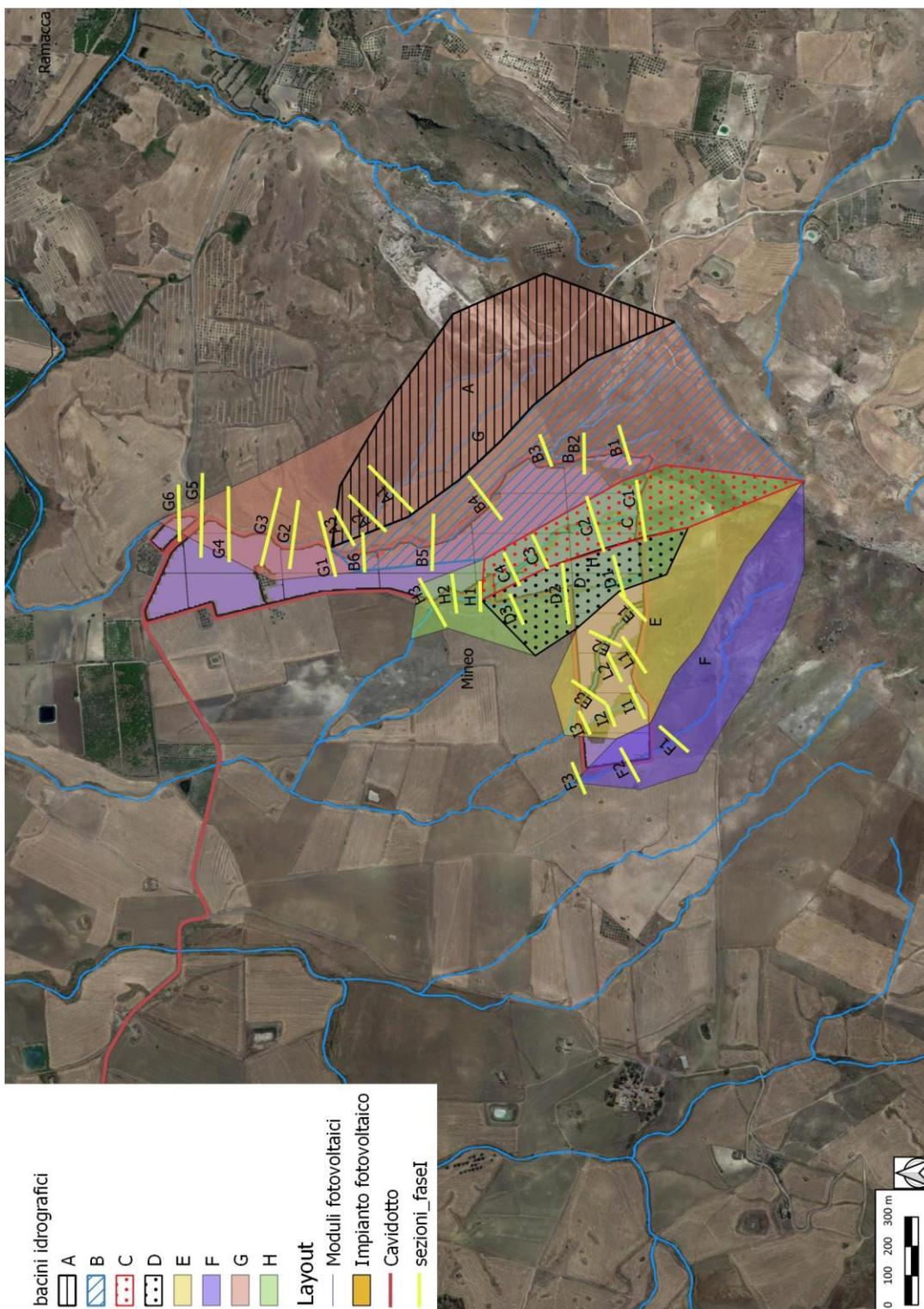


Figura 5: Planimetria dei corsi d’acqua analizzati con l’individuazione delle sezioni trasversali rilevate

3.2 Portate di piena

Come portate al colmo di piena sono state considerate quelle ricavate nella precedente analisi idrologica (cfr. la precedente Tabella 5).



Come precisato in precedenza, le portate sono state considerate, per ragioni cautelative, costanti nel tempo e le simulazioni sono state condotte in condizioni di moto permanente.

3.3 Condizioni al contorno

Le condizioni al contorno, necessarie per l'esecuzione di simulazioni idrodinamiche con il modello, sono le seguenti:

- condizione al contorno di monte: scala di deflusso in moto uniforme della corrente con una pendenza pari a quella media del ramo rilevato;
- condizione al contorno di valle: scala di deflusso in moto uniforme della corrente con una pendenza pari a quella media del ramo rilevato.

3.4 Parametri di scabrezza

Come parametro di scabrezza è stato utilizzato un coefficiente di Gauckler-Strickler pari a $20 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ (corrispondente ad un coefficiente secondo Manning pari a $0.050 \text{ s}/\text{m}^{1/3}$).

Tale coefficiente è stato determinato in base a quanto stabilito nelle tabelle parametriche riportate all'interno del "Manuale dell'Ingegnere" (83^a edizione, Nuovo Colombo, Hoepli, 2001) in corrispondenza di "piccoli corsi di pianura, puliti, diritti e senza ristagni d'acqua".

3.5 Risultati delle simulazioni nella configurazione pre intervento

Come già anticipato in precedenza, le simulazioni sono state effettuate utilizzando il modello di calcolo HEC-RAS dello *US Army Corps of Engineers*. Tali simulazioni sono state effettuate, per ragioni cautelative, in regime di moto permanente della corrente.

Si è anche verificato come tali condizioni risultino molto cautelative dato che, in caso di simulazioni non stazionarie, i livelli di pelo libero riscontrabili siano nettamente inferiori a causa del fenomeno della laminazione dei colmi di piena.

Nelle figure seguenti, in particolare, sono mostrate le planimetrie delle aree allagabili dei tratti di impluvi analizzati, mentre nella tabella seguente sono presenti tutti i valori numerici ottenuti dal modello nella configurazione pre intervento.

Per la delimitazione delle aree allagabili per gli eventi con i tempi di ritorno di 50, 100 e 300 anni, in particolare, è stato utilizzato il DTM della Regione Sicilia.

La metodologia seguita, ripetuta per ciascun evento di piena, è la seguente:

- in base ai risultati forniti dal modello idrodinamico monodimensionale sono stati assegnati i valori dei livelli di pelo libero a ciascuna sezione trasversale;
- è stato realizzato un TIN ("*triangulated irregular network*", rete irregolare di triangoli) in grado di rappresentare la superficie del pelo libero;
- il TIN precedente è stato convertito in GRID delle stesse dimensioni del DTM;
- è stata effettuata una sottrazione, cella per cella, tra il GRID della superficie del pelo libero e il DTM in modo da ottenere il GRID delle altezze d'acqua.



Stato di fatto - T = 30 anni											
Sezione	Sezione nel modello	Progr. (m)	Fondo (mslm)	Portata (m ³ /s)	Livello di pelo lib. (mslm)	Altezza d'acqua (m)	Largh. di pelo lib. (m)	Velocità media (m/s)	Area della sezione (m ²)	Tensione di parete (N/m ²)	Numero di Froude (-)
A1	-1	0.00	222.32	9.2	222.79	0.47	17.48	2.32	3.96	217.35	1.56
A2	-2	116.82	210.87	9.2	211.37	0.50	16.68	2.36	3.90	222.02	1.56
A3	-3	216.22	196.81	9.2	197.47	0.66	5.72	4.39	2.10	664.93	2.31
G1	-4	303.94	189.67	14.1	190.57	0.90	7.59	3.19	4.42	302.94	1.34
G2	-5	431.61	182.52	14.1	183.74	1.22	6.39	3.30	4.28	312.55	1.29
G3	-6	526.64	177.08	14.1	178.12	1.04	7.34	3.41	4.13	352.90	1.45
G4	-7	674.75	169.16	14.1	170.14	0.98	8.50	2.87	4.92	245.16	1.20
G5	-8	774.03	161.69	14.1	162.62	0.93	8.19	4.01	3.52	528.09	1.95
G6	-9	854.82	159.40	14.1	160.52	1.12	9.04	2.50	5.64	181.78	1.01
B1	-1	0.00	323.17	10.0	323.89	0.72	8.22	3.85	2.60	537.99	2.19
B2	-2	140.29	298.22	10.0	298.93	0.71	5.38	4.50	2.22	674.92	2.23
B3	-3	286.57	274.63	10.0	275.33	0.70	5.27	4.34	2.30	618.13	2.10
B4	-4	571.35	242.89	10.0	243.47	0.58	16.87	2.36	4.24	216.96	1.50
B5	-5	815.45	219.56	10.0	220.20	0.64	9.05	3.13	3.20	341.80	1.68
B6	-6	1,069.43	199.95	10.0	200.58	0.63	21.88	1.91	5.24	144.52	1.25
C1	-1	0.00	324.24	4.0	324.55	0.31	5.91	2.85	1.40	322.73	1.87
C2	-2	159.69	301.85	4.0	302.29	0.44	8.27	2.49	1.61	263.03	1.80
C3	-3	375.91	270.76	4.0	271.05	0.29	15.96	1.96	2.04	187.79	1.75
C4	-4	493.70	249.42	4.0	249.87	0.45	9.35	2.70	1.48	330.03	2.16
H1	-5	637.89	230.42	10.6	231.06	0.64	10.61	3.10	3.42	345.11	1.74
H2	-6	727.14	222.64	10.6	223.27	0.63	18.16	2.22	4.78	188.48	1.38
H3	-7	812.83	217.66	10.6	218.44	0.78	12.13	2.23	4.76	167.44	1.14
D1	-1	0.00	299.17	3.0	299.49	0.32	4.54	2.77	1.08	307.02	1.81
D2	-2	195.89	272.61	3.0	272.96	0.35	6.61	2.41	1.24	248.96	1.77
D3	-3	376.94	245.28	3.0	249.30	4.02	3.88	2.87	1.04	316.97	1.77
E1	-1	0.00	299.19	6.9	299.80	0.61	10.56	2.94	2.34	352.90	2.00
E2	-2	144.28	275.40	6.9	275.98	0.58	6.69	3.52	1.96	459.24	2.07
E3	-3	342.60	251.09	6.9	251.62	0.53	13.67	2.28	3.03	211.11	1.55
F1	-1	0.00	275.47	4.8	275.91	0.44	5.58	3.11	1.54	366.71	1.89
F2	-2	183.18	250.28	4.8	250.85	0.57	4.58	3.31	1.45	399.59	1.87
F3	-3	369.00	223.67	4.8	224.17	0.50	5.27	3.27	1.47	405.34	1.98
I1	-1	0.00	270.48	6.9	271.19	0.71	9.95	2.90	2.38	333.42	1.89
I2	-2	119.89	253.11	6.9	253.51	0.40	14.16	2.56	2.69	280.29	1.88
I3	-3	212.60	241.62	6.9	242.41	0.79	13.26	2.38	2.99	212.32	1.57
L1	-1	0.00	274.36	6.9	274.71	0.35	12.20	2.61	2.64	279.23	1.79
L2	-2	79.00	263.89	6.9	264.60	0.71	7.13	3.12	2.21	355.53	1.79

Tabella 8



Stato di fatto - T = 200 anni											
Sezione	Sezione nel modello	Progr. (m)	Fondo (mslm)	Portata (m ³ /s)	Livello di pelo lib. (mslm)	Altezza d'acqua (m)	Largh. di pelo lib. (m)	Velocità media (m/s)	Area della sezione (m ²)	Tensione di parete (N/m ²)	Numero di Froude (-)
A1	-1	0.00	222.32	10.8	222.82	0.50	18.53	2.42	4.46	230.91	1.57
A2	-2	116.82	210.87	10.8	211.40	0.53	17.12	2.49	4.34	240.51	1.58
A3	-3	216.22	196.81	10.8	197.52	0.71	5.97	4.57	2.36	705.62	2.32
G1	-4	303.94	189.67	16.5	190.64	0.97	8.01	3.33	4.96	323.05	1.35
G2	-5	431.61	182.52	16.5	183.82	1.30	6.79	3.42	4.82	329.51	1.30
G3	-6	526.64	177.08	16.5	178.18	1.10	7.59	3.59	4.59	381.69	1.48
G4	-7	674.75	169.16	16.5	170.22	1.06	9.25	2.95	5.59	255.62	1.21
G5	-8	774.03	161.69	16.5	162.67	0.98	8.50	4.20	3.93	564.84	1.97
G6	-9	854.82	159.40	16.5	160.60	1.20	9.41	2.59	6.38	189.46	1.00
B1	-1	0.00	323.17	11.7	323.92	0.75	8.56	4.03	2.90	576.35	2.21
B2	-2	140.29	298.22	11.7	298.98	0.76	5.66	4.69	2.50	717.66	2.25
B3	-3	286.57	274.63	11.7	275.39	0.76	5.68	4.49	2.61	650.17	2.12
B4	-4	571.35	242.89	11.7	243.51	0.62	18.03	2.45	4.78	229.23	1.52
B5	-5	815.45	219.56	11.7	220.24	0.68	9.82	3.22	3.64	356.43	1.69
B6	-6	1,069.43	199.95	11.7	200.61	0.66	22.76	2.00	5.84	155.65	1.26
C1	-1	0.00	324.24	4.7	324.58	0.34	6.10	3.00	1.57	348.59	1.89
C2	-2	159.69	301.85	4.7	302.32	0.47	9.34	2.53	1.86	269.83	1.81
C3	-3	375.91	270.76	4.7	271.06	0.30	16.44	2.07	2.27	202.92	1.77
C4	-4	493.70	249.42	4.7	249.89	0.47	9.55	2.85	1.65	358.66	2.19
H1	-5	637.89	230.42	12.5	231.10	0.68	11.04	3.26	3.84	371.50	1.77
H2	-6	727.14	222.64	12.5	223.31	0.67	21.21	2.23	5.60	190.66	1.39
H3	-7	812.83	217.66	12.5	218.50	0.84	13.19	2.29	5.46	173.76	1.14
D1	-1	0.00	299.17	3.6	299.54	0.37	6.40	2.61	1.38	279.96	1.79
D2	-2	195.89	272.61	3.6	272.98	0.37	6.89	2.55	1.41	270.38	1.80
D3	-3	376.94	245.28	3.6	249.34	4.06	4.05	3.03	1.19	344.15	1.79
E1	-1	0.00	299.19	8.1	299.83	0.64	11.99	2.99	2.71	360.56	2.00
E2	-2	144.28	275.40	8.1	276.02	0.62	7.18	3.64	2.22	483.42	2.09
E3	-3	342.60	251.09	8.1	251.65	0.56	14.19	2.40	3.38	228.13	1.57
F1	-1	0.00	275.47	5.6	275.95	0.48	6.17	3.18	1.76	378.13	1.90
F2	-2	183.18	250.28	5.6	250.89	0.61	4.81	3.45	1.63	425.24	1.89
F3	-3	369.00	223.67	5.6	224.21	0.54	5.94	3.32	1.69	414.58	1.99
I1	-1	0.00	270.48	8.1	271.22	0.74	10.47	3.03	2.68	356.40	1.91
I2	-2	119.89	253.11	8.1	253.54	0.43	15.52	2.63	3.08	292.27	1.89
I3	-3	212.60	241.62	8.1	242.44	0.82	13.39	2.51	3.31	231.91	1.59
L1	-1	0.00	274.36	8.1	274.74	0.38	12.38	2.77	2.93	304.80	1.82
L2	-2	79.00	263.89	8.1	264.63	0.74	7.54	3.25	2.49	377.67	1.80

Tabella 9



Stato di fatto - T = 500 anni											
Sezione	Sezione nel modello	Progr. (m)	Fondo (mslm)	Portata (m ³ /s)	Livello di pelo lib. (mslm)	Altezza d'acqua (m)	Largh. di pelo lib. (m)	Velocità media (m/s)	Area della sezione (m ²)	Tensione di parete (N/m ²)	Numero di Froude (-)
A1	-1	0.00	222.32	13.3	222.86	0.54	19.99	2.55	5.22	249.84	1.59
A2	-2	116.82	210.87	13.3	211.43	0.56	17.73	2.67	4.99	266.56	1.61
A3	-3	216.22	196.81	13.3	197.58	0.77	6.34	4.83	2.76	761.30	2.34
G1	-4	303.94	189.67	20.3	190.75	1.08	9.16	3.44	5.91	339.35	1.37
G2	-5	431.61	182.52	20.3	183.94	1.42	7.35	3.58	5.67	351.68	1.30
G3	-6	526.64	177.08	20.3	178.27	1.19	8.02	3.84	5.29	422.69	1.51
G4	-7	674.75	169.16	20.3	170.41	1.25	15.74	2.60	7.81	211.26	1.18
G5	-8	774.03	161.69	20.3	162.74	1.05	8.97	4.42	4.59	606.65	1.97
G6	-9	854.82	159.40	20.3	160.71	1.31	9.94	2.72	7.47	202.43	1.00
B1	-1	0.00	323.17	14.4	323.98	0.81	9.05	4.28	3.36	631.41	2.25
B2	-2	140.29	298.22	14.4	299.05	0.83	6.12	4.93	2.92	774.09	2.28
B3	-3	286.57	274.63	14.4	275.47	0.84	6.28	4.69	3.07	695.53	2.14
B4	-4	571.35	242.89	14.4	243.54	0.65	18.89	2.61	5.51	252.57	1.54
B5	-5	815.45	219.56	14.4	220.31	0.75	10.89	3.35	4.30	378.25	1.70
B6	-6	1,069.43	199.95	14.4	200.64	0.69	23.12	2.17	6.64	175.39	1.29
C1	-1	0.00	324.24	5.8	324.62	0.38	6.37	3.20	1.81	385.04	1.92
C2	-2	159.69	301.85	5.8	302.37	0.52	13.70	2.37	2.45	244.45	1.79
C3	-3	375.91	270.76	5.8	271.08	0.32	16.90	2.22	2.61	225.30	1.80
C4	-4	493.70	249.42	5.8	249.91	0.49	9.83	3.07	1.89	400.83	2.23
H1	-5	637.89	230.42	15.3	231.15	0.73	11.44	3.48	4.40	409.09	1.79
H2	-6	727.14	222.64	15.3	223.34	0.70	21.40	2.42	6.33	215.89	1.42
H3	-7	812.83	217.66	15.3	218.57	0.91	14.43	2.39	6.41	184.13	1.14
D1	-1	0.00	299.17	4.4	299.58	0.41	7.73	2.62	1.68	282.08	1.79
D2	-2	195.89	272.61	4.4	273.01	0.40	7.22	2.71	1.63	296.10	1.82
D3	-3	376.94	245.28	4.4	249.38	4.10	4.26	3.22	1.37	375.75	1.81
E1	-1	0.00	299.19	10.0	299.88	0.69	13.82	3.07	3.26	375.70	2.02
E2	-2	144.28	275.40	10.0	276.07	0.67	7.85	3.82	2.62	518.28	2.11
E3	-3	342.60	251.09	10.0	251.70	0.61	17.42	2.41	4.15	230.06	1.58
F1	-1	0.00	275.47	6.9	276.02	0.55	8.16	3.09	2.23	363.37	1.89
F2	-2	183.18	250.28	6.9	250.94	0.66	5.16	3.63	1.90	458.30	1.91
F3	-3	369.00	223.67	6.9	224.27	0.60	7.31	3.34	2.07	420.02	2.01
I1	-1	0.00	270.48	10.0	271.28	0.80	13.82	2.95	3.39	343.14	1.90
I2	-2	119.89	253.11	10.0	253.57	0.46	16.84	2.77	3.61	315.44	1.91
I3	-3	212.60	241.62	10.0	242.47	0.85	13.58	2.71	3.79	260.72	1.62
L1	-1	0.00	274.36	10.0	274.77	0.41	12.65	2.98	3.35	341.13	1.85
L2	-2	79.00	263.89	10.0	264.69	0.80	8.12	3.43	2.91	409.42	1.83

Tabella 10

Nelle figure successive sono mostrate le mappe dei tiranti idrici ricavati secondo la metodologia suddetta per i tre tempi di ritorno considerati. Tali tempi di ritorno, in linea con il PAI Sicilia, corrispondono rispettivamente alle aree ad alta (Pericolosità Molto elevata: T = 50 anni), media (Pericolosità Elevata: T = 100 anni) e bassa (Pericolosità Media: T = 300 anni) pericolosità idraulica.

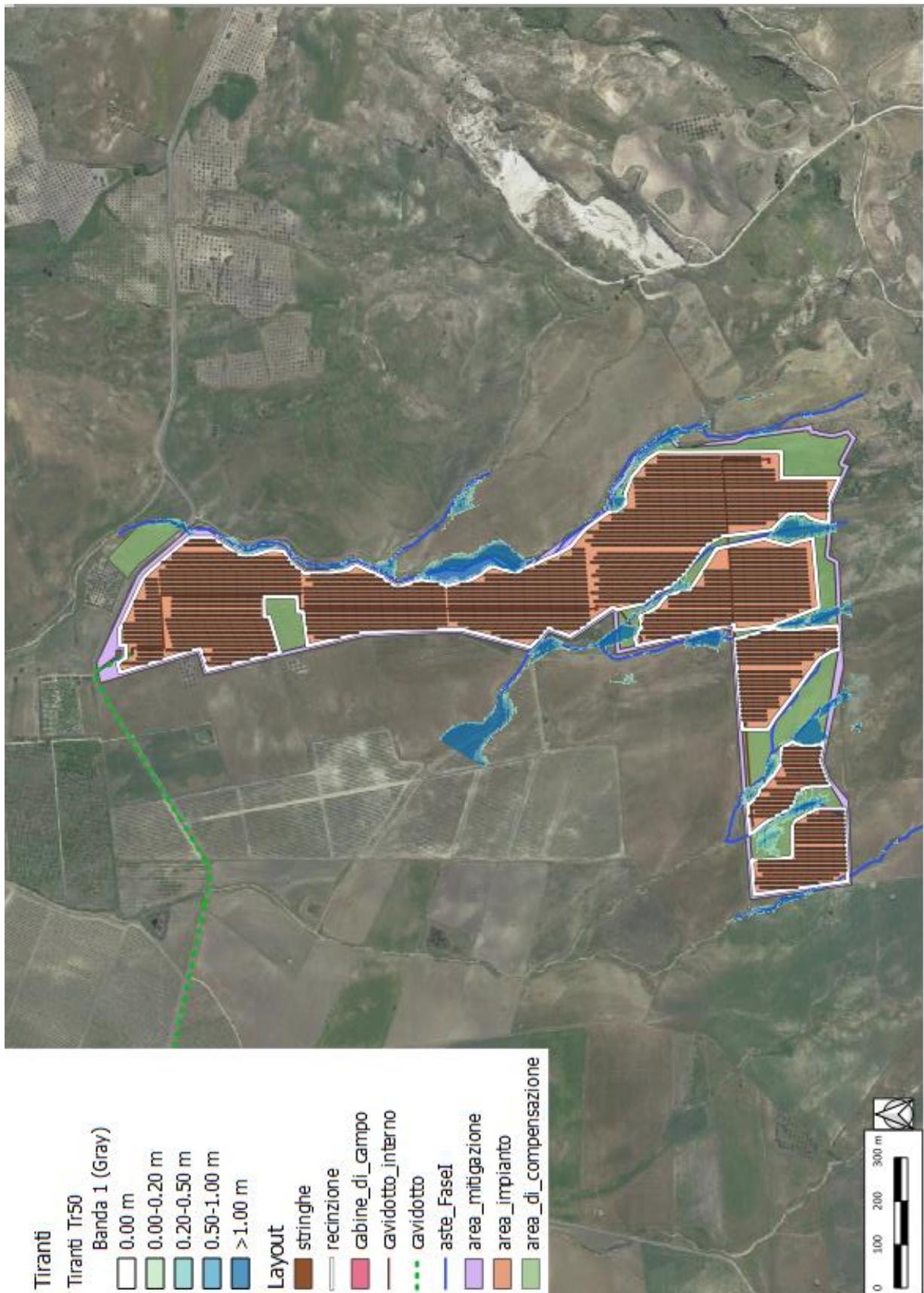


Figura 6: Planimetria dei tiranti idrici nella configurazione pre intervento con un tempo di ritorno di 50 anni

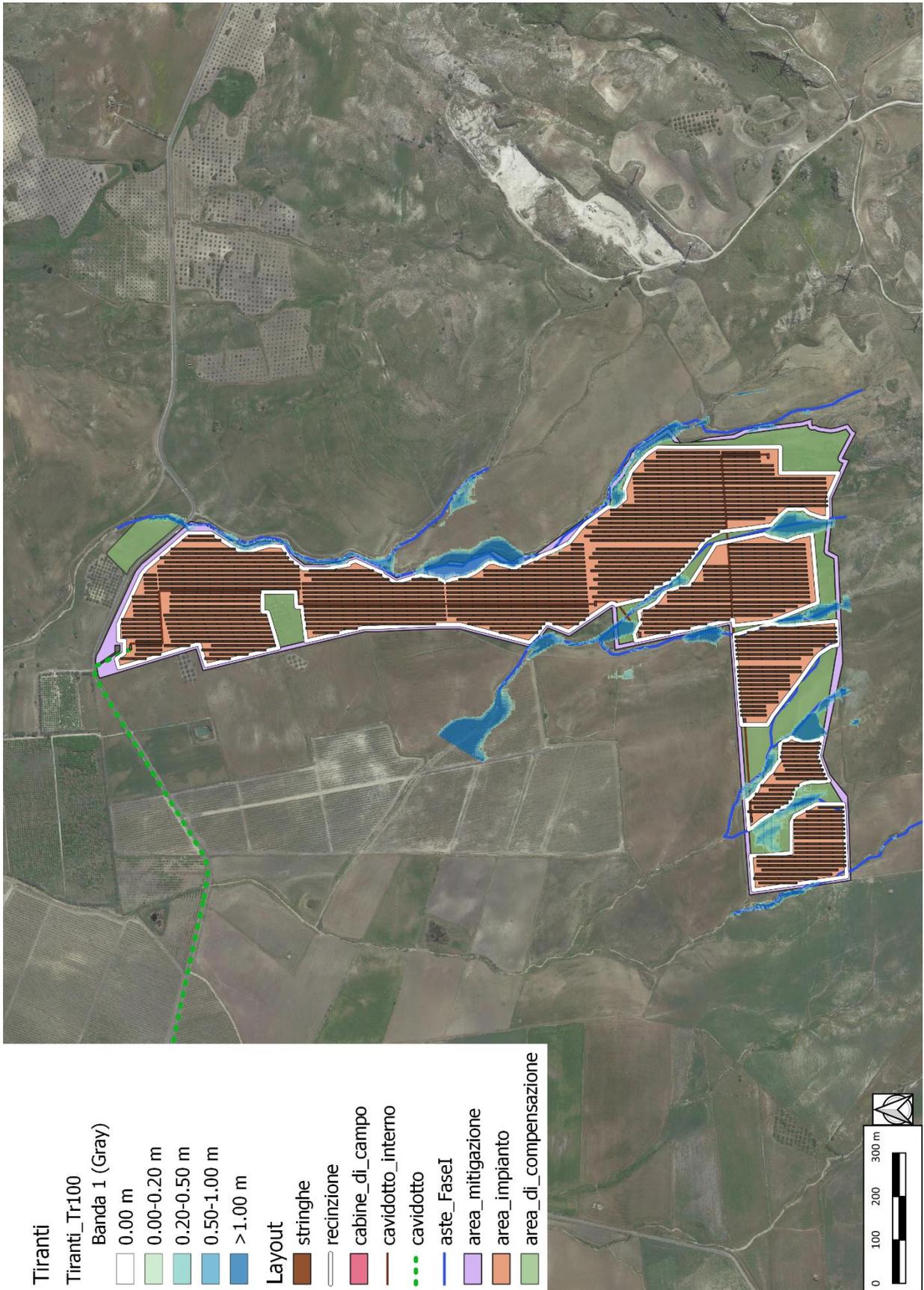


Figura 7: Planimetria dei tiranti idrici nella configurazione pre intervento con un tempo di ritorno di 100 anni

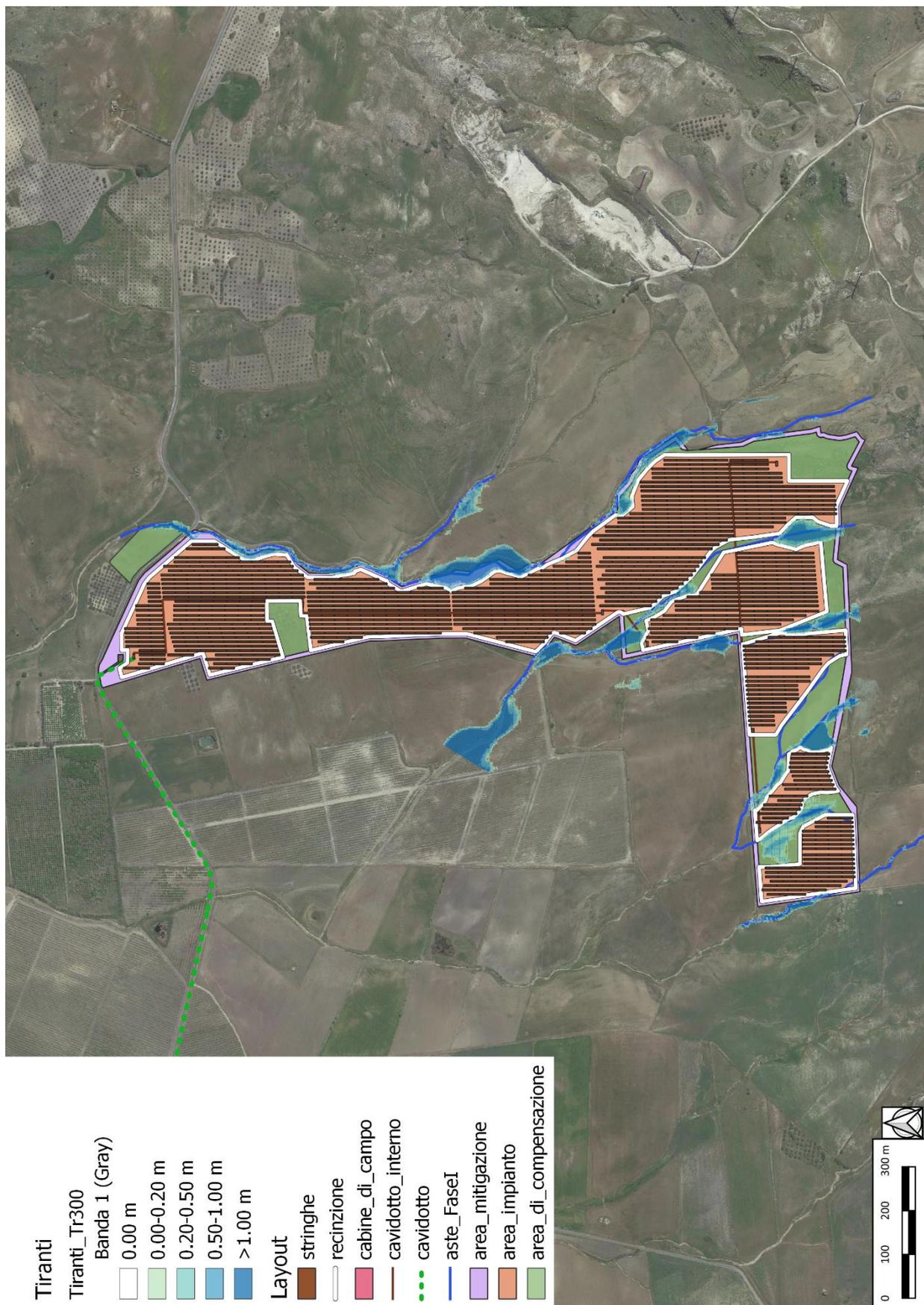


Figura 8: Planimetria dei tiranti idrici nella configurazione pre intervento con un tempo di ritorno di 300 anni

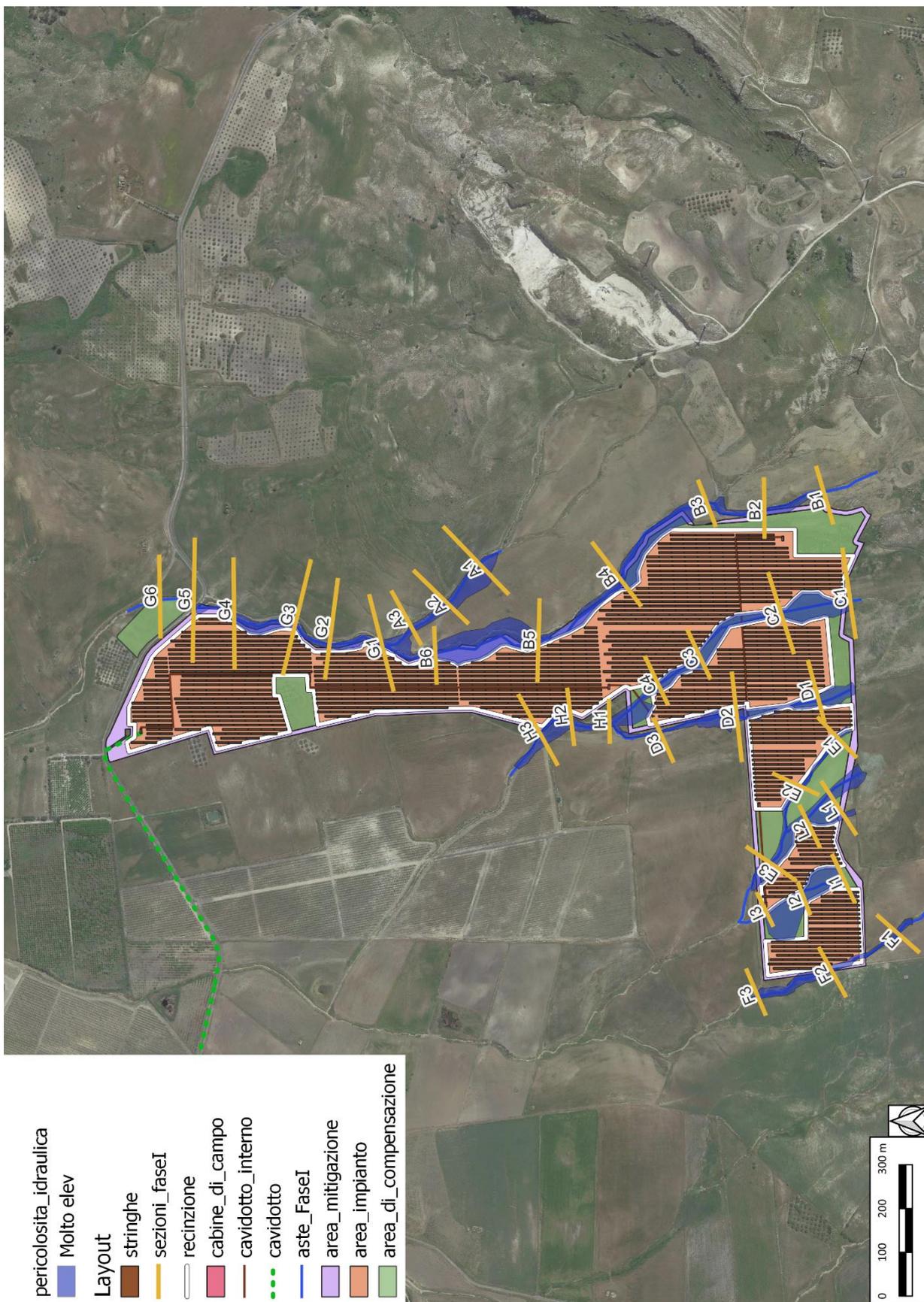


Figura 9: Planimetria delle aree allagabili



Nelle figure precedenti si nota come i lotti di intervento siano parzialmente interessati dalle aree allagabili per gli eventi considerati. Affinché non ci siano interferenze con le aree perimetrate, è stata considerata la fascia di perimetrazione per un tempo di ritorno di 300 anni, rispetto alla quale non verranno posizionati i moduli fotovoltaici, garantendo una condizione di sicurezza idraulica per l'intero impianto.

Per quanto riguarda il cavidotto, invece, sono presenti diverse interferenze con il reticolo idrografico tutte risolvibili con staffaggio alle opere idrauliche esistenti.

Per tali ragioni, pertanto, è possibile affermare che gli interventi in progetto saranno realizzati in aree in sicurezza idraulica ai sensi delle NTA del PAI.



4 Analisi idrologica dello stato di progetto

Le finalità della presente sezione consistono nella valutazione delle condizioni di deflusso delle acque meteoriche nella configurazione di "stato di progetto", vale a dire dopo la realizzazione delle opere previste in progetto. Di conseguenza, nella presente analisi idrologica sono state rideterminate le portate al colmo di piena mediante l'utilizzo del metodo VAPI Sicilia in base alla presenza delle opere di drenaggio finalizzate alla migliore gestione delle acque di ruscellamento superficiale.

Per tali scopi, sono state individuate le caratteristiche dei bacini idrografici che, successivamente, sono state utilizzate per la definizione dei tempi di corrivazione. Grazie al metodo VAPI, infine, sono state calcolate le massime altezze della precipitazione critica per i bacini individuati e, mediante l'utilizzo del metodo razionale, sono state valutate le portate al colmo di piena.

Di seguito si riporta una planimetria dei bacini e dei canali in progetto, i quali sono stati posizionati tenendo conto del buffer disponibile per le opere a servizio dell'impianto agrivoltaico e delle naturali pendenze del terreno, onde evitare deflussi in contropendenza. I bacini permettono di valutare le portate afferenti **ai canali di valle che captano le acque che scorrono all'interno delle aree dell'impianto agrivoltaico** e che necessitano di essere trattate prima di essere sversate nel recapito finale.

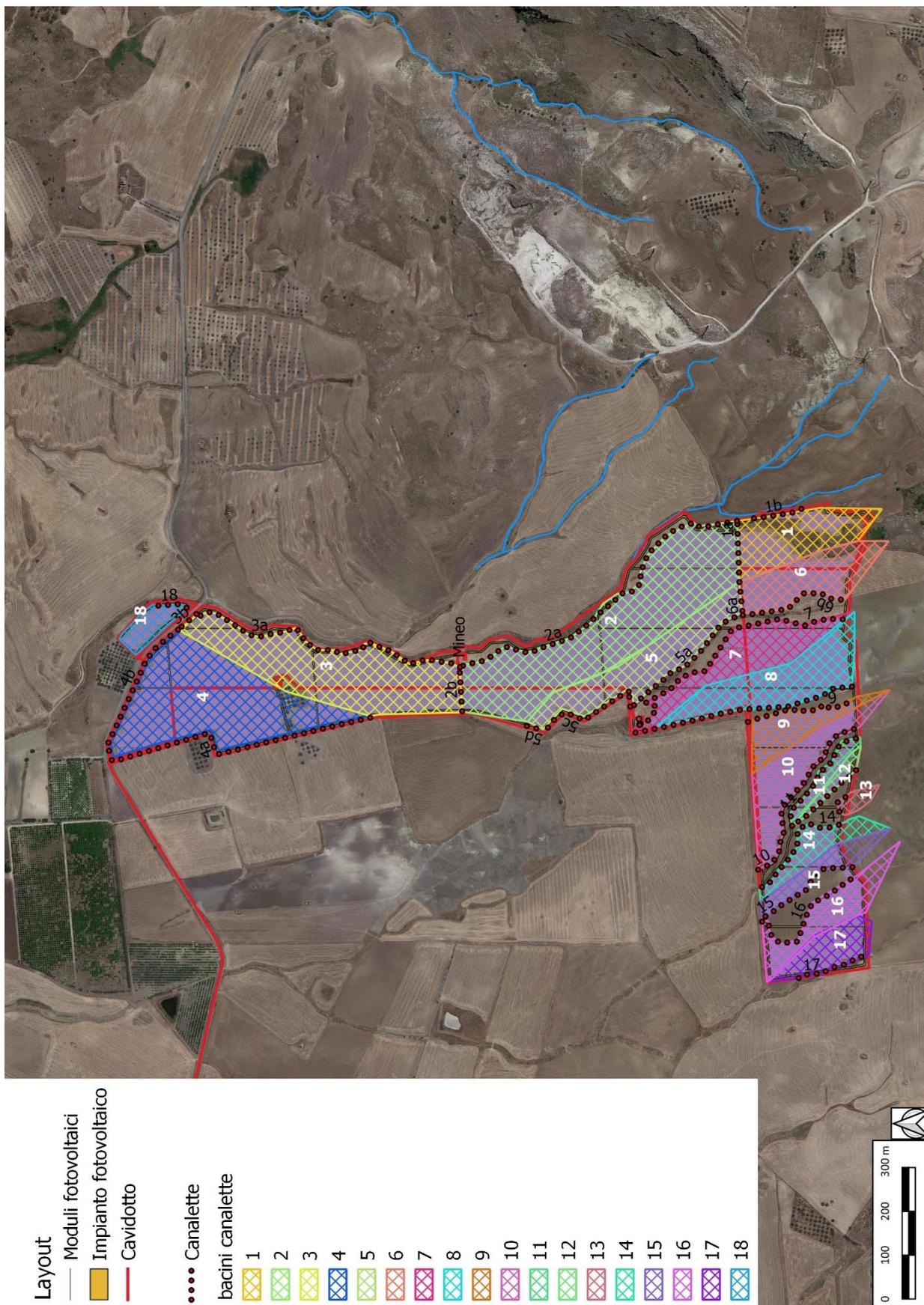


Figura 10: Planimetria di inquadramento dei canali e relativi bacini idrografici



I valori di portata sono stati ricavati con le stesse modalità descritte nel capitolo 2, perciò di seguito si riportano i valori ottenuti per tutti i bacini, che si ricorda essere tutti bacini di valle, **caratterizzati da un coefficiente di Kerby maggiorato da 0.2 a 0.4.**

Come anticipato in precedenza, infatti, le opere deputate alla gestione delle acque di ruscellamento superficiale sono costituite principalmente da canali di drenaggio da realizzare a monte dell'impianto e **canali di drenaggio da realizzare a valle.** I primi costituiscono una sorta di canali deviatori in grado di intercettare le acque che attualmente interessano i lotti di intervento per immetterle negli impluvi esistenti. I secondi sono necessari per poter garantire il rispetto dei principi di invarianza idrologica e idraulica in quanto le portate che convoglieranno saranno derivate dalle acque meteoriche zenitali che precipitano sui lotti di intervento e, quindi, su aree che subiranno una leggera riduzione della permeabilità superficiale per effetto della presenza dei pannelli fotovoltaici.

Caratteristiche fisiografiche								
Bacino idrografico	S (km ²)	Hmax (mslm)	Hmed (mslm)	Hmin (mslm)	L (km)	i (%)	N (-)	c (-)
Bacino 1	0.035	348.77	312.81	289.74	0.14	42.78	0.4	0.40
Bacino 2	0.104	293.86	250.37	206.84	0.78	11.17	0.4	0.40
Bacino 3	0.071	211.49	193.16	164.94	0.66	7.07	0.4	0.40
Bacino 4	0.078	205.52	185.61	163.98	0.52	8.02	0.4	0.40
Bacino 5	0.032	292.29	254.71	220.88	0.33	21.84	0.4	0.40
Bacino 6	0.025	352.08	319.02	291.54	0.25	23.93	0.4	0.40
Bacino 7	0.032	325.04	287.64	242.14	0.63	13.20	0.4	0.40
Bacino 8	0.038	328.84	297.31	252.80	0.51	14.88	0.4	0.40
Bacino 9	0.016	324.82	292.02	277.76	0.34	13.84	0.4	0.40
Bacino 10	0.029	324.36	283.55	249.23	0.43	17.47	0.4	0.40
Bacino 11	0.006	309.56	287.14	262.42	0.28	17.14	0.4	0.40
Bacino 12	0.004	308.55	287.78	262.29	0.19	23.97	0.4	0.40
Bacino 13	0.003	303.66	288.07	275.51	0.08	35.19	0.4	0.40
Bacino 14	0.014	301.22	268.24	243.60	0.32	10.47	0.4	0.40
Bacino 15	0.012	300.55	266.46	240.82	0.25	23.80	0.4	0.40
Bacino 16	0.022	303.44	262.20	232.19	0.34	21.14	0.4	0.40
Bacino 17	0.016	278.73	258.10	233.08	0.17	26.70	0.4	0.40
Bacino 18	0.008	168.27	163.82	158.41	0.08	12.02	0.4	0.40

Tabella 11



Tempi di corrivazione								
Bacino idrografico	Giandotti (h)	Kerby (h)	Kirpich (h)	Ventura (h)	Pezzoli (h)	Pasini (h)	media 1 (h)	tc (h)
Bacino 1	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Bacino 2	0.5	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Bacino 3	0.5	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Bacino 4	0.5	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Bacino 5	0.3	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1
Bacino 6	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Bacino 7	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Bacino 8	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Bacino 9	0.3	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1
Bacino 10	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Bacino 11	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1
Bacino 12	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Bacino 13	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Bacino 14	0.2	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1
Bacino 15	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Bacino 16	0.3	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1
Bacino 17	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.04
Bacino 18	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.03

Tabella 12

Portate al colmo di piena (VAPI pluviometria)			
Bacino idrografico	Q50 (m ³ /s)	Q100 (m ³ /s)	Q300 (m ³ /s)
Bacino 1	2.4	2.8	3.4
Bacino 2	2.6	3.0	3.7
Bacino 3	1.7	2.0	2.5
Bacino 4	2.1	2.5	3.0
Bacino 5	1.4	1.7	2.1
Bacino 6	1.3	1.5	1.9
Bacino 7	1.0	1.2	1.5
Bacino 8	1.3	1.5	1.9
Bacino 9	0.7	0.8	1.0
Bacino 10	1.1	1.3	1.6
Bacino 11	0.3	0.3	0.4
Bacino 12	0.3	0.3	0.4
Bacino 13	0.3	0.4	0.5
Bacino 14	0.6	0.7	0.8
Bacino 15	0.7	0.8	0.9
Bacino 16	1.0	1.2	1.4
Bacino 17	1.0	1.2	1.5
Bacino 18	0.5	0.6	0.8

Tabella 13



I valori riportati nelle tabelle precedenti sono assolutamente in linea con quelli riscontrabili in caso di bacini idrografici di dimensioni e caratteristiche simili a quelli in esame.



5 Analisi idraulica dello stato di progetto

Come anticipato in precedenza, lo scopo del presente capitolo consiste nel verificare le modalità di deflusso degli eventi di piena con i tempi di ritorno di riferimento e, di conseguenza, **progettare delle canalette in terra di dimensioni opportune che risultino sufficienti a consentire il deflusso di tali eventi.**

Per tali scopi, pertanto, si è considerato un valore di riferimento per il franco di sicurezza corrispondente a quello prescritto dalla "Guida alla progettazione dei sistemi di collettamento e depurazione delle acque reflue urbane" del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM) del 2001 che prevede:

- il 50% dell'altezza utile se questa non supera i 40 cm;
- 20 cm se l'altezza utile è compresa tra i 40 e i 100 cm;
- il 20% dell'altezza utile se questa è superiore a 100 cm.

Tutti i canali in progetto presentano un'altezza utile compresa tra i 40 e i 100 cm, pertanto è stato considerato un franco di sicurezza pari a 20 cm.

Inoltre, data la presenza di impluvi interni all'impianto, al fine di consentire un maggior grado di protezione, saranno previsti canali perimetrali agli impluvi stessi, il tutto per **ridurre il livello di rischio idraulico in tutte le loro aree circostanti**. La strategia di dimensionamento e realizzazione è analoga a quella dei canali di drenaggio di monte e valle.

Nelle tabelle seguenti sono mostrate le verifiche idrauliche con il calcolo della capacità di drenaggio dei canali 1a, 1b, 2a, 2b, 3a, 3b, 4a, 4b, 5a, 5b, 5c, 5d, 6a, 6b, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18 con le dimensioni di progetto. Tali tabelle dimostrano che le portate di progetto, corrispondenti a quelle da smaltire e determinate nel capitolo precedente, risultano sempre inferiori a quelle defluibili in funzione delle dimensioni di progetto.

Ciò significa, pertanto, che la scelta delle dimensioni dei canali risulta correttamente verificata rispetto alle portate di progetto da smaltire, anche tenendo conto del suddetto franco di sicurezza stabilito dalla normativa di settore.



Opera	Input				
	Pendenza (-)	Scabrezza (m ^{1/2} /s)	Base minore (m)	Base maggiore (m)	Altezza (m)
1a	0.03	30	1.00	3.00	1.00
1b	0.16	30	0.80	2.40	0.80
2a	0.11	30	0.80	2.40	0.80
2b	0.05	30	1.00	3.00	1.00
3a	0.06	30	0.80	2.40	0.80
3b	0.10	30	0.80	2.40	0.80
4a	0.20	30	0.80	2.40	0.80
4b	0.02	30	1.00	3.00	1.00
5a	0.15	30	0.80	2.40	0.80
5b	0.50	30	0.80	2.40	0.80
5c	0.16	30	0.80	2.40	0.80
5d	0.17	30	0.80	2.40	0.80
6a	0.02	30	0.80	2.40	0.80
6b	0.13	30	0.80	2.40	0.80
7	0.13	30	0.80	2.40	0.80
8	0.14	30	0.80	2.40	0.80
9	0.13	30	0.50	1.50	0.50
10	0.15	30	0.80	2.40	0.80
11	0.17	30	0.50	1.50	0.50
12	0.18	30	0.50	1.50	0.50
13	0.17	30	0.50	1.50	0.50
14	0.11	30	0.50	1.50	0.50
15	0.15	30	0.50	1.50	0.50
16	0.12	30	0.80	2.40	0.80
17	0.15	30	0.80	2.40	0.80
18	0.06	30	0.80	2.40	0.80



Realizzazione di un parco agrivoltaico con potenza nominale di 30 MW denominato "Ramacca02" da realizzarsi in loc. "Masseria Modichella" e C.da "Mongialino" nel comune di Mineo (CT)

Relazione idrologica e idraulica

Opera	Franco di sicurezza (m)	Tirante idrico (m)	Pendenza di sponda (m/m)	Area (m ²)	Raggio idraulico (m)
1a	0.20	0.80	1.00	1.44	0.44
1b	0.20	0.60	1.00	0.84	0.34
2a	0.20	0.60	1.00	0.84	0.34
2b	0.20	0.80	1.00	1.44	0.44
3a	0.20	0.60	1.00	0.84	0.34
3b	0.20	0.60	1.00	0.84	0.34
4a	0.20	0.60	1.00	0.84	0.34
4b	0.20	0.80	1.00	1.44	0.44
5a	0.20	0.60	1.00	0.84	0.34
5b	0.20	0.60	1.00	0.84	0.34
5c	0.20	0.60	1.00	0.84	0.34
5d	0.20	0.60	1.00	0.84	0.34
6a	0.20	0.60	1.00	0.84	0.34
6b	0.20	0.60	1.00	0.84	0.34
7	0.20	0.60	1.00	0.84	0.34
8	0.20	0.60	1.00	0.84	0.34
9	0.20	0.30	1.00	0.24	0.18
10	0.20	0.60	1.00	0.84	0.34
11	0.20	0.30	1.00	0.24	0.18
12	0.20	0.30	1.00	0.24	0.18
13	0.20	0.30	1.00	0.24	0.18
14	0.20	0.30	1.00	0.24	0.18
15	0.20	0.30	1.00	0.24	0.18
16	0.20	0.60	1.00	0.84	0.34
17	0.20	0.60	1.00	0.84	0.34
18	0.20	0.60	1.00	0.84	0.34



Opera	Output				
	Velocità media (m/s)	Portata defluita (m ³ /s)	Portata di progetto (m ³ /s)	Numero di Froude (-)	Larghezza del pelo lib. (m)
1a	2.83	4.08	2.800	0.75	2.60
1b	5.86	4.92	2.800	1.82	2.00
2a	4.73	3.97	3.000	1.47	2.00
2b	3.80	5.47	3.000	1.01	2.60
3a	3.60	3.03	2.000	1.12	2.00
3b	4.68	3.93	2.000	1.46	2.00
4a	6.44	5.41	2.500	2.01	2.00
4b	2.39	3.45	2.500	0.64	2.60
5a	5.68	4.77	1.700	1.77	2.00
5b	10.29	8.64	1.700	3.21	2.00
5c	5.78	4.86	1.700	1.80	2.00
5d	6.03	5.07	1.700	1.88	2.00
6a	2.01	1.69	1.500	0.63	2.00
6b	5.31	4.46	1.500	1.65	2.00
7	5.14	4.32	1.200	1.60	2.00
8	5.35	4.49	1.500	1.67	2.00
9	3.46	0.83	0.800	1.60	1.10
10	5.53	4.64	1.300	1.72	2.00
11	3.94	0.95	0.300	1.82	1.10
12	3.98	0.96	0.300	1.84	1.10
13	3.95	0.95	0.400	1.82	1.10
14	3.21	0.77	0.700	1.48	1.10
15	3.62	0.87	0.800	1.67	1.10
16	4.95	4.16	1.200	1.54	2.00
17	5.63	4.73	1.200	1.76	2.00
18	3.67	3.09	0.600	1.14	2.00

Tabella 14

In conclusione, pertanto, è possibile affermare che, anche nel caso dello stato di progetto, i lotti di intervento risultano interessati dalle aree allagabili per gli eventi considerati, ma a seguito dello spostamento di alcuni moduli fotovoltaici e alla realizzazione delle canalette perimetrali gli interventi in progetto si trovano in area in sicurezza idraulica ai sensi delle NTA del PAI.



6 Criteri di invarianza idrologica e idraulica

Uno dei principali effetti dell'urbanizzazione risiede nel consumo di suolo che dal punto di vista idrologico e idraulico si concretizza nell'impermeabilizzazione delle superfici, inficiando il ciclo idrologico del territorio circostante a causa dell'aumento della vulnerabilità dei sistemi ambientali presenti.

L'impermeabilizzazione dei suoli, in generale, tende a:

- ridurre i tempi di corrivazione delle acque meteoriche intensificando i fenomeni alluvionali;
- ridurre le quantità d'acqua di infiltrazione a ricarica delle falde e delle acque sotterranee;
- aumentare lo scorrimento superficiale (*run-off*), con conseguente aumento dell'erosione del suolo, del trasporto solido e dell'inquinamento delle acque;

In particolare, il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) della Regione Sicilia approvato con DPCM 7 marzo 2019 persegue l'integrazione degli obiettivi della Direttiva alluvioni 2007/60/CE nella pianificazione territoriale e in quella urbanistica.

Al fine di attuare un uso sostenibile del suolo, oltre che garantire la compatibilità delle trasformazioni territoriali nelle aree a differente pericolosità idraulica, vengono introdotti i principi di invarianza idraulica e/o idrologica da perseguire negli interventi di trasformazione territoriale nelle aree classificate come a rischio idraulico e ad indirizzare le previsioni nelle altre aree in modo da non aggravare o creare nuove situazioni di eventuale pericolosità.

Nel caso specifico, il principio di invarianza si ritiene che debba essere applicato in quanto si prevede una minima variazione di permeabilità delle aree prettamente agricole a seguito dell'installazione dei moduli fotovoltaici, generando una modifica del regime di deflusso superficiale.

Tale variabilità è leggibile in termini di diminuzione del tempo di corrivazione dei bacini analizzati e, conseguentemente, di aumento delle portate afferenti ai ricettori. A sua volta, il tempo di corrivazione è correlato al coefficiente di deflusso che, nel caso di specie, è rappresentato dal coefficiente di Kerby che decresce con l'aumentare del grado di impermeabilizzazione (cfr. le precedenti analisi idrologiche). **Per la condizione *ante operam* tale parametro è posto pari a 0.4, mentre nella condizione *post operam* pari a 0.2; valori in linea con le classi di uso del suolo riportate in letteratura.** Si sottolinea, però, che il tempo di corrivazione è frutto di una media tra varie formule, tra cui quella di Kerby, così come riportato nei capitoli 2 e 5.

Per effetto di tale modifica, in particolare, il tempo di corrivazione dello stato di progetto subisce una diminuzione che comporta, oltre all'incremento di portata al colmo, anche una sorta di "accorciamento" dell'idrogramma di piena (che, per ragioni di semplicità, è stato considerato di tipo triangolare). Nella figura seguente è mostrato un esempio della variazione dell'idrogramma nel passaggio dalla configurazione *ante operam* a quella *post operam*.

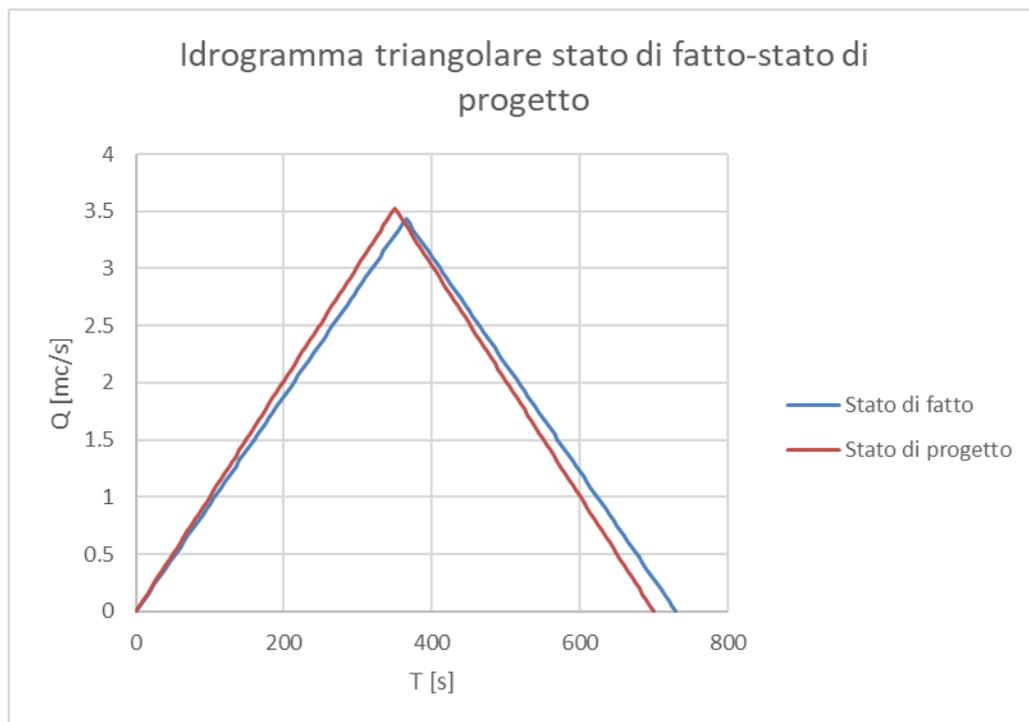


Figura 11: Confronto tra idrogrammi ante e post operam su uno dei bacini di valle oggetto di analisi

Al fine di rendere l'analisi più cautelativa e poter procedere al confronto diretto fra le portate, tuttavia, è stato effettuato uno slittamento in avanti dei tempi dell'idrogramma dello stato di progetto in modo da rendere i due tempi di corrivazione coincidenti, come riportato di seguito. Tale modifica risulta certamente cautelativa in quanto mantiene le stesse portate, ma impone un aumento del volume sotteso dall'idrogramma (perché aumentano i tempi, ma non cambiano le portate).

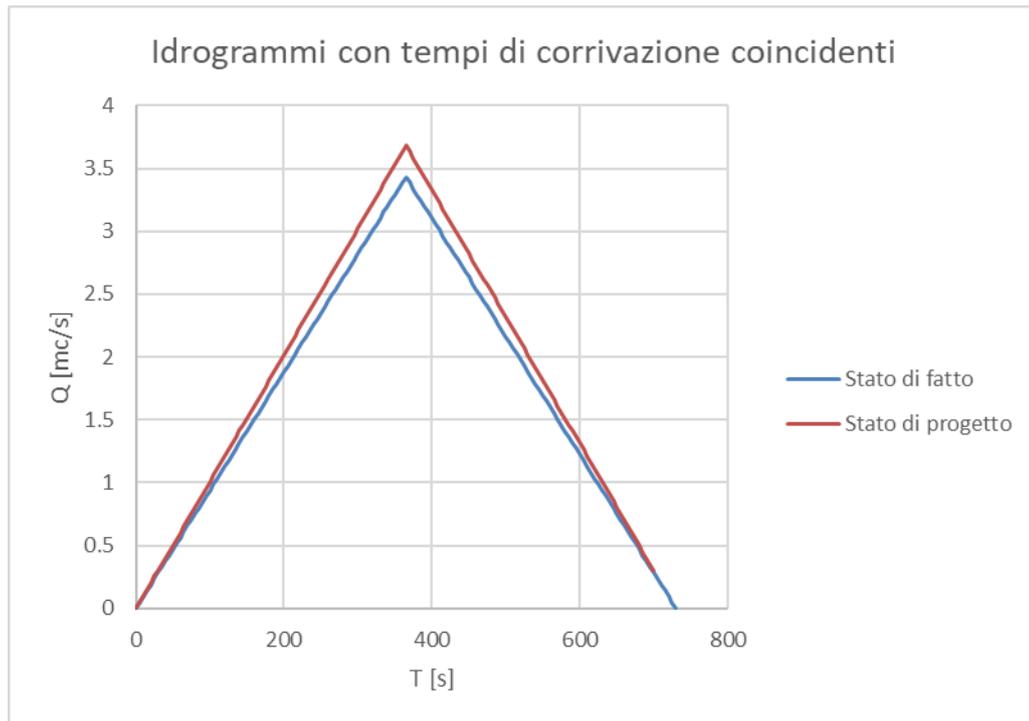


Figura 12: Confronto tra idrogrammi ante e post operam con tempi di corrivazione coincidenti

In questo modo, inoltre, dalla differenza fra i valori di portata registrati nella condizione di stato di fatto e quelli dello stato di progetto, è possibile determinare:

- 1) la portata eccedente da trattare opportunamente per rispettare il **principio di invarianza idraulica**;
- 2) il volume eccedente da trattare opportunamente per rispettare il **principio di invarianza idrologica**.

6.1 Interventi in progetto

Oltre alle canalette precedentemente dimensionate, per il rispetto del principio di invarianza idraulica ed evitare l'incremento delle portate negli elementi idrici ricettori, si prevedono:

- nella parte terminale dei canali di valle dei pozzi perdenti interrati con dimensioni variabili in funzione dei volumi da smaltire per ogni bacino;
- a monte dei pozzi perdenti la predisposizione di un sistema di separazione delle acque tramite uno scolmatore con efflusso a stramazzo dimensionato in funzione della portata di progetto: il sistema così fatto permetterà il deflusso della portata dello stato di fatto (garantendo, quindi, l'invarianza idraulica) verso gli elementi idrici più prossimi all'impianto (così come accade attualmente), mentre convoglierà la portata eccedente verso i sistemi di dispersione.

Nella tabella di seguito si riportano i valori delle portate e dei volumi di progetto.



	Q progetto [mc/s]	Q stato di fatto [mc/s]	Q eccedente [mc/s]	Volume di progetto [mc]
Bacino 1	3.00	2.77	0.23	25.53
Bacino 2	3.21	3.04	0.17	87.43
Bacino 3	2.14	2.03	0.11	59.55
Bacino 4	2.60	2.46	0.14	62.58
Bacino 5	1.81	1.68	0.13	27.06
Bacino 6	1.63	1.51	0.12	22.04
Bacino 7	1.27	1.19	0.08	29.07
Bacino 8	1.64	1.53	0.11	33.80
Bacino 9	0.84	0.78	0.06	14.72
Bacino 10	1.42	1.32	0.10	26.53
Bacino 11	0.38	0.35	0.03	5.72
Bacino 12	0.34	0.31	0.03	4.15
Bacino 13	0.41	0.37	0.04	2.92
Bacino 14	0.84	0.67	0.16	42.99
Bacino 15	0.84	0.77	0.07	12.35
Bacino 16	1.25	1.16	0.09	19.60
Bacino 17	1.29	1.19	0.10	14.22
Bacino 18	0.69	0.63	0.06	6.58

Tabella 15

La dimensione dei pozzi disperdenti dipende dal numero di anelli prefabbricati sovrapposti.

Per le canalette che avranno uno stesso recapito finale, è possibile pensare alla collocazione di pozzi comuni, al fine di ottenere sia un vantaggio in termini di spazio che in termini economici.

Essi saranno completamente interrati e carrabili e, nella figura seguente, si riporta un esempio tipologico.

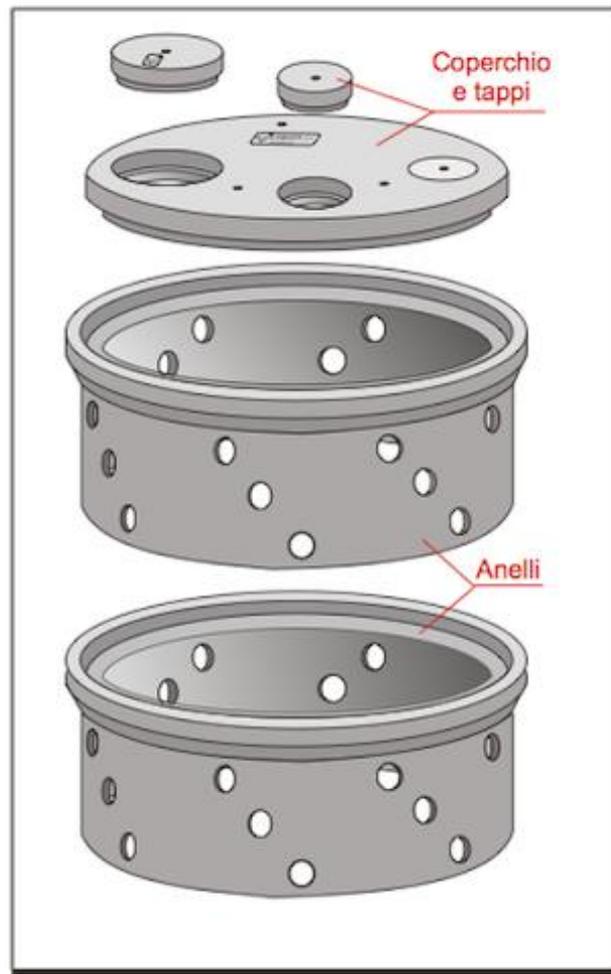


Figura 13: Immagine tipo pozzi disperdenti

Nell'allegato B sono mostrate con maggior dettaglio le posizioni dei pozzi disperdenti previsti in progetto.



7 Conclusioni

La presente relazione accompagna il progetto di realizzazione di un parco agrivoltaico con potenza nominale di 35 MW denominato “Ramacca02” da realizzarsi in loc. “Masseria Modichella” e C.da “Mongialino” nel Comune di Mineo (CT).

Per le finalità della presente analisi appare opportuno ricordare che il sito di interesse è posto all’interno di diversi impluvi del reticolo idrografico e risulta esterno rispetto alle aree perimetrate dall’attuale Piano Stralcio per la Difesa del Rischio Idrogeologico (PAI).

Il presente progetto è oggetto di **provvedimento unico ambientale** presso il Ministero della Transizione Ecologica. Il Provvedimento Unico in materia ambientale (PUA), regolamentato dall’art.27 del D.Lgs.152/2006, ha la finalità di riunire in un unico provvedimento il provvedimento di VIA e il rilascio di ogni altra autorizzazione, intesa, parere, concerto, nulla osta, o atto di assenso in materia ambientale richiesto dalla normativa vigente per la realizzazione e l’esercizio di un progetto.

Le informazioni geologiche contenute nella relazione geologica preliminare hanno permesso di fornire tutte le informazioni necessarie per comprendere le modalità di drenaggio dell’area per valutare al meglio i presupposti dell’invarianza idraulica.

Nella presente relazione è stato effettuato un primo studio idrologico-idraulico finalizzato alla determinazione delle attuali condizioni di rischio idraulico, vale a dire prima della realizzazione delle opere previste in progetto.

Oltre all’impianto agrivoltaico in progetto, nelle aree di interesse è prevista anche la realizzazione di canalette di drenaggio finalizzate a una corretta gestione delle acque di ruscellamento superficiale. Per verificare l’efficacia di tale gestione, quindi, è stato effettuato un secondo studio idrologico-idraulico che ha determinato anche le future condizioni di rischio idraulico e, di conseguenza, è stata verificata anche la compatibilità degli interventi in progetto con le NTA del PAI.

Con lo scopo di garantire i **principi di invarianza idraulica e idrologica** sono state valutate le minime variazioni di permeabilità delle aree per effetto dell’installazione dei moduli fotovoltaici. Tali variazioni generano una leggera variazione dei regimi di deflusso superficiale e comportano un leggero aumento delle portate e dei volumi idrici.

Pertanto, al fine di compensare tali variazioni, si prevede la realizzazione di pozzi perdenti interrati nella zona di valle **garantendo, quindi, la invarianza idrologica**. Immediatamente a monte di ogni pozzo, inoltre, si prevede il posizionamento di un sistema di separazione delle acque tramite uno scolmatore dimensionato in modo da consentire il deflusso della portata dello stato di fatto verso i recapiti finali (così come accade attualmente) **garantendo, quindi, l’invarianza idraulica**, mentre convoglierà la portata eccedente verso i pozzi.

Per quanto riguarda gli aspetti ambientali connessi con quelli idrologici e idraulici, pertanto, è possibile affermare che gli studi effettuati nel presente elaborato hanno accertato che **le opere in progetto risultano compatibili con il territorio in esame** in quanto:

- 1) non alterano il livello di pericolosità idraulica delle aree di intervento né di quelle contermini;
- 2) non modificano il regime dei deflussi superficiali in quanto rispettano i principi di invarianza idrologica e idraulica;
- 3) non intervengono sulle attuali condizioni di deflusso dei corpi idrici recettori esterni alle aree di intervento.



Allegato A: Sezioni trasversali



Nel presente allegato sono mostrate le sezioni trasversali utilizzate nelle simulazioni (viste da monte verso valle) con l'indicazione dei livelli idrici di piena in occasione dell'evento con i tempi di ritorno di 50, 100 e 300 anni.

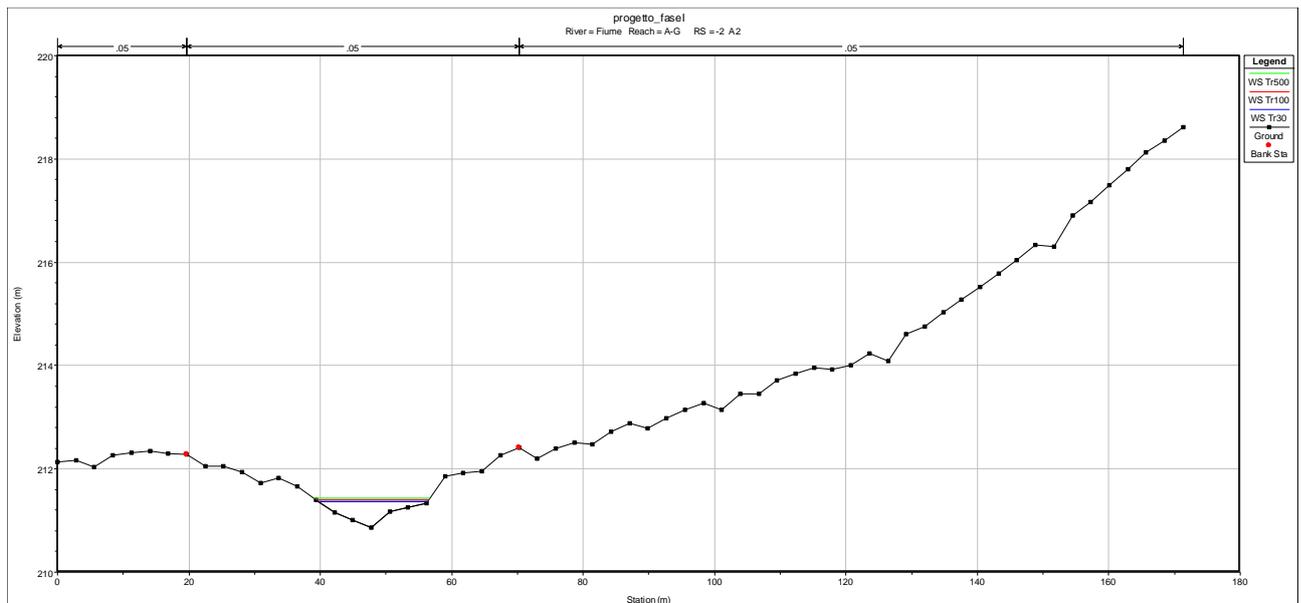
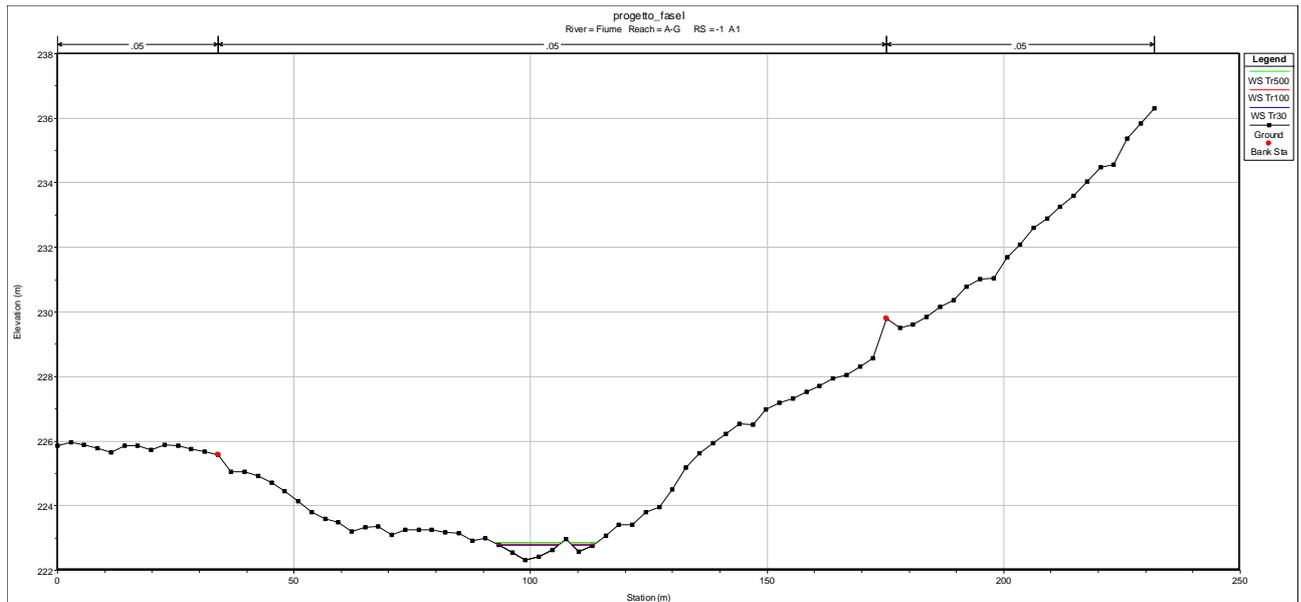
Nella tabella seguente è mostrato l'elenco delle sezioni trasversali utilizzate.



Realizzazione di un parco agrivoltaico con potenza nominale di 30 MW denominato "Ramacca02" da realizzarsi in loc. "Masseria Modichella" e C.da "Mongialino" nel comune di Mineo (CT)

Relazione idrologica e idraulica

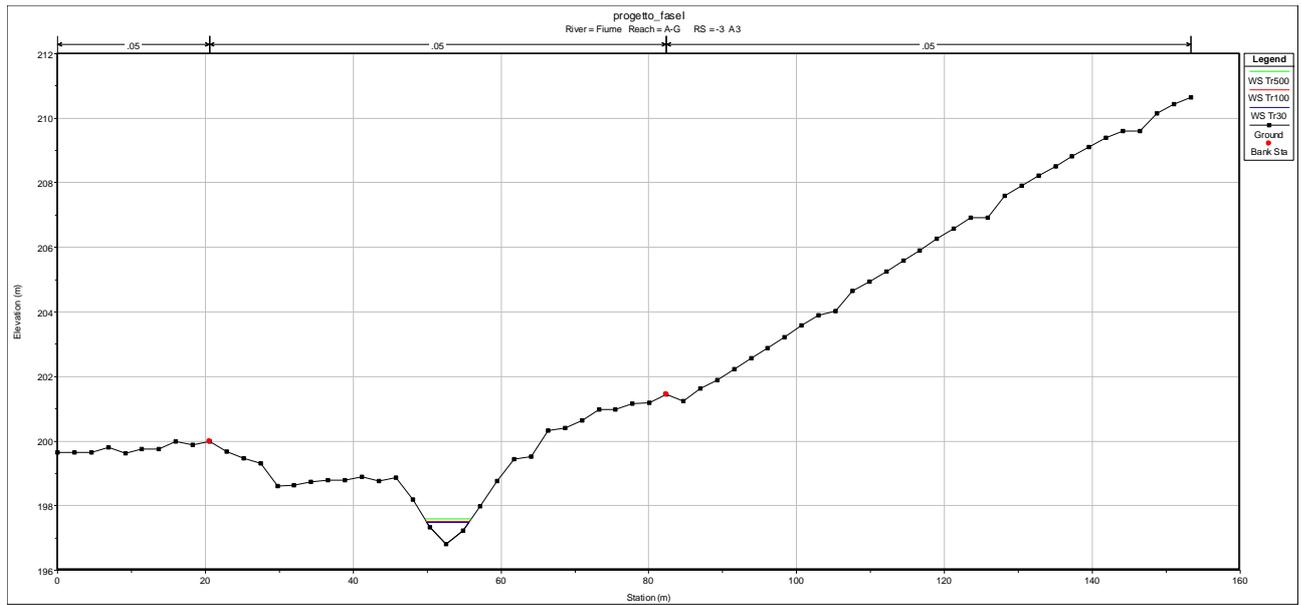
Stato di fatto - Sezioni					
Sezione	Sezione nel modello	Progr. (m)	Parz. (m)	Fondo (mslm)	Pendenza (m/m)
A1	-1	0.00	116.82	222.32	0.0980
A2	-2	116.82	99.40	210.87	0.1414
A3	-3	216.22	87.73	196.81	0.0814
G1	-4	303.94	127.67	189.67	0.0560
G2	-5	431.61	95.02	182.52	0.0572
G3	-6	526.64	148.12	177.08	0.0535
G4	-7	674.75	99.27	169.16	0.0752
G5	-8	774.03	80.80	161.69	0.0283
G6	-9	854.82	0.00	159.40	0.0736
B1	-1	0.00	140.29	323.17	0.1778
B2	-2	140.29	146.28	298.22	0.1613
B3	-3	286.57	284.78	274.63	0.1115
B4	-4	571.35	244.10	242.89	0.0956
B5	-5	815.45	253.98	219.56	0.0772
B6	-6	1,069.43	123.40	199.95	0.1152
C1	-1	0.00	159.69	324.24	0.1402
C2	-2	159.69	216.22	301.85	0.1438
C3	-3	375.91	117.79	270.76	0.1812
C4	-4	493.70	144.19	249.42	0.1318
H1	-5	637.89	89.26	230.42	0.0872
H2	-6	727.14	85.69	222.64	0.1396
H3	-7	812.83	0.00	217.66	0.1311
D1	-1	0.00	195.89	299.17	0.1356
D2	-2	195.89	181.05	272.61	0.1510
D3	-3	376.94	125.32	245.28	0.1430
E1	-1	0.00	144.28	299.19	0.1649
E2	-2	144.28	198.32	275.40	0.1226
E3	-3	342.60	159.18	251.09	0.1404
F1	-1	0.00	183.18	275.47	0.1375
F2	-2	183.18	185.82	250.28	0.1432
F3	-3	369.00	0.00	223.67	0.1404
I1	-1	0.00	119.89	270.48	0.1449
I2	-2	119.89	92.71	253.11	0.1239
I3	-3	212.60	0.00	241.62	0.1357
L1	-1	0.00	79.00	274.36	0.1325
L2	-2	79.00	50.00	263.89	0.1325

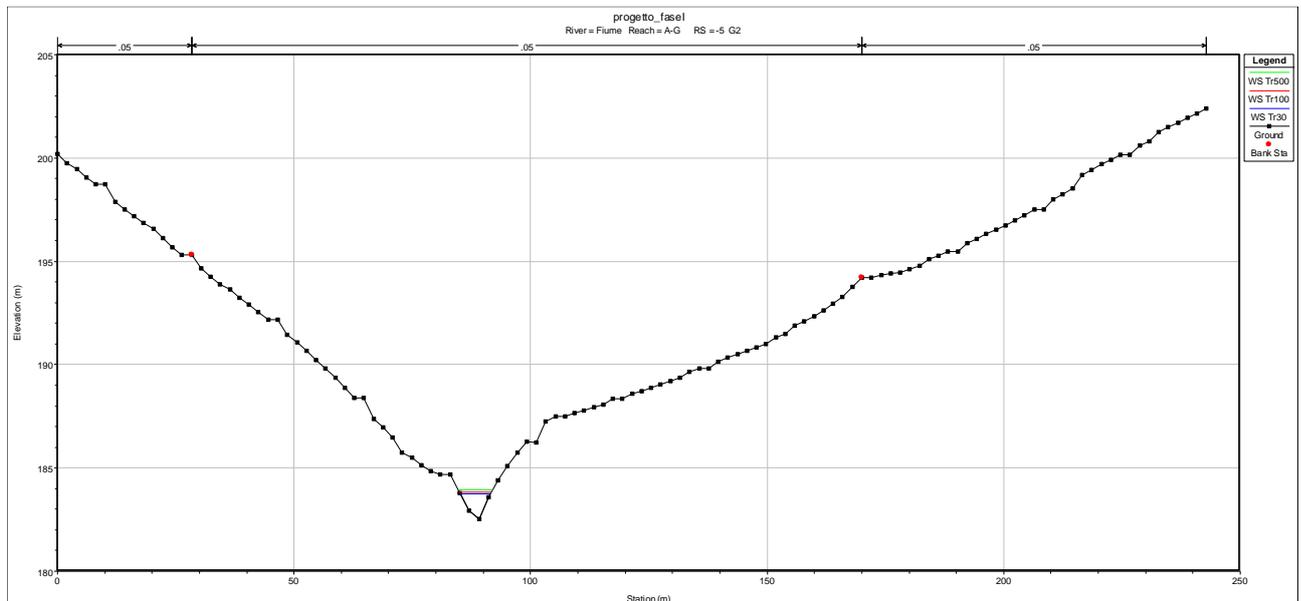
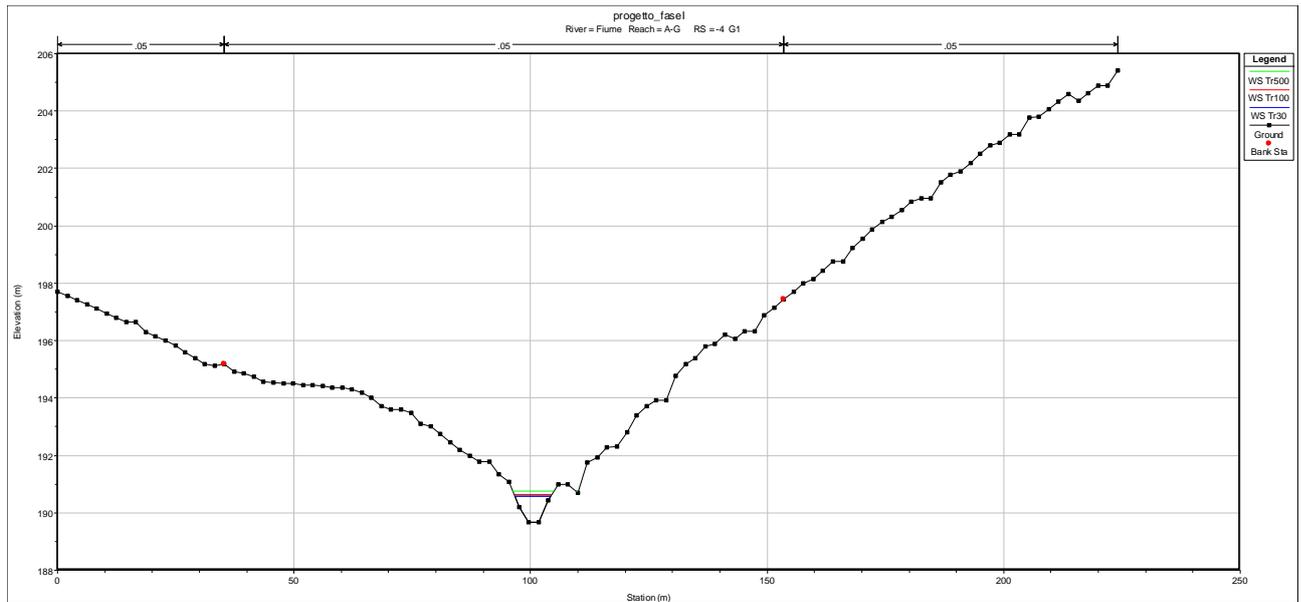


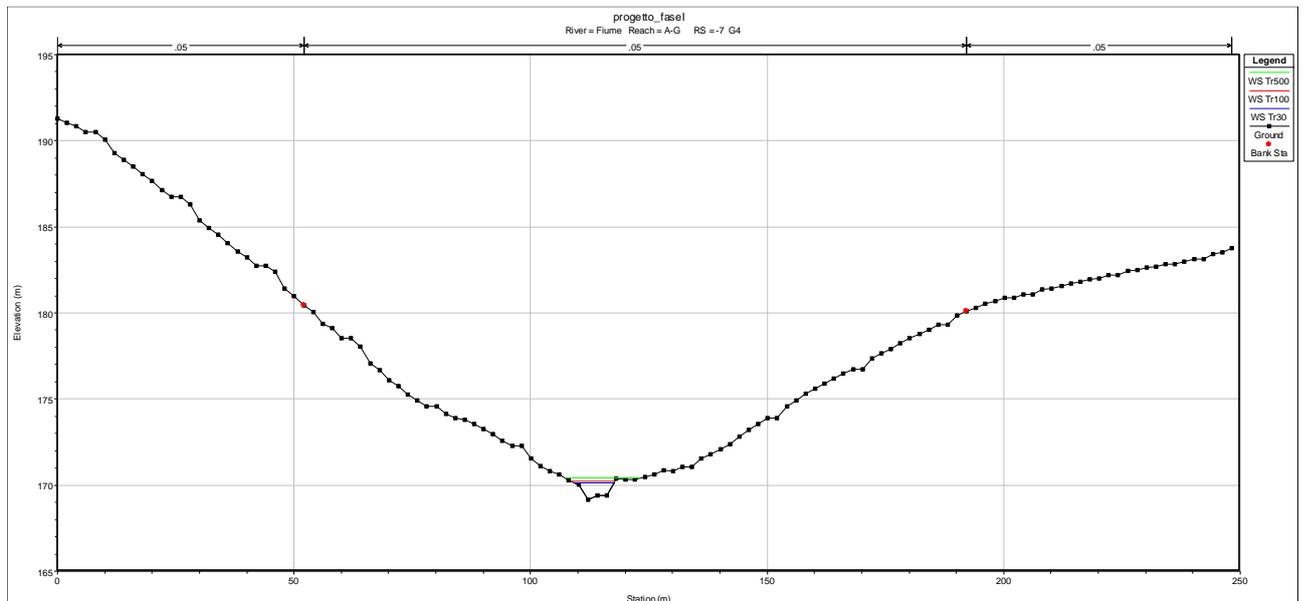
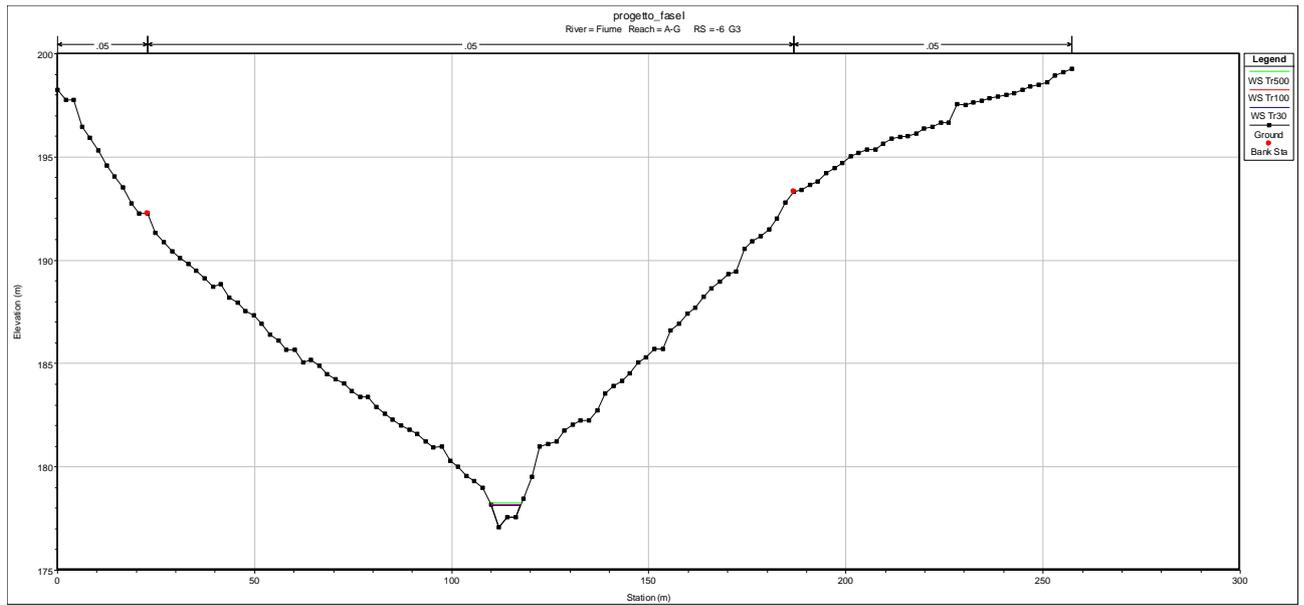


Realizzazione di un parco agrivoltaico con potenza nominale di 30 MW denominato "Ramacca02" da realizzarsi in loc. "Masseria Modichella" e C.da "Mongialino" nel comune di Mineo (CT)

Relazione idrologica e idraulica







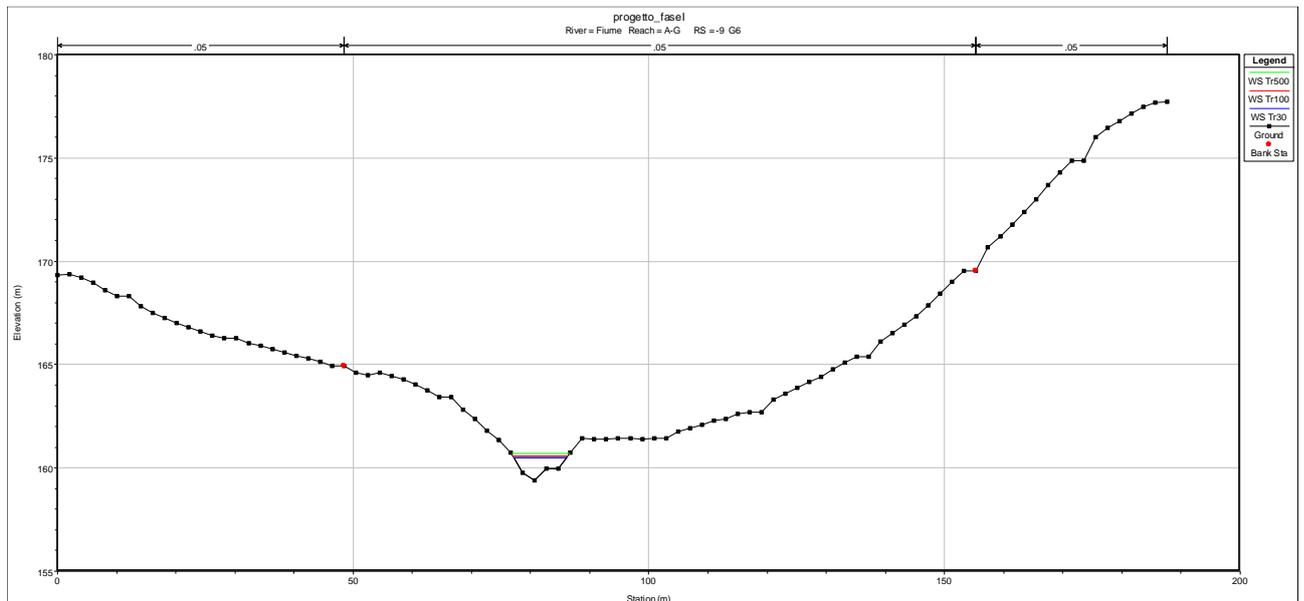
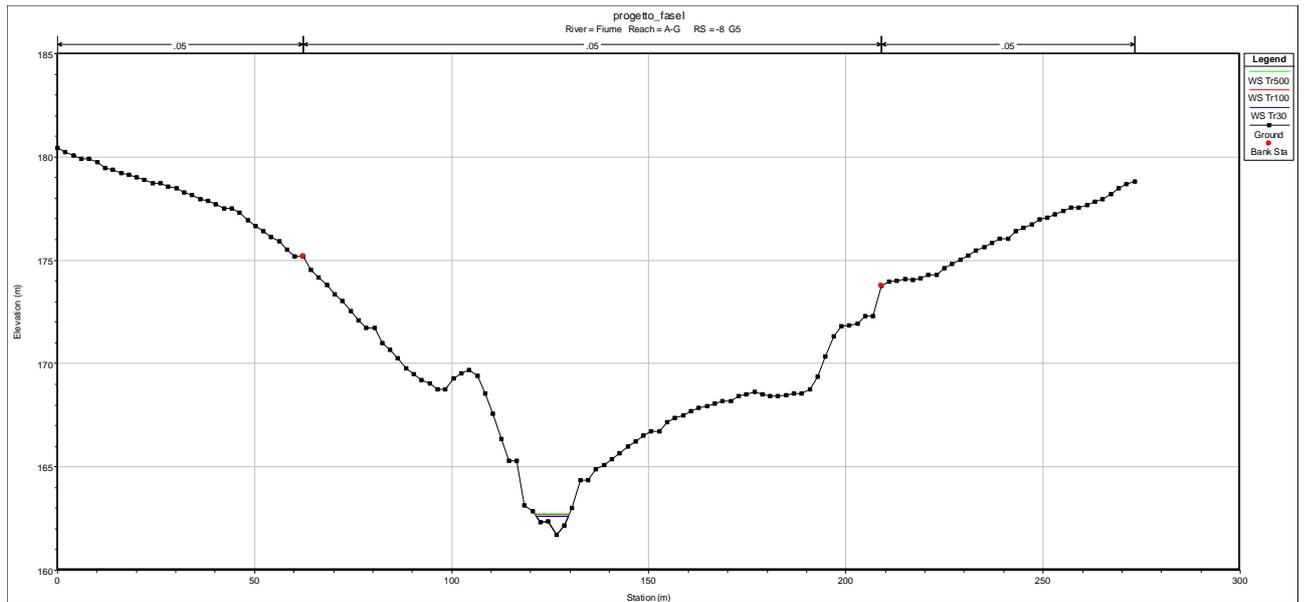
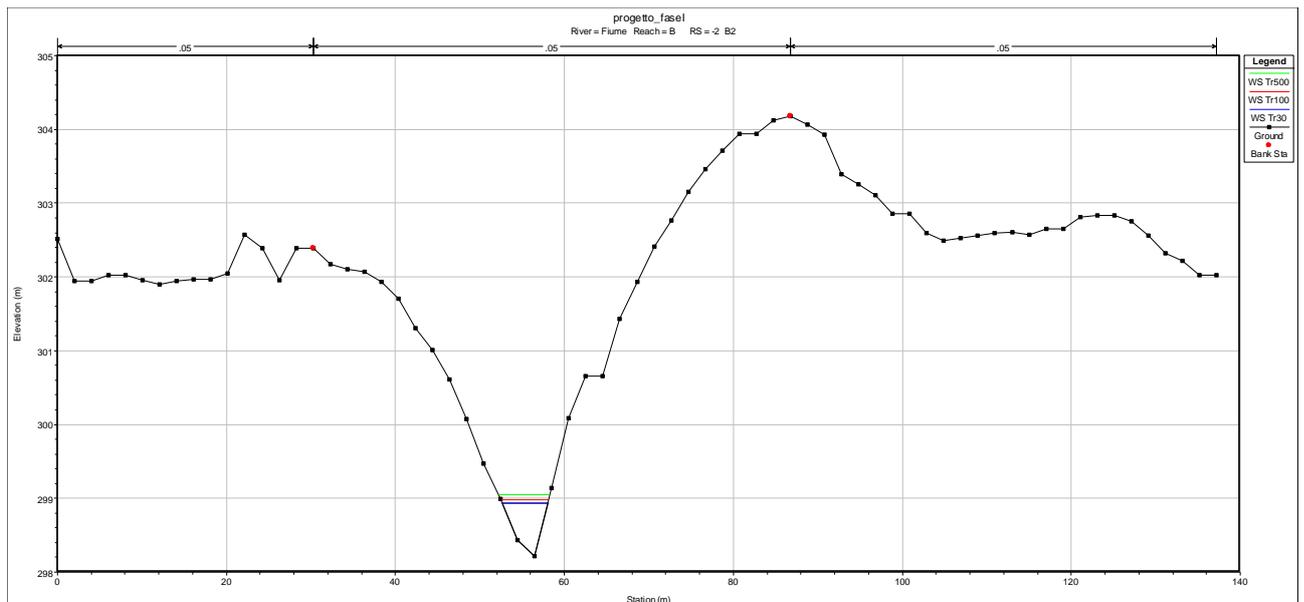
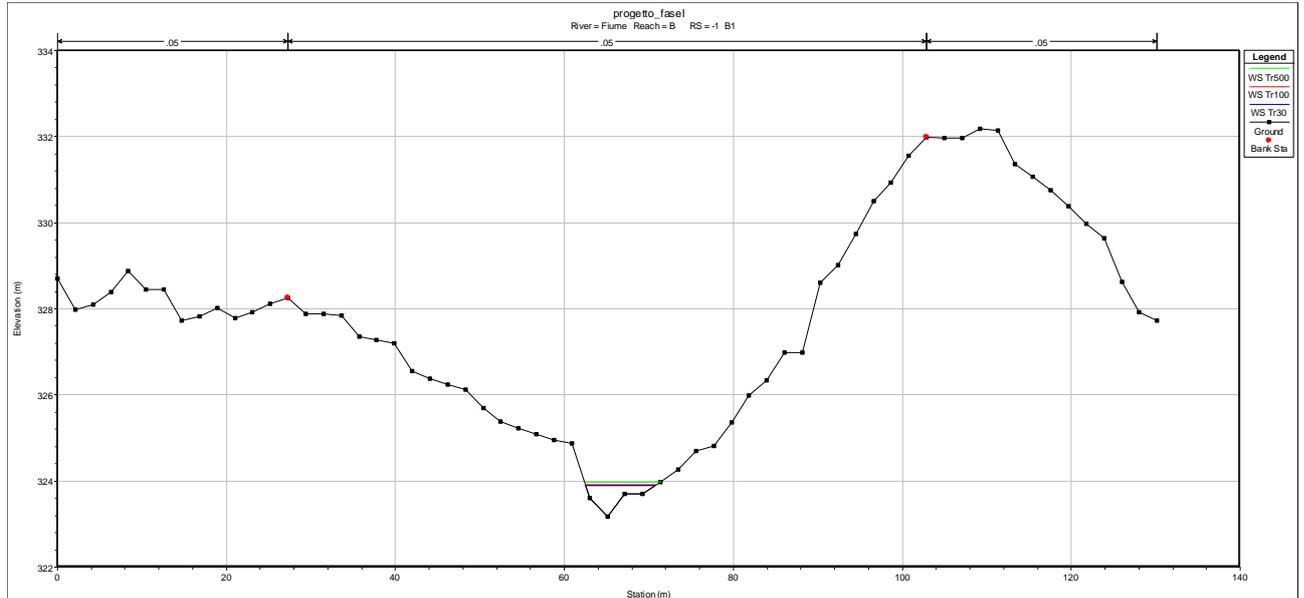
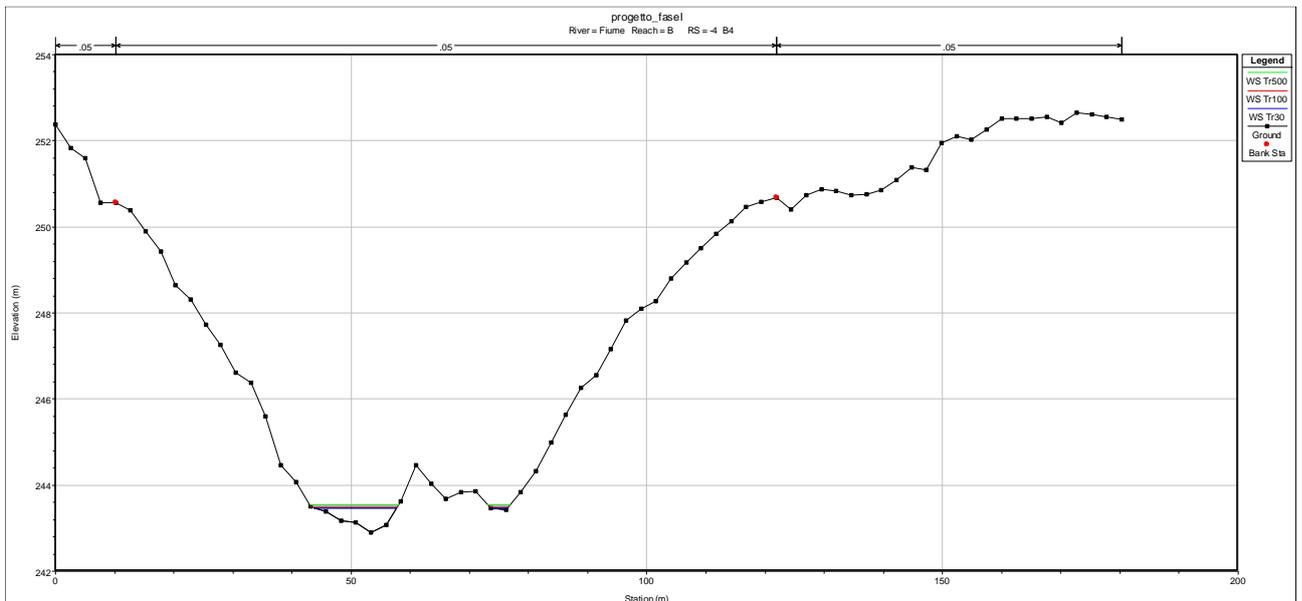
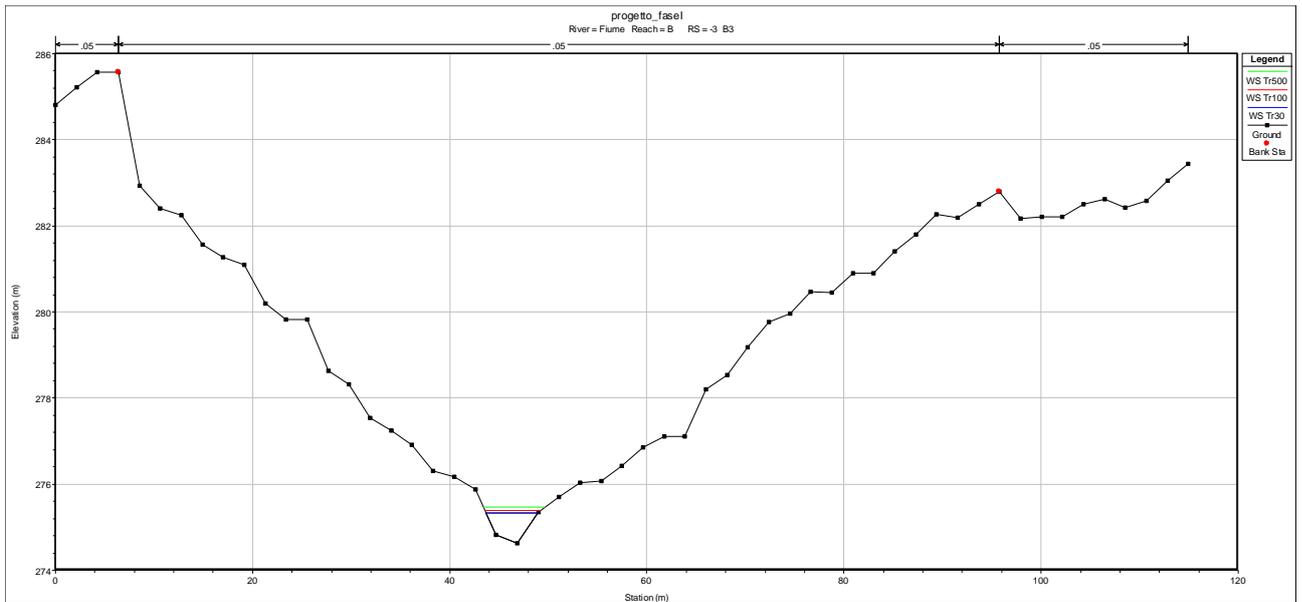


Figura 14: Sezioni trasversali impluvio A e G





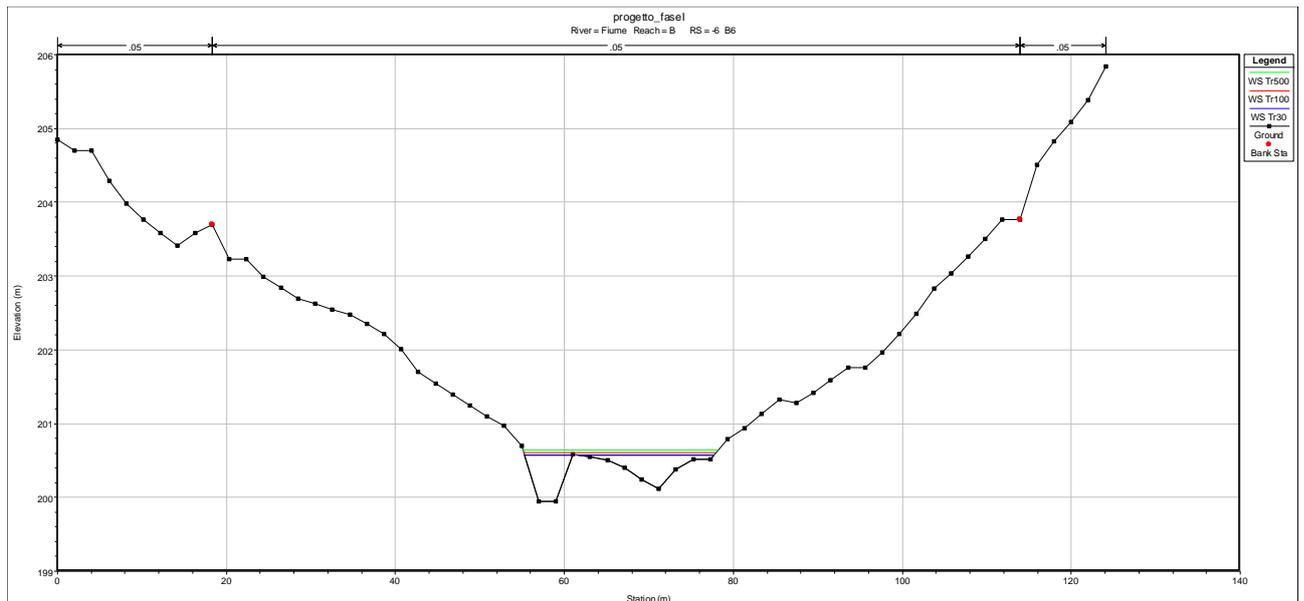
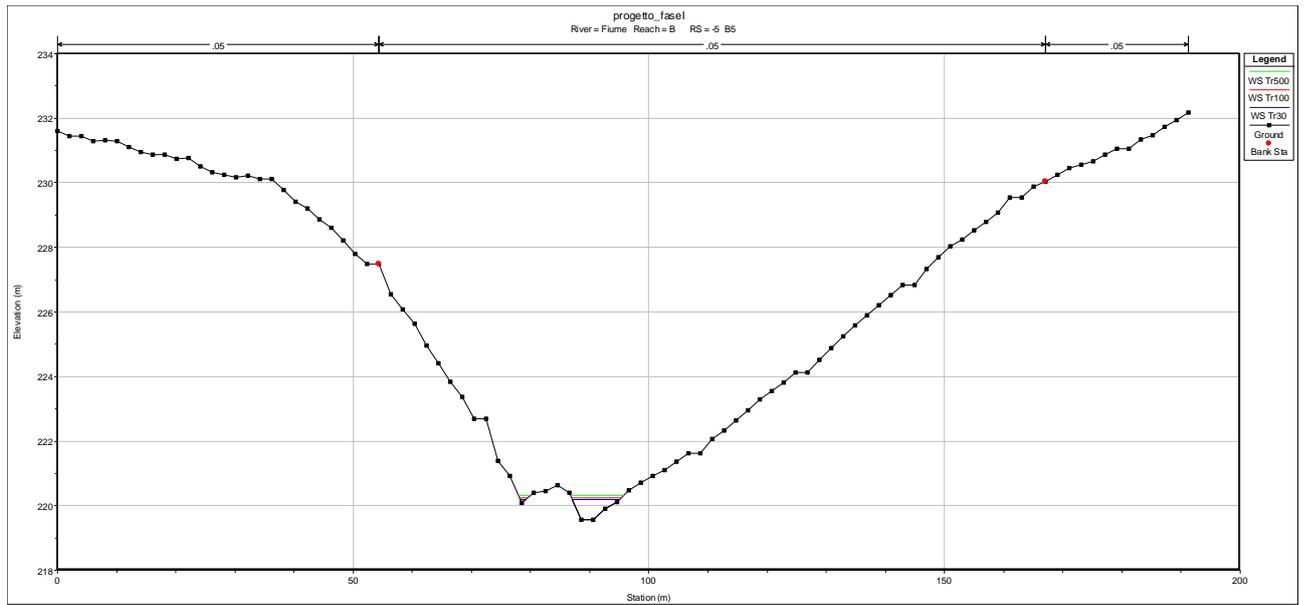
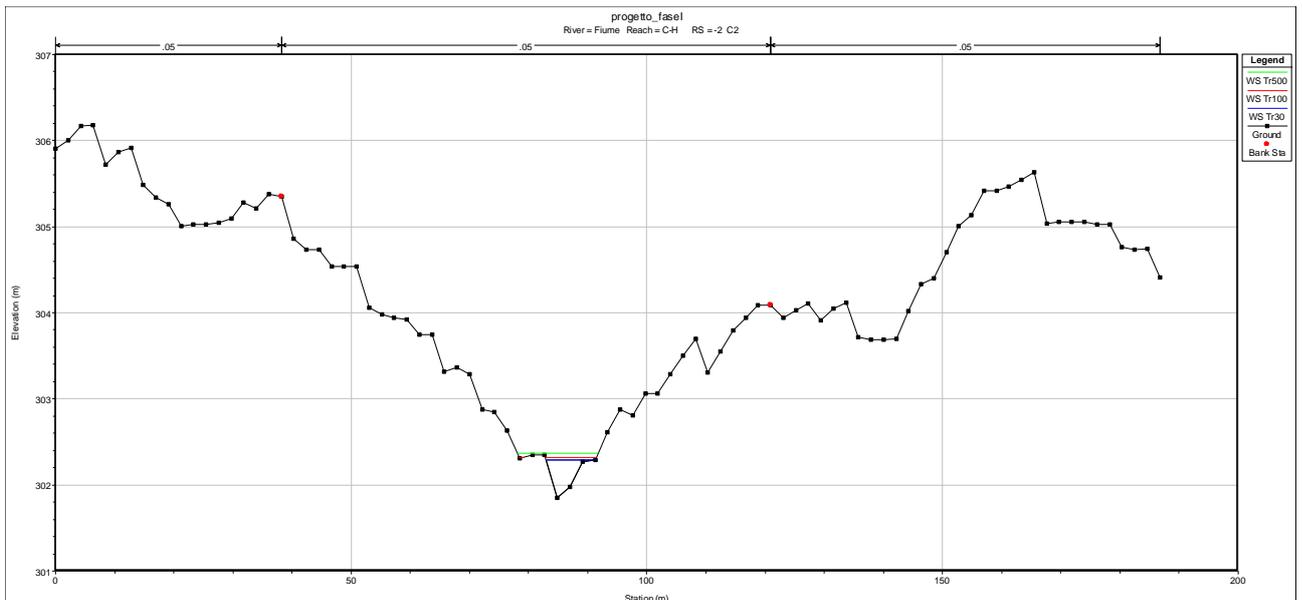
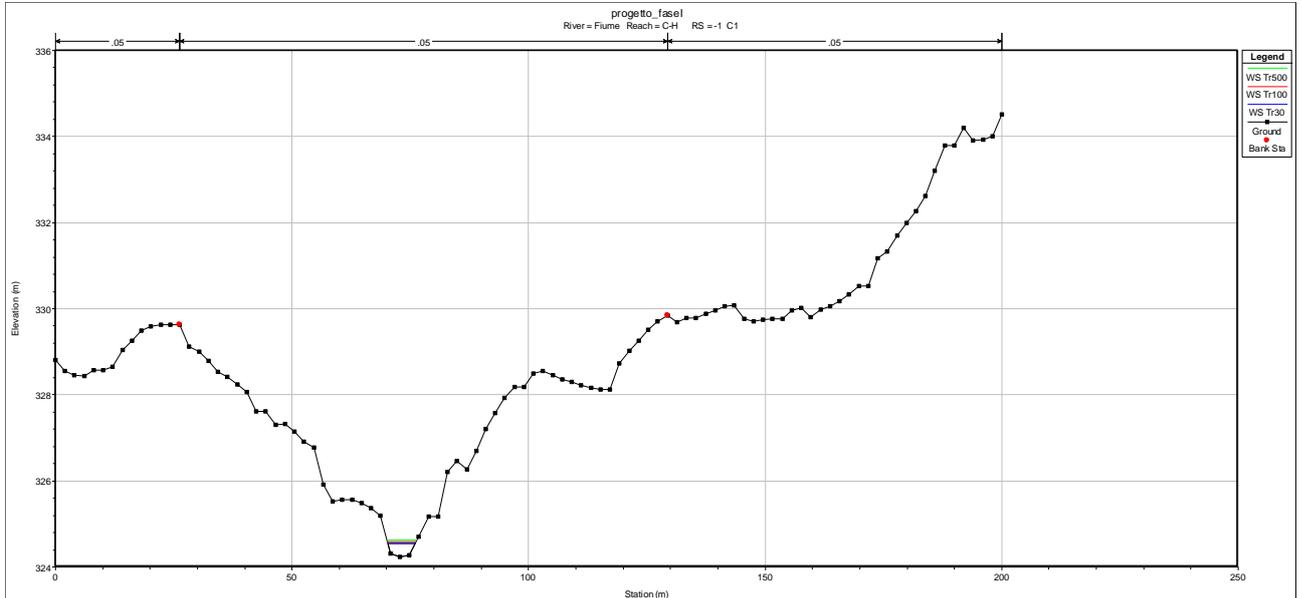


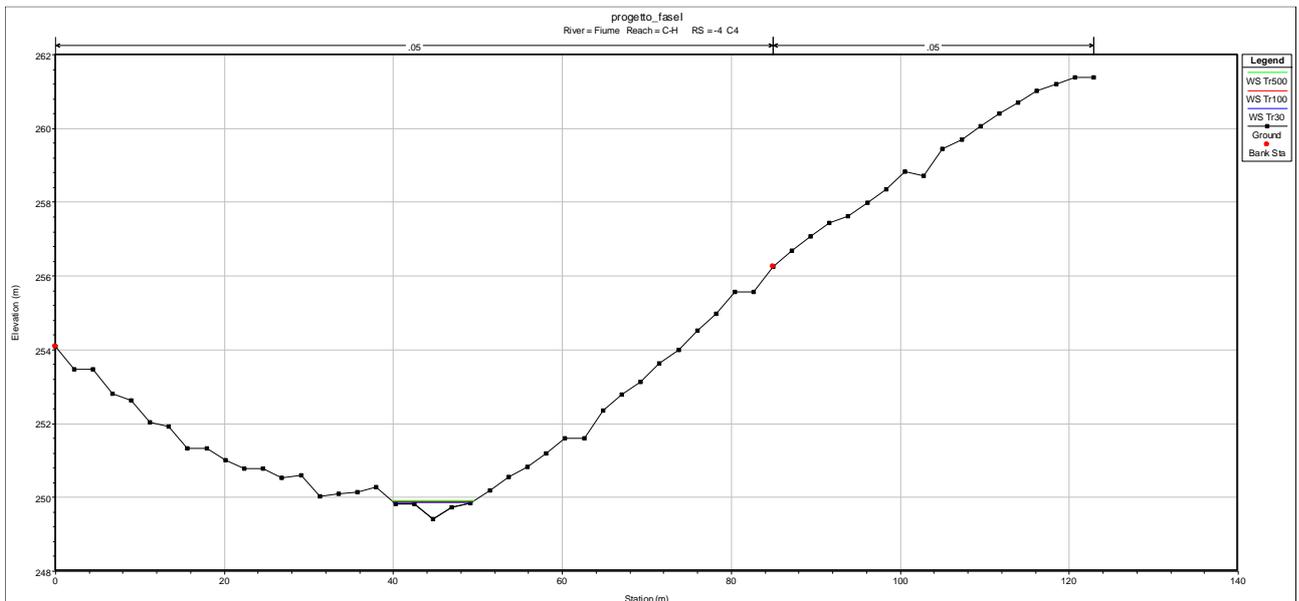
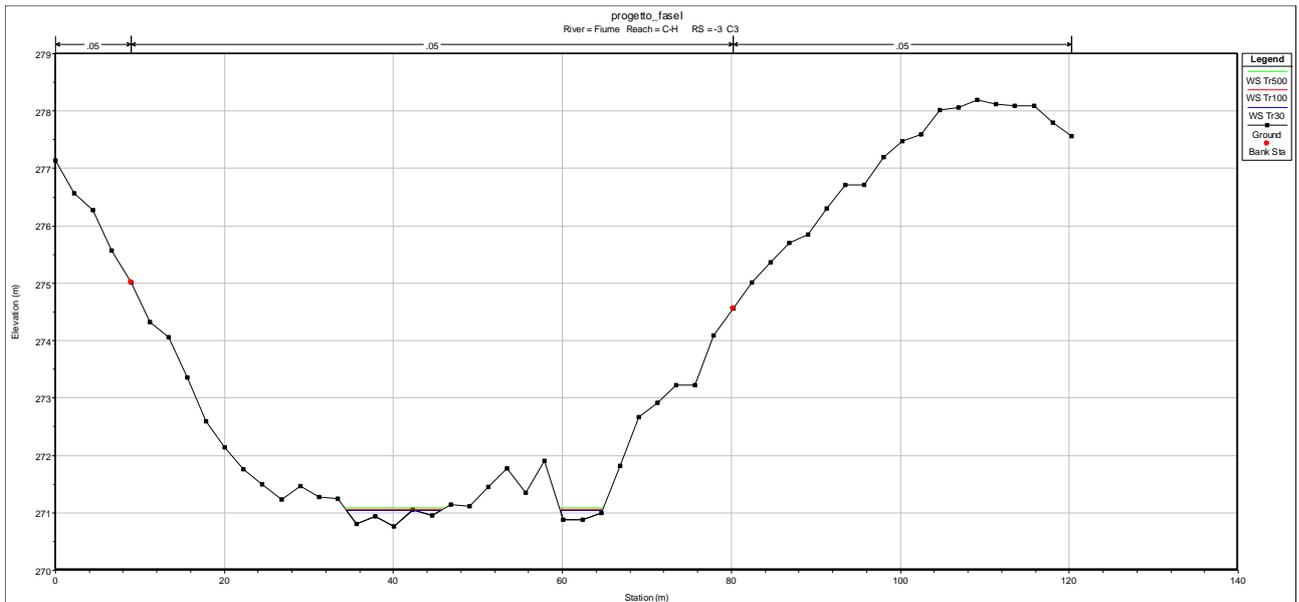
Figura 15: Sezioni trasversali impluvio B

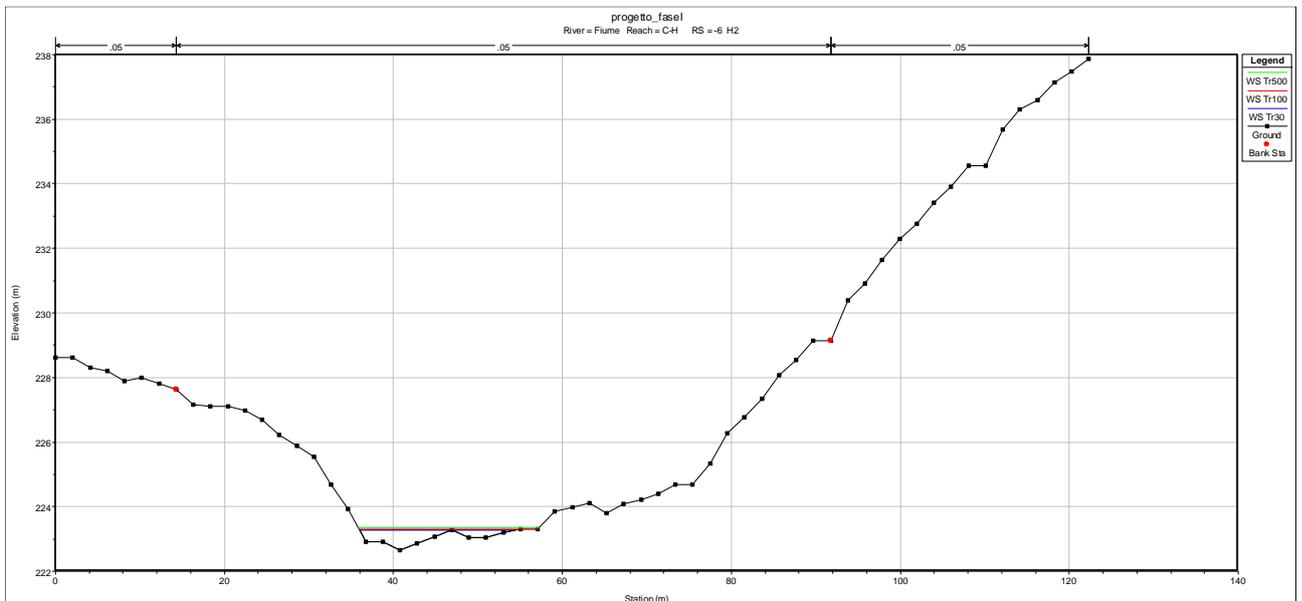
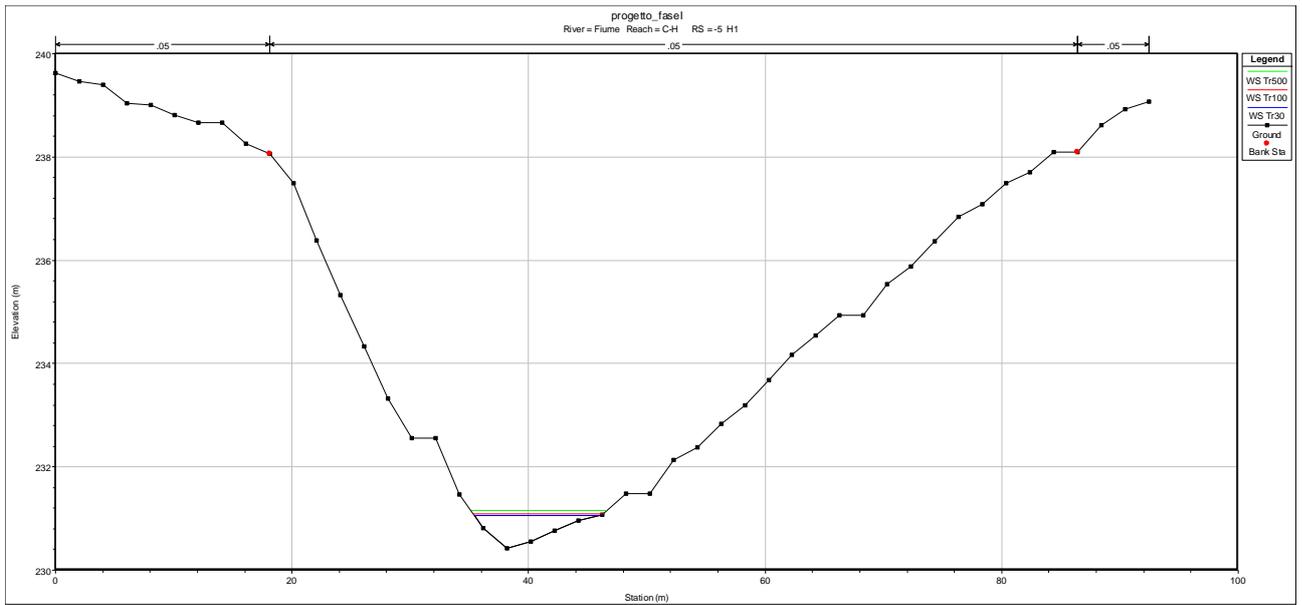




Realizzazione di un parco agrivoltaico con potenza nominale di 30 MW denominato "Ramacca02" da realizzarsi in loc. "Masseria Modichella" e C.da "Mongialino" nel comune di Mineo (CT)

Relazione idrologica e idraulica





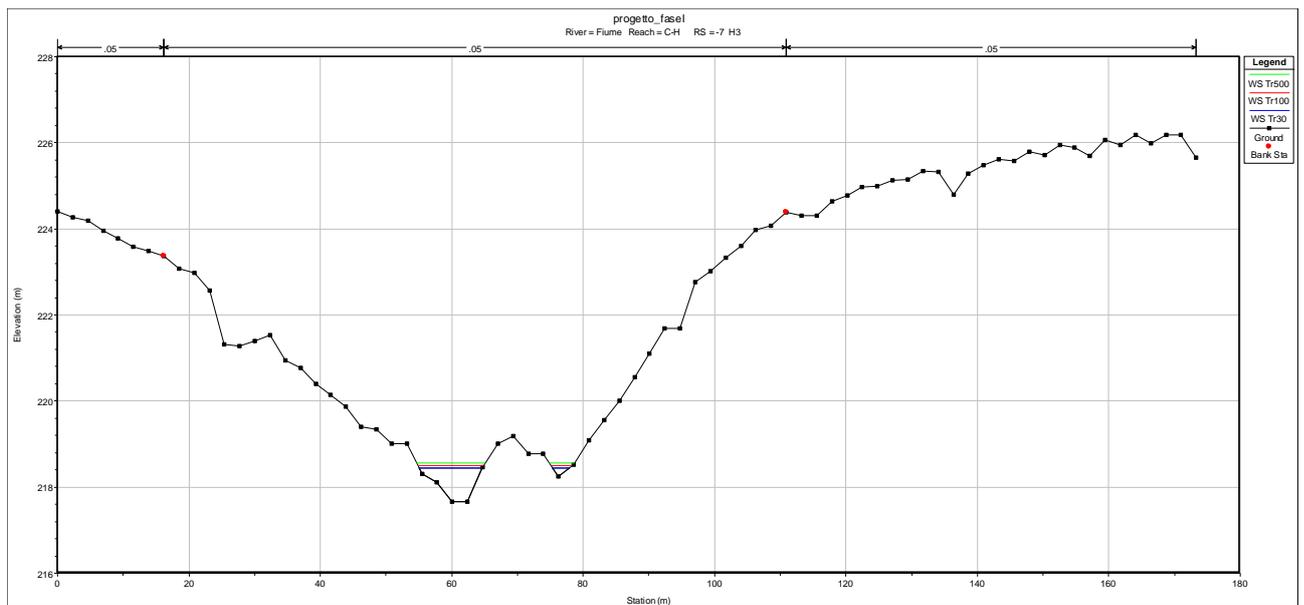
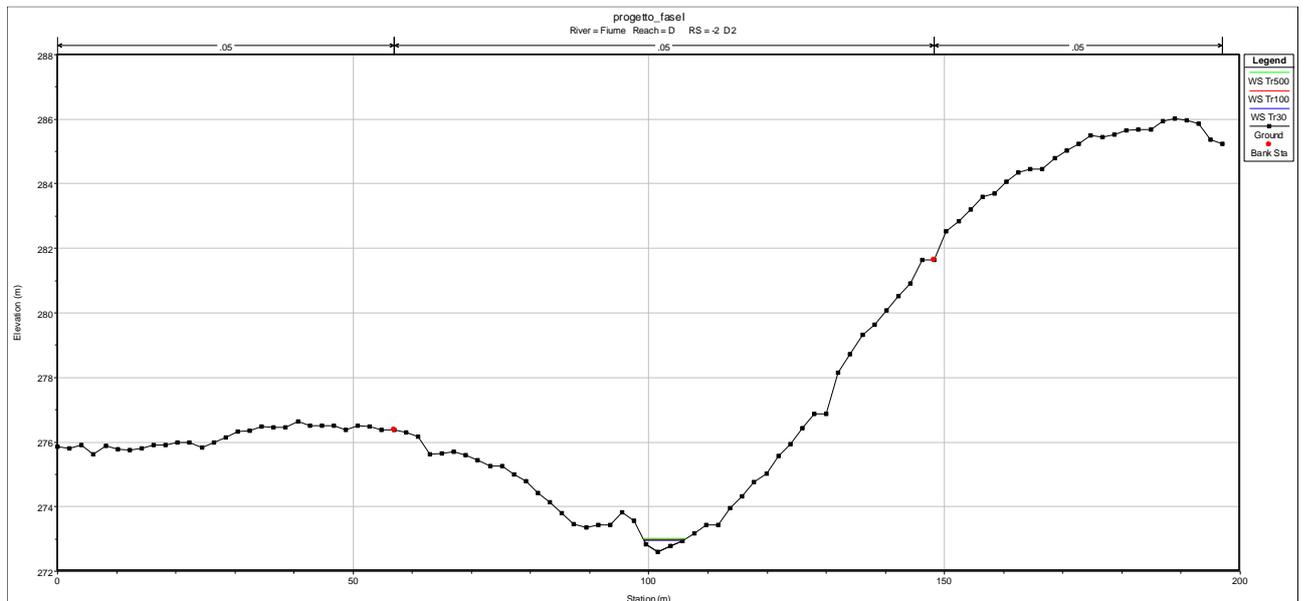
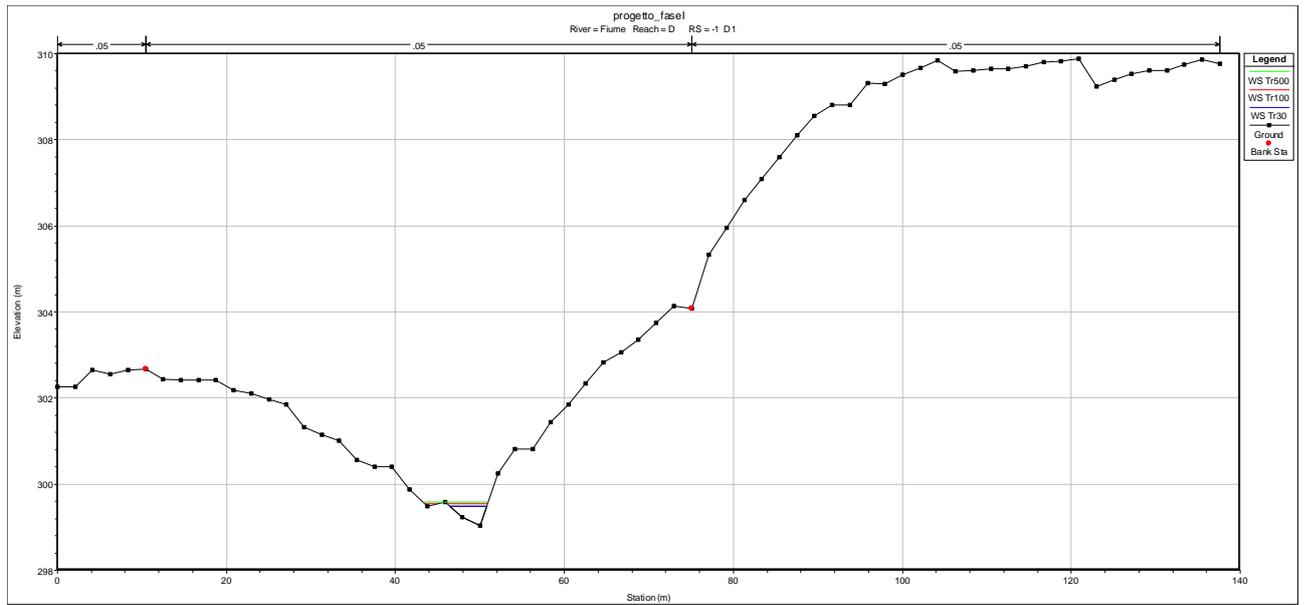


Figura 16: Sezioni trasversali impluvio C e H



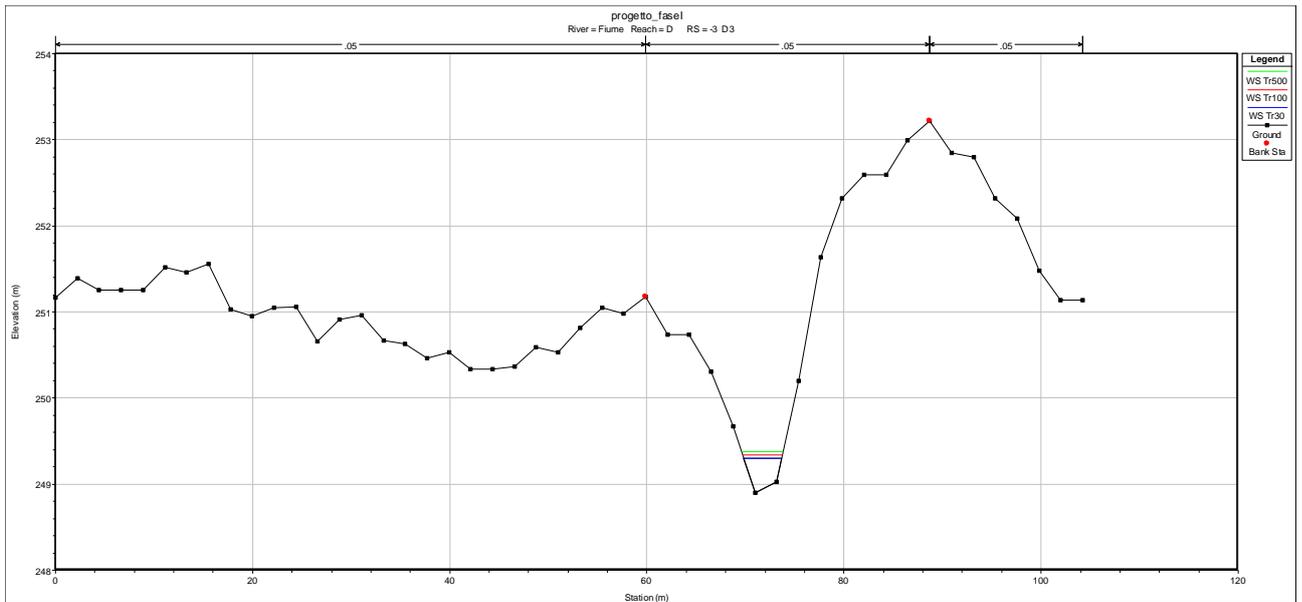
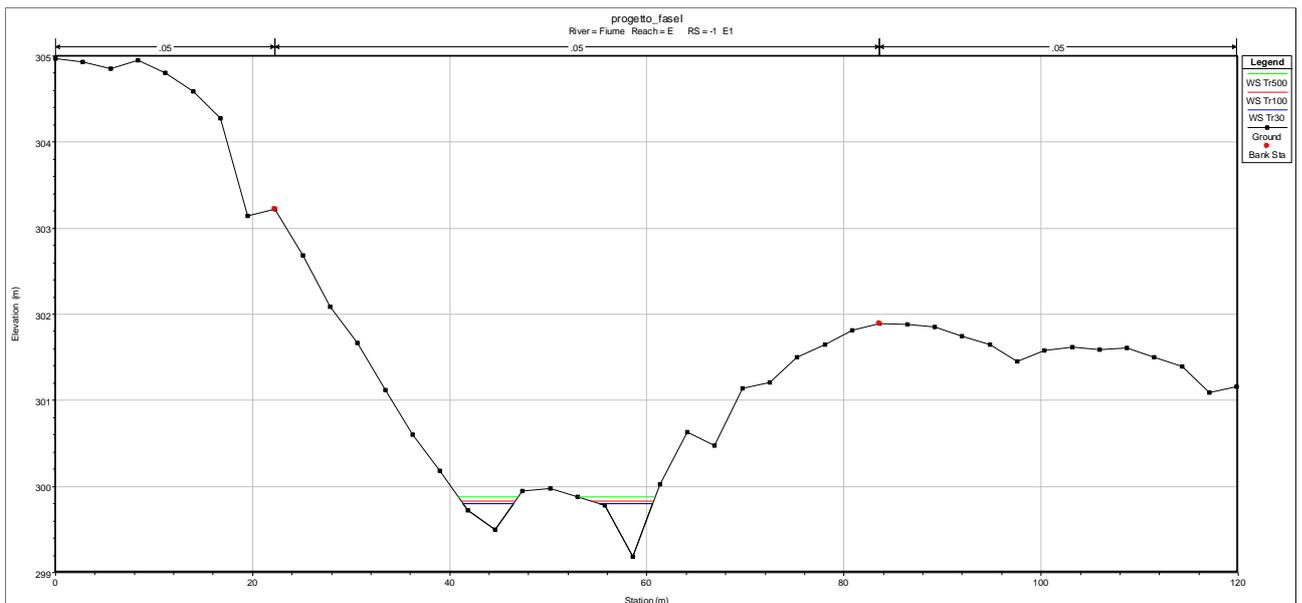


Figura 17: Sezioni trasversali impluvio D



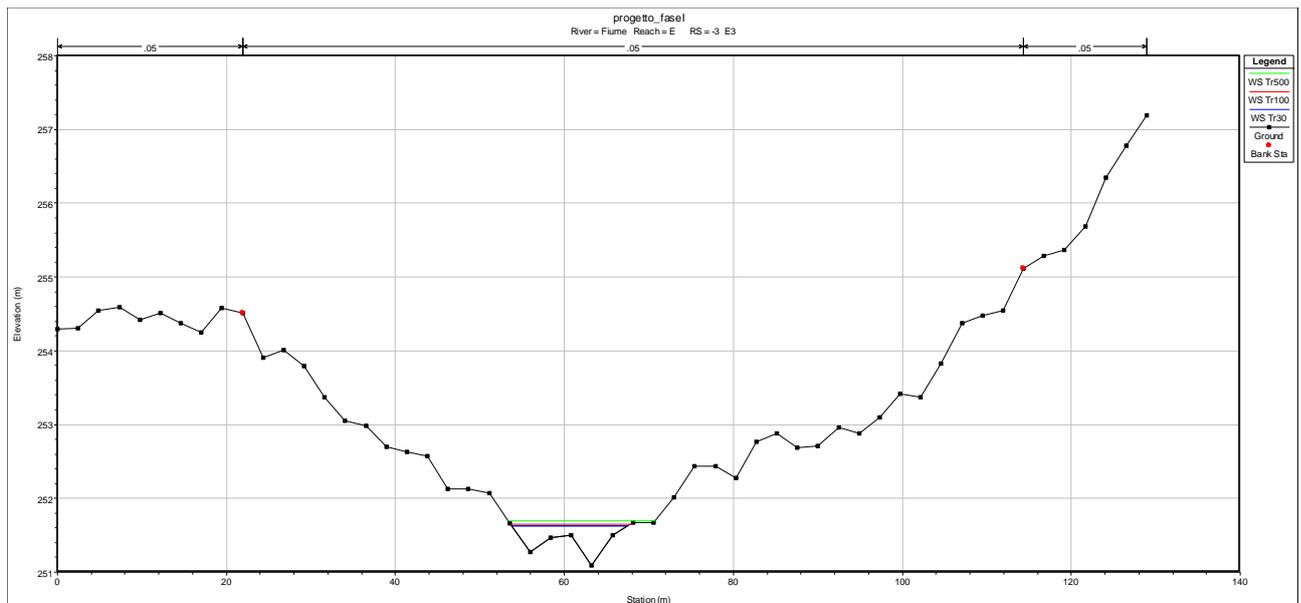
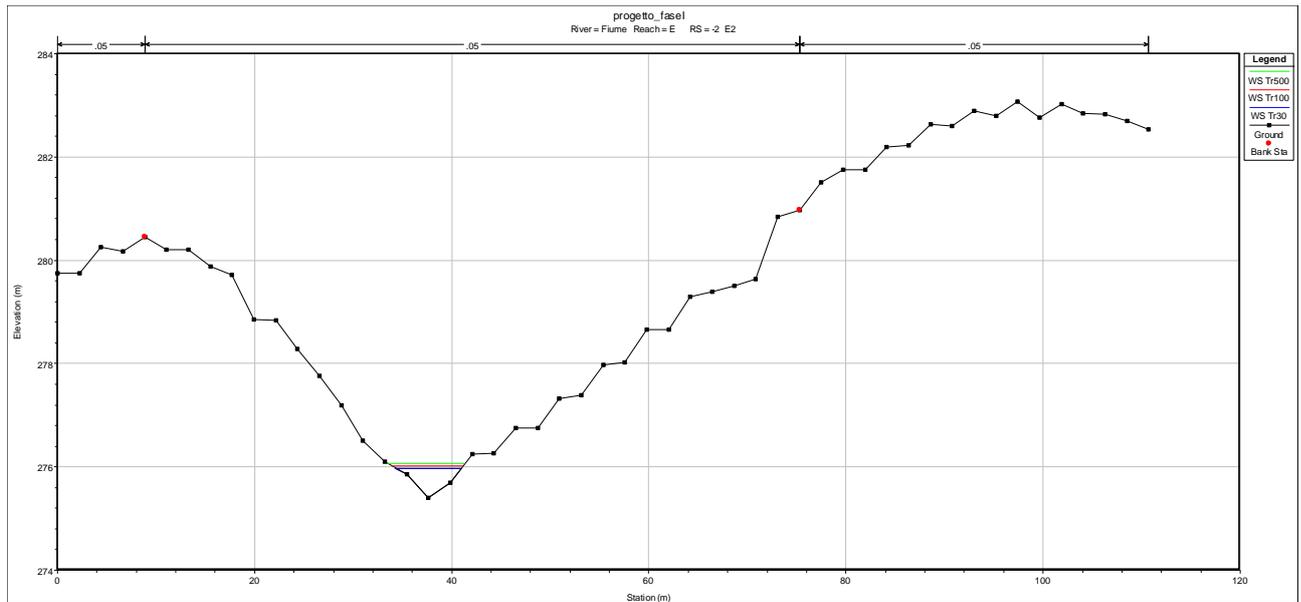
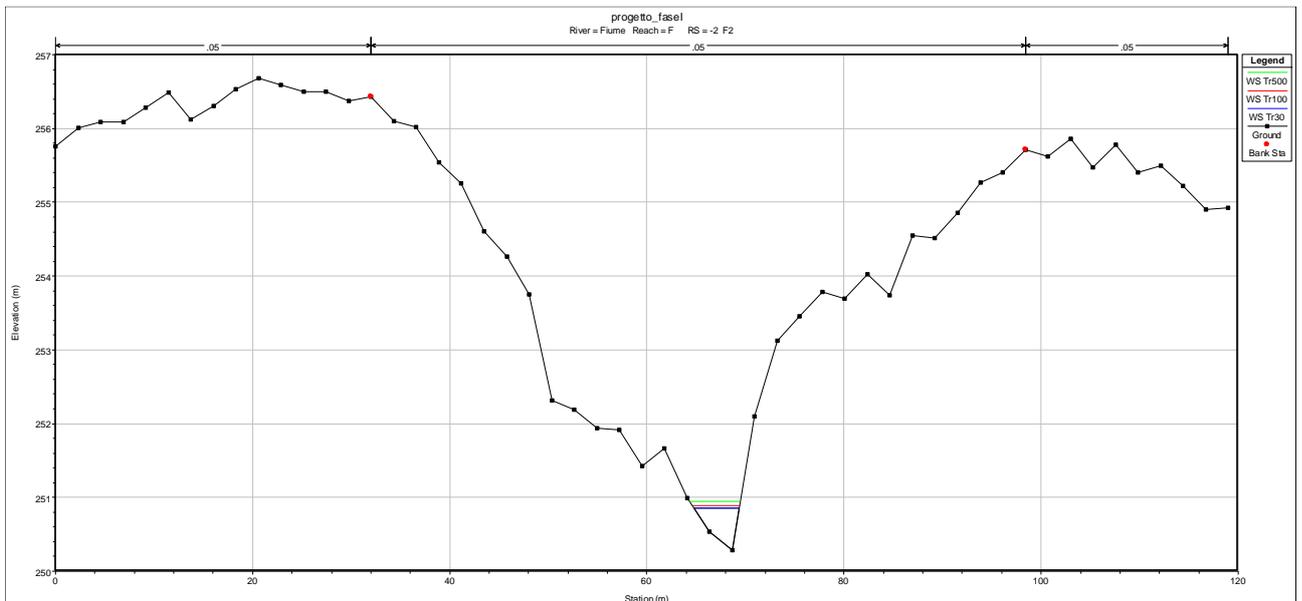
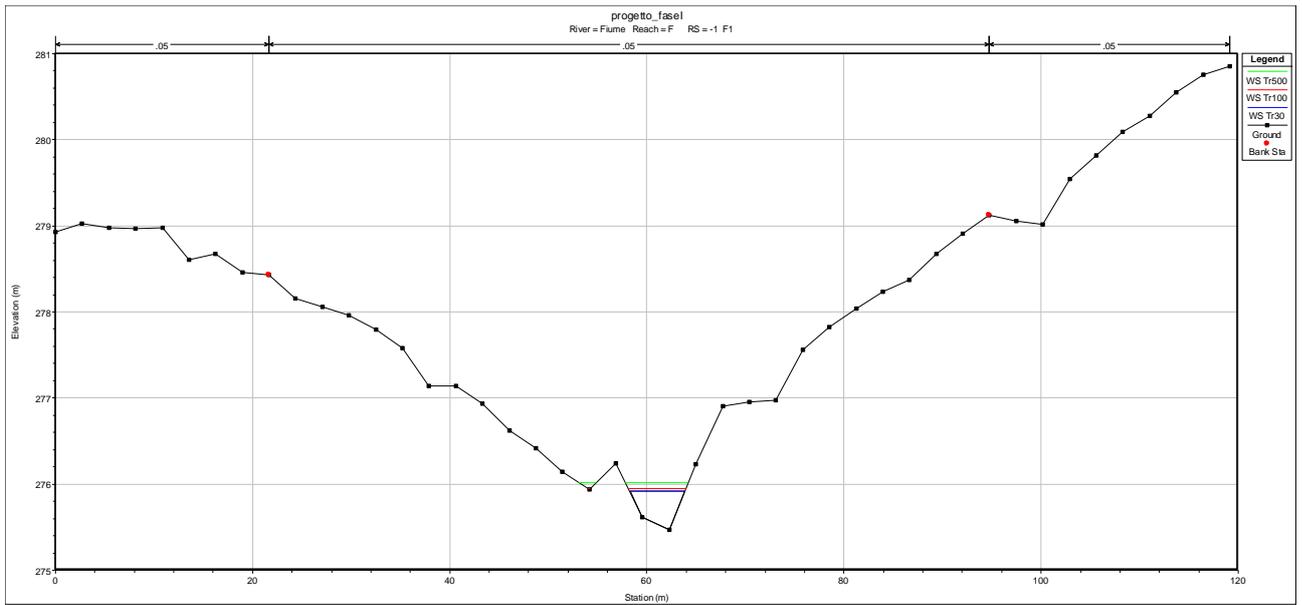


Figura 18: Sezioni trasversali impluvio E



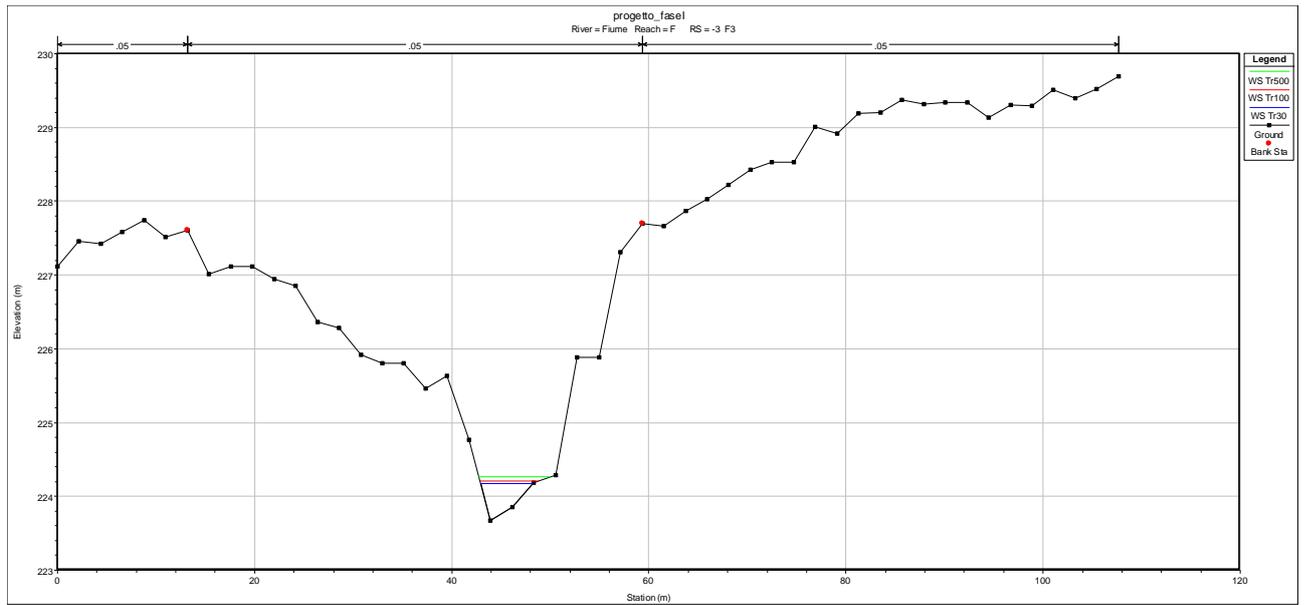
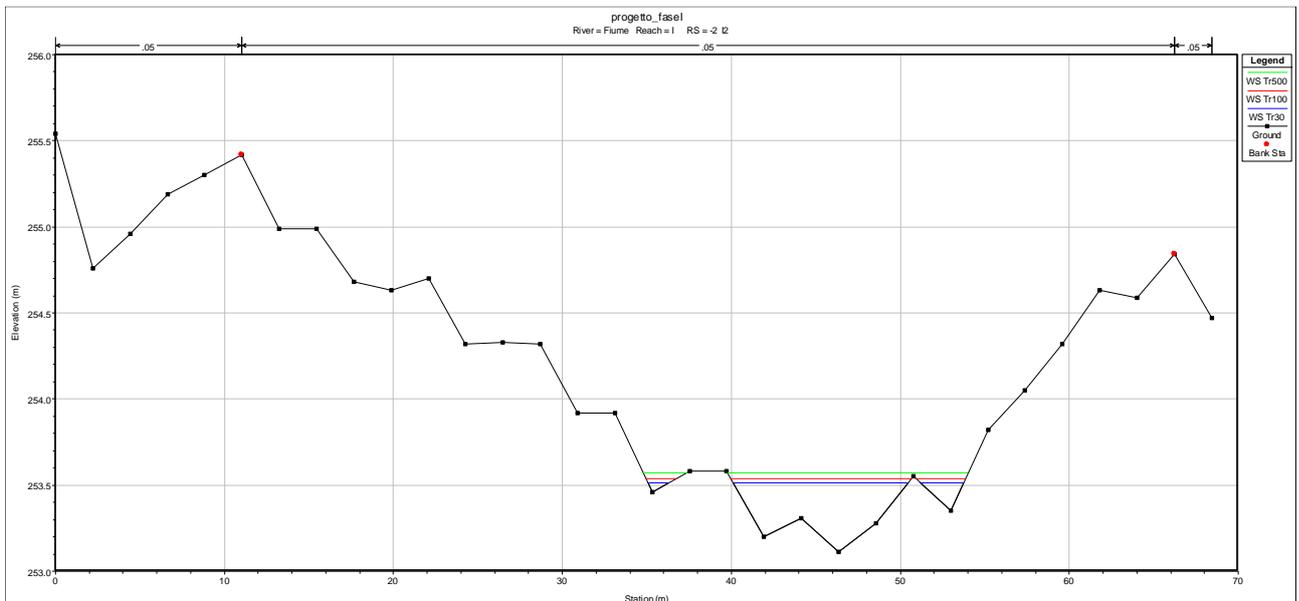
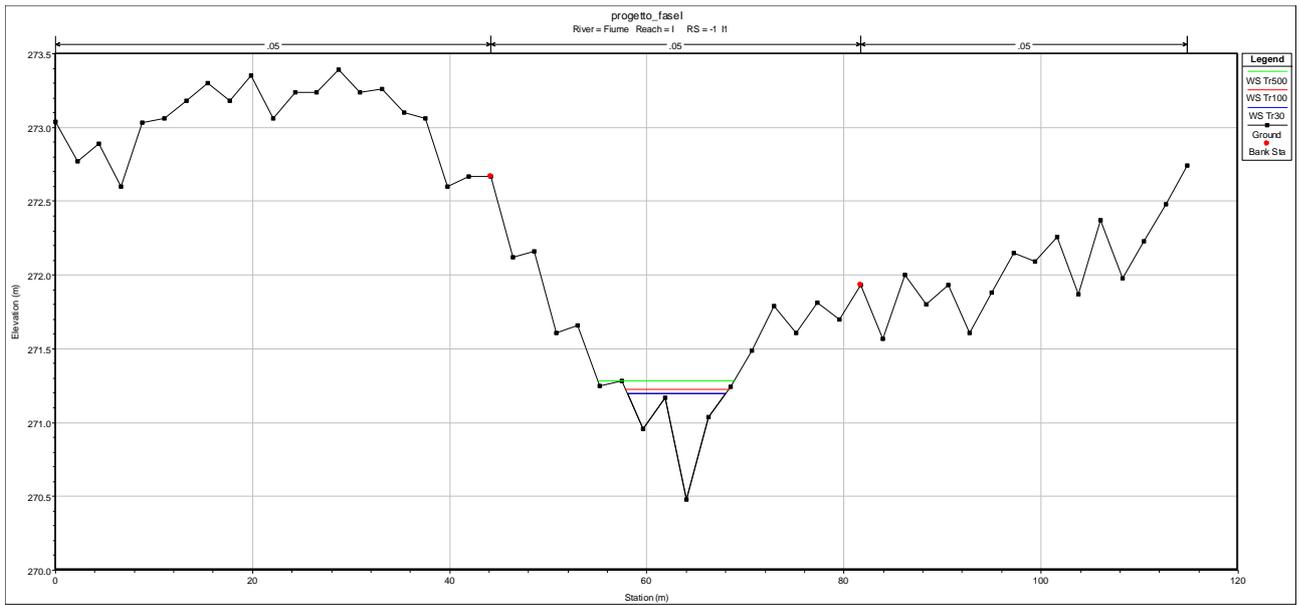


Figura 19: Sezioni trasversali impluvio F



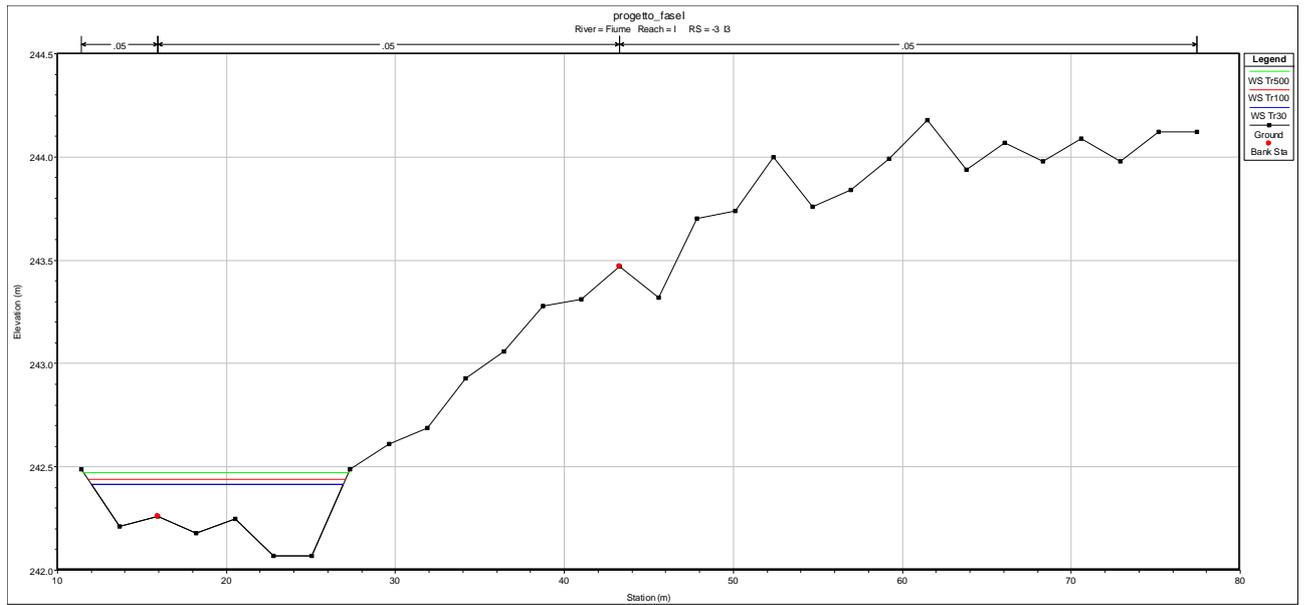


Figura 20: Sezioni trasversali impluvio I

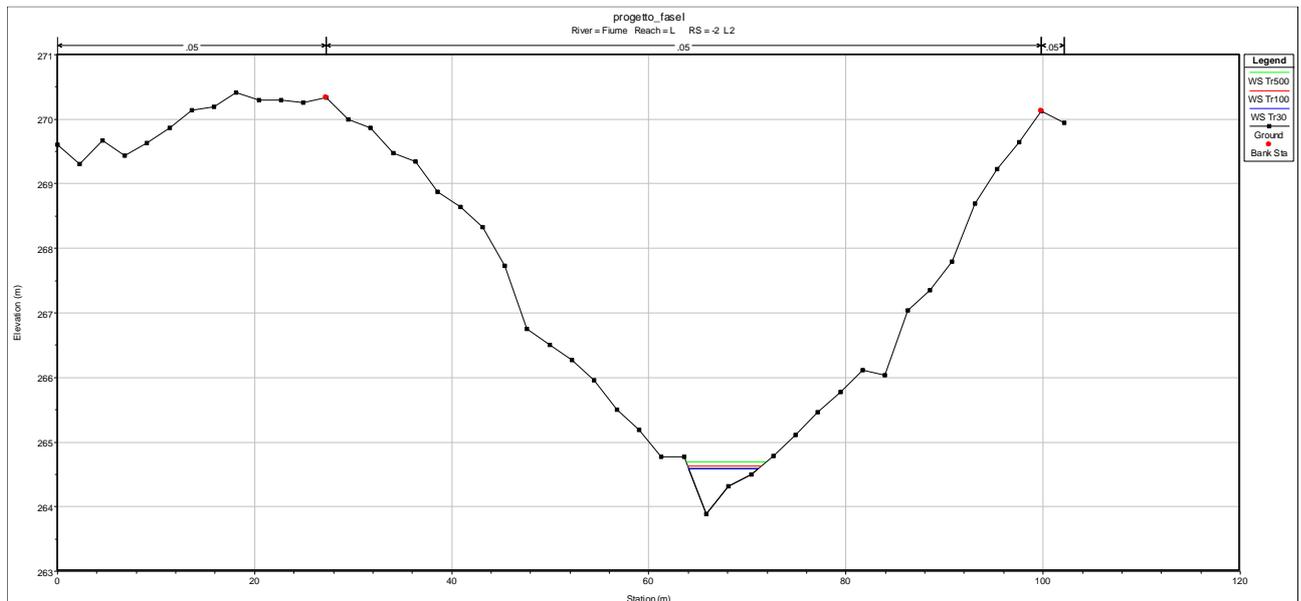
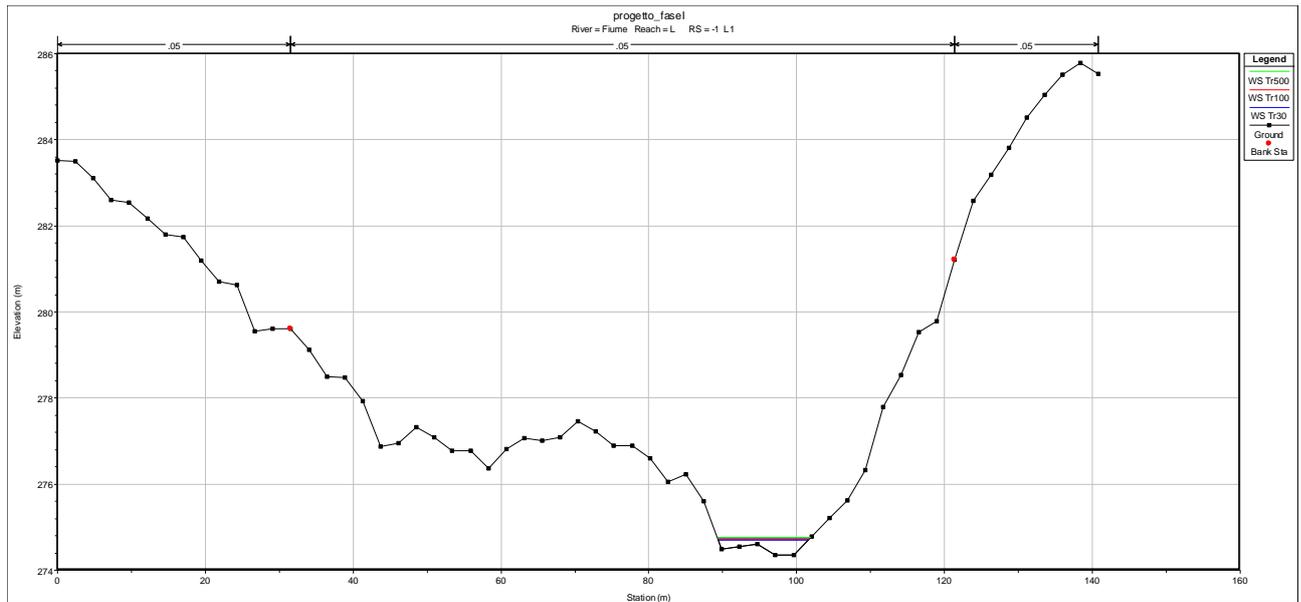


Figura 21: Sezioni trasversali impluvio L



Allegato B: Collocazione dei pozzi disperdenti

- Layout
-  stringhe
 -  pozzi
 -  Canalette
 -  recinzione
 -  cabine_di_campo
 -  cavidotto_interno
 -  cavidotto
 -  aste_FaseI
 -  area_mitigazione
 -  area_impianto
 -  area_di_compensazione

