



Nuovo impianto per la  
produzione di energia da fonte  
solare fotovoltaica “La Teana” nei  
Comuni di Latiano e  
San Vito dei Normanni (BR)

Committente:

**Trina Solar Loto S.r.l.**  
P.zza Borromeo 14,  
20123 Milano (MI)  
C.F. e P.IVA: 11480580965  
PEC: trinasolarloto@unapec.it

RELAZIONE IDRAULICA  
DEL PROGETTO DEFINITIVO

Rev. 0.0

Data: Giugno 2021

IB3N7K6\_RelazioneIdraulica

Incaricato:

**Queequeg Renewables, ltd**  
Unit 3.03, 1110 Great West Road  
TW80GP London (UK)  
Company number: 111780524  
email: mail@quenter.co.uk

## SOMMARIO

<b>1</b>	<b>PREMESSA.....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>LOCALIZZAZIONE E DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO .....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>RIFERIMENTI NORMATIVI.....</b>	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>DESCRIZIONE DEI BACINI SCOLANTI .....</b>	<b>10</b>
<b>5</b>	<b>CALCOLO DELLE PORTATE.....</b>	<b>11</b>
5.1	VAPI PUGLIA .....	11
5.2	METODO SCS .....	14
<b>6</b>	<b>VERIFICA IDRAULICA .....</b>	<b>21</b>
6.1	DATI DI INPUT .....	21
6.2	RISULTATI .....	24
<b>7</b>	<b>CONCLUSIONI.....</b>	<b>30</b>

## 1 PREMESSA

La presente relazione è parte integrante del procedimento di Valutazione d'Impatto Ambientale ai sensi del Decreto Legislativo numero 152 del 2006, e agli artt. 20 e successivi del D.L. 31 maggio 2021, n. 77 e Autorizzazione Unica ai sensi dell'art.12 del D.Lgs. 387/2003.

Il progetto prevede la realizzazione di un lotto di impianti fotovoltaici, e relative opere di connessione in media tensione, per la produzione di energia elettrica da fonte solare, con potenza di picco nominale pari a 26.030 MWp da localizzarsi su terreni agricoli (E1) nei comuni di Latiano e San Vito dei Normanni (BR) (Figura 1). L'impianto immetterà energia nella Rete Elettrica Nazionale attraverso quattro elettrodotti in media tensione interrati, collegati in antenna da cabina primaria AT/MT "San Vito Sud" di futura costruzione e di proprietà di E-Distribuzione. Quest'ultima sarà invece connessa mediante linea AT a 150 kV alla Futura Stazione Elettrica di Terna S.p.A. che si collocherà in entra-esce sulla linea a 380 kV Brindisi-Taranto.

La connessione del lotto di impianti prevede la realizzazione di linee interrate in media tensione a 20 kV e allestimento con quadri in media tensione di cabine di consegna omologate dal distributore di rete.

I moduli fotovoltaici, di tipo bifacciale, saranno montati su inseguitori (o trackers) monoassiali rispettivamente da 78 e 117 moduli cadauno, che ottimizzeranno l'esposizione dei generatori solari permettendo di sfruttare al meglio la radiazione solare.

Si stima che l'impianto produrrà 45.56 GWh all'anno di elettricità, equivalenti al fabbisogno medio annuo di circa 15 190 famiglie di quattro persone, permettendo un risparmio di CO<sub>2</sub> equivalente immessa in atmosfera pari a circa 24 192 tonnellate all'anno (fattore di emissione: 531 g<sub>CO2</sub>/kWh, fonte dati: Ministero dell'Ambiente).

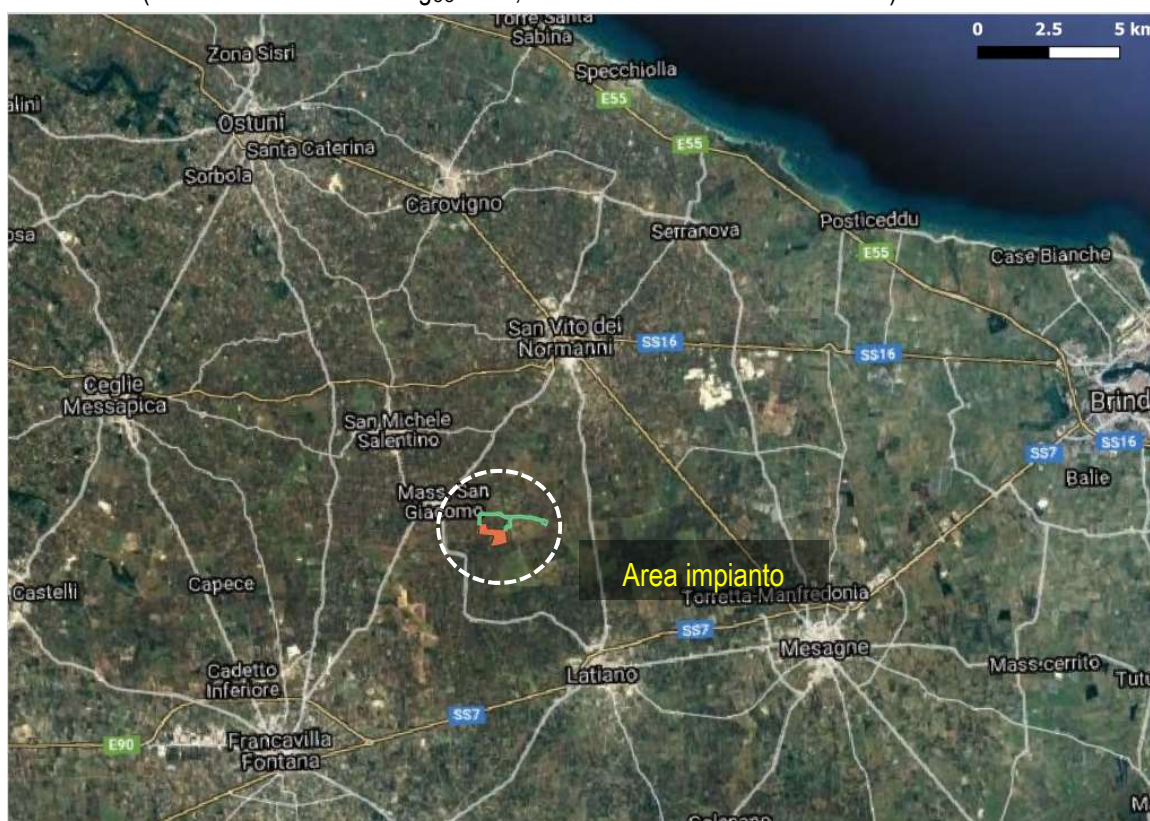


Figura 1. Localizzazione dell'area oggetto dell'intervento (Fonte ortofoto: World Imagery da <https://www.arcgis.com>).

## 2 LOCALIZZAZIONE E DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

---

L'area di realizzazione dell'impianto ricade nell'agro a confine tra i comuni di Latiano e San Vito dei Normanni in Provincia di Brindisi (Zona E, agricola) ed è identificata catastalmente al Foglio 83, Particelle 263-265-262-264 del catasto terreni del Comune di San Vito dei Normanni, e al Foglio 7, Particelle 24-81 del catasto terreni del Comune di Latiano.

Geograficamente la suddetta area è individuabile dalle coordinate geografiche di latitudine 40.597053° e longitudine 17.673647°, a 120 metri sul livello del mare; la sua estensione è di circa 40,61 ha di cui solamente 32,00 circa saranno interessati dall'installazione dell'impianto fotovoltaico, mentre la restante porzione sarà interessata dalla piantumazione di nuove colture, quali alberi di olivi e altre piantumazioni a basso e medio fusto. Tali nuove piantumazioni andranno anche in sostituzione di 620 olivi presenti al FG.7 Part. 24-81 del Comune di Latiano, per i quali, con decreto n. 0063617 del 20.11.2020, la Regione Puglia, Dipartimento Agricoltura, Sviluppo Rurale e Ambientale – Sezione Coordinamento dei Servizi Territoriali – Servizio Territoriale Taranto e Brindisi, ha ordinato l'abbattimento per opere di miglioramento fondiario.

Il lotto di impianti sarà connesso mediante linee interrate in media tensione su futura Cabina Primaria AT/MT 150/20 kV denominata "San Vito Sud N.1" che sorgerà sulle aree identificate catastalmente al Foglio 8, Particella 58 del Comune di Latiano. La zona è raggiungibile percorrendo la SP47 collegante Latiano al centro abitato di San Michele Salentino, imboccando, prima dell'incrocio con la SP48, la Contrada Grattile.



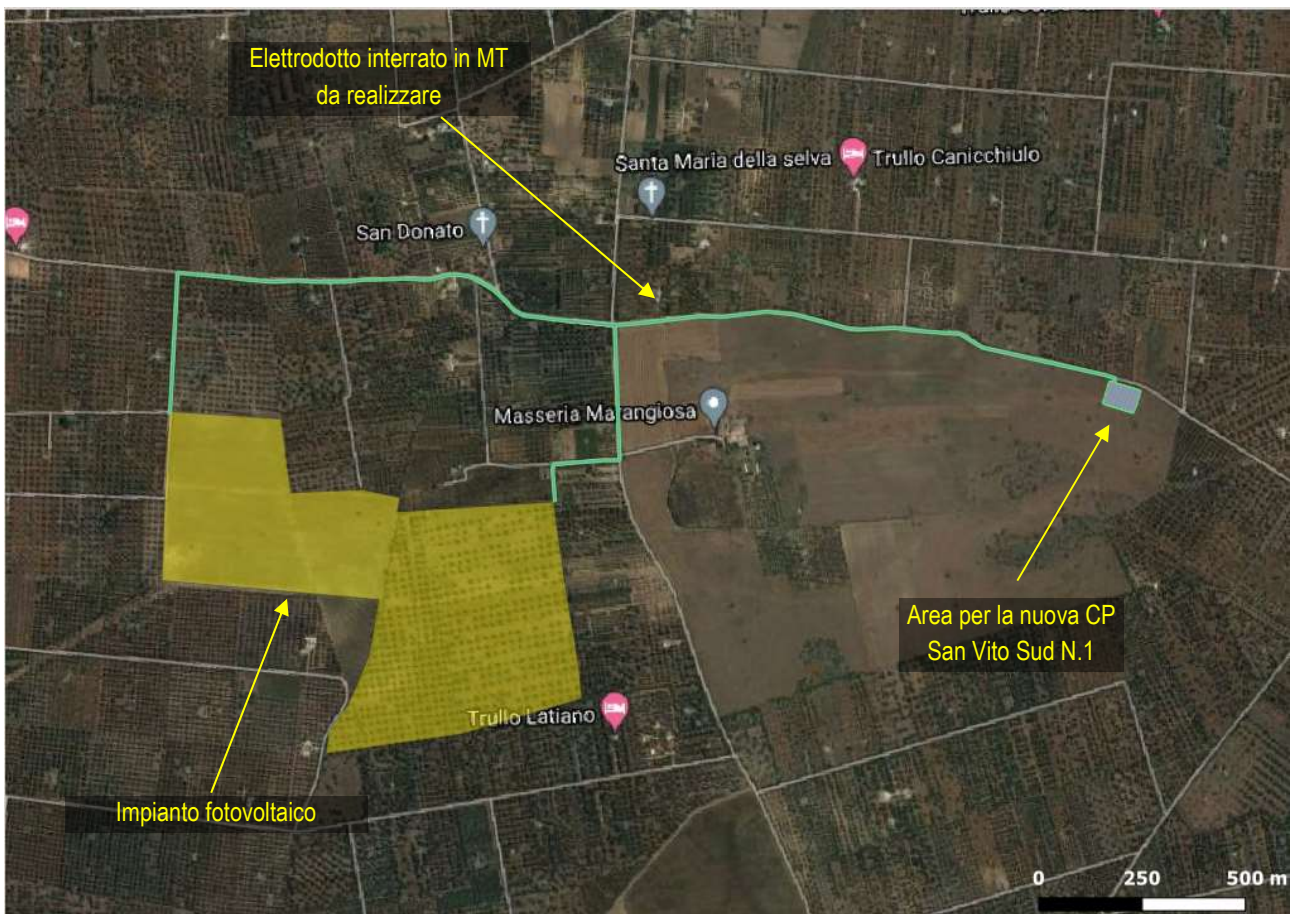


Figura 2. Zoom con legenda sull'area di interesse (Fonte ortofoto: World Imagery da <https://www.arcgis.com>).

Il lotto di impianti fotovoltaici in progetto si estende su un'area di circa 40.61 ha, con perimetro della zona di installazione coincidente con la recinzione di delimitazione e distante mediamente 5 m dal confine catastale.

L'intero generatore fotovoltaico si compone di 48 204 moduli fotovoltaici "bifacciali" in silicio monocristallino da 540 W di picco, connessi tra di loro in stringhe da 39 moduli per un totale di 1 236 stringhe e una potenza di picco installata pari a 26 030.16 kWp. I moduli fotovoltaici sono posizionati su strutture a inseguimento solare (trackers) di tipo "monoassiale", a doppia fila di moduli, infisse direttamente nel terreno.

Nell'area di impianto saranno disposte sedici cabine di trasformazione MT/BT, con trasformatore di potenza nominale 1600 kVA. Le stesse saranno connesse in parallelo sul lato in media tensione a 20 kV a formare quattro linee di connessione, ognuna delle quali collegherà quattro cabine di trasformazione. Ogni impianto del lotto, dunque, si comporrà di quattro sottocampi inverter di potenza massima in immissione pari a 1 240 kW.

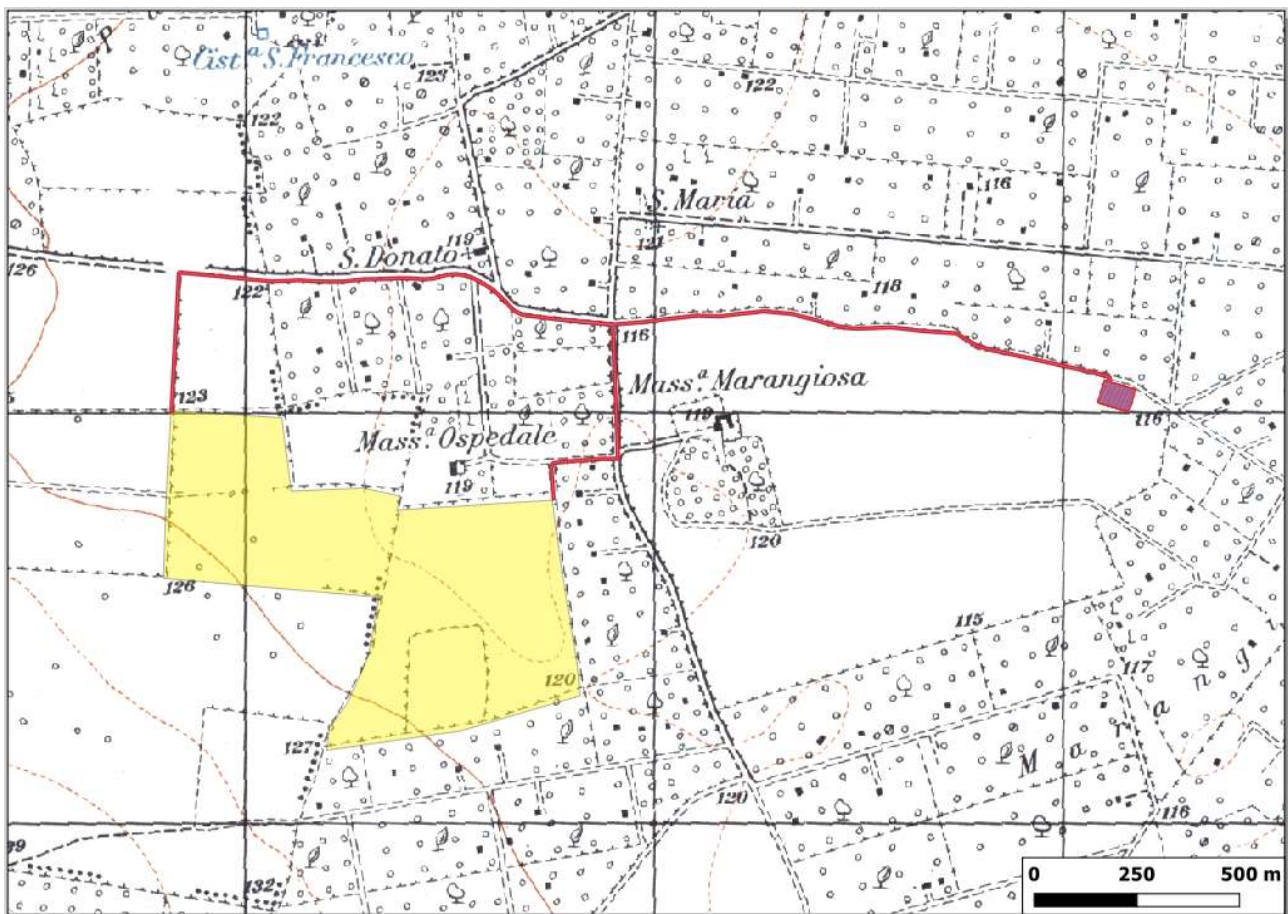


Figura 3. Localizzazione degli interventi su cartografia I.G.M. in scala 1:25000.

Le quattro linee in media tensione confluiranno nella Cabina di Parallelo in MT e, da quest'ultima, saranno allacciate alle rispettive Cabine di Consegna del distributore. Da ogni cabina di consegna partirà la linea in media tensione a 20 kV che conetterà ogni impianto del lotto alla futura Cabina Primaria (CP) AT/MT 150/20 kV "San Vito Sud N.1". Quest'ultima, a sua volta, si allaccerà mediante un elettrodotto in AT a 150 kV, ad una futura Stazione Elettrica AAT/AT 380/150 kV di Terna S.p.A., connessa in entra-esce sulla linea AAT 380 kV Brindisi-Taranto.

Per il generatore fotovoltaico saranno previsti anche sistemi ausiliari di controllo e di sicurezza:

- Lungo il perimetro di impianto saranno posizionati pali di sostegno su cui verranno installate le cam di videosorveglianza e i fari per l'illuminazione di sicurezza;
- 2 fari di illuminazione, uno per lato, saranno posizionati su ogni cabina di trasformazione, in modo da permettere l'illuminazione della viabilità interna.

Le aree di impianto saranno delimitate da recinzione con rivestimento plastico, posata ad altezza di 20 cm dal suolo, e fissata su appositi paletti infissi nel terreno.

Sulle fasce perimetrali, così come in alcune aree interne dell'impianto, saranno piantumati arbusti e siepi autoctone, tali da permettere una mitigazione ambientale delle opere riducendone l'impatto visivo.

Nelle aree interne, dove non è prevista l'installazione di strutture e moduli fotovoltaici, verranno piantumati nuovi ulivi della famiglia Leccina o Favolosa e anche del tipo super-intensivo.

La Figura 3 riporta la localizzazione degli interventi su cartografia I.G.M. in scala 1:25000.

Il tracciato dell'elettrodotto è definito:

- in modo tale da arrecare il minor sacrificio possibile alle proprietà private interessate;
- tenendo conto dell'intero sviluppo dell'elettrodotto, in ragione della sua imprescindibile caratteristica tecnica;
- tenendo conto dei vincoli esistenti sul territorio.

La Figura 4 riporta la vista frontale dell'elettrodotto quello interrato in uscita dalla cabina secondaria. La Tabella 1 indica le sezioni dei cavi conduttori utilizzati.

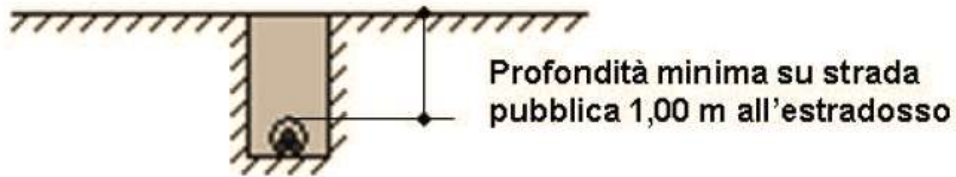


Figura 4. Viste frontale e laterale dell'elettrodotto aereo e sezione del tratto interrato.

Tabella 1. Sezioni dei cavi interrati.

CAVI MT SOTTERRANEI				PORTATA [A]
SEZIONE DEL CONDUTTORE <sup>5</sup> [mm <sup>2</sup> ]				
CAVI CON ISOLAMENTO IN CARTA		CAVI CON ISOLAMENTO ESTRUSO		
DC4345	DC4346	DC4378	DC4379 - DC 4380	
RC4HLRX-12/20 kV	ARC4HLRX-12/20 kV	RG7H1RX-12/20 kV	ARG7H1RX-12/20 kV ARE4H1RX-12/20 kV	
3 x 50	3 x 95	3 x 50	3 x 70	200
3 x 95	3 x 150	3 x 95	3 x 120	280
3 x 150	3 x 240	3 x 120	3 x 185	360

In corrispondenza della zona dell'intervento verrà valutata l'impronta di allagamento causata da una portata di piena calcolata per un tempo di ritorno di 200anni, in condizioni di moto permanente, mediante il software HecRas 5.07.

### 3 RIFERIMENTI NORMATIVI

Con delibera n. 39 del 30.11.2005 il Comitato istituzionale dell'Autorità di Bacino della Puglia, ai sensi e per gli effetti degli artt. 17, 19 e 20 della L. 183/89, ha approvato, in via definitiva, il Piano di Bacino della Puglia, stralcio "assetto idrogeologico" per i bacini regionali e per il bacino interregionale del fiume Ofanto.

Il piano ha individuato in relazione alle condizioni idrauliche, alla tutela dell'ambiente e alla prevenzione di presumibili effetti dannosi prodotti da interventi antropici, così come risultanti dallo stato delle conoscenze, aree con diversi gradi di pericolosità idraulica.

Con Delibera n. 2 della seduta della Conferenza Istituzionale Permanente del 20 dicembre 2019 (BURP N.53 del 16/04/2020) l'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale riesamina le mappe della pericolosità e del rischio alluvioni introducendo misure di salvaguardia per i territori individuati a diverso grado di pericolosità nel PGRA (Piano di Gestione dei Rischi di Alluvione) e non nei PAI. Le misure di salvaguardia di cui sopra, i cui effetti hanno efficacia dal 14/10/2020 con Decreto n. 540 del 13/10/2020, sono finalizzate ad agevolare il coordinamento dei PAI con i contenuti e le misure del PGRA (redatto in conformità al disposto dell'art. 7, comma 3 lettere a e b del D.lgs. n. 49/2010).

L'art. 1 della delibera afferma che nelle more dell'aggiornamento dei rispettivi strumenti di pianificazione relativi all'assetto idrogeologico, nelle sole aree non soggette ad alcuna specifica regolamentazione di competenza dell'Autorità di bacino distrettuale, si applicano le misure di salvaguardia secondo le disposizioni di cui agli articoli 5 (Disposizioni per le aree a pericolosità elevata P3), 6 (Disposizioni per le aree a pericolosità media P2) e 7 (Disposizioni per le aree a pericolosità bassa P1).

Con Delibera n. 2 della seduta della Conferenza Istituzionale Permanente del 20 dicembre 2020, l'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale adotta il progetto di aggiornamento dei PGRA (Piano di Gestione dei Rischi di Alluvione) ai sensi degli artt. 65 e 66 del D.lgs. 152/2006.

**Il progetto in oggetto non attraversa nessuna delle aree a pericolosità suddette come mostrato in Figura 5.**

In aggiunta, gli articoli 6 e 10 delle NTA del PAI disciplinano le aree di pertinenza dei corsi d'acqua determinandole come buffer la cui ampiezza è fornita dall'affiancamento di una fascia di pertinenza per "alvei fluviali in modellamento attivo e aree golenali" di 75 m e di una "fascia di pertinenza idraulica", sempre di 75 m e contermina alla prima. Le aree interne a questi buffer sono considerate come aree a pericolosità idraulica per le quali è previsto uno studio di compatibilità idrologica e idraulica in condizioni di sicurezza idraulica, così come definite dall'art. 36 delle NTA del PAI.

In particolare, per **Sicurezza Idraulica** si intende la *condizione associata alla pericolosità idraulica per fenomeni di insufficienza del reticolo di drenaggio e generalmente legata alla non inondabilità per eventi di assegnata frequenza. Agli effetti del PAI si intendono in sicurezza idraulica le aree non inondate per eventi con tempo di ritorno fino a 200 anni.*

**Il progetto in oggetto non è esterno alle suddette fasce di pertinenza, come mostrato in Figura 6.**

L'impianto ricade al di fuori delle fasce di modellamento attivo golenale e di pertinenza fluviale, mentre i collegamenti in MT si ritrovano parzialmente in esse.

***Il qui presente studio riporta l'analisi del flusso idrico superficiale interessante il reticolo idrografico che attraversa l'area degli interventi proposti, per il tempo di ritorno di 200 anni.***



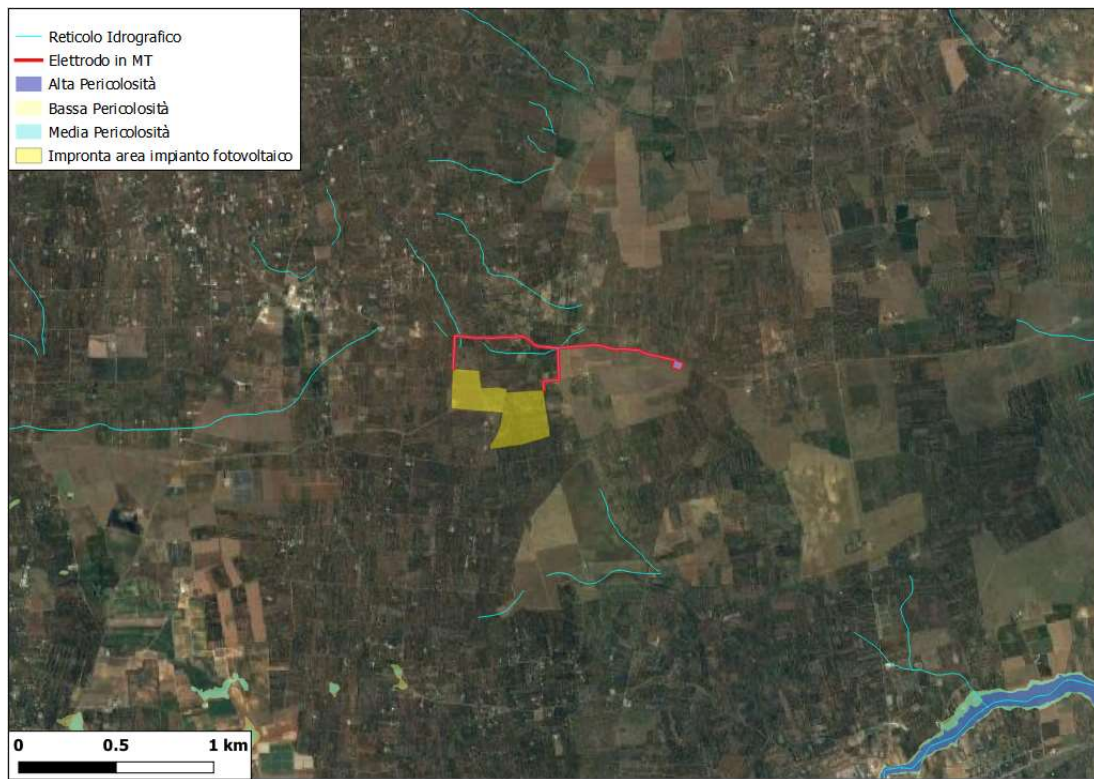


Figura 5. Aree a pericolosità idraulica. Fonte degli shapefile, sovrapposti a ortofoto Google Satellite: <https://www.distrettoappenninomeridionale.it>. In azzurro il reticolo idrografico. Ambiente QGIS.



Figura 6. Aree di pertinenza dei corsi d'acqua naturali in prossimità della zona degli interventi previsti.

## 4 DESCRIZIONE DEI BACINI SCOLANTI

Mediante cartografia DTM (Digital Terrain Model), che si presenta come un grigliato regolare avente risoluzione di 8 x 8 m, è stata ricavata l'estensione del bacino idrografico relativo alla sezione di chiusura del corso d'acqua episodico indicato in Figura 7 mediante la funzione Watershed implementata nel software Global Mapper. Il bacino comprende anche il corso d'acqua episodico contenuto più a ovest, il quale è stato utilizzato come guida per il dato di input dell'idrogramma di piena alla base delle simulazioni in HecRas. Il reticolo idrografico utilizzato in questo lavoro è stato prelevato dal sito <http://www.sit.puglia.it/>, così come la suddetta cartografia DTM.

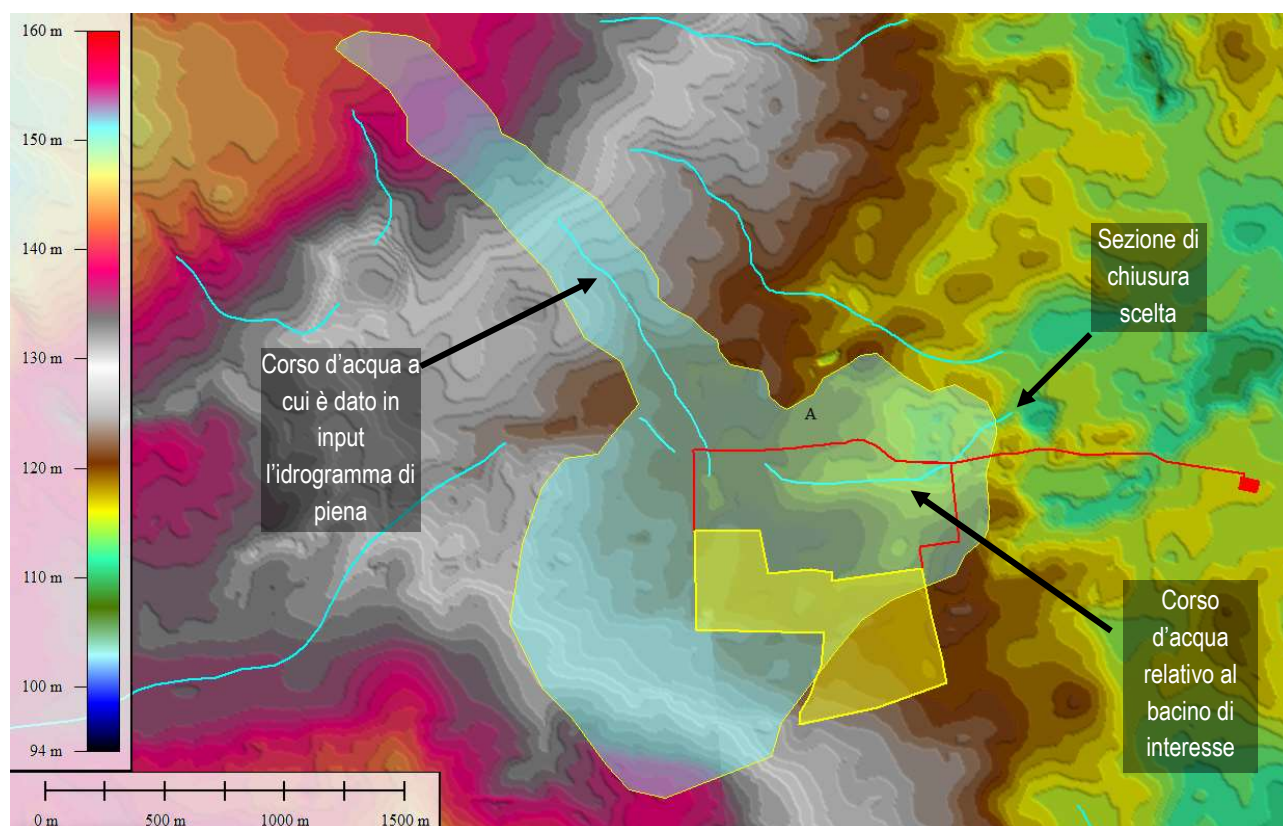


Figura 7. Rappresentazione DTM del territorio nei dintorni dell'area di intervento. (Fonte: [http://www.sit.puglia.it/portal/portale\\_cartografie\\_tecniche\\_tematiche/](http://www.sit.puglia.it/portal/portale_cartografie_tecniche_tematiche/)).

La Tabella 2 riporta le grandezze principali caratterizzanti il bacino del corso di interesse, indicato come A1.

Tabella 2. Caratteristiche del bacino A1.

		A1
Area del bacino	Km <sup>2</sup>	3.027
Quota massima asta	m	129
Quota massima bacino	m	142
Quota sezione di chiusura	m	114
Lunghezza asta	m	1261
Pendenza media asta	-	0.0079
Pendenza media bacino	-	0.0161

Quota media	m	124.0
-------------	---	-------

## 5 CALCOLO DELLE PORTATE

### 5.1 VAPI PUGLIA

La determinazione delle portate attese con diversi tempi di ritorno è stata eseguita in conformità a quanto previsto dal progetto Valutazione Piene (VaPi) del Gruppo Nazionali di Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI).

In particolare è stata realizzata una analisi regionale delle piogge massime annuali di durata compresa tra 1 ora e 1 giorno utilizzando come modello statistico di riferimento la distribuzione TCEV (Two Component Extreme Value), la quale è adattabile a fenomeni aleatori che presentano valori estremi (ad esempio la portata o l'altezza di pioggia ovvero la sua intensità). Il modello TCEV nasce dal prodotto di due funzioni di distribuzione di Gumbel relative a una variabile aleatoria il cui comportamento è supposto appartenere a due differenti popolazioni che si sovrappongono, la prima relativa a eventi normali e più frequenti (componente base) e la seconda relativa a eventi più gravosi e rari (componente straordinaria).

La funzione di distribuzione cumulata TCEV (probabilità di non superamento del valore  $x$  da parte della variabile  $X$ ) è definita quindi nel seguente modo:

$$F_X(x) = \exp \left[ -\Lambda_1 \exp \left( \frac{x}{\vartheta_1} \right) - \Lambda_2 \exp \left( \frac{x}{\vartheta_2} \right) \right] \quad \text{per } x \geq 0$$

in cui i pedici 1 e 2 distinguono le due diverse popolazioni,  $\Lambda_i$  è il numero medio annuo di eventi per le due componenti e  $\vartheta_i$  il loro valore medio annuo. Ad esempio, la variabile aleatoria  $X$  potrebbe essere l'altezza di pioggia di durata  $d$  che assume il valore generico  $x$  e che viene descritta da due popolazioni, una che relativa ai suoi valori tipici, mentre l'altra che descrive i suoi comportamenti estremi.

Per  $\Lambda_2 = 0$  si ottiene la tipica distribuzione di Gumbel a una variabile aleatoria.

La forma suddetta in genere viene riportata come:

$$F_X(x) = \exp \left[ -\Lambda_1 \exp \left( -\frac{x}{\vartheta_1} \right) - \Lambda_* \Lambda_1^{\frac{1}{\vartheta_*}} \exp \left( -\frac{x}{\vartheta_1 \vartheta_*} \right) \right]$$

ponendo

$$\vartheta_* = \frac{\vartheta_2}{\vartheta_1}$$

$$\Lambda_* = \frac{\Lambda_2}{\Lambda_1^{1/\vartheta_*}}$$

I quattro **parametri campionari**  $\Lambda_1$ ,  $\Lambda_*$ ,  $\vartheta_1$ ,  $\vartheta_*$  vanno stimati per ottenere il valore  $x$  della variabile  $X$  di interesse.

Se si introduce la media  $\mu$  della distribuzione, chiamata anche *valore indice* <sup>(1)</sup>, e la nuova variabile  $K_{t,TR} = \frac{X_{t,TR}}{\mu(X)}$  (funzione del tempo di ritorno), la funzione di probabilità di quest'ultima prende il nome di *curva di crescita*, funzione dei

<sup>(1)</sup>  $\mu = \vartheta_1 (\ln \Lambda_1 + \gamma_E) - \vartheta_1 \sum_{j=1}^{\infty} \frac{(-1)^j \Lambda_1^j}{j!} \Gamma \left( \frac{j}{\vartheta_*} \right)$ ,

$\gamma_E = 0.5772$ , costante di Eulero,

parametri campionari  $\Lambda_1, \Lambda_*, \vartheta_1, \vartheta_*$ . Applicando detta curva a singole zone omogenee, è sufficiente determinare il valore indice per ottenere la distribuzione finale della variabile  $X$ .

Nella realtà i momenti (teorici) della distribuzione effettiva sono ignoti, per cui l'unica cosa che si può fare è quella di stimare i quattro parametri di cui sopra mediante la statistica delle serie storiche.

Si dimostra che il **coefficiente di variazione teorico**  $C_V$  (rapporto tra deviazione standard e media) dipende da  $\Lambda_1, \Lambda_*, \vartheta_*$  ed è indipendente da  $\vartheta_1$  mentre il **coefficiente di asimmetria teorico**  $C_A$  (una quantità che misura la simmetria della distribuzione) dipende da  $\Lambda_*, \vartheta_*$  ed è indipendente da  $\Lambda_1$  e  $\vartheta_1$ . È possibile stimare detti coefficienti mediante i quattro parametri di cui sopra <sup>(2)</sup>. I due coefficienti si mostrano essere molto sensibili alla grandezza dei campioni, ma presentano una bassa variabilità regionale, il che porta a ipotizzare l'esistenza di regioni spaziali in cui essi si possono approssimare costanti: i parametri campionari possono ritenersi costanti laddove ciò accade, questo comportando la costruzione di una struttura gerarchica a livello regionale, a seconda di come si comportano i suoi parametri all'interno di singole aree.

Al **I livello di regionalizzazione** il coefficiente di asimmetria  $C_A$  è ritenuto costante in una regione molto ampia, e questo comporta la costanza dei parametri  $\Lambda_*$  e  $\vartheta_*$ .

Al **II livello di regionalizzazione** si assume la regione omogenea nei confronti dei parametri  $\Lambda_*$  e  $\vartheta_*$ , ed essa si suddivide in sottozona in cui  $C_V$  risulta costante. Questo comporta la costanza del parametro  $\Lambda_1$  (che va comunque stimato dai dati a disposizione) in ogni sottozona omogenea (oltre che di  $\Lambda_*$  e  $\vartheta_*$ , invece costanti anche al di fuori della sottozona). Nella sottozona omogenea per il parametro  $\Lambda_1$ , la curva di crescita  $K_{t,TR}$  è identicamente distribuita.

Al **III livello di regionalizzazione** si individuano aree omogenee in cui sia possibile realizzare relazioni che legano il valore indice  $\mu(X)$  alle caratteristiche fisiche di interesse. Ad esempio, se  $\mu(X)$  rappresenta la pioggia indice essa può essere relazionata alle caratteristiche morfologiche e climatiche e nelle aree omogenee di cui sopra questa relazione è invariabile, essendo  $\mu(X)$  costante. Un esempio di relazione è:

$$\mu(X) = at^n$$

in cui si lega il valore medio (indice) dei massimi annuali della precipitazione di diversa durata  $t$  alla durata stessa.

Per quanto riguarda la Regione Puglia, per l'individuazione delle regioni omogenee di primo e secondo livello si è fatto ricorso a generazioni sintetiche Montecarlo in grado di riprodurre la struttura correlativa delle serie osservate. I risultati hanno evidenziato per l'area esaminata la consistenza di zona unica di primo e secondo livello. L'intero territorio di competenza del compartimento di Bari del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale risulta quindi diviso, al primo e secondo livello, in due sottozone. La prima (Claps et al, 1994) comprende la Capitanata, il Sub-appennino Dauno, il Gargano e l'Alta Murgia, la seconda include la restante parte del Tavoliere e della Murgia e la penisola Salentina.

L'analisi di terzo livello basata sull'analisi di regressione delle precipitazioni di diversa durata con la quota ha portato alla individuazione, oltre alle quattro zone omogenee in Claps et al. (1994), di altre due zone e delle rispettive curve di possibilità climatica.”.

In termini pluviometrici, il territorio di competenza dell'Autorità di Bacino della Puglia è stato suddiviso in 6 aree omogenee, per ognuna delle quali è possibile calcolare la Curva di Possibilità Pluviometrica sulla base di determinate equazioni.

$\Gamma(x) = \int_0^{\infty} x^{t-1} \exp(-t) dx$ , funzione Gamma

$$^{(2)} C_V = \frac{N}{(N-1)^{0.5}} \frac{[\sum_{i=1}^N (x_i - \mu)^2]^{1.5}}{\sum_{i=1}^N x_i}, C_A = N^{0.5} \frac{N}{(N-1)^{0.5}} \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \mu)^3}{[\sum_{i=1}^N (x_i - \mu)^2]^{1.5}}, N = \text{dimensione del campione}$$



Nel caso in esame l'equazione di interesse è la seguente (Zona 6, Figura 8):

$$h(t, z) = K_A K(T_R) 33.7 t^{[(0.488+0.0022 z)/3.178]}$$

in cui  $K_A$  è detto Fattore di Riduzione Areale (funzione della superficie del bacino  $A$ , in chilometri quadrati, e della durata di pioggia  $d$ , espressa in ore),  $K(T_R)$  è il coefficiente di crescita per le piogge, il cui valore è funzione del tempo di ritorno  $T_R$ ,  $z$  è il parametro geomorfologico della quota assoluta sul livello del mare (in metri).



Figura 8. Sottozone omogenee per la Regione Puglia.

I parametri della distribuzione di probabilità dei massimi annuali delle piogge valutati al secondo livello di regionalizzazione permettono di ricavare, in funzione del tempo di ritorno  $T_R$ , l'equazione in forma implicita per derivare in forma iterativa il valore di  $K(T_R)$  <sup>(3)</sup>:

$$T_R = \frac{1}{1 - \exp \left[ -\Lambda_1 \exp \left( -\frac{\mu}{\vartheta_1} K(T_R) \right) - \Lambda_* \Lambda_1^{1/\theta_*} \exp \left( \frac{-\frac{\mu}{\vartheta_1} K(T_R)}{\theta_*} \right) \right]}$$

Il fattore di crescita per la Puglia Centro-Meridionale, è calcolabile in maniera approssimata mediante:

$$K(T_R) = 0.1599 + 0.5166 \ln(T_R)$$

La Tabella 3 riporta un confronto tra i valori esatti di  $K(T_R)$  e quelli ottenuti dalla formula approssimata di cui sopra.

Tabella 3. Confronto tra i valori esatti e i valori approssimati del coefficiente probabilistico di crescita per le piogge in Puglia per alcuni valori del tempo di ritorno.

TR [anni]	2	5	10	20	25	30	40	50	100	200	500	1000
-----------	---	---	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	------

<sup>(3)</sup> In forma approssimata si può risolvere la seguente:

$$K(T_R) = \left( \frac{\vartheta_* \ln \Lambda_*}{\frac{\mu}{\vartheta_1}} + \frac{\ln \Lambda_1}{\frac{\mu}{\vartheta_1}} \right) + \frac{\vartheta_*}{\frac{\mu}{\vartheta_1}} \ln(T_R)$$

Che porta a:

$$K(T_R) = 0.1599 + 0.5166 \ln(T_R) \text{ per le zone 5 e 6 della Puglia}$$

$K(T_R)$ esatto	0.91	1.26	1.53	1.81	1.90	1.98	2.10	2.19	2.48	2.77	3.15	3.43
$K(T_R)$ approssimato	0.85	1.23	1.52	1.81	1.90	1.98	2.10	2.19	2.48	2.76	3.14	3.43

Per quanto riguarda il Fattore di Riduzione Areale  $K_A$ , esso è esprimibile come

$$K_A = 1 - [1 - \exp(-0.0021A)] \exp(-0.53 d^{0.25})$$

In cui  $A$  è l'area di interesse in chilometri quadrati e  $d$  il tempo di pioggia in ore (generalmente considerato uguale al tempo di corrivazione del bacino).

La curva di possibilità pluviometrica per il tempo di ritorno di 200 anni è riportata in Tabella 4

**Tabella 4. Curve di possibilità climatica per il bacino di interesse al tempo di ritorno di 200 anni.**

	Tempo di ritorno [anni]
<b>Bacino</b>	<b>200</b>
$A_1$	$h(t) = 97.2.3 t^{0.205}$

Le suddette curve sono state utilizzate alla base del metodo SCS per la valutazione degli idrogrammi di piena di piena.

## 5.2 METODO SCS

Per le simulazioni idrauliche si è deciso di utilizzare la modalità a moto vario messa a disposizione dal software HecRas 6.0.0. Alla base delle simulazioni vi è in input l'idrogramma di piena per il singolo bacino, valutato mediante il metodo SCS.

Il metodo SCS, proposto dal Soil Conservation Center (1972) è anche noto come metodo Curve Number (da qui anche noto come metodo SCS-CN)

Utilizzando come fonte Hydrology di Madan Mohan Das e Mimi Das Saikia, PHI Learning Private Limited, New Delhi, ed. 2009, segue la trattazione della metodologia usata.

Il metodo SCS si basa sulla costruzione di un idrogramma di pioggia proposto da V. Mockus il quale dopo un attento studio di innumerevoli bacini idrografici realizzò più idrogrammi di piena unitari per poi mediarli e ottenerne uno solo rappresentativo, del quale generalmente se ne trovano i risultati in forma tabellare adimensionale e normalizzata in riferimento al cosiddetto tempo di picco  $t_p$  e alla portata di picco  $Q_p$ .

L'idrogramma unitario adimensionale SCS di cui sopra è riportato in Figura 9 in forma grafica.

L'idrogramma unitario SCS dimensionale si ottiene da quello adimensionale utilizzando i valori di  $Q_p$  calcolati per i corrispondenti tempi di picco  $t_p$ .

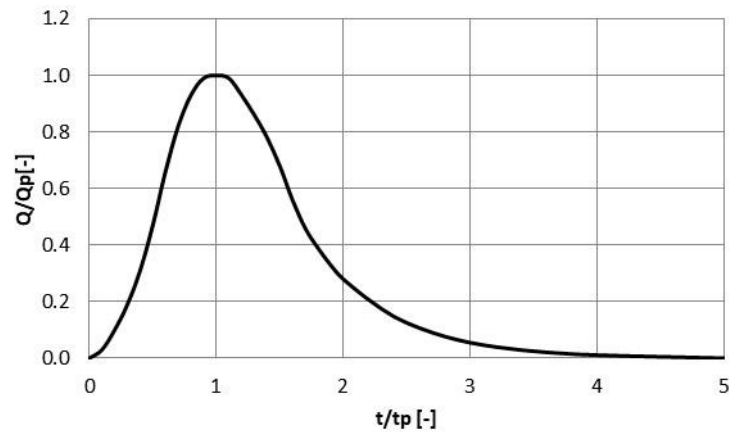


Figura 9. Idrogramma unitario adimensionale SCS.

L'idrogramma SCS presenta delle caratteristiche globali associate al diagramma triangolare equivalente riportato in Figura 10 avente la stessa durata e lo stesso tempo di picco. Nella figura sono indicati due elementi, un rettangolo rigato la cui area indica il volume meteorico netto di una pioggia di intensità costante e durata  $t_p$  e l'idrogramma triangolare che rappresenta l'onda di piena che attraversa la sezione di chiusura individuata per il bacino in esame. La lunghezza della forma triangolare  $t_b$  individua la durata totale dell'evento di piena. L'evento meteorico e l'inizio dell'onda di piena si assumono iniziati allo stesso istante. Il picco dell'onda di piena, ovvero il valore massimo di portata, si verifica dopo un tempo di afflusso  $t_a$  (durata della fase crescente). L'intervallo di tempo tra il baricentro dell'evento meteorico (la metà del tempo  $t_p$ ) e il momento del picco di piena, prende il nome di tempo di ritardo o di lag. Una volta raggiunto il tempo di picco  $t_a$  (secondo una dinamica comandata principalmente dall'evento meteorico) la forma dell'onda di piena tende a divenire monotona discendente, esaurendosi dopo un tempo  $t_e$  (tempo di esaurimento).

Il volume totale di pioggia è:

$$Volume = \frac{t_b Q_p}{2}$$

da cui

$$Q_p = \frac{2 \cdot Volume}{t_b} = \frac{2 \cdot Volume}{t_a + t_e}$$

La caratteristica fondamentale dell'idrogramma triangolare è che il 37.5% del volume totale di deflusso si verifica in corrispondenza della sola fase ascendente dell'idrogramma stesso, e si ha:

$$0.375 \frac{t_b Q_p}{2} = \frac{t_a Q_p}{2}$$

da cui

$$t_b = 2.67 t_a$$

per cui

$$Q_p = \frac{2 \cdot Volume}{2.67 t_a} = \frac{0.75 \cdot Volume}{t_a}$$

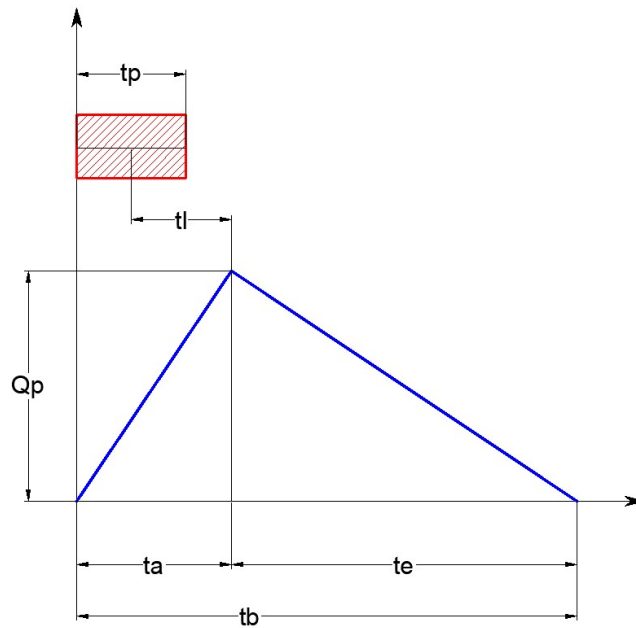


Figura 10. Idrogramma triangolare di Mockus.

Volendo esprimere la portata in  $\text{m}^3/\text{s}$ , tenendo conto che il tempo è espresso in ore e la superficie si vuole esprimere in  $\text{km}^2$ , e considerando che il volume è dato dalla superficie del bacino per l'altezza di pioggia (in millimetri), si ha:

$$Q_p = \frac{0.75 \cdot \text{Volume}}{t_a} = 10^6 \cdot 10^{-3} \frac{0.75 \cdot S \cdot h}{3600 t_a}$$

$$Q_p = \frac{0.208 \cdot S \cdot h}{t_a}$$

in cui  $h$  rappresenta il volume di deflusso netto in mm <sup>(4)</sup>.

Il tempo di ritardo  $t_l$  è valutabile come:

$$t_l = 0.342 \frac{L^{0.8}}{s^{0.5}} \left( \frac{1000}{CN} - 9 \right)^{0.7}$$

essendo  $L$  la lunghezza dell'asta principale in chilometri,  $s$  la pendenza media del bacino in % e  $CN$  il Curve Number medio del bacino.

Il tempo di corrivazione  $t_c$ , valutato empiricamente dal SCS è stimabile come:

$$t_l = 0.6 t_c$$

<sup>(4)</sup> In alcune formulazioni la portata di picco è ricavata dalla definizione di idrogramma unitario e si presenta come  $Q_p = (0.208 \cdot S) / (t_a)$ , ovvero al netto del volume di deflusso. In questo caso l'idrogramma ottenuto è propriamente detto "unitario" (in quanto l'area sottesa rappresenta il volume di acqua caduto per tutta la durata dell'evento meteorico che per l'intero bacino realizza un ricoprimento uniforme di 1 cm) e deve essere amplificato, mediante il principio di sovrapposizione degli effetti, di un fattore relativo all'effettivo volume di deflusso. In questo caso la procedura è più complessa in quanto si deve dividere la durata dell'evento di pioggia in intervalli, per ognuno dei quali valutare il volume di deflusso dell'intero bacino in relazione alle altezze di pioggia utilizzate per quel dato tempo di ritorno. I risultati ottenuti sono comunque analoghi a quelli utilizzati nella formulazione qui riportata.



Nota  $t_l$  è possibile valutare  $t_a$  non mediante il tempo di pioggia  $t_p$  ma mediante un tempo efficace  $t_{eff}$ , a sua volta uguale al tempo di corrivazione al netto di una ulteriore quantità che tiene conto delle perdite per infiltrazione:

$$t_a = 0.5 t_{eff} + t_l$$

dove

$$t_{eff} = t_c \left( 1 - \frac{I_a}{h_{tp,T}(A)} \right)$$

in cui  $I_a$  è la perdita per infiltrazione, posta al 20% dell'invaso massimo.

Per quanto riguarda il volume di deflusso netto  $h$ , si applica la relazione:

$$\frac{h}{P_n} = \frac{W}{S_{MAX}}$$

in cui  $h$  è il volume di deflusso,  $P_n$  la precipitazione netta,  $W$  l'invaso del suolo (volume immagazzinato dal suolo) e  $S_{MAX}$  il valore dell'invaso massimo. Tutti i termini sono espressi in millimetri (mentre l'area di riferimento è quella dell'invaso).

La precipitazione netta è data da:

$$P_n = P - I_a = P - 0.2S_{MAX}$$

essendo  $P$  la precipitazione totale.

Ponendo inoltre

$$P_n = h + W$$

si ottiene il volume di deflusso come:

$$h = \frac{(P - 0.2S_{MAX})^2}{(P + 0.8S_{MAX})}$$

In quest'ultima, l'incognita  $S_{MAX}$  la si valuta come:

$$S_{MAX} = 25.4 \left( \frac{1000}{CN} - 10 \right)$$

Essendo CN un parametro denominato Curve Number, compreso tra 0 e 100. Il CN rappresenta l'attitudine del bacino esaminato a formare deflusso ed è funzione della natura del suolo, del tipo di copertura vegetale e delle condizioni di umidità del suolo antecedenti la precipitazione.

Per quanto riguarda le caratteristiche idrologiche dei suoli, l'SCS ha effettuato una distinzione in quattro classi:

- CLASSE A: permeabilità alta (capacità di infiltrazione molto elevata, scarsa potenzialità di deflusso).
- CLASSE B: permeabilità media (elevata capacità di infiltrazione, moderata potenzialità di deflusso).
- CLASSE C: permeabilità bassa (scarsa capacità di infiltrazione e saturazione, potenzialità di deflusso moderatamente alta).
- CLASSE D: permeabilità nulla (scarsissima capacità di infiltrazione e saturazione, potenzialità di deflusso molto elevata; pressoché impermeabili).

È possibile riferirsi a diverse tabelle, messe a disposizione del SCS che riportano, per ciascuna classe e per tipi di copertura, il corrispondente valore del Curve Number, che viene indicato come valore nella condizione AMC II (AMC=Antecedent Moisture Condition) o  $CN_{II}$ , che rappresenta un valore di imbibimento del suolo medio. A questi valori

si possono affiancare anche AMC I ( $CN_I$ ) e AMC III ( $CN_{III}$ ), che rappresentano condizioni di imbibimento del suolo causate da antecedenti eventi meteorici, rispettivamente più secche e più umide.

Per ottenere i valori di AMC I e AMC III da quelli medi AMC II (Tabella 5) è possibile usare delle formulazioni. Nel caso in esame, si è utilizzato un valore del Curve Number in condizioni AMC III, e la formula di calcolo è la seguente:

$$CN_{III} = \frac{23 CN_{II}}{10 + 0.13 CN_{II}}$$

Il valore suddetto per il  $CN_{III}$  è di 89.01 il quale è stato associato a tutto il bacino A, sull'analisi di un valore pesato basato sulle aree dell'uso del suolo riportate in Figura 11 (fonte della carta: SIT Puglia).

La Tabella 6 riporta tutte le grandezze di calcolo valutate per il bacino A1 con la metodologia SCS, compresa la portata al colmo per il tempo di ritorno di 200 anni.

La Figura 12 riporta l'idrogramma di piena ottenuto dal software HMS 4.8 sviluppato dalla U.S. Army Corps of Engineers, utilizzando i parametri di calcolo della Tabella 6 e i dati di pioggia, i quali hanno permesso di valutare anche lo ietogramma di pioggia Chicago (sempre in Figura 12). Il PRF<sup>(5)</sup> (Peak Rate Factor) è posto pari a 484 di default.

---

<sup>(5)</sup> Si tratta di un fattore difficilmente valutabile. Il valore 484 appare nell'equazione di calcolo della portata al colmo secondo una diversa riscrittura da quella presentata in questa relazione, per l'idrogramma triangolare unitario con  $t_a=1h$  per cui si ha:

$$t_b - t_a = 1.67$$

Nei fatti detto valore è strettamente legato alla capacità del bacino di laminare la portata che lo attraversa. Per terreni con pendenze elevate esso può anche raggiungere il valore di 600, mentre in vicinanza delle coste e per terreni piatti il valore molto più basso di 200.

Fonte: [https://www.nohrsc.noaa.gov/technology/gis/uhg\\_manual.html](https://www.nohrsc.noaa.gov/technology/gis/uhg_manual.html)

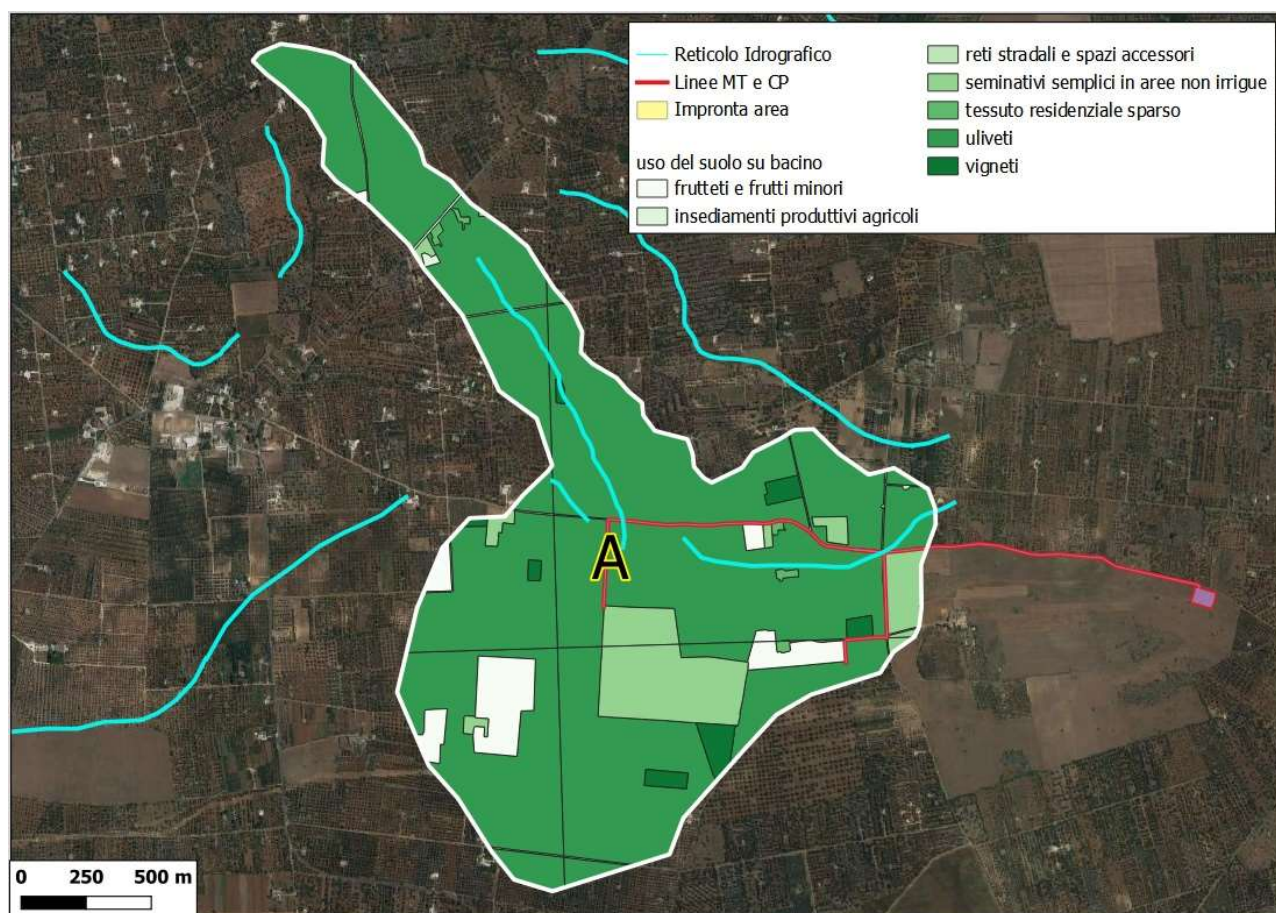


Figura 11. Carta dell'uso del suolo.

Tabella 5. Valori del Curve Number per le condizioni AMC II.

Tipo di copertura	A	B	C	D
Aree agricole con presenza di spazi naturali	62	71	78	81
Aree urbane	98	98	98	98
Aree residenziali	77	85	90	92
Cave	60	60	60	60
Distretti industriali	81	88	91	93
Bacini di acqua	100	100	100	100
Colture erbacee da pieno campo a ciclo primaverile estivo	72	81	88	91
Colture orticole a ciclo estivo-autunnale/primaverile	72	81	88	91
Colture orticole a ciclo primaverile- estivo	72	81	88	91
Colture temporanee associate a colture permanenti	62	71	78	81
Frutteti e frutti minori non irrigui	62	71	78	81
Frutteti e frutti minori irrigui	72	81	88	91
Oliveti irrigui	72	81	88	91
Oliveti non irrigui	62	71	78	81
Prati stabili non irrigui	30	58	71	78
Seminativi in aree non irrigue	62	71	78	81
Sistemi colturali e particellari complessi	72	81	88	91
Vigneti irrigui	72	81	88	91
Vigneti non irrigui	62	71	78	81
Zone boscate	45	66	77	83

Tabella 6. Grandezze di calcolo di interesse per il metodo SCS, Bacino A1.

Area	A	[km <sup>2</sup> ]	3.027
Curve Number III	CN III	[-]	89.01
Lunghezza	L	[km]	1.261
Pendenza bacino	s	[m/m]	1.61
Tempo picco	ta	[h]	1.01
Tempo totale	tb	[h]	2.71
Tempo corrvazione CN	tc	[h]	0.95
Tempo di ritardo	tl	[h]	0.57
			<b>Tempo di ritorno</b>
			<b>200 a</b>
Tempo efficace	teff	[h]	0.889
Volume di deflusso	V	[mm]	66.67
Invaso suolo	W	[mm]	23.26
Precipitazione netta	Pn	[mm]	89.93
Invaso massimo	S <sub>MAX</sub>	[mm]	31.37
Precipitazione totale	P	[mm]	96.20
Infiltrazione	la	[mm]	6.27
Portata colmo	Qp	[m <sup>3</sup> /s]	<b>41.36</b>
Parametro a curva pioggia	a		97.2
Parametro n curva pioggia	n		0.205

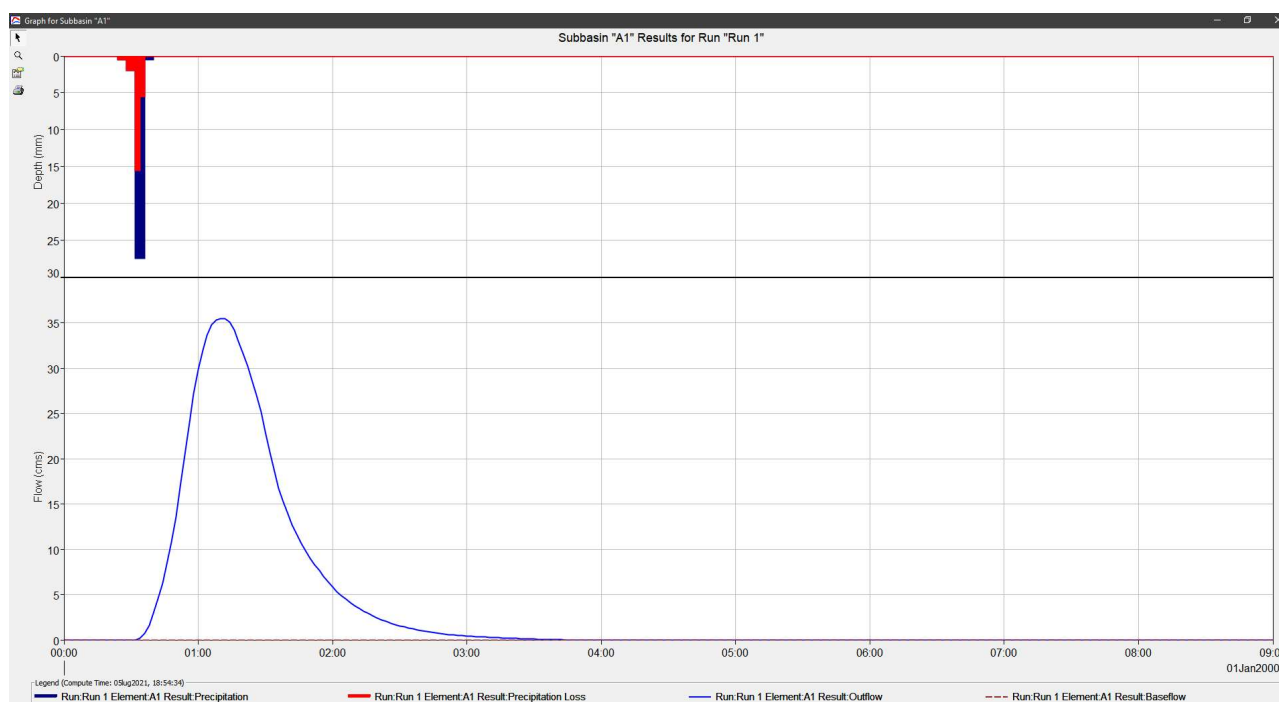


Figura 12. Idrogramma relativo al bacino A1. TR=200 anni. HMS



## 6 VERIFICA IDRAULICA

### 6.1 DATI DI INPUT

È stata realizzata una serie di simulazioni in moto vario mediante il software HecRas 6.0.0 utilizzando come dato di portata di input l'idrogramma di piena a 200 anni di ritorno, valutato mediante il metodo SCS.

Modificando la dimensione delle celle di calcolo e il time step temporale (computational interval) si è provveduto a realizzare una serie di simulazioni fino alla convergenza dei risultati finali in corrispondenza dei quali il numero di Courant massimo si teneva molto al di sotto del valore 5 (tranne che in pochissimi punti oltretutto molto distanti dalle zone di interesse) suggerito per la risoluzione delle equazioni implicite in HecRas <sup>(6)</sup>. Infatti il modello utilizzato è quello delle equazioni di diffusione dell'onda (Diffusion Wave equations) per il quale è possibile ottenere risultati attendibili (stabili e accurati) anche con time step di calcolo relativamente grandi e con numeri di Courant più permissivi. In ogni caso una attenzione particolare è stata concentrata sulla convergenza dei risultati per il campo delle velocità, in quanto spesso solamente quello delle altezze idriche non è affidabile.

Per il bacino A1 la convergenza dei risultati è stata ottenuta a partire da dimensione delle celle pari a 10 m di lato e con un intervallo computazionale pari a 30 s. Si tenga presente che, nonostante la risoluzione di 10 m, il modello HecRas garantisce la valutazione delle aree allagabili anche a dimensioni subcella.

Il dominio di calcolo è riportato in Figura 13.

Per quanto riguarda la scabrezza si è sovrapposto ai domini di calcolo la carta dell'Uso del Suolo della zona (fonte della carta: SIT Puglia), associando alle singole aree un numero di Manning sulla base dei valori consigliati in Tabella 7. In HecRas è stata sovrapposta l'area dei numeri di Manning, come mostrato in Figura 14.

---

<sup>(6)</sup> <https://www.hec.usace.army.mil/confluence/rasdocs/r2dum/latest/running-a-model-with-2d-flow-areas/selecting-an-appropriate-grid-size-and-time-step>

Tabella 7. Alcuni valori del numero di Manning (fonte: Hec-Ras Hydraulic Reference Manual, Version 4.1, January 2010).

Type of Channel and Description	Minimum	Normal	Maximum
<i>A. Natural Streams</i>			
<b>1. Main Channels</b>			
a. Clean, straight, full, no rifts or deep pools	0.025	0.030	0.033
b. Same as above, but more stones and weeds	0.030	0.035	0.040
c. Clean, winding, some pools and shoals	0.033	0.040	0.045
d. Same as above, but some weeds and stones	0.035	0.045	0.050
e. Same as above, lower stages, more ineffective slopes and sections	0.040	0.048	0.055
f. Same as "d" but more stones	0.045	0.050	0.060
g. Sluggish reaches, weedy, deep pools	0.050	0.070	0.080
h. Very weedy reaches, deep pools, or floodways with heavy stands of timber and brush	0.070	0.100	0.150
<b>2. Flood Plains</b>			
a. Pasture no brush			
1. Short grass	0.025	0.030	0.035
2. High grass	0.030	0.035	0.050
b. Cultivated areas			
1. No crop	0.020	0.030	0.040
2. Mature row crops	0.025	0.035	0.045
3. Mature field crops	0.030	0.040	0.050
c. Brush			
1. Scattered brush, heavy weeds	0.035	0.050	0.070
2. Light brush and trees, in winter	0.035	0.050	0.060
3. Light brush and trees, in summer	0.040	0.060	0.080
4. Medium to dense brush, in winter	0.045	0.070	0.110
5. Medium to dense brush, in summer	0.070	0.100	0.160
d. Trees			
1. Cleared land with tree stumps, no sprouts	0.030	0.040	0.050
2. Same as above, but heavy sprouts	0.050	0.060	0.080
3. Heavy stand of timber, few down trees, little undergrowth, flow below branches	0.080	0.100	0.120
4. Same as above, but with flow into branches	0.100	0.120	0.160
5. Dense willows, summer, straight	0.110	0.150	0.200

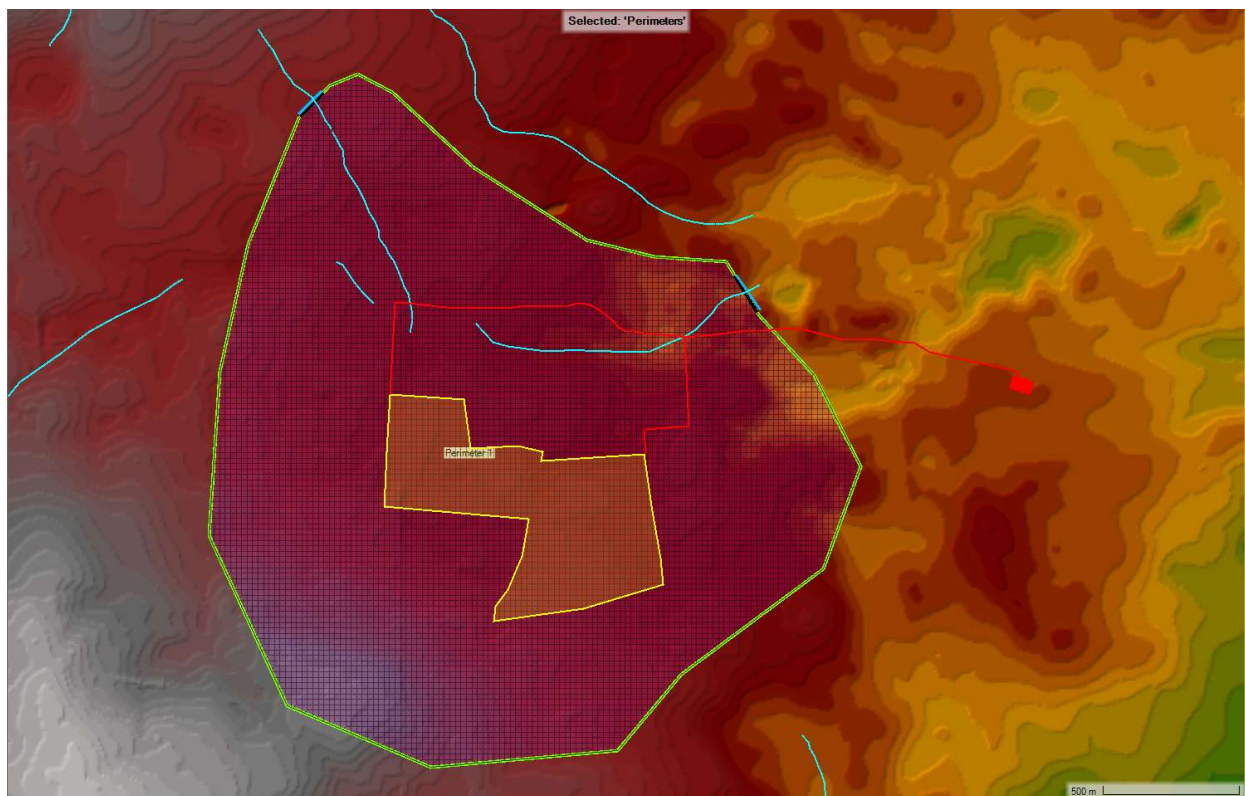


Figura 13. Dominio di calcolo. Passo di cella pari a 20 m.

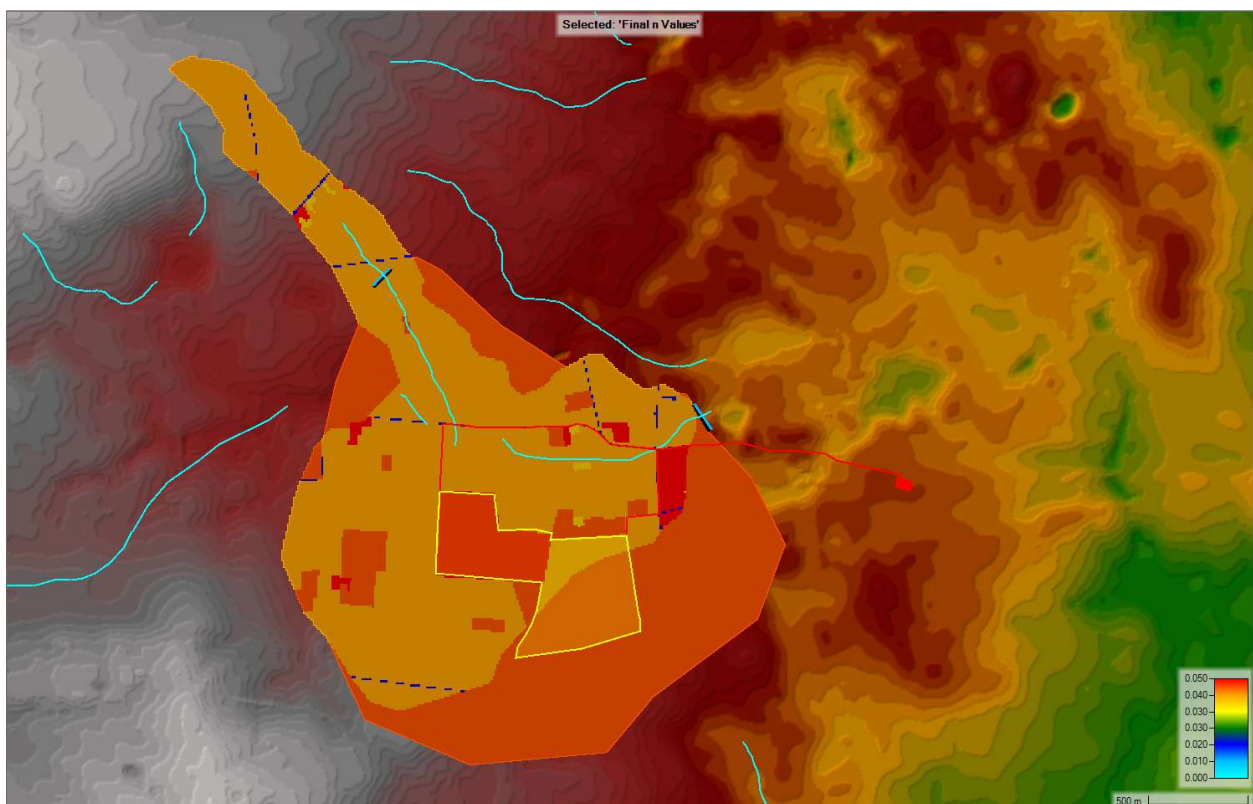


Figura 14. Carta dei numeri di Manning in corrispondenza delle aree del dominio di calcolo.

## 6.2 RISULTATI

La Figura 15 riporta la visuale generale sull'impronta di allagamento sulla zona di interesse, sovrapposta a carta DTM e per il tempo di ritorno di 200 anni. La Figura 16 riporta la stessa impronta, ma sovrapposta a ortofoto Google Satellite.

La Figura 17 riporta invece il campo del modulo delle velocità del flusso idrico nella stessa zona.

**I risultati mostrano che l'area del campo fotovoltaico è quasi interamente esterna alle impronte di allagamento, laddove l'elettrodotto interrato in MT attraversa zone che possono essere invase da flussi idrici.**

La Figura 18, la Figura 21 e la Figura 23 riportano la situazione dei tiranti idrici massimi lungo tre sezioni, rappresentate mediante segmenti viola. La situazione più critica si ravvede in Figura 18: l'elettrodo interrato percorre un tratto stradale secondario che presenta una depressione che tende ad essere allagate dalle acque di transizione, fino ad altezze che in 200 anni di tempo di ritorno possono raggiungere i 2 m. La Figura 19 e la Figura 20 riporta i valori dei tiranti idrici massimi in corrispondenza delle celle di calcolo di HecRas che confermano quanto detto sopra.

Negli altri casi (Figura 22 e Figura 24) si notano valori di tiranti idrici che arrivano a circa 70 cm in alcuni punti lungo il percorso dell'elettrodo in MT che fiancheggia la suddetta strada. La Figura 24 mostra anche che in corrispondenza della zona nord-occidentale dell'area di impianto è possibile aspettarsi zone confinate di allagamento che potrebbero raggiungere i 40 cm.

La Figura 25 riporta il profilo dei tiranti idrici lungo l'asse dell'elettrodo in MT nella zona di allagamento. Si tenga presente che si tratta di un grafico che indica il valore massimo del tirante, il quale non è detto sia contemporaneo in ogni punto dell'asse dell'elettrodotto stesso.

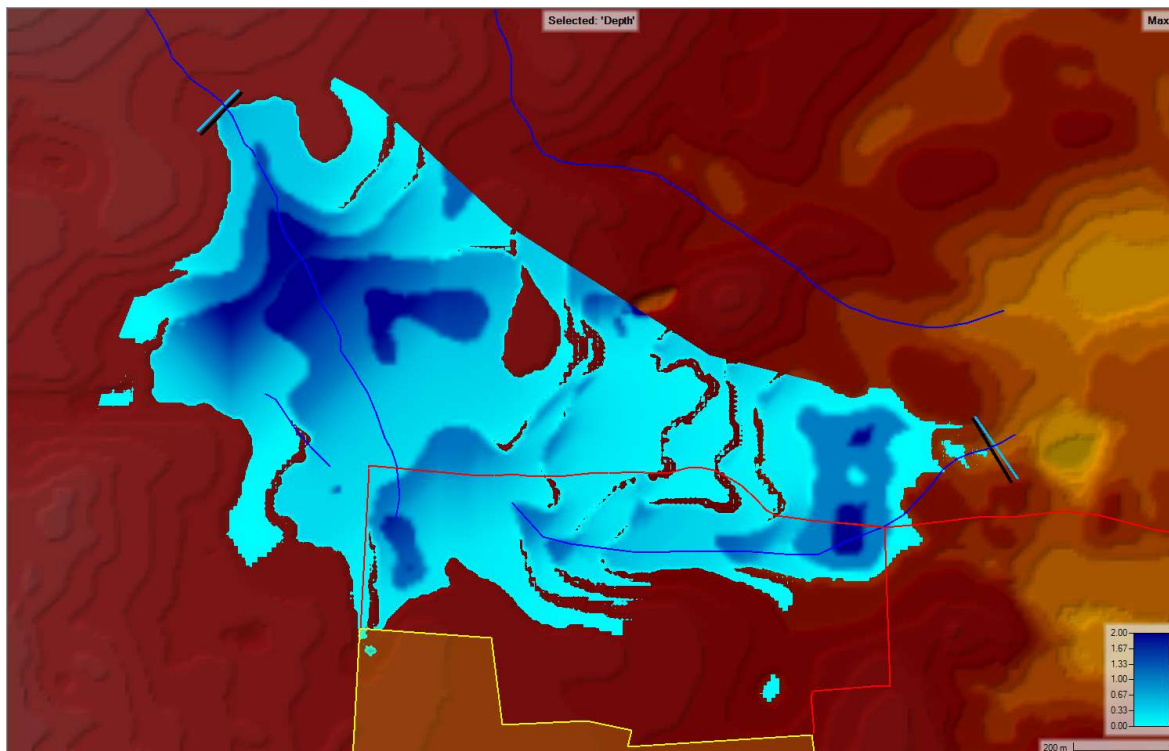


Figura 15. Vista generale del floodplain su ortofoto, con indicazione dell'elettrodotto (in giallo) e dell'area dell'impianto (in rosso). La legenda in basso a destra riporta l'altezza del tirante idrico rispetto al suolo, espressa in metri. TR=200 anni.



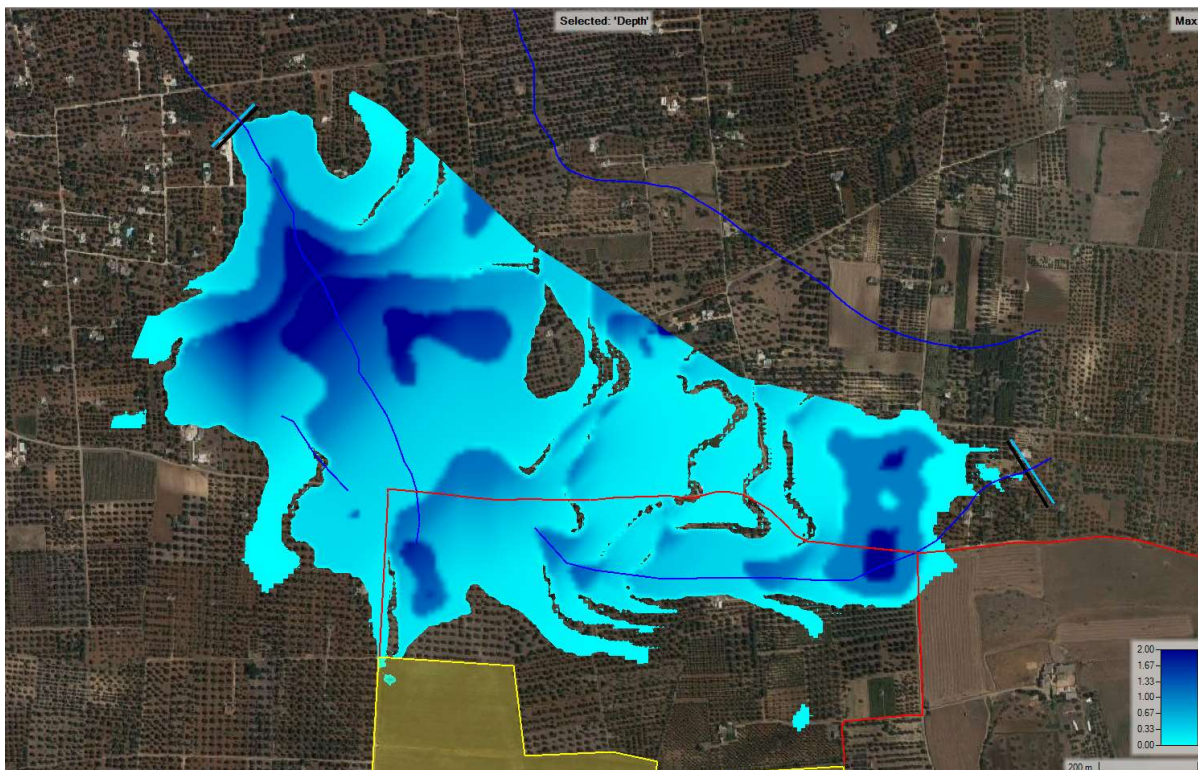


Figura 16. Vista generale del floodplain su ortofoto, con indicazione dell'elettrodotta (in giallo) e dell'area dell'impianto (in rosso). La legenda in basso a destra riporta l'altezza del tirante idrico rispetto al suolo, espressa in metri. TR=200 anni.

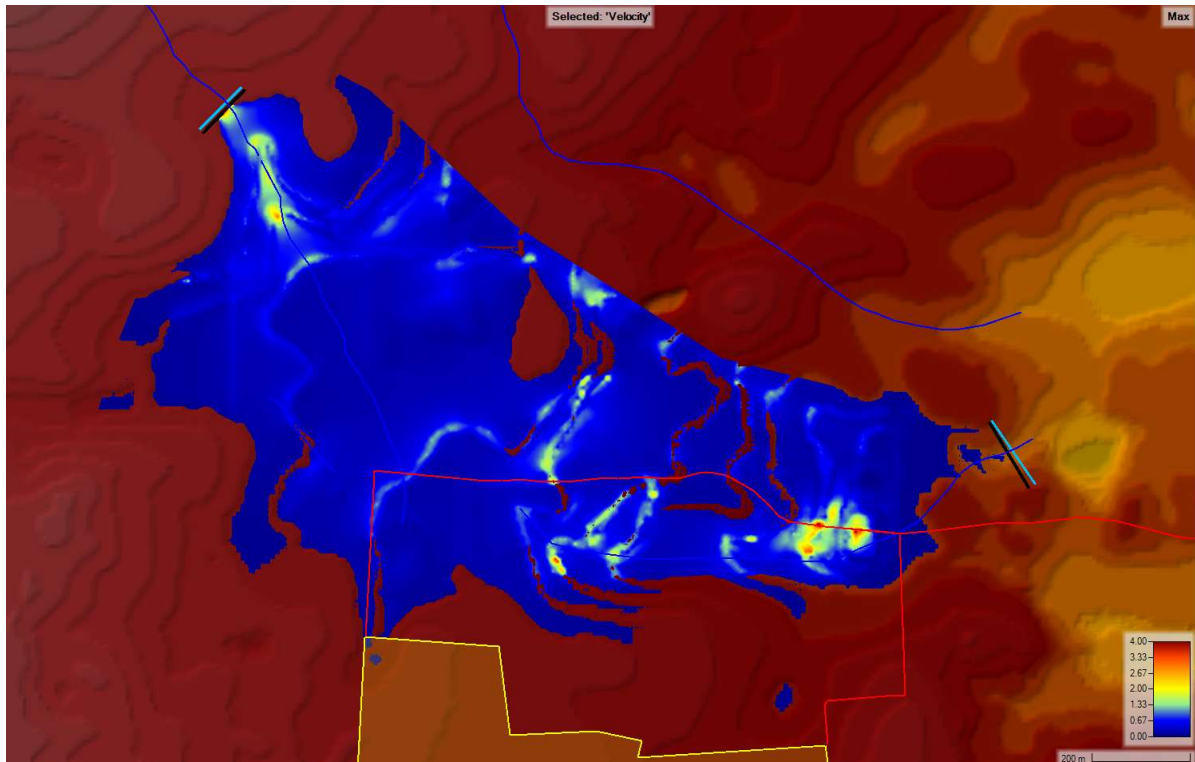


Figura 17. Zoom del campo di velocità media su ortofoto con indicazione dell'elettrodotta (in giallo) e dell'area dell'impianto (in rosso). Profondità superiori a 1 cm.



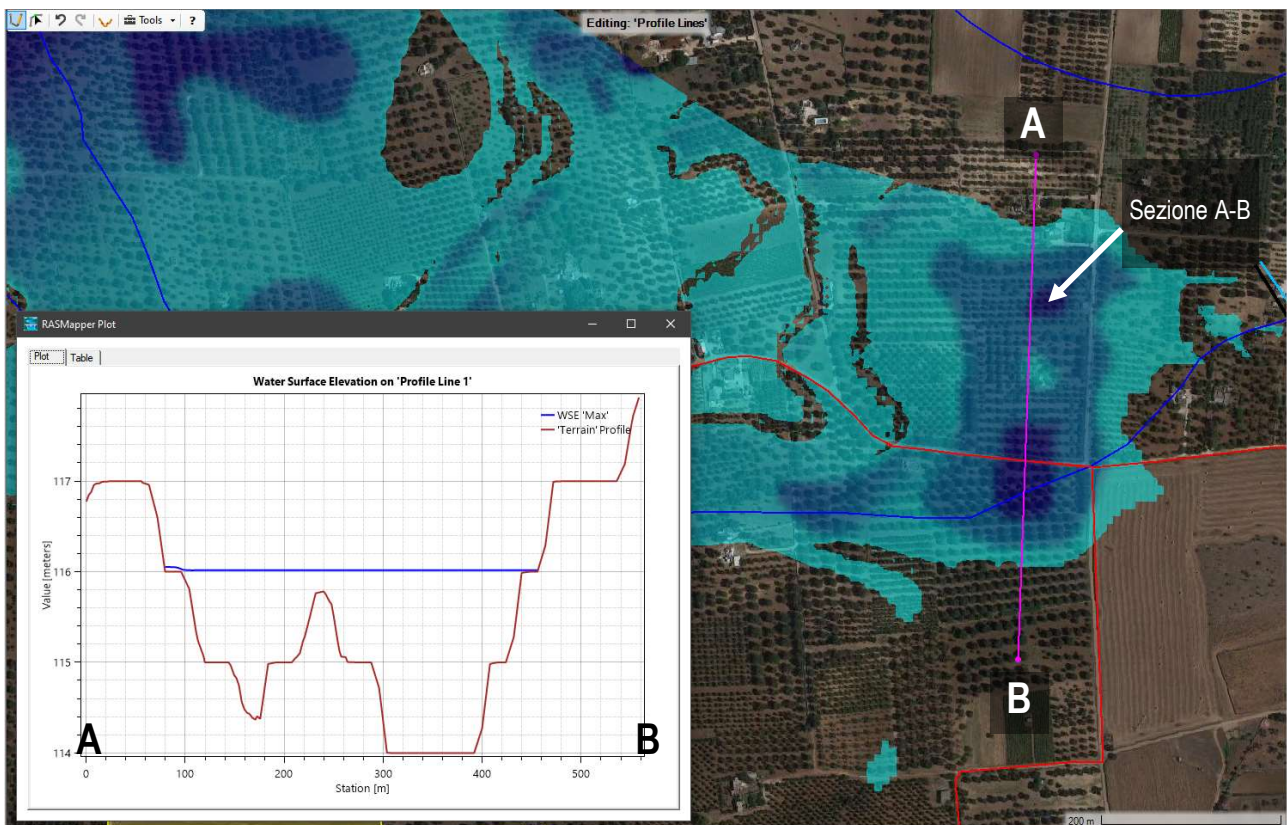


Figura 18. Sezione A-B con riempimento massimo.

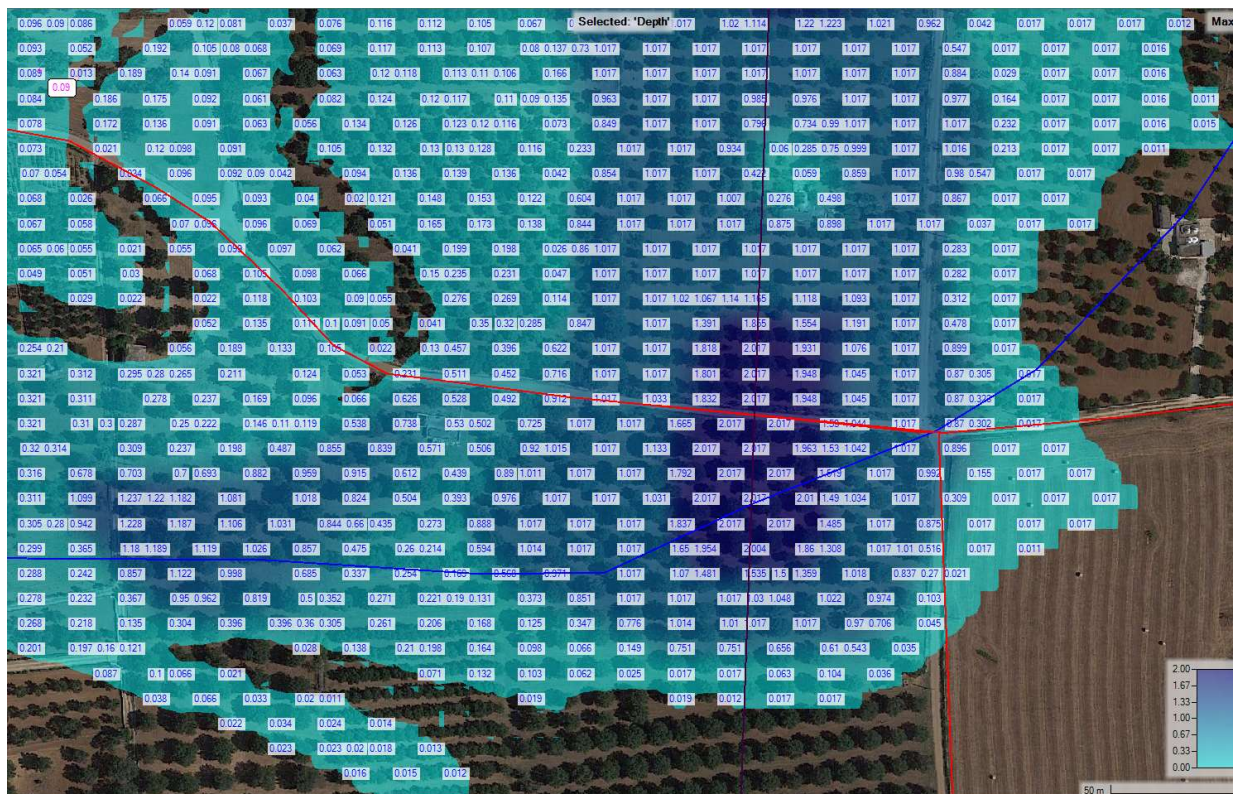


Figura 19. Valori di calcolo dei tiranti idrici massimi nei pressi della sezione A-B.



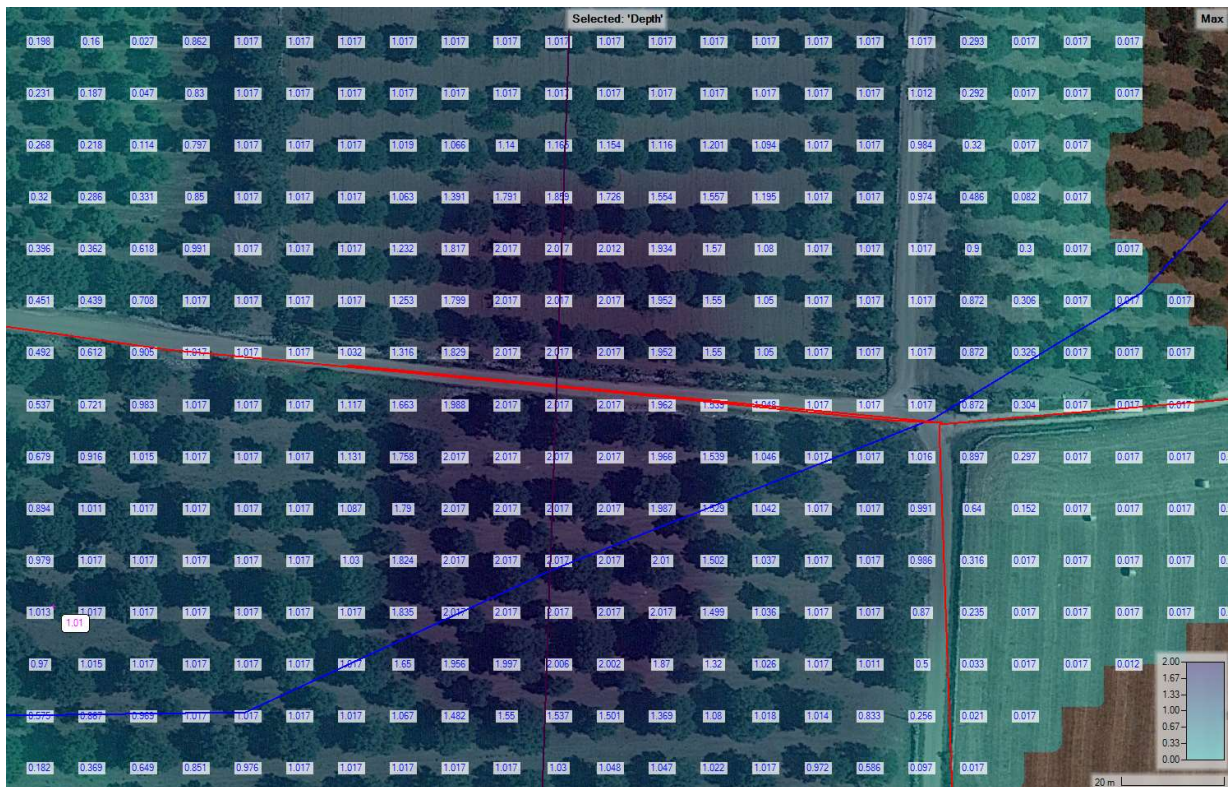


Figura 20. Zoom sui valori di calcolo dei tiranti idrici massimi nei pressi della sezione A-B.

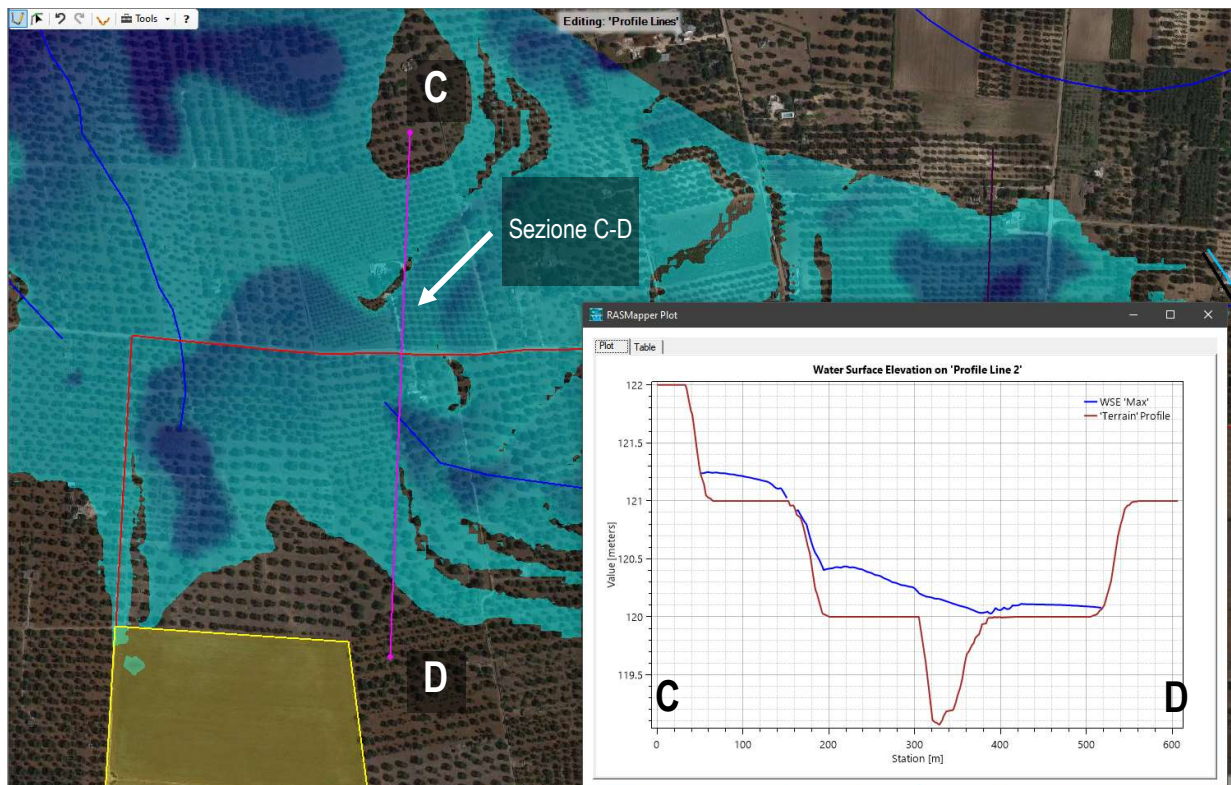


Figura 21. Sezione C-D con riempimento massimo.



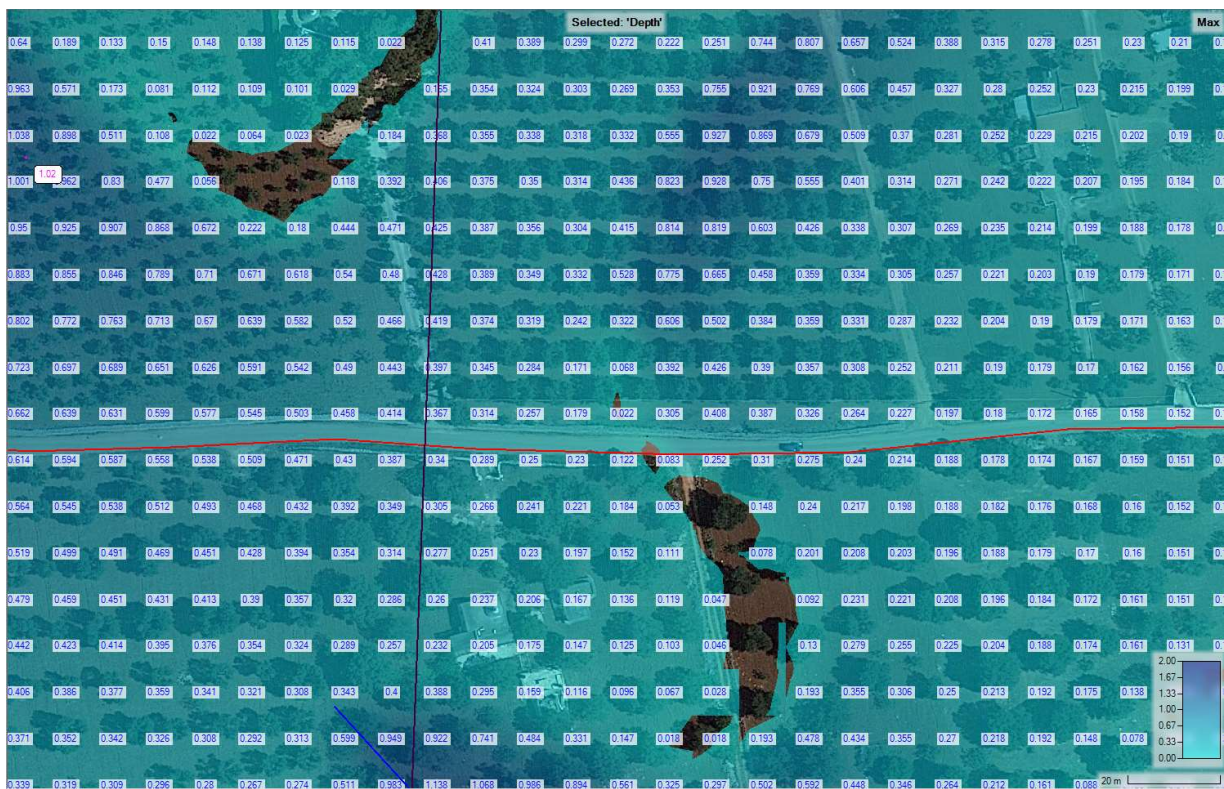


Figura 22. Valori di calcolo dei tiranti idrici massimi nei pressi della sezione C-D.

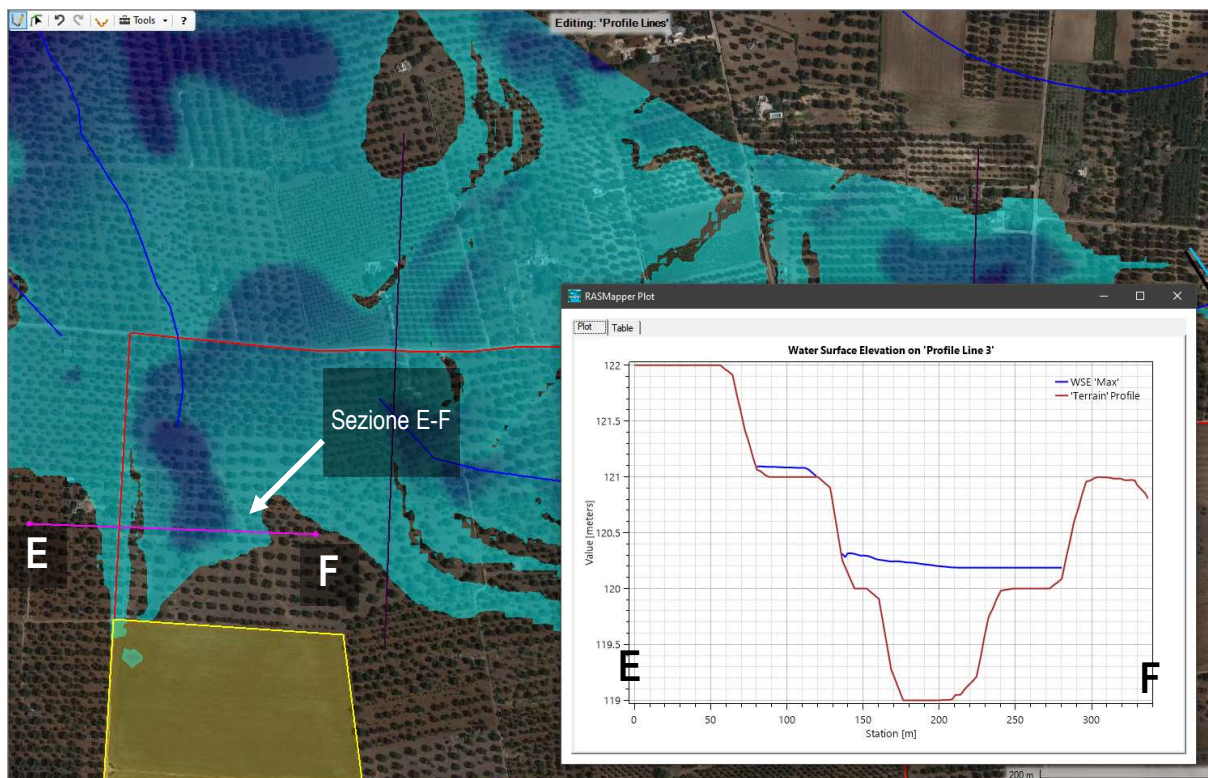


Figura 23. Sezione E-F con riempimento massimo.



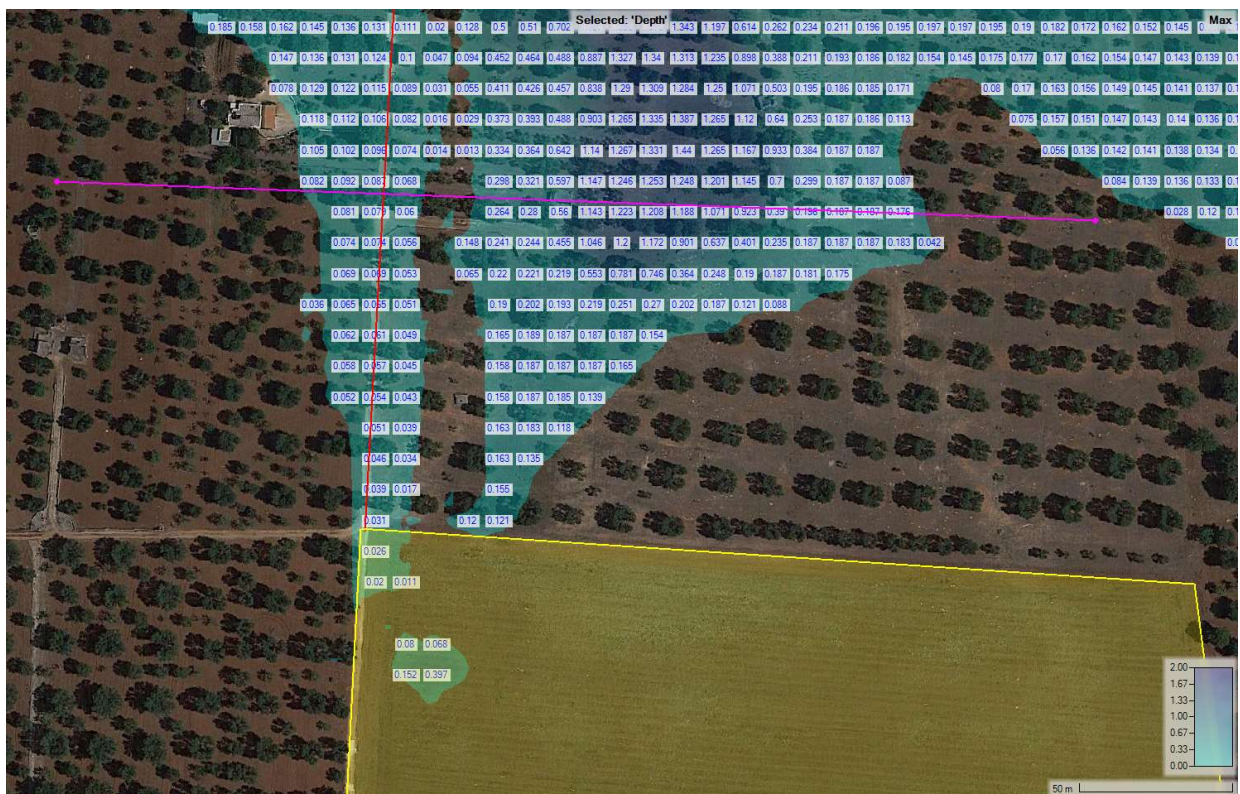


Figura 24. Valori di calcolo dei tiranti idrici massimi nei pressi della sezione E-F.

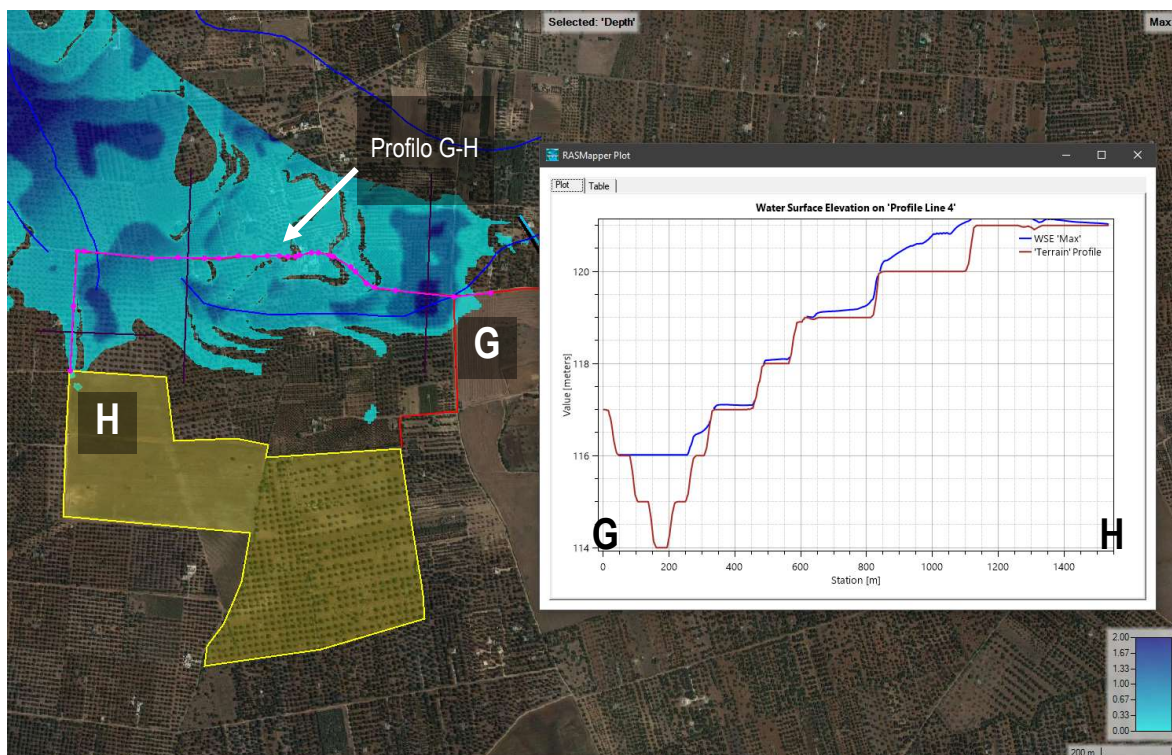


Figura 25. Profilo dei tiranti idrici lungo l'elettrodotto in MT.

## 7 CONCLUSIONI

L'azienda Trina Solar Loto S.r.l. intende realizzare un lotto di impianti fotovoltaici, e relative opere di connessione in media tensione, per la produzione di energia elettrica da fonte solare, con potenza di picco nominale pari a 26.030 MWp da localizzarsi su terreni agricoli nei comuni di Latiano e San Vito dei Normanni (BR). L'impianto immetterà energia nella Rete Elettrica Nazionale attraverso quattro connessioni in antenna da cabina primaria AT/MT "San Vito Sud" di futura costruzione e di proprietà di E-Distribuzione. Quest'ultima sarà invece connessa mediante linea AT a 150 kV alla Futura Stazione Elettrica di Terna S.p.A. che si collocherà in entra-esce sulla linea a 380 kV Brindisi-Taranto.

**Il progetto in oggetto non attraversa aree a pericolosità idraulica. L'impianto fotovoltaico ricade al di fuori delle fasce di modellamento attivo golenale e di pertinenza fluviale, mentre i collegamenti in MT si ritrovano parzialmente in esse.**

Scopo del presente lavoro è stato quello di **valutare l'eventuale interferenza tra il deflusso superficiale delle acque e la presenza dell'elettrodo in oggetto che si sviluppa interrato**, in concomitanza di portate calcolate per un tempo di ritorno pari 200 anni.

Le elaborazioni riguardanti il calcolo delle portate e la valutazione delle caratteristiche morfologiche e geometriche del bacino di interesse sono state eseguite mediante fogli di calcolo Excel e QGIS. Il software HecRas 6.0.0 è stato utilizzato per la realizzazione di simulazioni in moto vario, utilizzando come dato di input l'idrogramma di piena calcolato per un tempo di ritorno di 200 anni a riguardo della rete idrografica interessante la zona. In particolare si è provveduto a realizzare una serie di simulazioni fino alla convergenza dei risultati finali in corrispondenza dei quali il numero di Courant massimo si teneva molto al di sotto del valore 5 suggerito per la risoluzione delle equazioni implicite in HecRas. La convergenza dei risultati è stata ottenuta a partire da dimensione delle celle pari a 10 m di lato e con un intervallo computazionale pari a 30 s.

Le simulazioni mostrano che:

- ❑ **l'elettrodotto in MT attraversa in più punti aree allagabili con tempo di ritorno di 200 anni. L'ampiezza delle stesse è variabile a seconda della zona considerata. In alcuni punti l'elettrodo percorre un tratto stradale secondario in cui si ravvisa la possibilità di tiranti idrici massimi che possono raggiungere l'altezza di 2 m. Si consiglia di attuare i dovuti accorgimenti tecnici sia in fase post operam che di realizzazione dell'opera, al fine di evitare inconvenienti durante l'eventualità di eventi meteorici importanti. In particolare si consiglia:**
  - l'utilizzo di strumenti segnalatori luminosi di pericolo in concomitanza di eventi meteorici;
  - di realizzare il riempimento delle trincee con materiale drenante per evitare l'insorgere di sovrappressioni idrostatiche lungo il percorso dell'elettrodotto;
  - di utilizzare materiali resistenti all'eventuale azione corrosiva dell'acqua e impermeabili;
  - di disporre, durante la realizzazione dell'opera, di opportuni sistemi di drenaggio/aggottamento delle acque e di allontanamento delle stesse, al fine di evitare che queste allaghino le trincee di scavo;
  - di evitare la realizzazione di cumuli e rilevati temporanei o permanenti lungo il percorso dell'elettrodotto che possano modificare il deflusso naturale delle acque sul terreno. Predisporre un piano di gestione di terre e rocce che preveda la loro disposizione al di fuori delle aree a rischio di allagamento.
- ❑ **il campo fotovoltaico è quasi interamente esterno alle zone di allagamento, tranne che in aree molto limitate nella zona di nord-ovest, dove si possono ravvisare allagamenti dell'ordine dei 40 cm. Si**



**consiglia di installare i pannelli fotovoltaici al di fuori delle aree segnalate in questa relazione o sopraelevarli di una altezza minima dal terreno di 50-60 cm.**

Ginosa, Luglio 2021

**Dr. Geol. Francesco SOZIO**



The image shows a handwritten signature in blue ink over a circular professional stamp. The stamp is also in blue ink and contains the following text: 'ORDINE DEI GEOL. PUGLIA' around the perimeter, 'Dott. Geol. SOZIO' in the center, and 'N. 419' below the name.