



PROGETTO IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO “FRANCAVILLA FONTANA”

Potenza complessiva 27,3 MWp e SDA 16 MVA

AUR19A- RELAZIONE IDROLOGICA – IDRAULICA (Impianto e Cavidotto MT)

Comune di Francavilla Fontana (BR), Grottaglie (TA) e Taranto (TA)

Proponente: EDPR Renewables Italia Holding S.r.l.

08/2022

REF.: Revision: 0



EDP Renewables Italia Holding S.r.l.

Dott. Ing. Daniele Cavallo
Dott. Geol. Michele Ognibene
Dott. Geol. Rosario Fria

						DATE		
0	08/2022				PROGETTO DEFINITIVO PER AUTORIZZAZIONE	08/22	DRAWN	
EDIC.	DATE	BY	CHECKED	REVISED-EDPR	MODIFICATION	08/22	CHECKED	
						08/22	REVISED-EDPR	

	<p>PROGETTO IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO "FRANCAVILLA FONTANA" Comuni di Francavilla Fontana (BR), Grottaglie (TA) e Taranto (TA)</p>	<p>AGOSTO 2022</p>
--	---	--------------------

GENERAL INDEX

1. INTRODUZIONE	4
1.1. Premessa generale e scopo dello studio	4
1.2. Metodologia di studio	4
2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	5
3. ANALISI MORFOLOGICA ED IDROGRAFICA GENERALE	6
3.1. Inquadramento morfologico.....	6
3.2. Inquadramento idrografico generale.....	7
3.3. Analisi idrografica dell'area di progetto.....	7
4. STUDIO IDROLOGICO	9
4.1. Metodologia dell'analisi idrologica.....	9
4.2. Stima del tempo di corrivazione	9
4.3. Stima dell'afflusso idrico globale.....	15
4.4. Trasformazione dell'afflusso idrico in deflusso.....	26
4.5. Stima delle portate di massima piena.....	32
5. STUDIO IDROLOGICO	35
5.1. Analisi idraulica delle interferenze	35
5.2. Parametri di input e risultati delle simulazioni	38
6. VALUTAZIONE DELL'AREA A MEDIA PERICOLOSITA' DEL PAI.....	41
7. CONCLUSIONI.....	42

	<p>PROGETTO IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO "FRANCAVILLA FONTANA" Comuni di Francavilla Fontana (BR), Grottaglie (TA) e Taranto (TA)</p>	<p>AGOSTO 2022</p>
--	---	--------------------

ELABORATI GRAFICI

- Tavola 01: Inquadramento Geografico; scala 1:25.000
- Tavola 02: Carta delle Quote s.l.m.; scala 1:12.500
- Tavola 03: Carta delle Pendenze; scala 1:12.500
- Tavola 04: Carta delle Pericolosità (P.A.I); scala 1:12.500
- Tavola 05: Carta Inquadramento Idrografico; scala 1:25.000
- Tavola 06: Carta Interferenze; scala 1:25.000
- Tavola 07: Carta Vincoli Idrologici; scala 1:12.500
- Tavola 08: Carta Uso del Suolo; scala 1:20.000
- Tavola 09: Carta Litologica; scala 1:20.000
- Tavola 10: Carta Area di Allagamento Impluvio INT_02; scala 1:12.500/1:1.000

APPENDICI

- Appendice A: Formule stima del Tempo di Corrivazione
- Appendice B: Calcolo Curve Number sottobacini idrografici
- Appendice C: Risultati Analisi Idrologiche (Hec-HMS)
- Appendice D: Tabella coefficienti di Manning

	PROGETTO IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO "FRANCAVILLA FONTANA" Comuni di Francavilla Fontana (BR), Grottaglie (TA) e Taranto (TA)	AGOSTO 2022
--	--	-------------

1 INTRODUZIONE

1.1 Premessa generale e scopo dello studio

La Società EDP Renewables Italia Holding S.r.l., con sede in Via Lepetit 8, 10 - 20100 Milano, P. Iva n. 01832190035, Numero REA MI-2000304, intende realizzare nei comuni di Francavilla Fontana (BR), Grottaglie (TA) e Taranto (TA) un impianto agro-fotovoltaico con tecnologia ad inseguimento monoassiale, della potenza di 27343 kWp, con relative opere di connessione ed infrastrutture necessarie. L'impianto sarà inoltre dotato di un sistema di accumulo della potenza nominale di 16000 kW e con capacità di accumulo di 32000 kWh.

Il progetto di connessione, associato al codice pratica 202000811, prevede che l'impianto venga allacciato, mediante cavidotti MT interrati, ad una nuova stazione elettrica di trasformazione a 380/150 kV da collegare alla linea RTN a 380 kV "Erchie 380 – Taranto N2".

Scopo del presente studio è una iniziale analisi morfologica ed idrografica dell'area vasta di progetto, al fine di individuare le eventuali interferenze tra il reticolo idrografico superficiale, con riferimento alla Carta Idrogeomorfologica delle Regione Puglia ed alla cartografia IGM, sia con l'area di impianto che con le opere di connessione per il convogliamento dell'energia prodotta dall'impianto alla RTN; qualora quest'ultime ricadessero in aree identificate come "*alveo fluviale in modellamento attivo*" e/o in "*aree golenali*", per come definite dagli art. 6 e 36 delle N.T.A. del PAI (Autorità di Bacino della Puglia) nonché in "*aree di pertinenza fluviale*" (art. 10 e 36 NTA) si renderà necessario uno studio di compatibilità idrologica ed idraulica ai fini della verifica della sussistenza delle condizioni di sicurezza idraulica, per come definita all'art. 36 delle NTA.

1.2 Metodologie di studio

Lo studio è stato essenzialmente eseguito in 2 fasi:

- 1^a fase

La prima fase ha visto un iniziale studio dell'area di tipo bibliografico, con l'acquisizione di tutto quanto è stato possibile reperire in termini di dati esistenti quali, cartografie, ortofoto, modelli digitali del terreno (DTM) e studi precedenti, con particolare riferimento allo "*Studio per la definizione delle opere necessarie alla messa in sicurezza del reticolo idraulico nelle province di Bari e Brindisi*" nonché alla Relazione Geologica già redatta nell'ambito del presente progetto.

Successivamente sono stati predisposti dei sopralluoghi al fine di effettuare una valutazione in situ delle caratteristiche morfologiche e litologiche dell'area di progetto nonché verificare la corrispondenza

	PROGETTO IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO "FRANCAVILLA FONTANA" Comuni di Francavilla Fontana (BR), Grottaglie (TA) e Taranto (TA)	AGOSTO 2022
--	--	-------------

tra il materiale cartografico disponibile e il reale stato dei luoghi, con particolare riferimento alla morfologia degli impluvi.

- 2a fase

La seconda fase ha visto l'elaborazione dei dati acquisiti (effettuata prevalentemente in ambiente GIS), dal punto di vista morfologico ed idrografico, in funzione dello scopo prefisso di cui al paragrafo precedente; avendo riscontrato in queste fase propedeutica delle interferenze tra il reticolo idrografico e le opere in progetto si è quindi proceduto allo studio di compatibilità idraulica, mediante analisi idrologiche e laddove possibili idrauliche degli elementi idrografici di interesse.

L'analisi idrologica è stata effettuata in accordo con le metodologie richiamate al punto 4.2.4 del D.D.n.1/2011 "Istruzione Tecniche" della Regione Puglia, attraverso simulazioni numeriche utilizzando i codici di calcolo dell'Hydrologic Engineering Center dell'US Army Corps of Engineers, contenuti nel software HEC-HMS (Hydrologic Engineering Center's - Hydrologic Modeling System). I risultati delle simulazioni idrologiche hanno permesso di determinare le portate di massima piena attese, per i tempi di ritorno considerati (30, 200 e 500 anni).

Con riferimento alle indicazioni riportate nell'art. 36 delle NTA PAI per la definizione delle *aree inondabili*, le successive analisi idrauliche sono state riferite unicamente ad eventi con tempo di ritorno pari a 200 anni. L'analisi idraulica è stata effettuata in accordo con le metodologie richiamate al punto 4.2.5 del D.D.n.1/2011 attraverso simulazioni numeriche utilizzando i codici di calcolo del software HEC-RAS anch'esso distribuito dallo U.S. Army Corps of Engineers Hydrologic Engineer Center.

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area in cui è prevista la realizzazione dell'impianto agro-fotovoltaico è ubicata interamente nel territorio del Comune di Francavilla Fontana (Br), circa 8,5 Km ad ovest del centro abitato e circa 4,8 Km a sud-est di Grottaglie (TA); il cavidotto di connessione MT, il quale si sviluppa per circa 8,5 km quasi interamente su una viabilità esistente, invece oltre al territorio comunale di Francavilla Fontana interessa anche i comuni di Grottaglie (TA) e Taranto (TA), mentre le opere di connessione alla RTN (Stazione di Utente e Sistema di Accumulo) insistono completamente nel territorio comunale di Taranto (Tav. 01). L'impianto che si estende su una superficie complessiva di poco superiore ai 33 ettari risulta suddiviso in due aree distinte, distanti circa 200 metri, aventi le seguenti coordinate geografiche (WGS84):

	PROGETTO IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO "FRANCAVILLA FONTANA" Comuni di Francavilla Fontana (BR), Grottaglie (TA) e Taranto (TA)	AGOSTO 2022
--	--	-------------

Area 1: Lat. 40°31'05" N; Long. 17°29'01" E

Area 2: Lat. 40°31'07" N; Long. 17°29'29" E

Dal punto di vista cartografico l'areale di impianto occupa la porzione nord-orientale della tavola CTR, in scala 1:5.000, n° 494062 (Vigna Perito), il cavidotto MT, oltre ad interessare quest'ultima, insiste anche sulle tavole n° 494101 (Masseria Amici), n° 494103 (Masseria Quercio) e n° 494104 (Monte Scianna), mentre la stazione utente e la stazione RTN ricadono sulle ultime due citate. In riferimento alle carte I.G.M.I., in scala 1:25.000, l'area d'impianto e le opere di connessione e di rete interessano le tavolette denominate "Grottaglie" (Fog. 494, Quadr. IV NO) e "Giorgio Jonico" (Fog. 494, Quadr. III SO).

3. ANALISI MORFOLOGICA ED IDROGRAFICA GENERALE

3.1 Inquadramento morfologico

Dal punto di vista morfologico generale (Tavv. 02 e 03), l'area di progetto si inquadra in un contesto pianeggiante, a quote mediamente comprese tra i 160 m ed i 70 m s.l.m., caratterizzato dalla presenza di una serie di terrazzi marini, variamente estesi e digradanti verso il mare, disposti ad anfiteatro, con andamento grossomodo parallelo alla linea di costa. Tali superfici, raccordati da gradini con pendenze perlopiù inferiori ai 10°, risultano interrotte da solchi, più o meno accentuati, aventi ordine di gerarchizzazione scarso.

In riferimento alla zona d'interesse l'area d'impianto, posta ad un'altitudine media di circa 151 m s.l.m., insiste su uno dei pianori, di cui sopra, aventi pendenze minori di 2°.

Dal punto di vista geologico, l'areale d'impianto ricade su un substrato costituito prevalentemente dall'affioramento di litotipi di natura calcarea-dolomitica "*Calcari di Altamura*" dotati di una buona permeabilità di base.

Le opere di utenza e di rete, invece, si impostano su un substrato perlopiù argilloso (*Argille subappenniniche*) caratterizzato da una permeabilità medio-bassa.

Alla luce di tale configurazione morfologica i fenomeni di dissesto, in linea generale appaiono piuttosto rari ed arealmente poco estesi; per tutta l'area interessata dai manufatti in progetto e per un suo significativo intorno non sono state evidenziate pericolosità di natura geomorfologica significative né sono presenti aree identificate a pericolosità (per frana) nelle carte del P.A.I. (Tav. 04).

Relativamente alla presenza di pericolosità idrauliche (per inondazione) nella tavola 04 non si evidenzia alcuna interferenza dell'area d'impianto con le aree di pericolosità perimetrata, mentre una porzione del cavidotto MT interseca una strettissima fascia censita come a Media Pericolosità Idraulica (unicamente in corrispondenza dell'incisione idrografica).

	PROGETTO IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO "FRANCAVILLA FONTANA" Comuni di Francavilla Fontana (BR), Grottaglie (TA) e Taranto (TA)	AGOSTO 2022
--	--	-------------

3.2 Inquadramento idrografico generale

Dal punto di vista idrografico (Tav. 05), l'areale di impianto e una parte del cavidotto MT ricadono all'interno di un'area compresa tra i bacini idrografici del *Canale Reale*, ad est, e del *Canale d'Aiedda*, ad ovest, caratterizzati da impluvi effimeri, confluenti spesso in bacini endoreici, contraddistinti da flussi idrici episodici (in corrispondenza di eventi piovosi eccezionali) con portate idriche assai modeste, anche in funzione di un substrato litologico di natura calcareo-dolomitica dotato di un'alta permeabilità di base.

La restante parte del cavidotto MT e le opere di connessione alla RTN ricadono, invece, all'interno del bacino idrografico del *Canale d'Aiedda* il quale, con una estensione del bacino di 362 km², sfocia nella parte occidentale del Mar Piccolo, all'interno della Riserva Naturale Orientata Palude La Vela, attraverso un tronco terminale canalizzato artificialmente. L'asta principale del Canale d'Aiedda ha numerosi affluenti in sinistra idraulica tra cui, da monte verso valle, i Canali Genzano, Simone, Cicena ed il Canale di Scolo coperto. Tale reticolo idrografico attraversa i territori di Crispiano, Grottaglie, Montemesola, Taranto, Monteiasi e San Giorgio Ionico.

3.3 Analisi idrografica dell'area di progetto

L'analisi idrografica di dettaglio (Tav. 06) non ha evidenziato la presenza di interferenza tra il reticolo idrografico rappresentato nella Carta Idrogeomorfologica della Regione Puglia e nelle Tavole IGM e l'areale d'impianto; relativamente al cavidotto, invece, sono state identificate n. 4 interferenze che sono state nella Tavola 6 sono state identificate come:

- **INT_01:** Lat. 40°29'22.63"N Long. 17°28'20.40"E; con tale denominazione si è intesa l'interferenza tra la direttrice di passaggio del cavidotto e un impluvio (senza alcuna denominazione specifica) affluente in destra idrografica del *Canale Simone*, immissario del Canale d'Aiedda.

- **INT_02:** Lat. 40°29'5.80"N; Long. 17°27'26.94"E; si riferisce al punto di interferenza con il *Canale Simone* che dalla sinistra idraulica si immette nel Canale d'Aiedda.

- **INT_03:** Lat. 40°28'56.97"N; Long. 17°26'58.88"E; riguarda un impluvio (senza nome specifico) affluente in sinistra idrografica del Canale Simone che interferisce con il percorso del cavidotto.

- **INT_04:** Lat. 40°28'47.02"N Long. 17°26'27.32"E; è relativa ad una linea di drenaggio che, dalla destra idrografica, riversa le proprie acque nel Canale Cicena che confluisce, dalla sinistra idrografica, nel C. d'Aiedda.

	PROGETTO IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO "FRANCAVILLA FONTANA" Comuni di Francavilla Fontana (BR), Grottaglie (TA) e Taranto (TA)	AGOSTO 2022
--	--	-------------

Tutte le interferenze, sopra descritte, che si localizzano lungo la strada statale SS 603, ricadono all'interno di aree identificate nelle cartografie delle *Norme Tecniche di Attuazione P.A.I – AdB Puglia*, vincolate dall'art. 6 "aree in modellamento attivo ed aree golenali" e dall'art. 10 "aree di pertinenza fluviale" (Tav.07). Ogni interferenza è stata oggetto di analisi idrologica mentre solamente per l'interferenza INT_02, tra l'altro ricadente in un'area perimetrata a pericolosità media per inondazione, si è proceduto ad uno studio idraulico di dettaglio.

Per le restanti interferenze, l'analisi idrografica di campagna e lo studio delle foto satellitari storiche indicano che sia allo stato attuale che almeno negli ultimi 20 anni non vi siano evidenze di alcuna incisione idrografica ben marcata, in quanto, probabilmente, o oggetto di interrimento o i terreni sono oggetto di continui rimodellamenti legati alle lavorazioni agricole.

La mancanza di un'incisione idrografica vera e propria rende evidentemente aleatoria qualsiasi tipologia di studio idraulico non potendo modellare adeguatamente il canale di deflusso. Si evidenzia unicamente che in tutti e 3 i casi, il cavidotto si snoderà lungo una viabilità esistente, sensibilmente sopraelevata, non interferendo pertanto in alcun modo con il deflusso delle acque, sviluppandosi l'opera per altro nel sottosuolo (generalmente con metodologia in TOC) e pertanto non alterando in alcun modo le condizioni di sicurezza idraulica dell'area.

	PROGETTO IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO "FRANCAVILLA FONTANA" Comuni di Francavilla Fontana (BR), Grottaglie (TA) e Taranto (TA)	AGOSTO 2022
--	--	-------------

4. STUDIO IDROLOGICO

L'analisi idrologica è stata condotta secondo le metodologie raccomandate al punto 4.2.4 del D.D.n.1/2011 "Istruzione Tecniche" della Regione Puglia, utilizzando il programma di calcolo, HEC-HMS (Hydrologic Engineering Center's - Hydrologic Modeling System) rilasciato dall'Hydrologic Engineering Center dell'US Army Corps of Engineers. I risultati delle simulazioni idrologiche hanno permesso di determinare le portate di massima piena attese, per i tempi di ritorno considerati (30, 200 e 500 anni).

4.1 Metodologia dell'analisi idrologica

Scopo dell'analisi idrologica è quello di determinare le portate di massima piena, da utilizzare per le successive valutazioni idrauliche.

La valutazione della portata di massima piena attesa, per un dato tempo di ritorno, in una data sezione di un corso d'acqua naturale o di un canale artificiale può essere essenzialmente schematizzata in 2 fasi:

- 1) Stima dell'afflusso idrico globale all'interno del bacino idrografico di interesse.
- 2) Trasformazione dell'afflusso idrico in deflusso.

Fondamentale è, in ogni caso, la conoscenza preliminare del parametro temporale di riferimento che governa le 2 fasi.

La stima del flusso idrico globale all'interno di un bacino si deduce infatti, a partire dalle curve di probabilità pluviometrica (vedi oltre), in corrispondenza di una determinata durata temporale t e le stesse caratteristiche della portata di piena (portata massima, tempo di picco, volume di deflusso, idrogramma di piena, ecc.) dipendono dal medesimo valore temporale t noto come tempo di corrivazione (t_c).

4.2 Stima del Tempo di corrivazione (t_c)

Il tempo di corrivazione t_c , è definibile come "il tempo richiesto ad una singola particella d'acqua per raggiungere, dal punto più distante, la sezione di chiusura del bacino"; sostanzialmente esso indica l'istante nel quale tutto il bacino sotteso dalla sezione di riferimento contribuirà, contemporaneamente, alla formazione del deflusso; se infatti la durata della pioggia t risulta inferiore a t_c le porzioni più distanti del bacino, alla fine della precipitazione (istante t), non avranno ancora contribuito al deflusso nella sezione di chiusura e quando questo avverrà, le zone più vicine alla sezione di chiusura avranno già smesso di contribuire.

	PROGETTO IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO "FRANCAVILLA FONTANA" Comuni di Francavilla Fontana (BR), Grottaglie (TA) e Taranto (TA)	AGOSTO 2022
--	--	-------------

Il calcolo del tempo di corrivazione è intrinsecamente oggetto di incertezza e in letteratura sono disponibili numerose formulazioni, tutte empiriche, ricavate da modelli basati su bacini reali, che tuttavia restituiscono valori anche significativamente diversi per lo stesso bacino. L'applicazione di una formula piuttosto che un'altra è quindi legata, qualora possibile, alla ricerca di una somiglianza tra il bacino in esame e il modello utilizzato. Nello studio qui condotto sono state considerate le principali formulazioni comunemente utilizzate in Italia (vedi Appendice A).

La stima del tempo di corrivazione per un determinato bacino idrografico richiede, ovviamente la delimitazione del bacino e la valutazione di alcuni parametri morfometrici caratteristici del bacino stesso; sia la delimitazione dei sottobacini di interesse che l'analisi morfometrica preliminare è stata effettuata in ambiente GIS mediante diversi algoritmi di calcolo implementati nel software Q-Gis, usando come base di elaborazione sia il *Modello Digitale del Terreno* (DTM) a passo 8 metri della Regione Puglia (distribuito liberamente sul portale web Puglia.con), sia la cartografia C.T.R. a scala 1:5.000, sempre reperibile sul sito web in formato shapefile.

Di seguito vengono riportati i risultati dell'analisi per i sottobacini idrografici oggetto di studio, per come delimitati in tavola 06, sia in termini di caratteristiche morfometriche, sia di stima finale del tempo di corrivazione. Per semplicità di esposizione i sottobacini nel seguito verranno identificati con una nomenclatura che richiama il nome dell'interferenza sottesa.

	PROGETTO IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO "FRANCAVILLA FONTANA" Comuni di Francavilla Fontana (BR), Grottaglie (TA) e Taranto (TA)	AGOSTO 2022
--	--	-------------

- Sottobacino SB_INT01;

L'analisi morfometrica del sottobacino ha restituito i seguenti risultati:

<i>Superficie totale Bacino</i>	1.68	Km ²
<i>Altezza massima Bacino</i>	157.13	metri (s.l.m.)
<i>Altezza media Bacino</i>	140.61	metri (s.l.m.)
<i>Lunghezza asta principale</i>	3.34	km
<i>Quota sezione di chiusura</i>	105.48	metri (s.l.m.)
<i>Pendenza media asta principale</i>	1.43	%
<i>Pendenza media Bacino</i>	3.60	%
<i>Curve Number</i>	74.7	(vedi appendice B)

Utilizzando tali parametri morfometrici sono stati ottenuti i seguenti valori:

	<i>Tempo di corrivazione t_c (ore)</i>	<i>Parametri non morfometrici</i>	<i>note</i>
<i>Formula Giandotti</i>	2.150		
<i>Formula Viparelli</i>	0.928	V = 1,0 m/s	
<i>Formula Ventura</i>	1.324		
<i>Formula Pasini</i>	1.541		
<i>Formula Aronica e Paltrinieri</i>	2.406	M= 0.250; d=0.810	
<i>Formula Pezzoli</i>	1.476		
<i>Formula di Kirpich</i>	0.836		
<i>Formula SCS</i>	2.219	CN = 74.7	
<i>Formula Turazza</i>	1.406		
<i>Formula Mockus</i>	2.219	CN = 74.7	Utilizzata

Poiché dalla consultazione delle relazioni di bacino redatte dalla AdB Puglia viene comunque unicamente utilizzata la formulazione di Mockus, anche nel presente studio per le successive analisi idrologiche è stato utilizzato tale valore ovvero:

$t_c = 2.219$ ore (pari a 133,16 minuti).

	PROGETTO IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO "FRANCAVILLA FONTANA" Comuni di Francavilla Fontana (BR), Grottaglie (TA) e Taranto (TA)	AGOSTO 2022
--	--	-------------

- Sottobacino SB_INT02;

L'analisi morfometrica del sottobacino ha restituito i seguenti risultati:

<i>Superficie totale Bacino</i>	35.3	Km ²
<i>Altezza massima Bacino</i>	174.52	metri (s.l.m.)
<i>Altezza media Bacino</i>	117.60	metri (s.l.m.)
<i>Lunghezza asta principale</i>	8.580	km
<i>Quota sezione di chiusura</i>	75.90	metri (s.l.m.)
<i>Pendenza media asta principale</i>	1.15	%
<i>Pendenza media Bacino</i>	2.89	%
<i>Curve Number</i>	79.3	(vedi appendice B)

Utilizzando tali parametri morfometrici sono stati ottenuti i seguenti valori:

	<i>Tempo di corrivazione t_c (ore)</i>	<i>Parametri non morfometrici</i>	<i>note</i>
<i>Formula Giandotti</i>	7.092		
<i>Formula Viparelli</i>	2.383	V = 1,0 m/s	
<i>Formula Ventura</i>	7.047		
<i>Formula Pasini</i>	6.763		
<i>Formula Aronica e Paltrinieri</i>	8.171	M= 0.250; d=0.810	
<i>Formula Pezzoli</i>	4.400		
<i>Formula di Kirpich</i>	1.938		
<i>Formula SCS</i>	4.597	CN = 79.3	
<i>Formula Turazza</i>	6.446		
<i>Formula Mockus</i>	4.597	CN = 79.3	Utilizzata

Per le successive analisi idrologiche anche in questo caso è stata utilizzata la formulazione di Mockus, ovvero:

$t_c = 4.597$ ore (pari a 275,84 minuti).

	PROGETTO IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO "FRANCAVILLA FONTANA" Comuni di Francavilla Fontana (BR), Grottaglie (TA) e Taranto (TA)	AGOSTO 2022
--	--	-------------

- Sottobacino SB_INT03;

L'analisi morfometrica del sottobacino ha restituito i seguenti risultati:

<i>Superficie totale Bacino</i>	0.104	Km ²
<i>Altezza massima Bacino</i>	106.24	metri (s.l.m.)
<i>Altezza media Bacino</i>	96.46	metri (s.l.m.)
<i>Lunghezza asta principale</i>	0.594	km
<i>Quota sezione di chiusura</i>	87.14	metri (s.l.m.)
<i>Pendenza media asta principale</i>	3.22	%
<i>Pendenza media Bacino</i>	4.11	%
<i>Curve Number</i>	88.5	(vedi appendice B)

Utilizzando tali parametri morfometrici sono stati ottenuti i seguenti valori:

	<i>Tempo di corrivazione t_c (ore)</i>	<i>Parametri non morfometrici</i>	<i>note</i>
<i>Formula Giandotti</i>	0.893		
<i>Formula Viparelli</i>	0.165	V = 1,0 m/s	
<i>Formula Ventura</i>	0.229		
<i>Formula Pasini</i>	0.238		
<i>Formula Aronica e Paltrinieri</i>	1.017	M= 0.250; d=0.810	
<i>Formula Pezzoli</i>	0.182		
<i>Formula di Kirpich</i>	0.167		
<i>Formula SCS</i>	0.332	CN = 88.5	
<i>Formula Turazza</i>	0.350		
<i>Formula Mockus</i>	0.332	CN = 88.5	Utilizzata

Per le successive analisi idrologiche anche in questo caso è stata utilizzata la formulazione di Mockus, ovvero:

$t_c = 0.332$ ore (pari a 19,92 minuti).

	PROGETTO IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO "FRANCAVILLA FONTANA"	AGOSTO 2022
	Comuni di Francavilla Fontana (BR), Grottaglie (TA) e Taranto (TA)	

- Sottobacino SB_INT04;

L'analisi morfometrica del sottobacino ha restituito i seguenti risultati:

<i>Superficie totale Bacino</i>	0.487	Km ²
<i>Altezza massima Bacino</i>	113.24	metri (s.l.m.)
<i>Altezza media Bacino</i>	99.83	metri (s.l.m.)
<i>Lunghezza asta principale</i>	0.975	km
<i>Quota sezione di chiusura</i>	88.11	metri (s.l.m.)
<i>Pendenza media asta principale</i>	2.58	%
<i>Pendenza media Bacino</i>	4.88	%
<i>Curve Number</i>	88.2	(vedi appendice B)

Utilizzando tali parametri morfometrici sono stati ottenuti i seguenti valori:

	<i>Tempo di corrivazione t_c (ore)</i>	<i>Parametri non morfometrici</i>	<i>note</i>
<i>Formula Giandotti</i>	1.553		
<i>Formula Viparelli</i>	0.217	V = 1,0 m/s	
<i>Formula Ventura</i>	0.553		
<i>Formula Pasini</i>	0.525		
<i>Formula Aronica e Paltrinieri</i>	1.792	M= 0.250; d=0.810	
<i>Formula Pezzoli</i>	0.334		
<i>Formula di Kirpich</i>	0.266		
<i>Formula SCS</i>	0.458	CN = 88.2	
<i>Formula Turazza</i>	0.757		
<i>Formula Mockus</i>	0.458	CN = 88.2	Utilizzata

Per le successive analisi idrologiche anche in questo caso è stata utilizzata la formulazione di Mockus, ovvero:

$t_c = 0.458$ ore (pari a 27,49 minuti).

	PROGETTO IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO "FRANCAVILLA FONTANA" Comuni di Francavilla Fontana (BR), Grottaglie (TA) e Taranto (TA)	AGOSTO 2022
--	--	-------------

4.3 Stima del flusso idrico globale

La portata di massima piena relativa ad un determinato areale, salvo casi eccezionali, è generata dalle precipitazioni meteoriche e la sua entità dipenderà da numerose variabili, che vanno dalla distribuzione stessa della pioggia, nel tempo e nello spazio, alle caratteristiche morfologiche del bacino e della rete idrografica. In siffatte condizioni è praticamente impossibile calcolare la massima portata prevedibile in senso deterministico, bisognerà quindi affrontare il problema nel solo modo possibile, e cioè in termini probabilistici.

La portata di piena va quindi considerata come una variabile casuale la quale, conseguentemente, dovrà essere stimata relativamente ad un livello di probabilità che essa ha di non essere superata o, meglio ancora, relativamente ad un periodo di tempo (detto tempo di ritorno) che intercorre, in media, tra due eventi in cui il valore di tale portata viene superato.

In genere, è possibile ricondurre l'analisi a due tipologie di studio, a seconda del tipo di informazioni di cui si dispone:

- a) stima della portata di piena di progetto dall'analisi probabilistica di osservazioni dirette di portata fatte in passato nel sito;
- b) stima della portata di piena di progetto attraverso l'analisi probabilistica preliminare delle precipitazioni nel bacino idrografico interessato e la simulazione conseguente del processo della loro trasformazione in deflussi. L'analisi che seguirà, ovviamente, rientra nel secondo caso.

- Metodo TCEV

Volendo stimare eventi di piena di dato tempo di ritorno, bisogna prima ricostruire l'evento di pioggia di pari tempo di ritorno, assumendo come vera l'ipotesi che un evento di pioggia di tempo di ritorno T genera un evento di piena con la stessa probabilità di non superamento; in altre parole bisogna definire la *curva di probabilità pluviometrica*, indicata spesso con l'acronimo c.p.p., per la cui definizione è stato qui utilizzato il metodo TCEV.

Il modello TCEV (*Two Component Extreme Value Distribution*) permette di determinare le altezze di pioggia h e le relative intensità i , seguendo una tecnica di regionalizzazione dei dati pluviometrici messa a punto nell'ambito del progetto VA.PI. (Progetto per la Valutazione delle Piene in Italia, portato avanti dalla Linea 1 del *Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche*, che ha avuto come obiettivo quello di predisporre una procedura uniforme sull'intero territorio nazionale).

La regionalizzazione delle piogge mira a superare i limiti relativi alla scarsa informazione pluviometrica (spesso costituita da singole serie di durata limitata e poco attendibili per le elaborazioni

	PROGETTO IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO "FRANCAVILLA FONTANA" Comuni di Francavilla Fontana (BR), Grottaglie (TA) e Taranto (TA)	AGOSTO 2022
--	--	-------------

statistiche), utilizzando in modo coerente tutta l'informazione pluviometrica disponibile sul territorio, per individuare la distribuzione regionale delle caratteristiche delle precipitazioni.

La peculiarità del modello TCEV è quella di tradurre in termini statistici la differente provenienza degli estremi idrologici, riconducendosi formalmente al prodotto di due funzioni di probabilità del tipo Gumbel. La prima, denominata componente base, assume valori non elevati ma frequenti, mentre la seconda (componente straordinaria) genera eventi più rari ma mediamente più rilevanti ed appartenenti ad una differente fenomenologia meteorologica.

La TCEV rappresenta pertanto la distribuzione del massimo valore di una combinazione di due popolazioni ed ha, quindi, la caratteristica di prestarsi all'interpretazione di variabili fortemente asimmetriche, con presenza di alcuni valori molto elevati, di cui difficilmente le distribuzioni usuali (Gumbel, Log-Normale, etc.) riescono a rendere conto.

Per il calcolo delle curve di probabilità pluviometrica nello specifico si è fatto riferimento alla procedura descritta nel *Rapporto di Sintesi del GNDCl-Linea1* per la Regione Puglia, articolata con riferimento alla modellazione dati pluviometrici ed idrometrici contenuti nel Rapporto Regionale *"Valutazione delle Piene in Puglia"* (Copertino e Fiorentino, 1994).

La procedura gerarchica di regionalizzazione si articola su tre livelli successivi in ognuno dei quali è possibile ritenere costanti alcuni parametri statistici; in sintesi:

Il primo livello di regionalizzazione fa riferimento a zone pluviometriche omogenee, entro le quali si possano considerare costanti i valori dei parametri statistici Θ^* e Λ^* (con $\Theta^* = \Theta_1/\Theta_2$ e $\Lambda^* = \Lambda_1/\Lambda_2$). Poiché questi valori non possono essere stimati da un numero ristretto di serie di dati, si parte dall'ipotesi di una regione molto ampia all'interno della quale si ritiene essere costante il coefficiente di asimmetria. Si considerano inoltre solo le serie storiche più numerose poiché la stima di Θ^* e Λ^* è condizionata dalla presenza di dati di piogge straordinarie che hanno probabilità molto bassa di verificarsi in un periodo molto breve. Al primo livello la Puglia viene considerata come un'unica regione pluviometrica.

Nel secondo livello di regionalizzazione, si ipotizza che l'area indagata costituisca una zona omogenea in cui però possa ritenersi costante il coefficiente di variazione. Al secondo livello vengono evidenziate due zone omogenee, la Puglia settentrionale e la Puglia centro-meridionale.

Il terzo livello di regionalizzazione prevede, infine, la ricerca di relazioni regionali tra il parametro centrale della distribuzione di probabilità μ e le grandezze, prevalentemente geografiche (altitudine,

	<p>PROGETTO IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO "FRANCAVILLA FONTANA" Comuni di Francavilla Fontana (BR), Grottaglie (TA) e Taranto (TA)</p>	<p>AGOSTO 2022</p>
--	---	--------------------

distanza dal mare, superficie del bacino idrografico), relative al sito di misura. L'analisi di terzo livello, condotta operando una regressione delle precipitazioni di diversa durata con la quota z, ha portato all'individuazione per la Puglia di 6 zone pluviometriche omogenee (figg. 1 e 2).

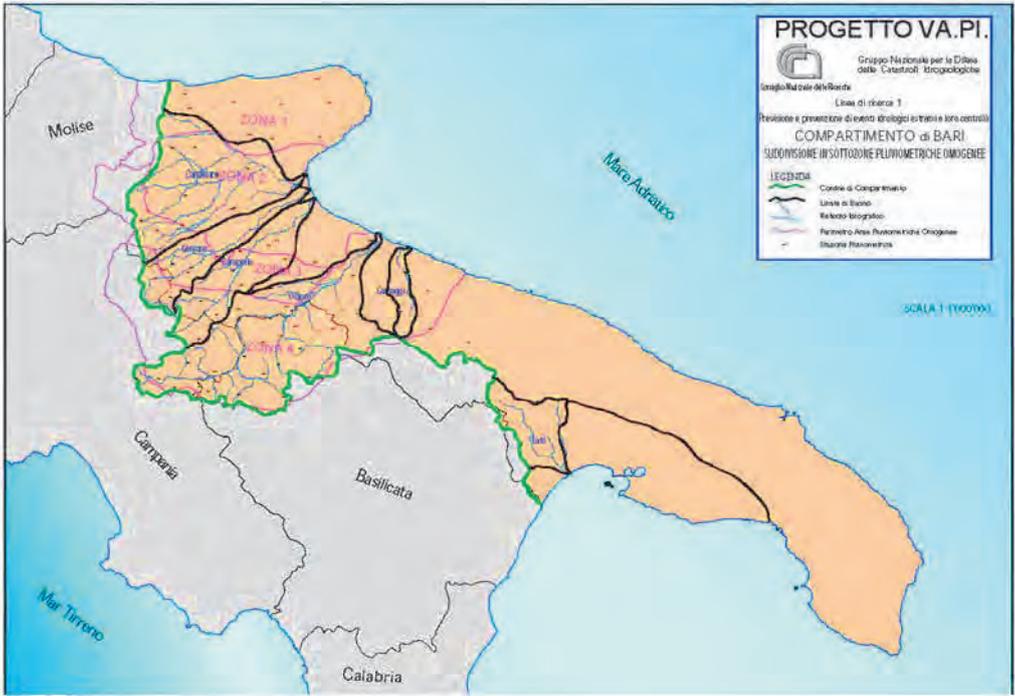


Fig. 1: Suddivisione zone omogenee Regione Puglia



Fig. 2: Suddivisione zone omogenee Regione Puglia con ubicazione area di progetto

	PROGETTO IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO "FRANCAVILLA FONTANA" Comuni di Francavilla Fontana (BR), Grottaglie (TA) e Taranto (TA)	AGOSTO 2022
--	--	-------------

L'analisi regionale dei dati di precipitazione al primo e al secondo livello di regionalizzazione è finalizzata alla determinazione delle curve regionali di crescita della grandezza in esame. In particolare per utilizzare al meglio le caratteristiche di omogeneità spaziale dei parametri della legge TCEV, è utile rappresentare la legge $F(X_t)$ della distribuzione di probabilità cumulata del massimo annuale di precipitazione di assegnata durata X_t come prodotto tra il suo valore medio (X_t) ed una quantità $K_{T,t}$, detta *fattore probabilistico di crescita*, funzione del periodo di ritorno T e della durata t .

La curva di distribuzione di probabilità corrisponde alla curva di crescita, che ha caratteristiche regionali in quanto è unica nell'ambito della regione nella quale sono costanti i parametri della TCEV.

La dipendenza del fattore di crescita con la durata si può ritenere trascurabile, infatti, calcolando sulle stazioni disponibili le medie pesate dei coefficienti di asimmetria, C_a , e dei coefficienti di variazione, C_v , alle diverse durate, si osserva una variabilità inferiore a quella campionaria. L'indipendenza dalla durata di K_T autorizza ad estendere anche alle piogge orarie, i risultati ottenuti con riferimento alle piogge giornaliere ai primi due livelli di regionalizzazione.

A ciascuna delle 6 zone individuate nel terzo livello di regionalizzazione è associata una **curva di probabilità pluviometrica** (funzione, nella maggior parte dei casi, del solo parametro della quota assoluta sul livello del mare, z) per mezzo della quale viene valutata l'altezza di pioggia critica per i differenti intervalli di precipitazione e per i vari tempi di ritorno prescelti:

$$\text{Zona 1} \rightarrow x(t,z) = 26.8 t^{[(0.720+0.00503 z)/3.178]}$$

$$\text{Zona 2} \rightarrow x(t) = 22.23 t^{0.247}$$

$$\text{Zona 3} \rightarrow x(t,z) = 25.325 t^{[(0.0696+0.00531 z)/3.178]}$$

$$\text{Zona 4} \rightarrow x(t) = 24.70 t^{0.256}$$

$$\text{Zona 5} \rightarrow x(t,z) = 28.2 t^{[(0.628+0.0002 z)/3.178]}$$

$$\text{Zona 6} \rightarrow x(t,z) = 33.7 t^{[(0.488+0.0022 z)/3.178]}$$

Ai valori così ottenuti vanno applicati i *coefficienti moltiplicativi* relativamente al fattore di crescita K_T (funzione del tempo di ritorno dell'evento di progetto, espresso in anni); il valore di K_T può essere calcolato in funzione del tempo di ritorno T attraverso un'approssimazione asintotica della curva di crescita (Rossi e Villani, 1995):

	PROGETTO IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO "FRANCAVILLA FONTANA" Comuni di Francavilla Fontana (BR), Grottaglie (TA) e Taranto (TA)	AGOSTO 2022
--	--	-------------

$$K_T = a + b \ln T$$

Dove i parametri a e b assumono i seguenti valori:

	a	b
Puglia settentrionale	0,5648	0,4150
Puglia centro-meridionale	0,1599	0,5166

- Considerazioni sulle Piogge Brevi

Relativamente alla ricostruzione delle *Curve di Probabilità Pluviometrica* è opportuno osservare che l'analisi degli eventi di pioggia brevi e di quelli lunghi mette in evidenza che essi seguono dinamiche meteorologiche differenti, sicché dai campioni di altezze h_t aventi durata $1 \text{ ora} \leq t \leq 24 \text{ ore}$ non può essere tratta alcuna informazione inerente agli eventi brevi di durata inferiore ad 1 ora, ovvero la curva di probabilità pluviometrica, costruita con riferimento alle piogge aventi durata compresa tra 1 e 24 ore, non può essere estrapolata per valori della durata t inferiore ad un'ora.

È stato tuttavia dimostrato che il rapporto tra l'altezza di pioggia $h_{t,T}$ con t minore di 60 minuti, e l'altezza di pioggia $h_{60,T}$ di durata pari a 60 minuti e pari tempo di ritorno T è relativamente poco dipendente dalla località e dipendente solo dalla durata t espressa in minuti.

Il valore del rapporto, per la Regione Puglia, può essere pertanto espresso utilizzando la formula di Ferreri-Ferro:

$$\frac{h_{t,T}}{h_{60,T}} = \left(\frac{t}{60}\right)^{0.227}$$

opportunamente calibrata da Ferro e Bagarello ("Rainfall depth-duration relationship for South Italy", 1996). Nell'ambito del presente studio, laddove sarà necessario valutare altezze critiche di pioggia per intervalli di durata inferiore ad 1, verrà utilizzata l'equazione sopra esposta.

- Coefficiente di distribuzione areale della Pioggia (ARF)

Le altezze di pioggia che derivano dalle C.P.P. sono chiaramente altezze puntuali in quanto derivate da un'analisi statistica puntuale delle stazioni pluviometriche. Poiché dall'analisi dei dati di pioggia si è potuto verificare che la sua distribuzione spaziale non è mai del tutto uniforme per potere derivare a partire da queste altezze di pioggia puntuali una precipitazione distribuita su una certa superficie, pari a

	PROGETTO IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO "FRANCAVILLA FONTANA" Comuni di Francavilla Fontana (BR), Grottaglie (TA) e Taranto (TA)	AGOSTO 2022
--	--	-------------

quella del bacino investito dall'evento e di una certa durata si può utilizzare un coefficiente areale di riduzione denominata ARF (Areal Reduction Factor). In letteratura esistono varie espressioni per la valutazione del coefficiente ARF e apposite analisi per la sua determinazione sono state effettuate nell'ambito del già citato progetto VA.PI. riassumibili nella figura seguente:

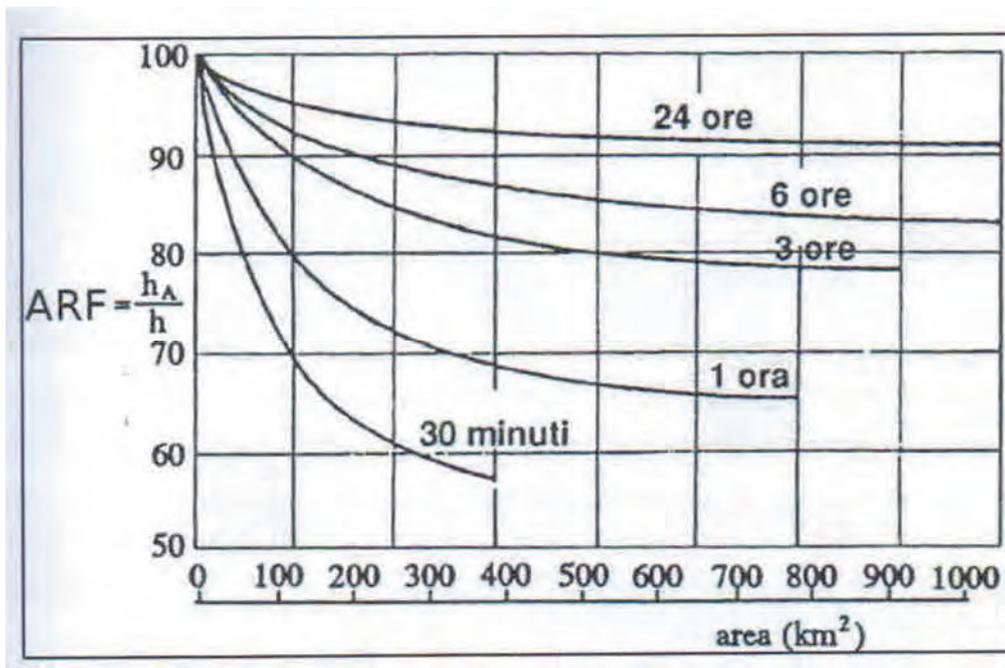


Fig. 3: Correlazione tra il coefficiente ARF e l'area del Bacino (VA.PI.)

Dall'analisi si evidenzia come per bacini di ridotte dimensioni ($S < 20 \text{ km}^2$) il valore del coefficiente di riduzione ARF sia prossimo a 1, pertanto nel presente lavoro non è stata considerata alcuna correzione areale.

- Curva di Probabilità Pluviometrica

Utilizzando la metodologia descritta in precedenza, sono state calcolate le *Curve di Probabilità Pluviometrica* per l'area in esame; per il calcolo delle C.P.P. è stato innanzitutto computato il valore del fattore di crescita K_T , precedentemente definito. Considerando che i sottobacini ricadono tutti all'interno sottozona individuata come "Puglia centro-meridionale", il valore dei parametri a e b portano alla seguente espressione:

$$K_T = 0,1599 \cdot \ln(T) + 0.5166$$

Che per i tempi di ritorno considerati fornisce i seguenti valori:

	PROGETTO IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO "FRANCAVILLA FONTANA" Comuni di Francavilla Fontana (BR), Grottaglie (TA) e Taranto (TA)	AGOSTO 2022
--	--	-------------

T (anni)	K _T
30	1,917
200	2,897
500	3,370

Utilizzando quindi la già presentata equazione valida per la sottozona pluviometria 6, all'interno della quale ricadono tutti i bacini oggetto di analisi (Fig. 2), ossia:

$$x(t,z) = 33.7 t^{[(0.488+0.0022 z)/3.178]}$$

in funzione del solo parametro z relativo alla quota media del sottobacino (par. 4.2) sarà possibile valutare le c.c.p. per ogni singolo sottobacino rispettivamente:

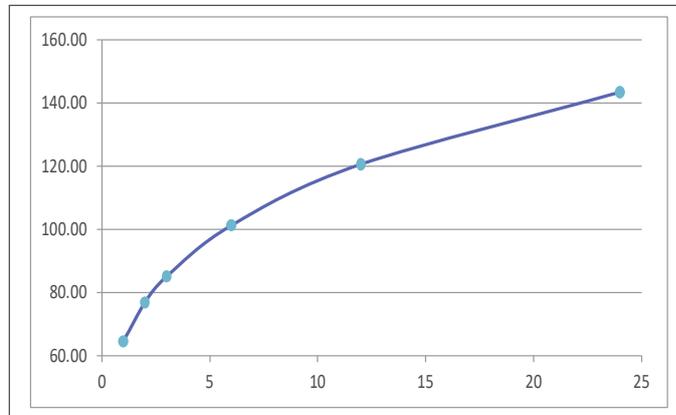
- sottobacino **SB_INT01**; $x(t,140.61) = K_T * 33.7 * t^{0.251}$
- sottobacino **SB_INT02**; $x(t,117.60) = K_T * 33.7 * t^{0.235}$
- sottobacino **SB_INT03**; $x(t,96.46) = K_T * 33.7 * t^{0.220}$
- sottobacino **SB_INT04**; $x(t,99.83) = K_T * 33.7 * t^{0.223}$

Utilizzando tali equazioni è stato possibile ricostruire le C.P.P., che per le canoniche durate di 1, 3, 6, 12 e 24 ore risultano rispettivamente:

- SB_INT01

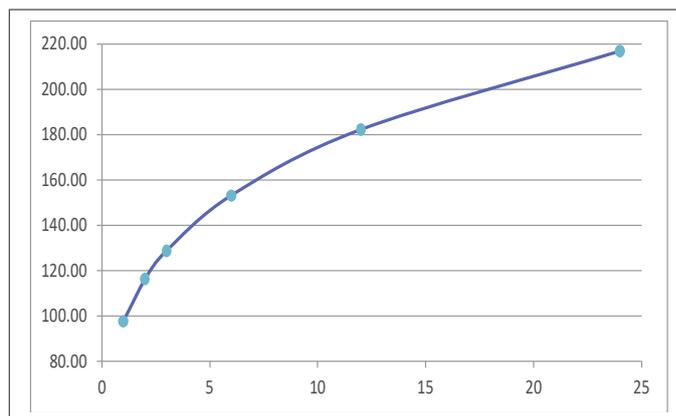
I) C.P.P. con $Tr = 30$ anni

t (ore)	$H_{t/T}$ (mm)
1	64.60
3	85.11
6	101.29
12	120.54
24	143.44



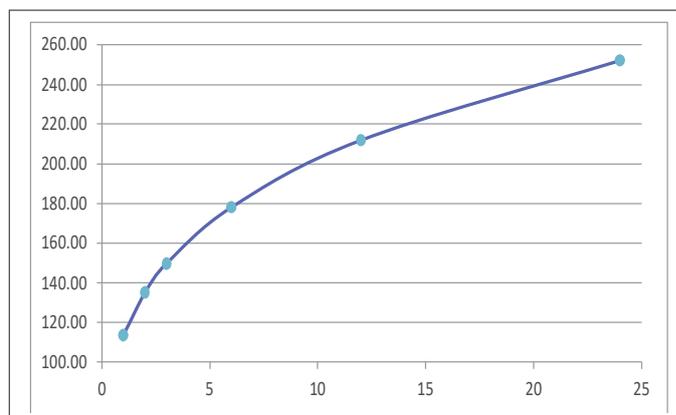
II) C.P.P. con $Tr = 200$ anni

t (ore)	$H_{t/T}$ (mm)
1	97.63
3	128.63
6	153.07
12	182.16
24	216.78



III) C.P.P. con $Tr = 500$ anni

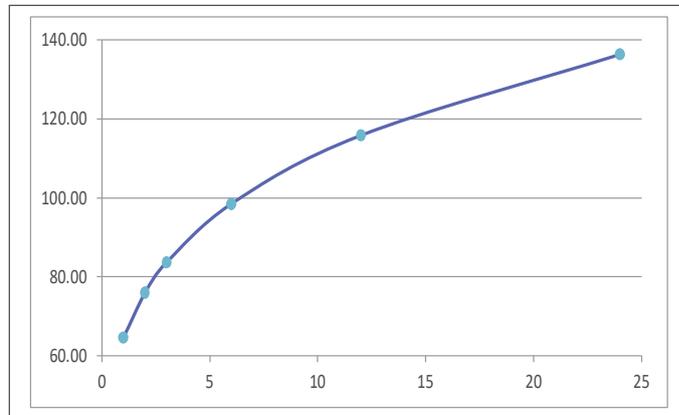
t (ore)	$H_{t/T}$ (mm)
1	113.58
3	149.65
6	178.08
12	211.92
24	252.20



- SB_INT02

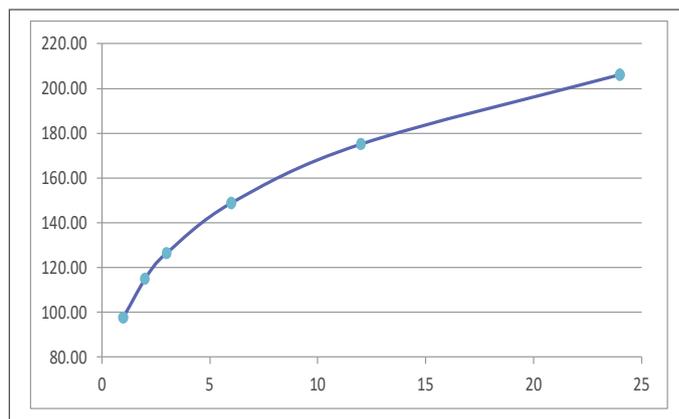
I) C.P.P. con $Tr = 30$ anni

t (ore)	$H_{t/T}$ (mm)
1	64.60
3	83.63
6	98.43
12	115.84
24	136.33



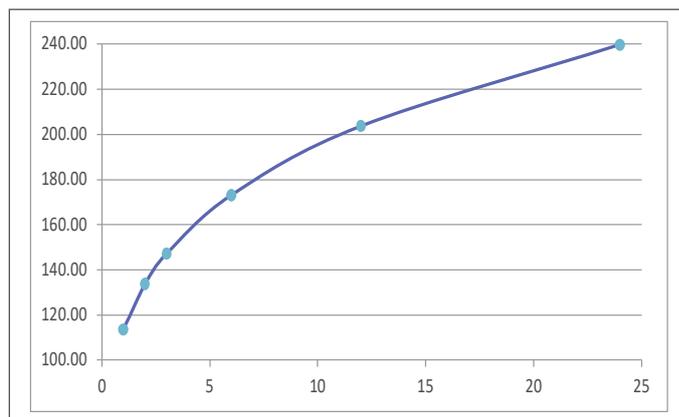
II) C.P.P. con $Tr = 200$ anni

t (ore)	$H_{t/T}$ (mm)
1	97.63
3	126.39
6	148.75
12	175.06
24	206.03



III) C.P.P. con $Tr = 500$ anni

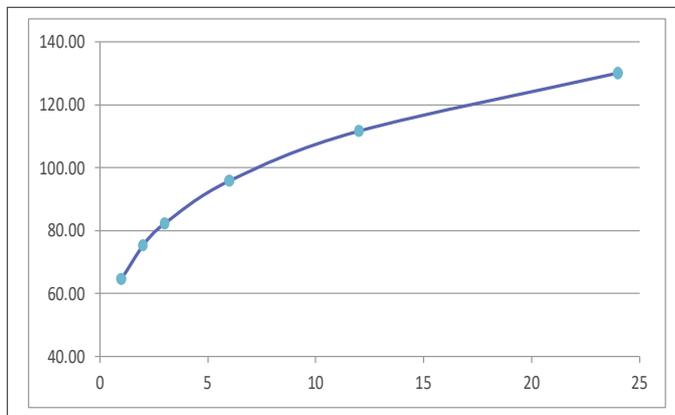
t (ore)	$H_{t/T}$ (mm)
1	113.58
3	147.04
6	173.05
12	203.66
24	239.69



- SB_INT03

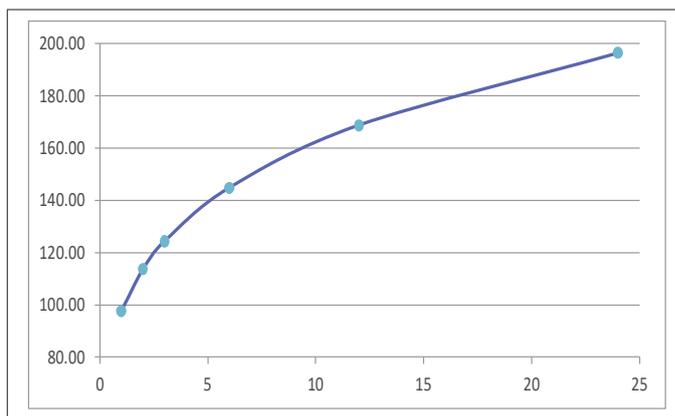
I) C.P.P. con $Tr = 30$ anni

t (ore)	$H_{t/T}$ (mm)
1	64.60
3	82.26
6	95.82
12	111.60
24	129.98



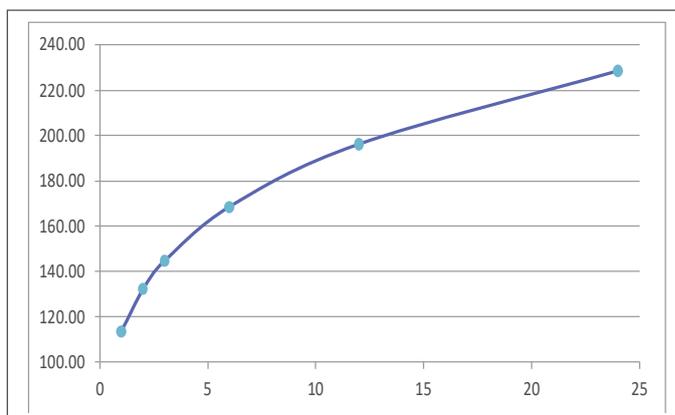
II) C.P.P. con $Tr = 200$ anni

t (ore)	$H_{t/T}$ (mm)
1	97.63
3	124.32
6	144.80
12	168.66
24	196.44



III) C.P.P. con $Tr = 500$ anni

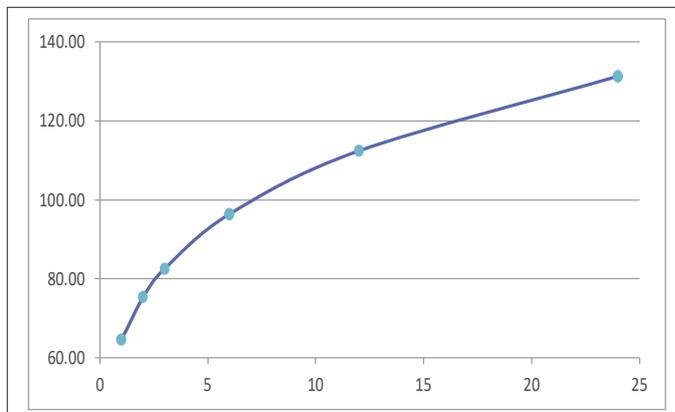
t (ore)	$H_{t/T}$ (mm)
1	113.58
3	144.64
6	168.46
12	196.21
24	228.54



- SB_INT04

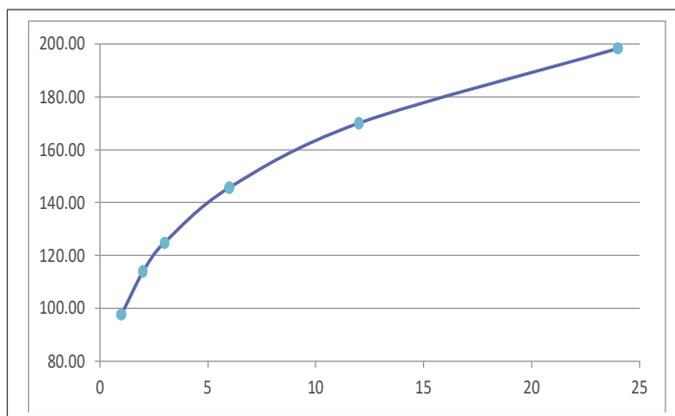
I) C.P.P. con $Tr = 30$ anni

t (ore)	$H_{t/T}$ (mm)
1	64.60
3	82.54
6	96.33
12	112.43
24	131.23



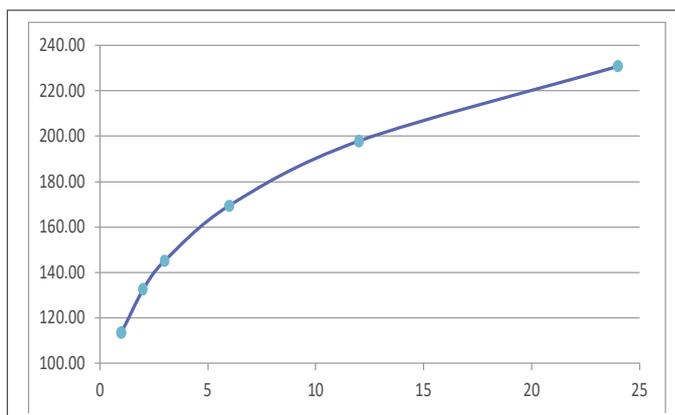
II) C.P.P. con $Tr = 200$ anni

t (ore)	$H_{t/T}$ (mm)
1	97.63
3	124.73
6	145.58
12	169.92
24	198.32



III) C.P.P. con $Tr = 500$ anni

t (ore)	$H_{t/T}$ (mm)
1	113.58
3	145.11
6	169.37
12	197.68
24	230.72



	PROGETTO IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO "FRANCAVILLA FONTANA" Comuni di Francavilla Fontana (BR), Grottaglie (TA) e Taranto (TA)	AGOSTO 2022
--	--	-------------

4.4 Trasformazione dell'afflusso idrico in deflusso

Il fenomeno della trasformazione dell'afflusso idrico meteorico in deflusso superficiale, all'interno di un bacino idrografico investito da un evento meteorico, può essere studiato con vari metodi, in funzione dei dati disponibili e del grado di dettaglio che si intende ottenere. I vari metodi sono essenzialmente riconducibili a 3 tipologie:

- **Concettuali:** il fenomeno viene schematizzato nel dettaglio e scomposto nelle sue varie componenti, per ciascuna delle quali si adotta un modello matematico che simula quanto avviene nella singola componente.

- **Statistici:** consistono in una mera analisi statistica dei deflussi ossia delle portate di piena del bacino (che debbono essere note), che vengono valutate sulla base di equazioni matematiche che possono dipendere anche dalle caratteristiche morfologiche del bacino stesso (ad esempio i metodi di regionalizzazione delle piene usato nel progetto Va.Pi.).

- **Formule empiriche:** le portate massime vengono calcolate sulla base di relazioni matematiche tarate su dati sperimentali.

La scelta di una tipologia piuttosto che un'altra viene fatta, ovviamente, sulla base dei dati disponibili ma anche in funzione dei risultati che si intende ottenere, infatti:

Le *Formule Empiriche* forniscono la portata massima e il tempo di picco;

I *Metodi statistici* forniscono la portata massima, tempo di picco e volumi;

I *Metodi concettuali* forniscono tutte le caratteristiche complete della piena;

Nel presente studio il problema è stato trattato con l'utilizzo del *codice di calcolo HEC-HMS* il quale si basa esclusivamente sull'utilizzo di metodi concettuali, come sopra definiti.

- Descrizione del codice di calcolo HEC-HMS

Il software HEC-HMS, Hydrologic Modeling System, è un programma informatico rilasciato gratuitamente dall'*Hydrologic Engineering Center* dell'USACE (US Army Corps of Engineers) per l'esecuzione di modellazioni idrologiche di bacini idrografici, di qualsivoglia natura, anche in ambiente urbano.

Al suo interno sono implementate le principali formulazioni utilizzate nella pratica idrologica per il calcolo delle perdite per infiltrazione, del volume di deflusso e per la trasformazione afflussi-deflussi con possibilità di considerare anche il contributo del deflusso di base nonché la propagazione dell'onda di piena nei canali, il contributo di invasi naturali o artificiali ecc.

	PROGETTO IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO "FRANCAVILLA FONTANA" Comuni di Francavilla Fontana (BR), Grottaglie (TA) e Taranto (TA)	AGOSTO 2022
--	--	-------------

Il software, in definitiva, permette di descrivere quantitativamente la trasformazione delle piogge in deflussi superficiali sulla superficie di un bacino imbrifero e in correnti idriche che confluiscono e si propagano lungo i suoi collettori drenanti. I passaggi procedurali della modellazione sono:

- Separazione delle piogge
- Formazione della piena
- Propagazione della piena
- Eventuale contributo del Deflusso di base.

Il software permette di usare una notevole moltitudine di metodi per ciascuna delle quattro componenti base della modellazione; senza entrare nel dettaglio delle basi teoriche che portano agli algoritmi matematici, per le singole componenti verranno di seguito esposti sinteticamente i passaggi necessari per la modellazione, gli input utilizzati, i metodi di calcolo usati e infine verranno presentati i risultati finali delle simulazioni.

I) Modellizzazione del Bacino idrografico;

La modellazione del bacino idrografico in Hec-HMS consiste in un mero inserimento dei vari elementi idrografici quali eventuali sottobacini, giunzioni tra impluvi, pozzi, sorgenti, serbatoi ecc.

II) Predisposizione del modello Meteorologico

Consiste nella definizione delle condizioni pluviometriche da utilizzare nella modellazione; tra i vari metodi implementati nel software è stato utilizzato quello della *Curva di Probabilità Pluviometrica* (Frequency Storm), per come già definite nel paragrafo precedente (C.P.P.).

Un parametro di particolare importanza, richiesto in tale tipologia di simulazione, è la durata dell'evento di pioggia; le varie simulazioni effettuate, indicano infatti che la modellazione risultata sensibile alla variazione di tale parametro; nelle semplici formule empiriche per la valutazione della portata al colmo, che in genere si basano sulla nota formula razionale $Q = 0,278 \cdot \frac{c \cdot H_{crit} \cdot S}{t_c}$ o su formule similari, si assume l'ipotesi di una durata dell'evento pari al tempo di corrivazione e con intensità costante nel tempo.

L'utilizzo di una durata temporale dell'evento pari al tempo di corrivazione, in linea di massima, appare congruo con la finalità del presente studio, il quale mira alla definizione di portate non in relazione a manufatti da costruire in aree urbane, densamente abitate, che possono richiedere, in via cautelativa, l'utilizzato di un evento piovoso di maggior durata; in tutte le simulazioni qui effettuate, tuttavia, la durata minima dell'evento di pioggia (in via cautelativa) è stata sempre sensibilmente superiore al tempo di corrivazione.

	PROGETTO IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO "FRANCAVILLA FONTANA" Comuni di Francavilla Fontana (BR), Grottaglie (TA) e Taranto (TA)	AGOSTO 2022
--	--	-------------

III) Inserimento del metodo per il calcolo della pioggia netta

Consiste nella valutazione della quantità di pioggia che parteciperà al deflusso, al netto delle perdite. Per il calcolo della pioggia netta, tra i diversi metodi messi a disposizione dal software HEC-HMS, è stato utilizzato il **Metodo SCS Curve Number** (SCS-CN Soil Conservation Service – Curve Number).

Tale metodo, seppur con un approccio semplificato, permette comunque un approccio particolarmente innovativo permettendo, eventualmente, di considerare:

- un tasso di infiltrazione variabile nel tempo;
- la natura litologica del suolo;
- la tipologia di copertura (uso del suolo);
- eventualmente le condizioni di umidità del suolo precedenti all'evento di massima portata.

La relazione fondamentale del metodo CN è data dalla:

$$P_{net} = \frac{(P - I_a)^2}{P - I_a + S} \quad (I)$$

dove

P_{net} = precipitazione netta cumulata (altezza di pioggia effettiva al tempo t_c)

P = precipitazione totale cumulata (ossia $H_{critica}$)

S = massimo volume specifico di acqua che il terreno può trattenere in condizione di saturazione

I_a = perdita iniziale

Dalle analisi dei risultati ottenuti dall'SCS su numerosi piccoli bacini sperimentali è stata ottenuta la correlazione empirica $I_a = 0.2 \cdot S$, in funzione della quale la (I) assume la forma:

$$P_{net} = \frac{(P - 0.2 \cdot S)^2}{P + 0.8 \cdot S} \quad (II)$$

Dove, a sua volta il valore S viene ottenuto attraverso l'utilizzo di un parametro intermedio, denominato appunto *Curve Number* (CN) secondo la relazione:

$$S = \frac{25400 - 254 \cdot CN}{CN} \quad (III)$$

Il CN è di fatto un numero adimensionale che varia da 100 per corpi completamente impermeabili a circa 30 per suoli permeabili con elevati tassi di infiltrazione; esso quindi come accennato in precedenza, è legato alla natura del terreno, al tipo di copertura vegetale ed alle condizioni di umidità antecedenti la precipitazione in esame.

	PROGETTO IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO "FRANCAVILLA FONTANA" Comuni di Francavilla Fontana (BR), Grottaglie (TA) e Taranto (TA)	AGOSTO 2022

- Natura del Terreno

Per quanto riguarda la natura del terreno l'SCS ha individuato quattro tipologie di suolo:

GRUPPO A	Suoli con scarsa potenzialità di deflusso; sabbie o ghiaie profonde con pochissimo limo e/o argilla. Capacità di infiltrazione molto elevate.
GRUPPO B	Suoli con moderata potenzialità di deflusso; la maggior parte dei suoli sabbiosi meno profondi del gruppo A e con un'aliquota di argilla e limo maggiore. Elevata capacità di infiltrazione anche in condizioni di saturazione.
GRUPPO C	Suoli con potenzialità di deflusso medio-alta; suoli con elevate quantità di argilla e limo. Scarsa capacità di infiltrazione.
GRUPPO D	Suoli con potenzialità di deflusso molto elevata; argille con elevata capacità di rigonfiamento, suoli sottili con orizzonti pressoché impermeabili in prossimità della superficie. Scarsa capacità di infiltrazione a saturazione.

- Tipo di copertura

In funzione della natura del terreno e del tipo di copertura, derivante dall'uso del suolo, è possibile ottenere il valore del parametro CN, in genere da tabelle basate su studi regionali o di bacino come, a titolo di esempio, quella della seguente figura 4:

Tipo di copertura (uso del suolo)	TIPO DI SUOLO			
	A	B	C	D
TERRENO COLTIVATO				
Coltivazioni non curate	72	81	88	91
Coltivazioni ben curate	62	71	78	81
TERRENO DA PASCOLO				
Cattive condizioni	---	---	---	---
Buone condizioni	---	---	---	---
PRATERIE , Buone condizioni	---	---	---	---
TERRENI BOSCOSSI O FORESTATI				
Terreno sottile, sottobosco povero, senza foglie	---	---	---	---
Sottobosco e copertura buoni	---	---	---	---
SPAZI APERTI, PRATI RASATI; PARCHI				
Buone condizioni con almeno il 75% area con copertura erbosa	---	---	---	---
Condizioni normali con copertura erbosa intorno al 50% area	---	---	---	---
AREE COMMERCIALI (Impermeabilità 85%)	---	---	---	---
DISTRETTI INDUSTRIALI (Impermeabilità 72%)	---	---	---	---

	PROGETTO IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO "FRANCAVILLA FONTANA" Comuni di Francavilla Fontana (BR), Grottaglie (TA) e Taranto (TA)	AGOSTO 2022

AREE RESIDENZIALI				
Impermeabilità media	---	---	---	---
65%	---	---	---	---
38%	---	---	---	---
30%	---	---	---	---
25%	---	---	---	---
PARCHEGGI IMPERMEABILIZZATI	---	---	---	---
STRADE				
Pavimentate con cordoli e fognature	---	---	---	---
Inghiaiate o selciate con buche	---	---	---	---
In terra battuta (non Asfaltate)	---	---	---	---

Fig. 4: Tabella tipo per il calcolo del CN(II)

Per quanto riguarda i valori del *Curve Number* utilizzati nel presente studio è stato fatto riferimento al già citato "Studio per la definizione delle opere necessarie alla messa in sicurezza del reticolo idraulico interessato dagli eventi alluvionali di ottobre e novembre 2005 nelle province di Bari e Brindisi"; in tale studio, previa richiesta delle credenziali di accesso, l'Adb della Puglia mette a disposizione i risultati finali. Tra la notevole mole di risultati fornite sono presenti gli shapefile con la determinazione dei valori del curve number dell'area di estremo dettaglio.

Già nelle tabelle presentate nel paragrafo 4.2, è stato riportato il valore del CN ottenuto per i sottobacini di interesse qui di seguito riepilogati:

Sottobacino	Valore del CN
SB_INT01	74.7
SB_INT02	79.3
SB_INT03	88.5
SB_INT04	88.2

Il valore rappresentativo del CN per i singoli sottobacini è stato ottenuto mediante una media pesata in funzione degli areali presentati nella tavola 08 e dei relativi valori di CN; per i dettagli del calcolo si rimanda all'Appendice B.

Il metodo per il calcolo della pioggia netta *SCS-Curve Number* oltre al valore del CN richiede l'inserimento di un secondo parametro denominato "*Impervious*", relativo alla porzione di bacino ritenuta appunto "impermeabile", ovvero superfici perfettamente impermeabili quali, laghi, stagni,

	PROGETTO IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO "FRANCAVILLA FONTANA" Comuni di Francavilla Fontana (BR), Grottaglie (TA) e Taranto (TA)	AGOSTO 2022
--	--	-------------

saline, ecc.); il valore di tali aree, qualora presenti, è stato definito e riportato nella tabella seguente e in appendice B.

Sottobacino	<i>Valore Impervious</i>
<i>SB_INT01</i>	0.0 %
<i>SB_INT02</i>	0.38 %
<i>SB_INT03</i>	0.0 %
<i>SB_INT04</i>	0.0 %

IV) Metodo per la trasformazione degli afflussi idrici netti in deflussi

Per la trasformazione dell'afflusso in onda di piena tra i vari metodi proposti è stato utilizzato l'*SCS Unit Hydrograph Method* (**Metodo dell'Idrogramma Unitario di Piena** del Soil Conservation Service); tutti i metodi implementati nel software sono comunque riconducibili alla Teoria dell'Idrogramma Unitario.

L'*SCS Unit Hydrograph Method* come unico parametro richiede l'inserimento del tempo di ritardo di inizio formazione della piena (Lag Time) ricavabile dal tempo di corrivazione mediante l'espressione $T_L=0.6 \cdot t_c$

V) Eventuale inserimento del metodo per la valutazione di un deflusso di base

Consiste nell'inserimento di eventuali flussi non riconducibili ad eventi meteorici quali, sorgenti, emissari di invasi naturali o artificiali, ecc. Nel presente studio, per i sottobacini in esame, non è stato considerato alcun deflusso di base.

	PROGETTO IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO "FRANCAVILLA FONTANA" Comuni di Francavilla Fontana (BR), Grottaglie (TA) e Taranto (TA)	AGOSTO 2022

4.5 Stima delle Portate di Massima Piena

In questo paragrafo vengono riportati i risultati delle simulazioni idrologiche eseguite con la metodologia esposta nel paragrafo precedente. In accordo con le indicazioni di cui al punto 4.2.4 della D.D. 1/2011 è stata stimata la *Portata Massima attesa* ed il relativo valore del *Deflusso Totale* del sottobacino per eventi con Tempo di ritorno pari a 30, 200 e 500 anni.

- Analisi idrologica Sottobacino SB-INT01

Per la modellazione, oltre ai parametri morfometrici del sottobacino ed alle C.P.P. esposti in precedenza, sono stati utilizzati i seguenti parametri input:

<i>Sottobacino idrografico</i>	<i>Durata Evento (ore)</i>	<i>Passo Temporale (minuti)</i>	<i>Durata Max Intensità (minuti)</i>	<i>Picco di pioggia</i>	<i>Curve Number</i>	<i>Impervious (%)</i>	<i>Lag Time (minuti)</i>
SB_INT01	3,0	10,0	15,0	33% durata	74.7	0.0	79.9

Risultati della simulazione

Durata Evento	d= 3.0 ore (pari a 1,35 volte Tc)		
Tempo di Ritorno	Tr=30	Tr=200	Tr=500
Portate in m ³ /s	5.3	12.1	15.5
Deflusso Totale 1000*m ³	50.3	105.5	134.8

Come descritto in precedenza Hec-HMS permette la valutazione di molteplici parametri ed in particolare consente di valutare l'andamento del deflusso idrico anche dopo il termine dell'evento, andando di fatto a ricostruire un idrogramma del flusso idrico. I risultati di dettaglio delle simulazioni, sia in forma grafica che tabellare, sono riportati nell'Appendice C.

	PROGETTO IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO "FRANCAVILLA FONTANA" Comuni di Francavilla Fontana (BR), Grottaglie (TA) e Taranto (TA)	AGOSTO 2022

- Analisi idrologica Sottobacino SB-INT02

Per la modellazione, oltre ai parametri morfometrici del sottobacino ed alle C.P.P. esposti in precedenza, sono stati utilizzati i seguenti parametri input:

<i>Sottobacino idrografico</i>	<i>Durata Evento (ore)</i>	<i>Passo Temporale (minuti)</i>	<i>Durata Max Intensità (minuti)</i>	<i>Picco di pioggia</i>	<i>Curve Number</i>	<i>Impervious (%)</i>	<i>Lag Time (minuti)</i>
SB_INT02	6,0	20,0	15,0	33% durata	79.3	0.38	165.50

Risultati della simulazione

Durata Evento	d= 6.0 ore (pari a 1,32 volte Tc)		
Tempo di Ritorno	Tr=30	Tr=200	Tr=500
Portate in m ³ /s	97.0	187.2	233.4
Deflusso Totale 1000*m ³	1697.3	3219.1	3994.5

I risultati di dettaglio della simulazione, sia in forma grafica che tabellare, sono riportati in Appendice C.

- Analisi idrologica Sottobacino SB-INT03

Per la modellazione, oltre ai parametri morfometrici del sottobacino ed alle C.P.P. esposti in precedenza, sono stati utilizzati i seguenti parametri input:

<i>Sottobacino idrografico</i>	<i>Durata Evento (ore)</i>	<i>Passo Temporale (minuti)</i>	<i>Durata Max Intensità (minuti)</i>	<i>Picco di pioggia</i>	<i>Curve Number</i>	<i>Impervious (%)</i>	<i>Lag Time (minuti)</i>
SB_INT03	1,0	3,0	5,0	33% durata	88.5	0.0	11.95

Risultati della simulazione

Durata Evento	d= 1.0 ora (pari a 3,02 volte Tc)		
Tempo di Ritorno	Tr=30	Tr=200	Tr=500
Portate in m ³ /s	2.5	4.7	5.7
Deflusso Totale 1000*m ³	3.8	6.9	8.5

I risultati di dettaglio della simulazione, sia in forma grafica che tabellare, sono riportati nell'Appendice C.

	PROGETTO IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO "FRANCAVILLA FONTANA" Comuni di Francavilla Fontana (BR), Grottaglie (TA) e Taranto (TA)	AGOSTO 2022
--	--	-------------

- Analisi idrologica Sottobacino SB-INT04

Per la modellazione, oltre ai parametri morfometrici del sottobacino ed alle C.P.P. esposti in precedenza, sono stati utilizzati i seguenti parametri input:

<i>Sottobacino idrografico</i>	<i>Durata Evento (ore)</i>	<i>Passo Temporale (minuti)</i>	<i>Durata Max Intensità (minuti)</i>	<i>Picco di pioggia</i>	<i>Curve Number</i>	<i>Impervious (%)</i>	<i>Lag Time (minuti)</i>
SB_INT04	1,0	4,0	5,0	33% durata	88.2	0.0	16.49

Risultati della simulazione

Durata Evento	d= 1.0 ora (pari a 2,18 volte Tc)		
Tempo di Ritorno	Tr=30	Tr=200	Tr=500
Portate in m ³ /s	9.0	16.7	20.6
Deflusso Totale 1000*m ³	17.7	32.2	39.4

I risultati di dettaglio della simulazione, sia in forma grafica che tabellare, sono riportati nell'Appendice C.

	PROGETTO IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO "FRANCAVILLA FONTANA" Comuni di Francavilla Fontana (BR), Grottaglie (TA) e Taranto (TA)	AGOSTO 2022
--	--	-------------

5 STUDIO IDRAULICO

Per l'analisi idraulica delle interferenze, sono stati utilizzati i codici di calcolo implementati del software HEC-RAS (versione 6.1) distribuito gratuitamente dallo U.S. Army Corps of Engineers Hydrologic Engineer Center, (www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras).

Hec-RAS permette il calcolo di profili idraulici sia in moto permanente che in moto vario ed è utilizzabile in canali naturali o artificiali, anche in ambiente urbano. Il software allo stato attuale presenta numerose caratteristiche che lo rendono estremamente affidabile, prima fra tutte la possibilità di effettuare modellazioni sia monodimensionali che bidimensionali, in regime di moto permanente o di moto vario e anche la possibilità di effettuare modellazioni combinate 1D-2D; nelle simulazioni è inoltre possibile inserire attraversamenti (ponti o tombini) sia a pelo libero che in pressione.

Si rammenta che la necessità di analisi idrauliche numeriche hanno riguardano unicamente le interferenze con il cavidotto MT non essendo l'area di impianto interessate da elementi del reticolo idrografico o corpi idrici.

Più nello specifico, con già evidenziato nel paragrafo 3.3, l'analisi è stata condotta unicamente con riferimento all'interferenza INT_02 (Tav.06), per le restanti interferenze infatti l'analisi idrografica di campagna e lo studio delle foto satellitari storiche indicano che sia allo stato attuale che almeno negli ultimi 20 anni non vi sono evidenze di alcuna incisione idrografica ben marcata in quanto, probabilmente, l'impluvio è assolutamente episodico, interrato nel tempo o i terreni interessati sono oggetto di continui rimodellamenti legati alle lavorazioni agricole.

La mancanza di un'incisione idrografica "evidente" rende chiaramente aleatoria qualsiasi tipologia di analisi idraulica numerica non potendosi modellare adeguatamente alcun canale di deflusso.

Si evidenzia unicamente che in tutti e 3 i casi, il cavidotto si snoderà lungo una viabilità esistente, sensibilmente sopraelevata rispetto al terreno, non interferendo pertanto in alcun modo con il deflusso delle acque, sviluppandosi l'opera per altro nel sottosuolo (generalmente con metodologia in TOC) e pertanto non alterando in alcun modo le condizioni di sicurezza idraulica dell'area.

5.1 Analisi idraulica delle interferenze

In ottemperanza ai contenuti di cui al punto 4.2.5 del D.D.n.1/2011 "Istruzione Tecniche" della Regione Puglia, per la definizione delle condizioni di sicurezza idraulica, per come definite all'art.36 delle NTA dell'Autorità di Bacino Puglia, ovvero "*la delimitazione delle aree inondante per fenomeni di insufficienza del reticolo idrografico per eventi con tempo di ritorno fino a 200 anni*", la capacità di

	PROGETTO IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO "FRANCAVILLA FONTANA" Comuni di Francavilla Fontana (BR), Grottaglie (TA) e Taranto (TA)	AGOSTO 2022
--	--	-------------

convogliamento dell'unico impluvio oggetto di analisi, è stata verificata unicamente con riferimento alle portate di massima piena valutate per il tempo di ritorno pari a 200 anni, allo scopo di definire le eventuali aree di allagamento. In funzione di tale finalità per le simulazioni è stata utilizzata una modellazione bidimensionale e quindi, necessariamente, in Regime di Moto Vario.

In questa sede si tralascia la descrizione dei principi teorici e delle equazioni utilizzate nel software per le quali si rimanda ai manuali ufficiali, liberamente scaricabili all'indirizzo web sopra riportato nella sezione "Documentation", limitandosi ad illustrare i soli parametri di input utilizzati nel calcolo riguardanti:

- *Geometria dell'area di simulazione*
- *Coefficienti di scabrezza del suolo*
- *Condizioni a contorno*
- *Passo temporale delle simulazioni*
- *Durata delle simulazioni ed equazioni utilizzate*

Geometria delle aree di simulazione:

L'area bidimensionale oggetto di studio può essere singola, oppure suddivisa in più zone, in funzione della morfologia del terreno e dei risultati che si intendono ottenere, essa comunque deve avere dimensioni tali da non interferire con le superfici di allagamento. L'area di studio, ai fini della simulazione, viene suddivisa in maglie di calcolo (mesh) con dimensioni in genere funzione dell'estensione dell'area di studio stessa.

L'utilizzo di maglie di calcolo piccole (5x5 o inferiori) permette una elevata stabilità nei calcoli ed una maggiore precisione nei risultati finali tuttavia, l'uso di maglie di calcolo molto piccole, in caso di aree di studio molto estese, porta a tempi di elaborazione estremamente lunghi; è possibile allora utilizzare una griglia di calcolo con maglie anche grandi che tuttavia viene "raffittita" nell'intorno delle aree di maggior interesse, ovvero in corrispondenza delle aree di interferenza.

Si evidenzia che nel definire la geometria delle aree bidimensionali l'algoritmo di calcolo di Hec-RAS, ai volumi finiti, permette di utilizzare non necessariamente maglie di calcolo strutturate (ossia di forma quadrangolare) ma anche maglie non strutturate di forma poligonale irregolare ma con non più di 8 lati. Nelle aree di confine, o al contatto con un qualsivoglia elemento idraulico, la maglia di calcolo si adatterà automaticamente ai vari contorni con maglie poligonali.

Per quanto riguarda la base plano-altimetrica del terreno per l'interferenza INT_02, oggetto di studio, è stato utilizzato il *Modello Digitale del Terreno* (DTM) reperibile sul sito *Puglia.con*, con

	PROGETTO IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO "FRANCAVILLA FONTANA" Comuni di Francavilla Fontana (BR), Grottaglie (TA) e Taranto (TA)	AGOSTO 2022
--	--	-------------

risoluzione 8x8 (allo stato attuale non risulta disponibile un supporto digitale a risoluzione maggiore); poiché il DTM non è risultato adeguato a definire la morfologia dell'incisione in modo sufficientemente accurato, esso è stato, limitatamente all'intorno dell'incisione idrografica, integrato con i dati di un rilievo geometrico diretto di campagna.

Coefficienti di scabrezza:

Come coefficienti di scabrezza sono stati utilizzati i *Coefficienti di resistenza di Manning*; nello specifico sono stati utilizzati gli shapefile presenti nel già citato "Studio per la definizione delle opere necessarie alla messa in sicurezza del reticolo idraulico interessato dagli eventi alluvionali di ottobre e novembre 2005 nelle province di Bari e Brindisi" dell'Adb della Puglia. I valori di riferimento utilizzati sono riportati nell'appendice D

Condizioni a contorno:

Le condizioni a contorno in HEC-RAS definiscono le condizioni di "ingresso" ed "uscita", del flusso idrico dall'area di simulazione; nelle simulazioni sono state utilizzate in tutto 2 condizioni a contorno (Boundary Condition):

- BC_M_x, condizione di monte (in ingresso) relativa alla portata di piena dell'impianto (condizione *Flow Hydrograph*).
- BC_V_x, condizione di valle (in uscita), relativa al deflusso delle acque, utilizzando la condizione *Normal Depth*.

Nelle simulazioni in moto vario (richieste dalle modellazioni bidimensionali) non è possibile usare come condizioni di monte (in ingresso) portate costanti ma risulta necessario utilizzare portate variabili nel tempo, ovvero un *idrogramma di piena*.

Poiché ovviamente per questo tipo di corso d'acqua non si dispone di un idrogramma di piena, piuttosto che utilizzare "idrogrammi ricostruiti" con varie tecniche, più o meno aderenti alla realtà del bacino, nelle simulazioni sono stati utilizzati gli idrogrammi di piena ottenuti dalla modellazione idrologica con Hec-HMS e riportati sia in forma grafica che analitica nelle tabelle dell'Appendice C (Colonna Total Flow).

Passo Temporale:

Ai fini della stabilità del calcolo e di una corretta soluzione finale, un altro parametro cruciale nelle simulazioni in moto vario è rappresentato dal "passo temporale" della simulazione (*computation interval*) indicato con Δt ; valori di Δt che garantiscono un buon risultato sono generalmente inferiori ai 4 secondi.

	PROGETTO IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO "FRANCAVILLA FONTANA" Comuni di Francavilla Fontana (BR), Grottaglie (TA) e Taranto (TA)	AGOSTO 2022
--	--	-------------

Durata della simulazione ed equazioni utilizzate:

La durata della simulazione deve essere sufficiente a consentire il raggiungimento dei battenti idrici massimi e di visualizzare il successivo ritiro delle acque e pertanto dipende dalla durata della precipitazione e dal tempo di corrivazione.

Per quanto riguarda le equazioni utilizzate per risolvere i calcoli bidimensionali, Hec-RAS permette di utilizzare 2 set di equazioni, quelle *complete di Saint Venant* o quelle di *Diffusione dell'onda in 2D* (Diffusion Wave). Nel presente studio è stato utilizzato il metodo, di default del software, della *Diffusion Wave*, raccomandato dagli sviluppatori del software poiché oltre a garantire una maggiore stabilità nei calcoli consente tempi di esecuzione sensibilmente più rapidi.

Per quanto riguarda tutti i parametri relativi alle tolleranze da considerare nei calcoli sono stati lasciati quelli di default previsti dal software.

Presentazione risultati della simulazione:

I risultati della simulazione sono presentati in forma grafica in termini di superfici allagate; a tal proposito si evidenzia che il software Hec-RAS di default considera tutte le aree con battente superiore ad 1 millimetro! Tale valore chiaramente ha un significato puramente matematico e non fisico.

Ai fini della compatibilità idraulica di un'opera, infatti, la mera definizione di un'area di allagamento di per se non costituisce un fattore di pericolosità, poiché la pericolosità dell'evento va comunque riferita a vari fattori quali l'altezza del battente idraulico, la velocità di scorrimento del flusso idrico la presenza di condizioni morfologiche particolari ecc. Nel delimitare le aree di salvaguardia, pertanto, non avendo riscontrato indicazioni specifiche a riguardo dall'AdB della Puglia, appare ragionevole assumere come limite di massima esondazione della piena, quelle con battente idraulico superiore a 20 centimetri (in funzione anche delle velocità di deflusso riscontrate estremamente basse); valore risulta, per altro, molto cautelativo rispetto ai limiti proposti nella letteratura specifica.

5.2 Parametri di Input e Risultati della Simulazione

In questo paragrafo vengono riportati i parametri di input definiti sopra nonché i risultati della simulazione.

- Analisi idraulica Area Interferenza INT_02

L'incisione idrografica denominata "INT_02" è stata studiata idraulicamente in corrispondenza dell'area di interferenza con il cavidotto per un tratto complessivo di circa 150 metri. L'incisione appare, in linea generale discretamente marcata nelle sue dimensioni naturali ad eccezione di alcuni tratti che

	PROGETTO IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO "FRANCAVILLA FONTANA" Comuni di Francavilla Fontana (BR), Grottaglie (TA) e Taranto (TA)	AGOSTO 2022
--	--	-------------

risultano meno incisi a seguito di interramenti naturali e/o per presenza di vegetazione in alveo che localmente hanno ridotto la capacità di deflusso della sezione idraulica; per la seguente analisi è stata seguita la direttrice naturale del corso d'acqua, che si imposta sulla linea di impluvio regolarizzata, di forma trapezoidale con le dimensioni riportate in figura 6.

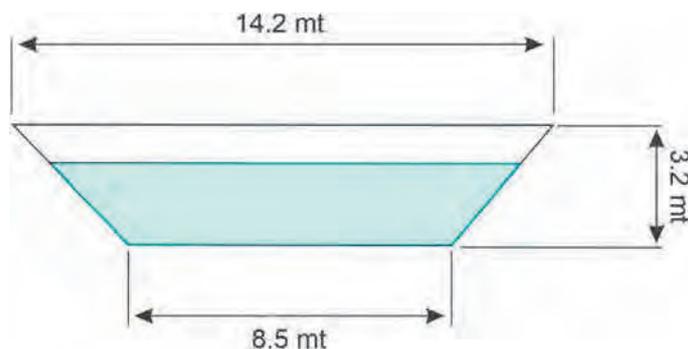


Fig. 05: Sezione regolarizzata Impluvio INT02

Parametri di input:

		<i>note</i>
<i>Area di Calcolo bidimensionale</i>	Unica	<i>Fig.6</i>
<i>Dimensioni della Maglia di calcolo</i>	4x4	<i>Nessun Raffittimento</i>
<i>Coefficienti di Manning</i>	variabile	<i>Tav. Appendice D</i>
<i>Condizione di Monte (BC_M2)</i>	Flow Hydrograph	<i>E.G. slope=0.0034; idrogramma Fig.7</i>
<i>Condizione di Valle (BC_V2)</i>	Normal Depth	<i>0.0027</i>
<i>Passo temporale simulazione</i>	3,0	<i>(secondi)</i>
<i>Durata Simulazione</i>	24:00	<i>ore : minuti</i>
<i>Equazioni di calcolo</i>	Diffusion Wave	
<i>Parametri tolleranze calcoli</i>	di Default	

Parametri di output:

<i>Altezza battenti idraulici</i>	> 0.20 metri	
<i>Velocità di deflusso riscontrate</i>	< 1 m/s	



Fig. 6: Area oggetto di studio idraulico bidimensionale - Impluvio INT_02

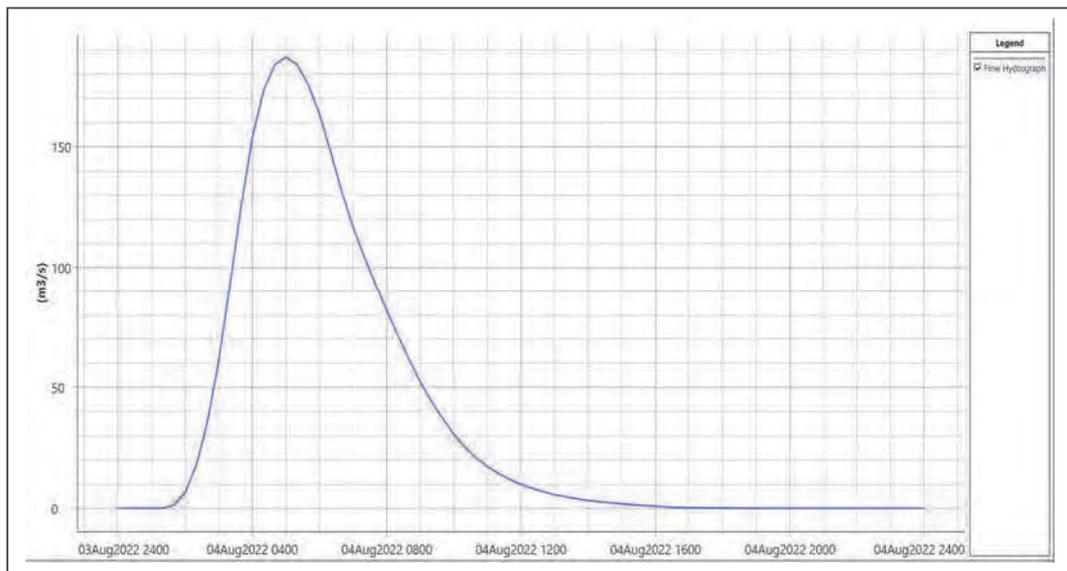


Fig. 7: Idrogramma di piena con $Tr = 200$ anni; sottobacino *Impluvio INT_02*

	PROGETTO IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO "FRANCAVILLA FONTANA" Comuni di Francavilla Fontana (BR), Grottaglie (TA) e Taranto (TA)	AGOSTO 2022
--	--	-------------

- Risultati della simulazione

Nella Tavola 10 viene riportato in forma grafica il risultato della simulazione, in termini di superfici soggette ad allagamento, in caso di piena con Tr pari a 200 anni al momento di massima esondazione.

La simulazione mette in evidenza che il canale di drenaggio in esame, seppur ben definito in campagna, potrebbe essere insufficiente nello smaltire correttamente le acque di una piena duecentennale.

L'area di allagamento, per come definita, andrà pertanto ad interferire con il cavidotto in progetto, per una estensione di circa 20 metri.

6 VALUTAZIONE DELL'AREA A MEDIA PERICOLOSITA' IDRAULICA

Nell'analisi relativa alla presenza di zone di interferenze tra i manufatti in progetto ed eventuali aree a pericolosità idraulica per inondazione è stata evidenziata (Tav. 04) e già accennato in precedenza, una sovrapposizione tra un'area individuata nelle carte del P.A.I a Media Pericolosità ed un tratto del cavidotto; proprio in corrispondenza dell'interferenza Int_02.

Si evidenzia che l'analisi idraulica condotta sostanzialmente conferma la possibilità di inondazione dell'areale per il periodo di ritorno considerato, tuttavia anche in questo caso, come per le altre interferenze con il cavidotto MT, il tipo di intervento previsto (passaggio dell'opera in sotterraneo) non potrà comportare alcuna seppur minima variazioni all'assetto idrogeologico, non aggravando di conseguenza le condizioni di pericolosità originarie.

	PROGETTO IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO "FRANCAVILLA FONTANA" Comuni di Francavilla Fontana (BR), Grottaglie (TA) e Taranto (TA)	AGOSTO 2022
--	--	-------------

7 CONCLUSIONI

Nell'ambito del progetto per la realizzazione di un impianto agro-fotovoltaico, della potenza di 27343 kWp, e delle relative opere di connessione alla RTN, da realizzarsi nei territori dei Comuni di Francavilla Fontana (BR), Grottaglie (TA) e Taranto (TA), su incarico della Società proponente, la EDP Renewables Italia Holding S.r.l., è stato effettuato uno studio idrologico ed idraulico relativamente all'areale di impianto e al cavidotto.

Scopo dello studio era una analisi morfologica ed idrografica dell'area vasta di progetto, al fine di individuare le eventuali interferenze tra il reticolo idrografico superficiale e sia con l'area di impianto che le opere di connessione per il convogliamento dell'energia prodotta alla RTN.

Dall'analisi è emerso che solamente il cavidotto di connessione MT, lungo i suoi circa 8,5 km di sviluppo, risulta interferire con alcuni elementi della rete idrografica mentre sia l'area di impianto che le opere di rete non presentano alcuna sovrapposizione; poiché le interferenze individuate ricadono all'interno di aree identificate dalle *Norme Tecniche di Attuazione P.A.I – AdB Puglia* di cui all'art. 6 "aree in modellamento attivo ed aree golenali" ed all'art. 10 "aree di pertinenza fluviale"; pertanto ai sensi dell'art. 36 delle NTA, si è reso necessario uno studio/analisi di compatibilità idrologica ed idraulica ai fini della verifica della sussistenza delle condizioni di sicurezza idraulica.

I risultati finali dello studio, svolto sia da un punto di vista qualitativo che quantitativo, sono di seguito sinteticamente riepilogati:

- Analisi geologica, morfologica ed idrografica preliminare

L'analisi preliminare indica che l'area d'impianto si imposta prevalentemente su terreni di natura calcareo-dolomitica dotati, in linea generale, di un'alta capacità di infiltrazione delle acque meteoriche.

Morfologicamente l'area si inserisce in un contesto pianeggiante, caratterizzato da una serie di superfici terrazzate, parallele grossomodo alla linea di costa, separate da gradini morfologici e degradanti verso il mare con pendenze inferiori ai 2°. L'analisi idrografica preliminare ha permesso di evidenziare quattro aree di interferenza tra il reticolo idrografico superficiale e la dorsale MT.

- Studio Idrologico

Sui sottobacini idrografici definiti dalle sezioni di interferenza è stato condotto uno studio idrologico allo scopo di valutare la portata di massima piena con tempo di ritorno pari a 30, 200 e 500 anni.

Le portate di massima piena sono state valutate, attraverso modelli matematici, a partire dall'afflusso meteorico previsto ed alla successiva trasformazione degli afflussi meteorici in deflussi.

	PROGETTO IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO "FRANCAVILLA FONTANA" Comuni di Francavilla Fontana (BR), Grottaglie (TA) e Taranto (TA)	AGOSTO 2022

Gli afflussi meteorici sono stati valutati mediante la ricostruzione delle Curve di Probabilità Pluviometrica utilizzando la metodologia TCEV (Two Component Extreme Value Distribution) messa a punto nell'ambito del progetto VA.PI. Per il processo di trasformazione degli afflussi in deflussi è stato utilizzato il Software dell'US Army Corps of Engineers, HEC-HMS utilizzando le metodologie richiamate al punto 4.2.4 del D.D.n.1/2011 "Istruzione Tecniche" della Regione Puglia. I risultati finali delle portate di picco ottenute sono sintetizzati nelle tabelle a seguire:

Interferenza	Sottobacino	Tempo di Ritorno	Portata di Picco (m ³ /s)	Deflusso totale (1000*m ³)
INT_01	SB_INT_01	30	5.3	50.3
		200	12.1	105.5
		500	15.5	134.8

Interferenza	Sottobacino	Tempo di Ritorno	Portata di Picco (m ³ /s)	Deflusso totale (1000*m ³)
INT_02	SB_INT_02	30	97.0	1697.3
		200	187.2	3219.1
		500	233.4	3994.5

Interferenza	Sottobacino	Tempo di Ritorno	Portata di Picco (m ³ /s)	Deflusso totale (1000*m ³)
INT_03	SB_INT_03	30	2.5	3.8
		200	4.7	6.9
		500	5.7	8.5

Interferenza	Sottobacino	Tempo di Ritorno	Portata di Picco (m ³ /s)	Deflusso totale (1000*m ³)
INT_04	SB_INT_04	30	9.0	17.7
		200	16.7	32.2
		500	20.6	39.4

- Studio Idraulico

L'analisi idraulica è stata condotta unicamente con riferimento all'interferenza INT_02 (Tav.06) poiché per le restanti interferenze l'analisi idrografica di campagna e lo studio delle foto satellitari storiche indicavano che sia allo stato attuale che almeno negli ultimi 20 anni non vi sono evidenze di alcuna incisione idrografica ben marcata; la mancanza di un'incisione idrografica "evidente" rende aleatoria qualsiasi tipologia di analisi idraulica numerica non potendosi modellare adeguatamente alcun canale di deflusso.

	PROGETTO IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO "FRANCAVILLA FONTANA" Comuni di Francavilla Fontana (BR), Grottaglie (TA) e Taranto (TA)	AGOSTO 2022
--	--	-------------

Si evidenzia unicamente che in tutti e 4 i casi, il cavidotto si snoderà lungo una viabilità esistente, sensibilmente sopraelevata rispetto al terreno, non interferendo pertanto in alcun modo con il deflusso delle acque, sviluppandosi l'opera per altro nel sottosuolo (generalmente con metodologia in TOC) e pertanto non alterando in alcun modo le condizioni di sicurezza idraulica dell'area.

L'analisi idraulica, è stata effettuata con modellizzazione 2D utilizzando i codici di calcolo implementati del software HEC-RAS distribuito dallo U.S. Army Corps of Engineers Hydrologic Engineer Center (www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras/), nella sua versione 6.1.

Palermo - Latiano, Agosto 2022

Ing. Daniele Cavallo

**Ordine Ingegneri Provincia
di Brindisi n. 1220**

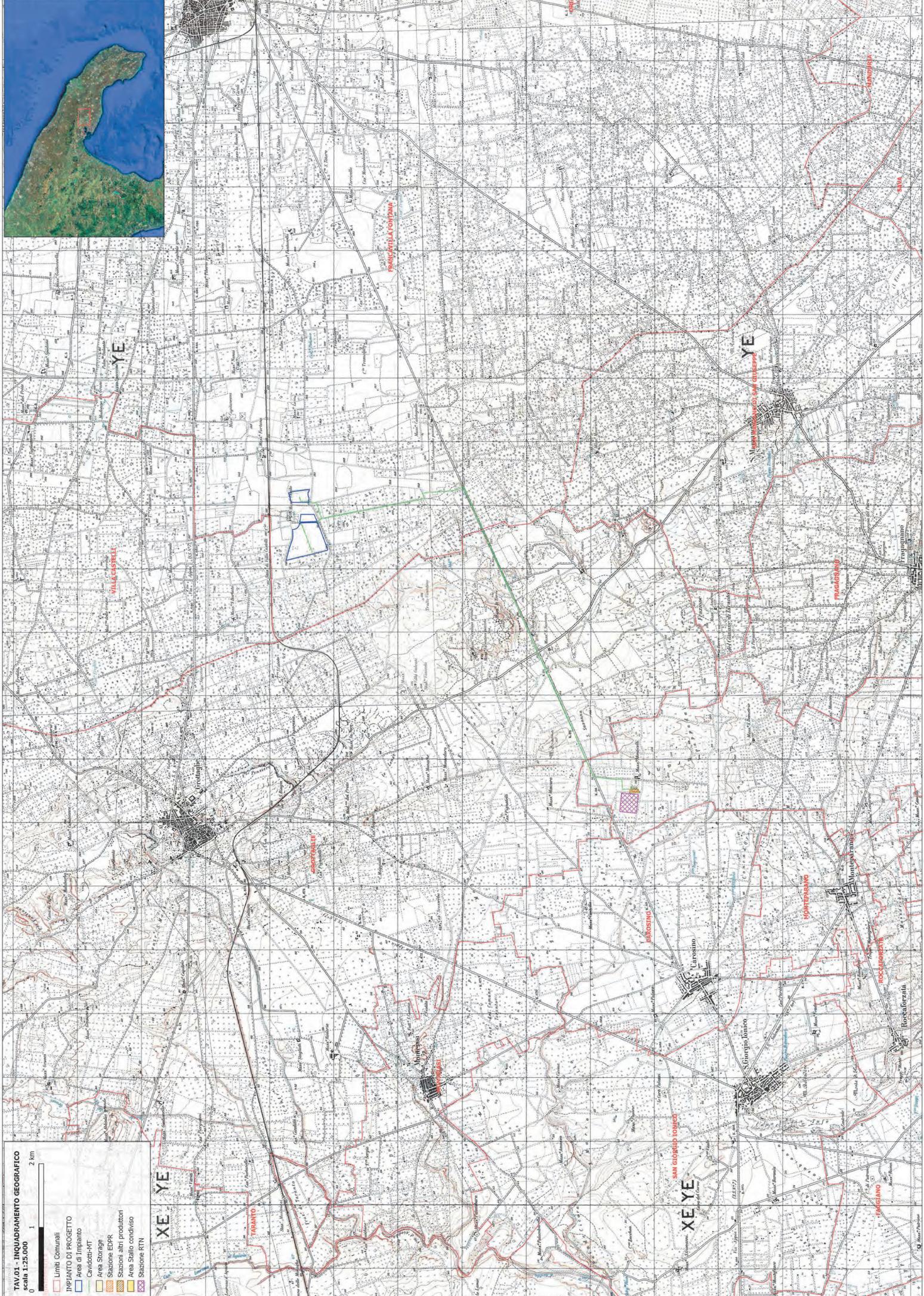
Dott. Geol. Michele Ognibene

**Ordine Regionale geologi di Sicilia
n. 3003**

Dott. Geol. Rosario Fria

**Ordine Regionale geologi di Sicilia
n. 1663**

ELABORATI GRAFICI



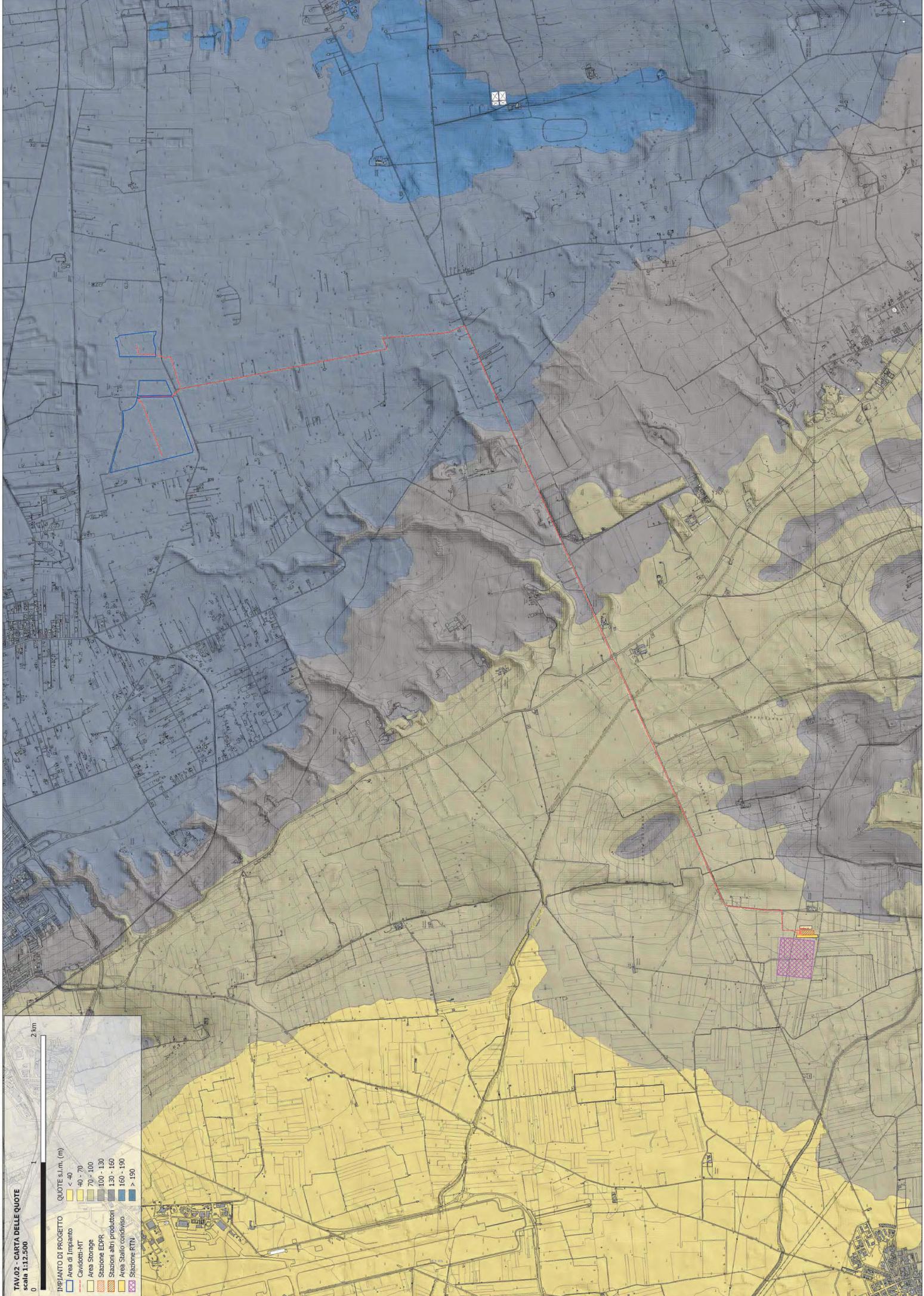
TAV.01 - INQUADRAMENTO GEOGRAFICO
0 scala 1:25.000

1 2 km

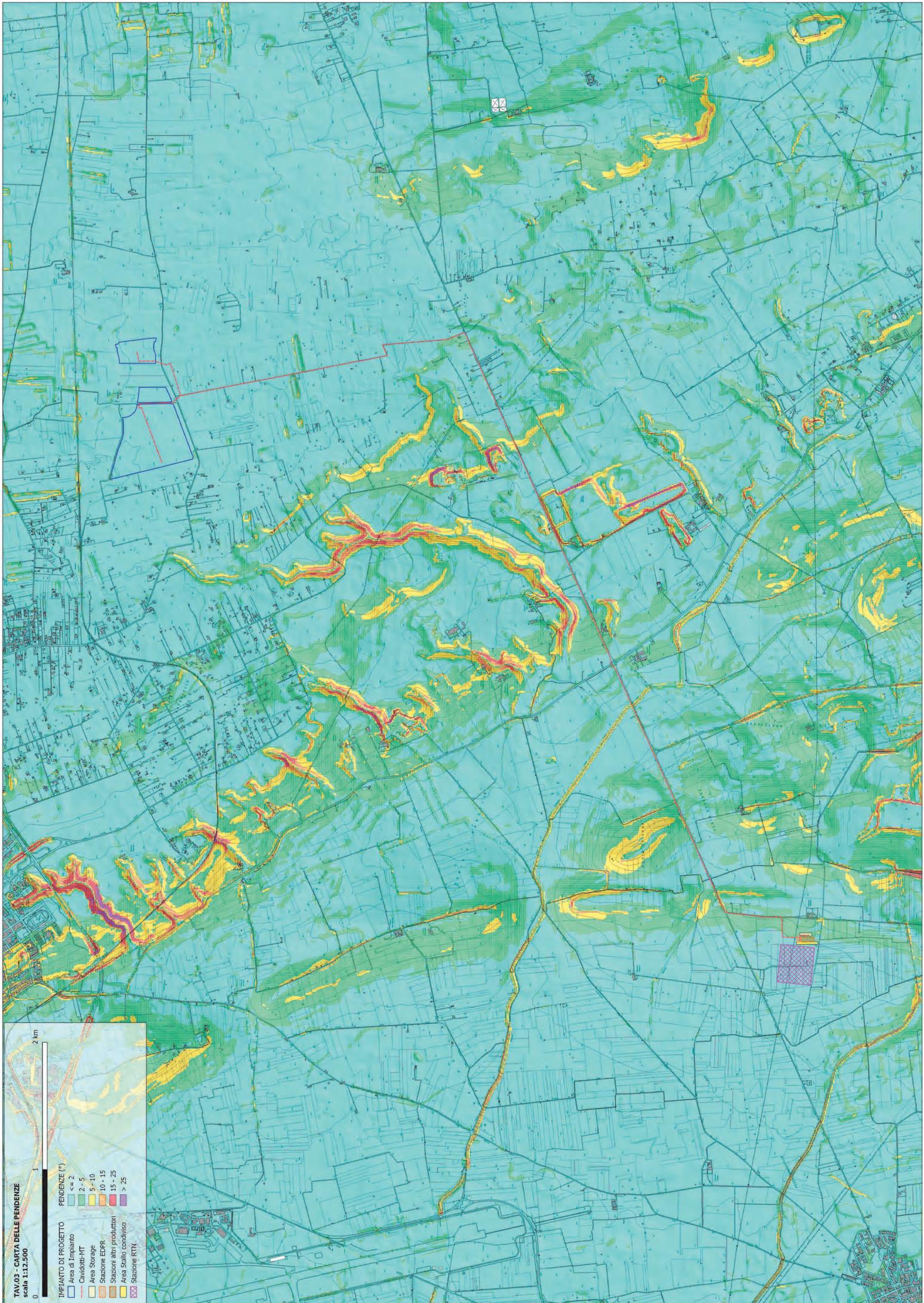
- Limiti Comunali
- IMPIANTO DI PROGETTO
- Area di Impianto
- Cavalletti-MT
- Area Storage
- Stazione EDR
- Stazioni altri produttori
- Area Stallo condiviso
- Stazione RTN



- QUOTE s.l.m. (m)**
- < 40
 - 40 - 70
 - 70 - 100
 - 100 - 130
 - 130 - 150
 - 150 - 190
 - > 190
- IMPIANTO DI PROGETTO**
- Area di Impianto
 - Cavalletti-MT
 - Area Storage
 - Stazione EDPK
 - Stazioni altri produttori
 - Area Stallo condiviso
 - Stazione RTN



TAV.03 - CARTA DELLE PENDENZE
scala 1:12.500



TAV.04 - CARTA DELLE PERICOLosità
 PRIMO ASSEGNO IDROLOGICO
 data 1.12.2008

0 1 2 km

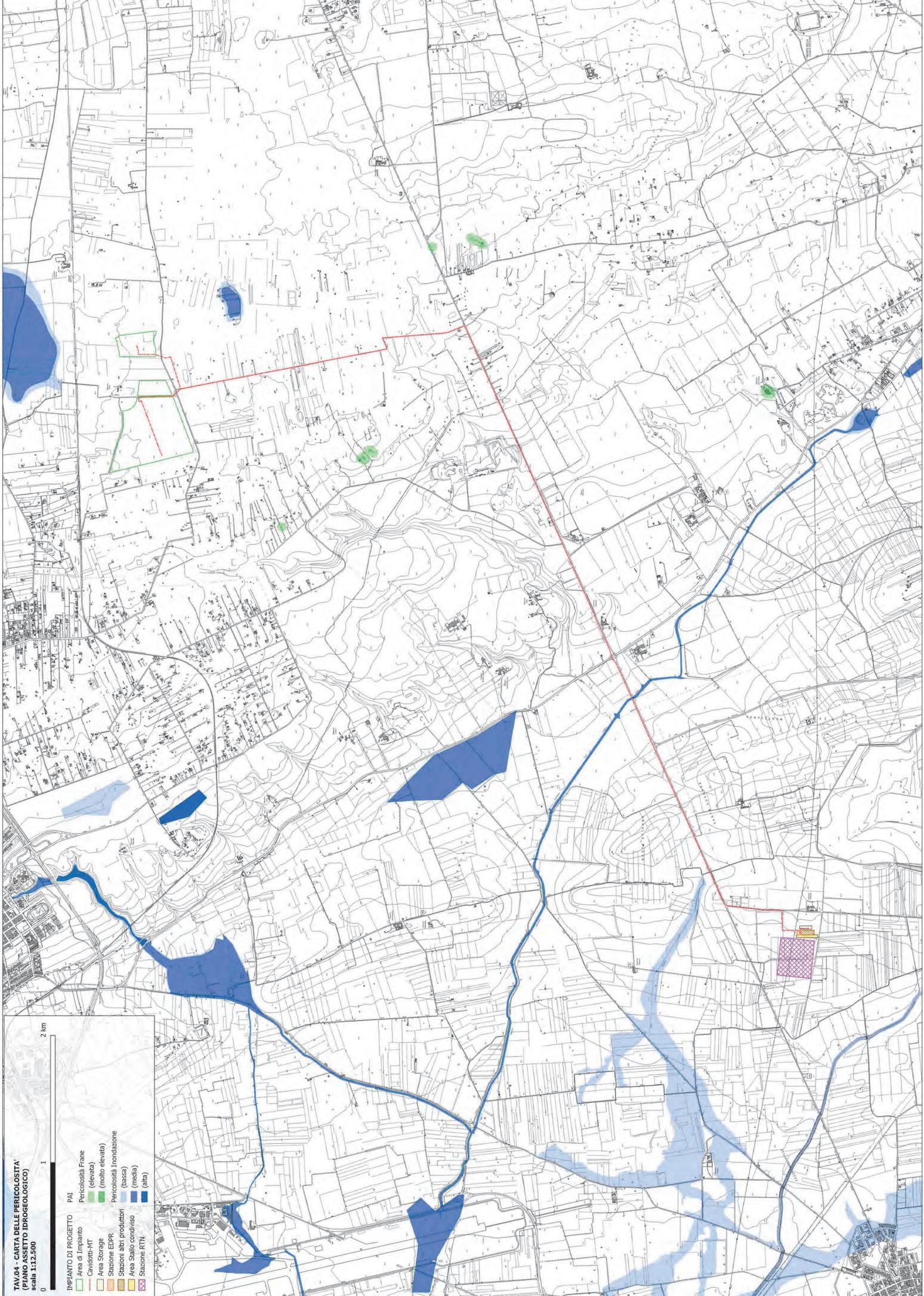
IMPIANTO DI PROGETTO

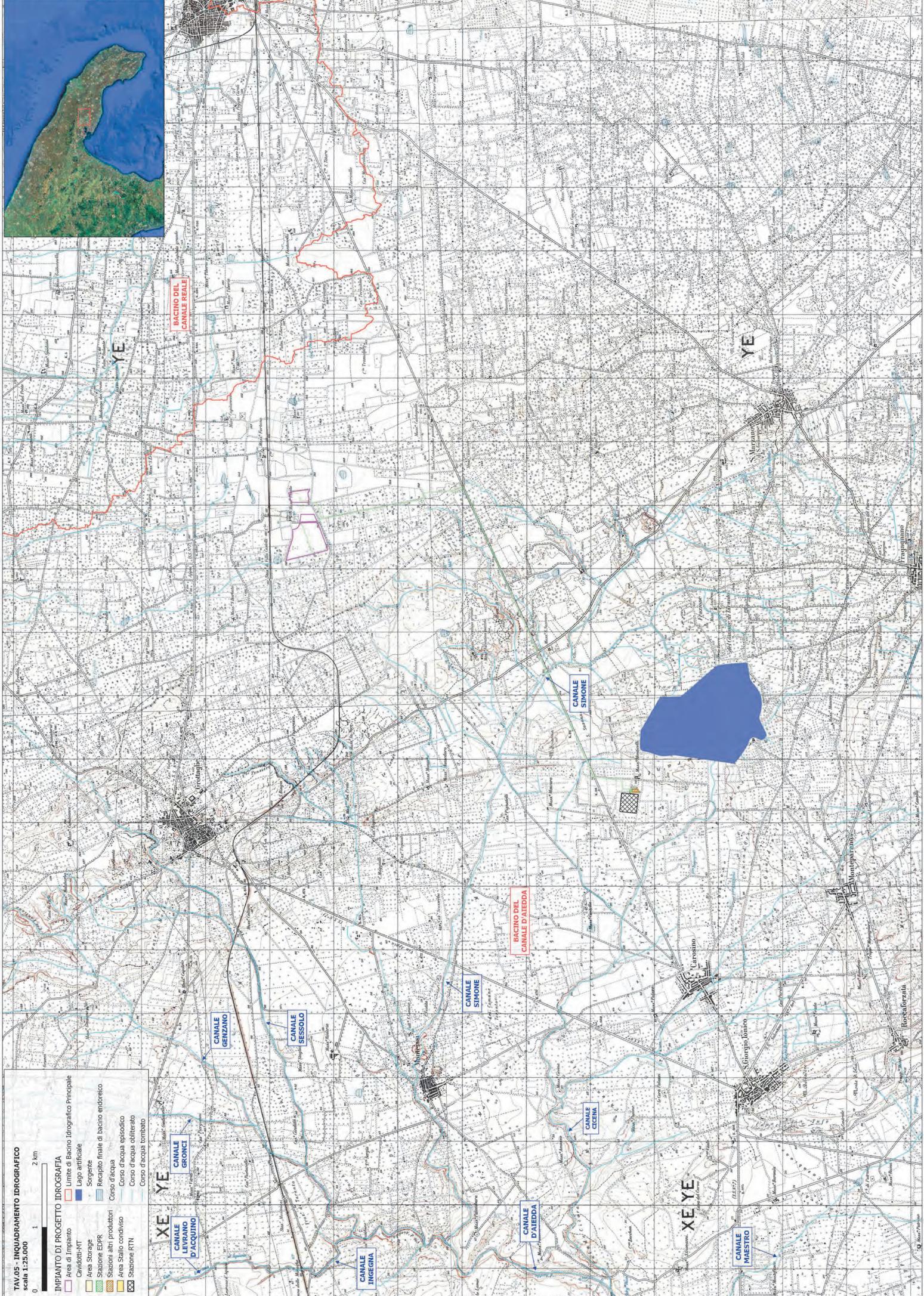
- Area di Impianto
- Cavalletti/MT
- Area Storage
- Stazione EDRP
- Area Spallo condiviso
- Stazione RTN

Pericolosità Frane (elevata)

- (molto elevata)
- (bassa)
- (media)
- (alta)

Pericolosità Inondazione





TAV.05 - INQUADRAMENTO IDROGRAFICO
scala 1:25.000

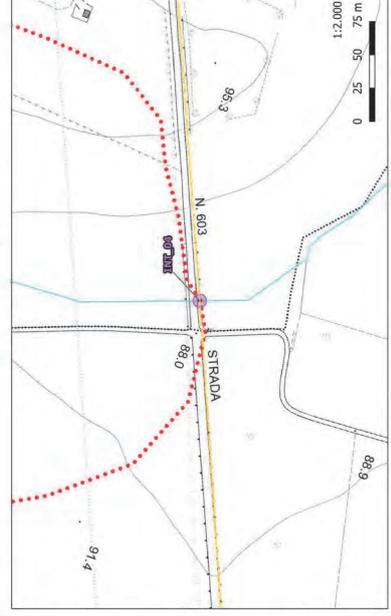
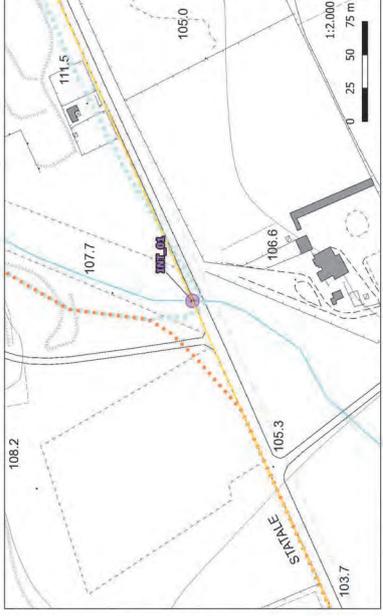
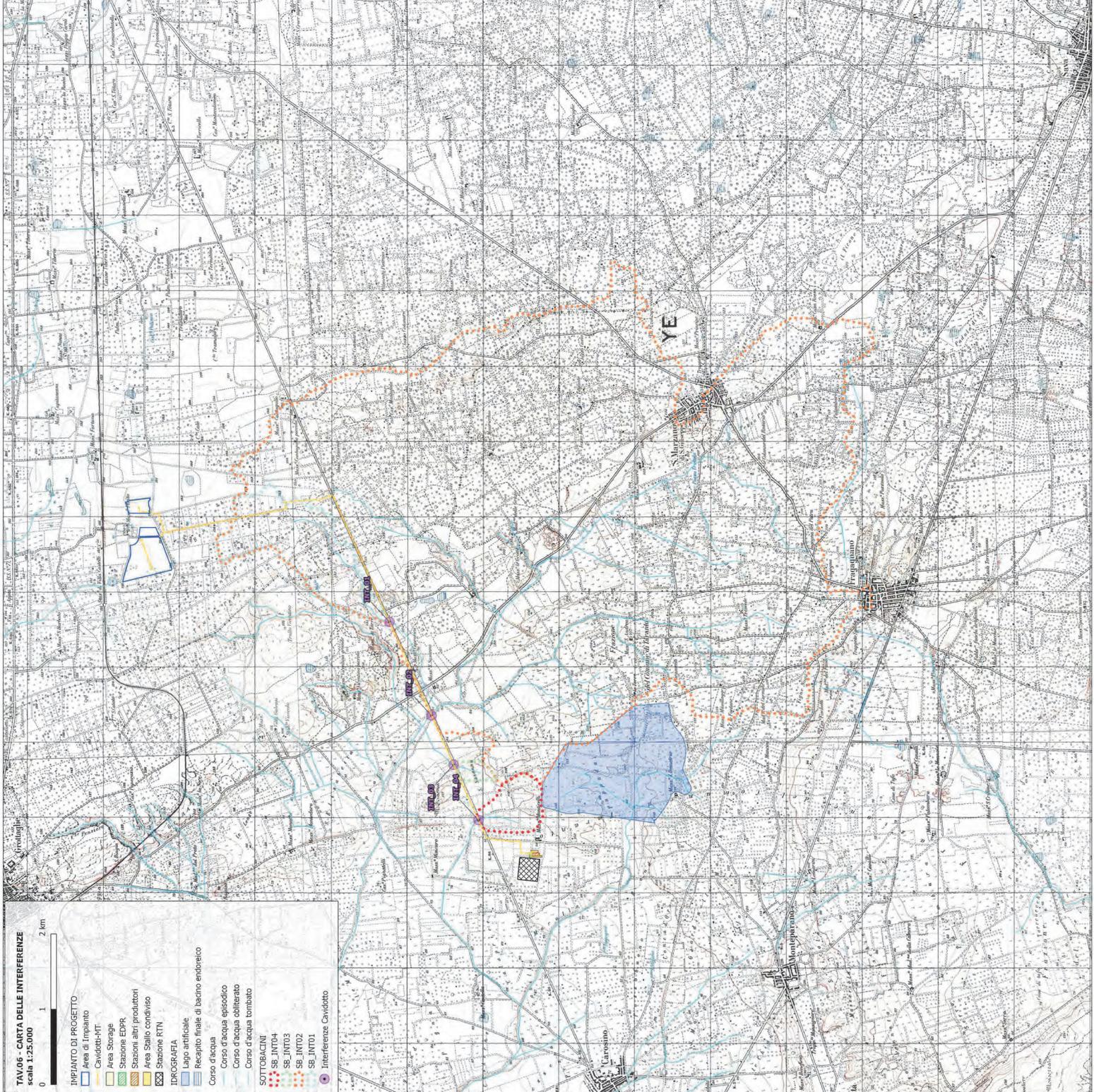
0 1 2 km

IMPIANTO DI PROGETTO IDROGRAFIA

- Area di Impianto
- Civildotti-MT
- Area Storage
- Stazione EOPR
- Stazioni altri produttori
- Area Stallo condiviso
- Stazione RTN

IMPIANTO DI PROGETTO IDROGRAFIA

- Limite di Bacino Idrografico Principale
- Lago artificiale
- Scorpio
- Recupito finale di bacino endoreico
- Corso d'acqua
- Corso d'acqua episodico
- Corso d'acqua obliterato
- Corso d'acqua tombato



TAV.06 - CARTA DELLE INTERFERENZE
scala 1:25,000

- 0 1 2 km
- IMPIANTO DI PROGETTO**
- Area di impianto
 - Cavità-RTN
 - Area Storage
 - Stazione EDRP
 - Stazioni altri produttori
 - Area Scallo condiviso
 - Stazione RTN
- IDROGRAFIA**
- Lago artificiale
 - Recupero finale di bacino endoreico
 - Corso d'acqua
 - Corso d'acqua episodico
 - Corso d'acqua obliatero
 - Corso d'acqua tombato
- SOTTOBACINI**
- SB_INT04
 - SB_INT03
 - SB_INT02
 - SB_INT01
- Interferenze Cavditto**
- Interferenze Cavditto

TAV.07 - CARTA DEI VINCOLI IDROLOGICI
CARTE DI SITO (N.T.A. PAI)
 scala 1:12.500



IMPIANTO DI PROGETTO

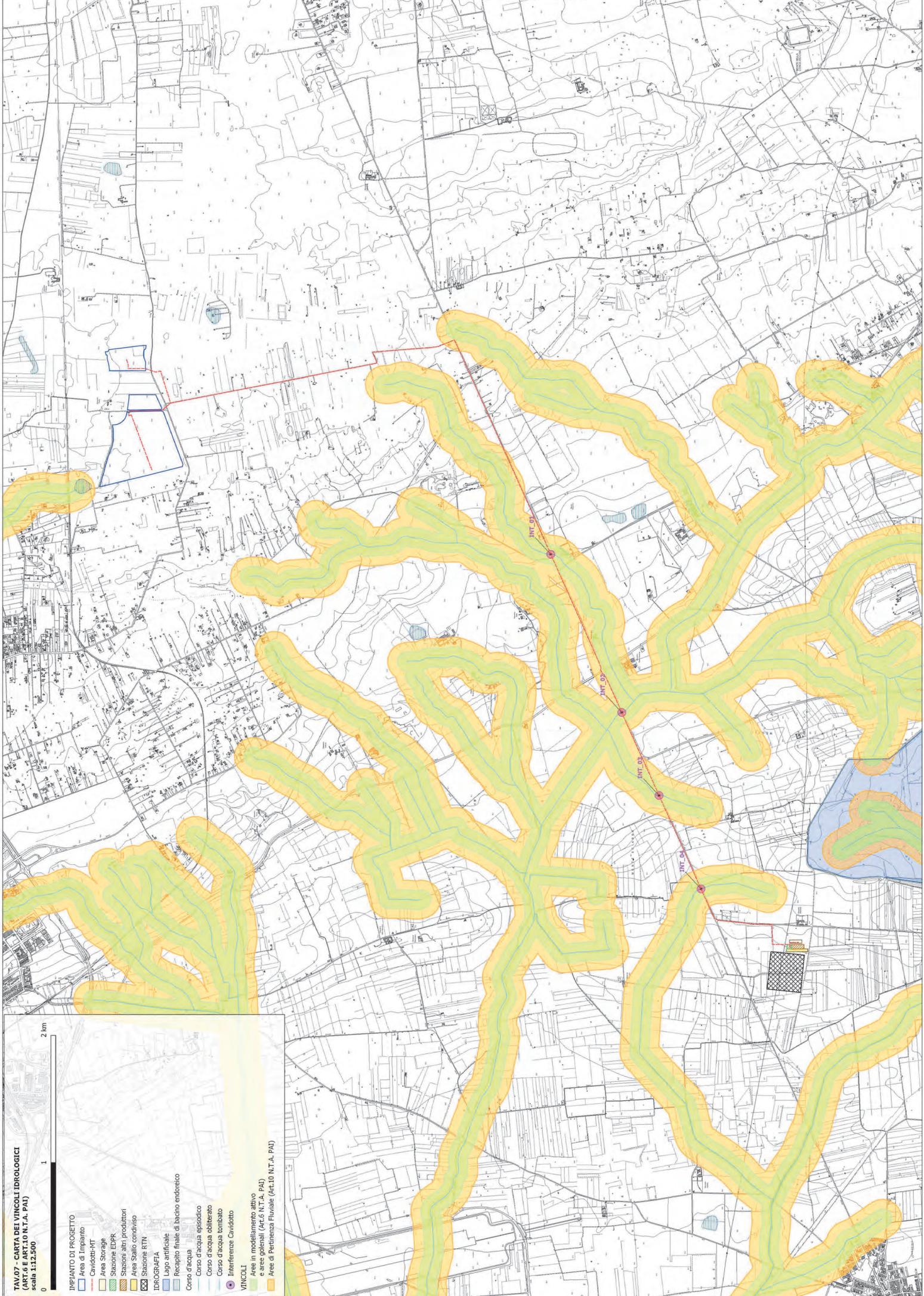
- Area di Impianto
- Cavalletti/RT
- Area Storage
- Stazioni EDPR
- Stazioni altri produttori
- Area Sialto condiviso
- Stazione RTN

IDROGRAFIA

- Lago artificiale
- Recipiente finale di bacino endoreico
- Corso d'acqua
- Corso d'acqua episodico
- Corso d'acqua obliterato
- Corso d'acqua tombato
- Interferenze Caviddato

VINCOLI

- Area in medesimo attivo e in generale (Art.6 N.T.A. PAI)
- Area di Pertinenza Fluidale (Art.10 N.T.A. PAI)



TAV.06 - CARTA DELL'USO DEL SUOLO
 (AGG. 1.1.1)
 scala 1:20.000



TIPIANTO DI PROGETTO

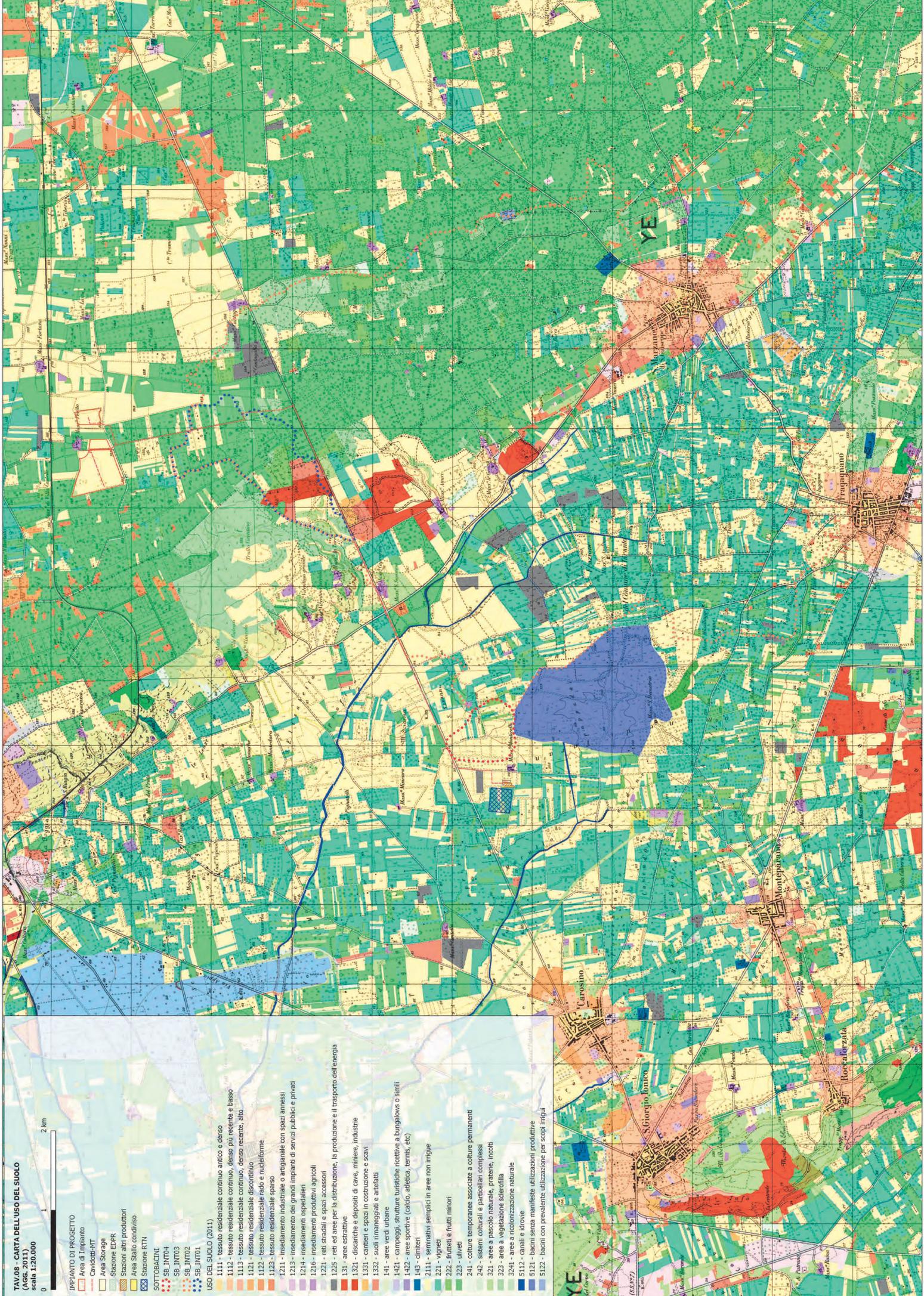
- Area di impianto
- Cavalcavia RT
- Area Storage
- Stazioni EDPK
- Stazioni altri produttori
- Area Scallo condiviso
- Stazione RTN

SOTTOSACINI

- SE_INT04
- SE_INT03
- SE_INT02
- SE_INT01

USO DEL SUOLO (2011)

- 1111 - tessuto residenziale continuo antico e denso
- 1112 - tessuto residenziale continuo, denso più recente e basso
- 1113 - tessuto residenziale continuo, denso recente, alto
- 1121 - tessuto residenziale discontinuo
- 1122 - tessuto residenziale rado e nucleiforme
- 1123 - tessuto residenziale sparso
- 1211 - insediamento industriale o artigianale con spazi annessi
- 1213 - insediamento dei grandi impianti di servizi pubblici e privati
- 1214 - insediamenti ospedalieri
- 1216 - insediamenti produttivi agricoli
- 1221 - reti stradali e spazi accessori
- 1225 - reti ed aree per la distribuzione, la produzione e il trasporto dell'energia
- 131 - aree estrattive
- 1321 - discariche e depositi di cave, miniere, industrie
- 1331 - cantieri e spazi in costruzione e scavi
- 1332 - suoli rimangiati e aridificati
- 141 - aree verdi urbane
- 1421 - campiggi, strutture turistiche ricettive a burgolowe o simili
- 1422 - aree sportive (calcio, atletica, tennis, etc)
- 143 - cimiteri
- 211 - seminativi semplici in aree non irrigue
- 221 - vigneti
- 222 - frutteti e fruti minori
- 223 - uliveti
- 241 - colture temporanee associate a colture permanenti
- 242 - sistemi culturali e partecellari complessi
- 321 - aree a pascolo naturale, praterie, incolti
- 323 - aree a vegetazione sclerofilla
- 324 - aree a ricoltivazione naturale
- 5112 - canali e idrovie
- 5121 - bacini senza manifeste utilizzazioni produttive
- 5122 - bacini con prevalente utilizzazione per scopi lirigui



TAV-09 - CARTA LITOLOGICA

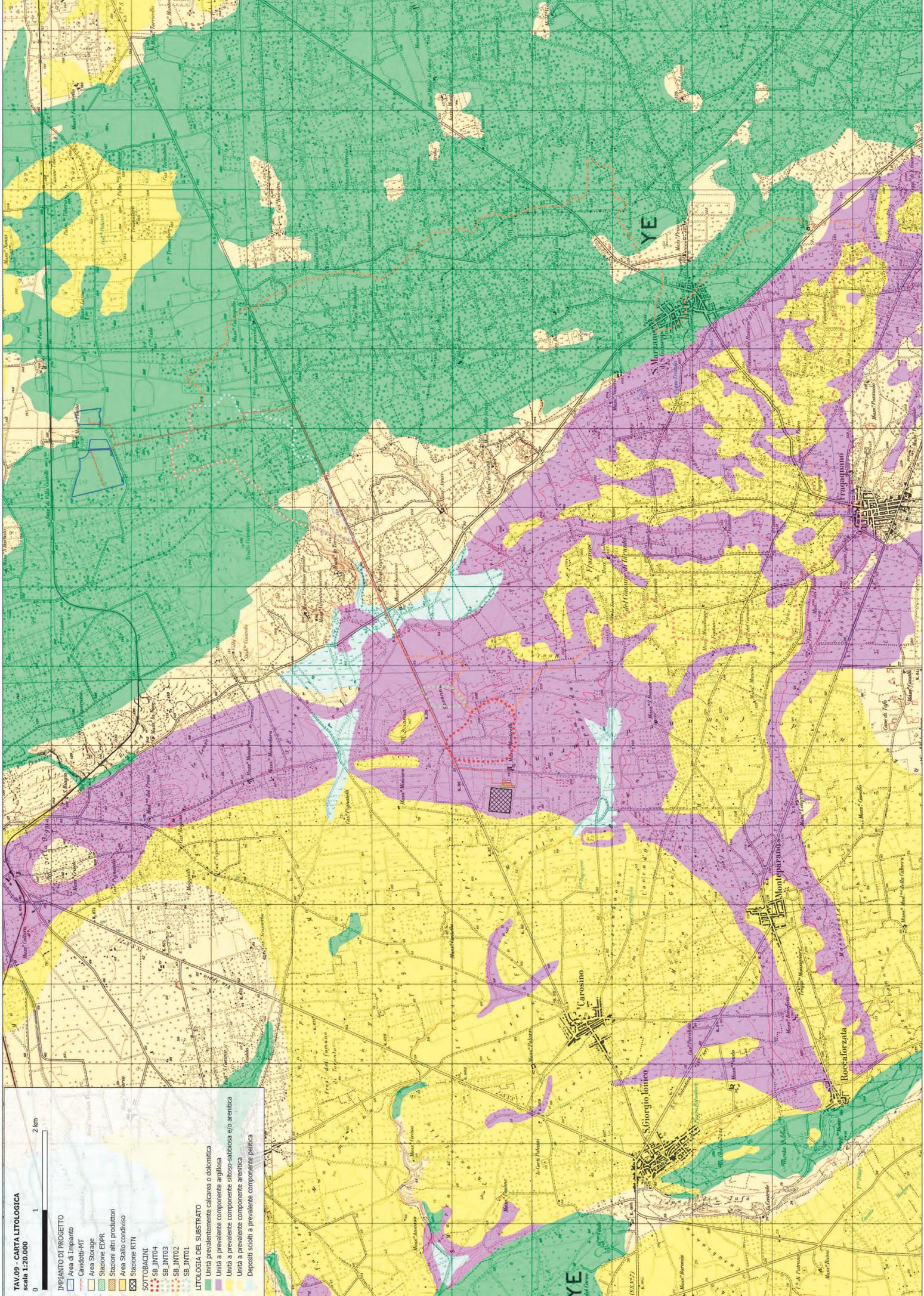
scala 1:20.000

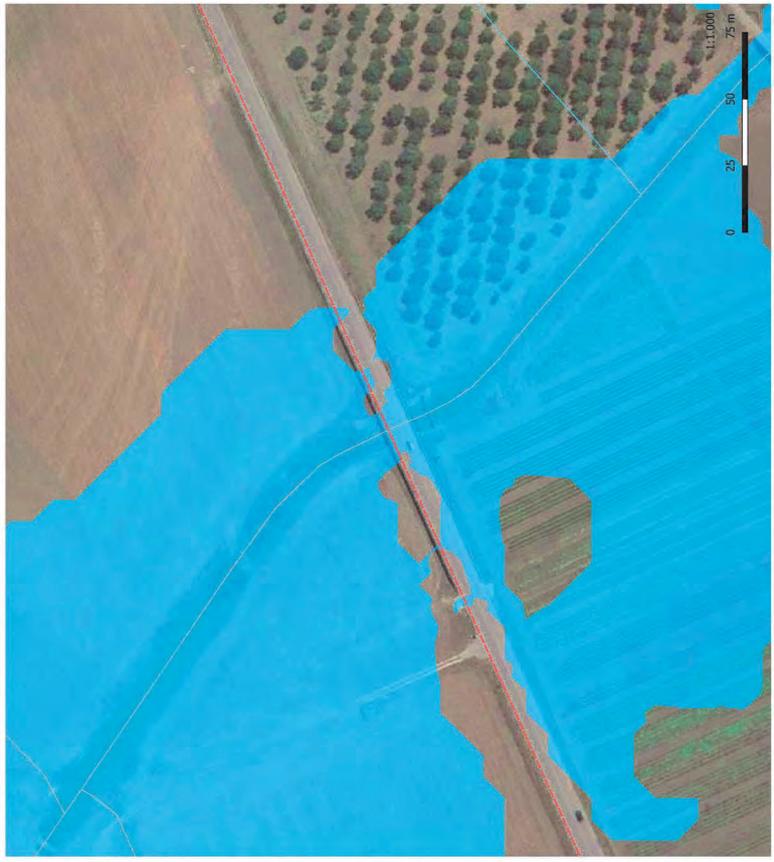
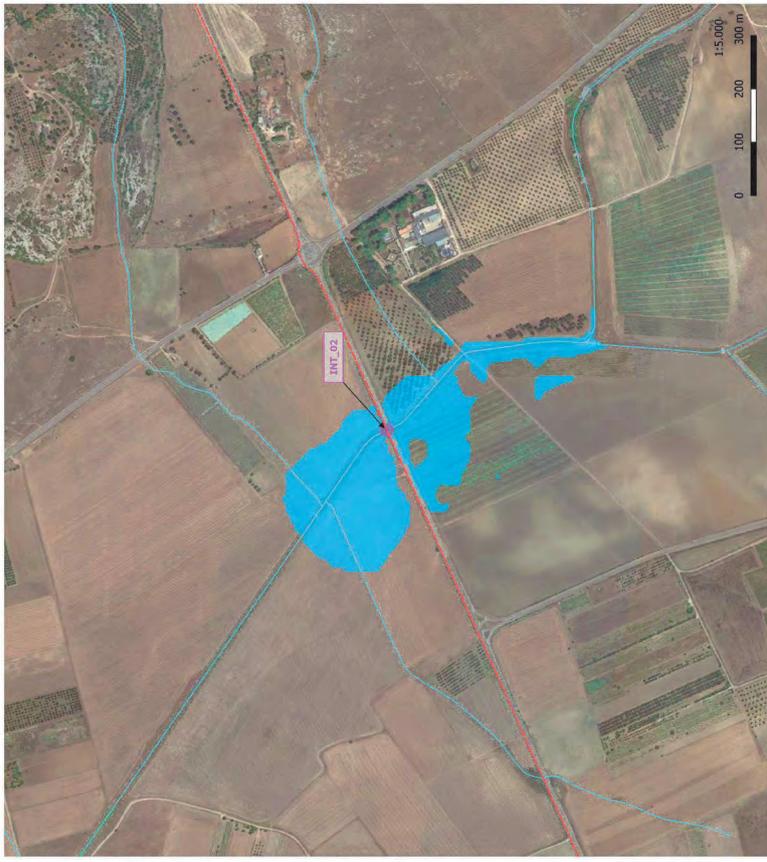


- IMPIANTO DI PROGETTO**
- Area di Impianto
 - Cavalletti-MT
 - Area Storage
 - Stazioni EDR
 - Stazioni altri produttori
 - Area Sfalco condiviso
 - Stazione RTN

- SOTTOBACINI**
- SB_INT04
 - SB_INT03
 - SB_INT02
 - SB_INT01

- LITOLOGIA DEL SUBSTRATO**
- Unità prevalentemente calcarea o dolomitica
 - Unità a prevalente componente argillosa
 - Unità a prevalente componente siltoso-sabbiosa e/o arenitica
 - Unità a prevalente componente arenitica
 - Depositi sciolti a prevalente componente pellica





TAV.10 - CARTA DELL'AREA DI ALLAGAMENTO IMPIUVIO INT_02
 (Tr. 200 metri - Tirante Idraulico > 0,20 mt)
 scala 1:12.500

0 0,5 1 km

IMPIANTO DI PROGETTO

- Area di Impianto
- Cavalletti-MT
- Area Storage
- Stazioni EDRP
- Stazioni altri produttori
- Area Sballo condiviso
- Stazione RTN

BACINI IDRICI

- Lago artificiale
- Recupero finale di bacino endogenico

Corso d'acqua

- Corso d'acqua episdioico
- Corso d'acqua obiterato
- Area di Allagamento INT_02 (Tr. 200)
- INT_02

APPENDICE A

Formule calcolo Tempo di Corrivazione

FORMULE UTILIZZATE PER LA VALUTAZIONE DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE

I) *Formula di Aronica & Paltrinieri* (Giandotti modificata per Piccoli Bacini)

$$t_c = \frac{1}{Md} \frac{\sqrt{S} + 1,5L}{0,8\sqrt{H_m}} \quad \text{Aronica \& Paltrinieri}$$

$$t_c = \frac{4\sqrt{S} + 1,5L}{0,8\sqrt{H_m}} \quad \text{Giandotti}$$

S = area bacino idrografico sotteso dalla sezione di chiusura in km²

L = lunghezza dell'asta principale, a partire dallo spartiacque, in km

H_m = altitudine media del bacino, riferita alla sezione di chiusura h₀; in metri s.l.m.

M e d = costanti numeriche funzione del tipo di utilizzazione del suolo e della permeabilità

II) *Formula di Kirpick*

$$t_c = 0.000325 \cdot (L \cdot 1000)^{0.77} \cdot i_b^{-0.385}$$

L [Km] Lunghezza dell'asta principale

i_b [m/m] Pendenza media del bacino idrografico

III) *Formula SCS - CN*

$$t_c = 0.00227 \cdot L^{0.8} \cdot \left(\frac{1000}{CN} - 9 \right)^{0.7} \cdot S^{-0.5} \quad \text{dove}$$

S = pendenza media del bacino in % (ossia compresa tra 0 e 1)

L = lunghezza asta principale in metri

CN = Curve Number del Soil Conservation Service

IV) *Formula di Pezzoli*

$$t_c = \frac{0.055 \cdot L}{\sqrt{i_a}}$$

L [Km] Lunghezza dell'asta principale

i_a[m/m] Pendenza media dell'asta principale

V) *Formula di Ventura*

$$t_c = 0.1272 \cdot \sqrt{\frac{A}{i_a}}$$

A [Km²] Area del bacino idrografico

ia[m/m] Pendenza media dell'asta principale

VI) *Formula di Pasini*

$$t_c = \frac{0.108 \cdot \sqrt[3]{A \cdot L}}{\sqrt{i_a}}$$

A [Km²] Area del bacino idrografico

L [Km] Lunghezza dell'asta principale

ia[m/m] Pendenza media dell'asta principale

VII) *Formula di Viparelli*

$$t_c = \frac{L}{3.6 \cdot V}$$

L [Km] Lunghezza dell'asta principale

V Velocità media di deflusso all'interno dei canali, i valori suggeriti dell'autore sono compresi tra 1,0 e 1.5] m/s

VIII) *Formula di Mockus*

$$t_c = \frac{t_L}{0.6} \quad \text{con} \quad t_L = 0,342 \frac{L^{0,8}}{s^{0,5}} \left(\frac{1000}{CN} - 9 \right)^{0,7}$$

S = pendenza media del bacino in % (ossia compresa tra 0 e 1)

L = lunghezza asta principale in metri

CN = Curve Number del Soil Conservation Service

APPENDICE B

Calcolo Curve Number Sottobacini

	PROGETTO IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO "FRANCAVILLA FONTANA" Comuni di Francavilla Fontana (BR), Grottaglie (TA) e Taranto (TA)	AGOSTO 2022
--	--	-------------

CALCOLO DEL CURVE NUMBER*

Valutazioni di dettaglio per il calcolo del Curve Number per il sottobacino di progetto, utilizzando la procedura descritta nel paragrafo 4.4

() valori da "Studio per la definizione delle opere necessarie alla messa in sicurezza del reticolo idraulico interessato dagli eventi alluvionali di ottobre e novembre 2005 nelle province di Bari e Brindisi"*

Sottobacino INT_01				
Uso del Suolo	Classe di Terreno	% di copertura	CN da tabella	Peso
Seminativo semplice in aree non irrigue	B	15.30	76	11.6
Vigneti	B	0.77	78	0.6
Uliveti	B	49.65	78	38.7
Frutteti	B	7.74	78	6.0
Aree a pascolo naturale, incolti	B	4.58	79	3.6
Area a vegetazione a sclorofilla	B	6.07	66	4.0
Discariche, depositi di cava, miniere e industrie	B	5.77	86	5.0
Aree estrattive	B	4.17	0	0
Suoli rimaneggiati	B	5.65	86	4.9
Rete stradali e spazi accessori	B	0.30	98	0.3
Aree assimilabili ad impermeabili	-	-	100	-
TOTALE		100		74.7

	PROGETTO IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO "FRANCAVILLA FONTANA" Comuni di Francavilla Fontana (BR), Grottaglie (TA) e Taranto (TA)	AGOSTO 2022

Sottobacino INT_02				
Uso del Suolo	Classe di Terreno	% di copertura	CN da tabella	Peso
Seminativo semplice in aree non irrigue	B	13.32	76	10.2
	D	10.76	88	9.5
Vigneti	B	12.45	78	9.7
	D	11.67	89	10.4
Uliveti	B	28.68	78	22.5
	D	1.74	89	1.5
Frutteti	B	2.44	78	1.9
	D	0.54	89	0.5
Sistemi colturali e particellari complessi	B	0.01	81	0
	D	0.01	91	0
Colture temporanee associate a colture permanenti	B	0.28	71	0.2
	D	0.01	81	0
Aree a pascolo naturale, incolti	B	1.84	79	1.5
	D	0.01	89	0
Area a vegetazione a sclorofilla	B	3.44	66	2.3
	D	0.02	83	0
Aree a ricolonizzazione naturale	B	0.10	66	0.1
	D	0.25	85	0.2
Insediamenti produttivi agricoli	B	0.03	92	0
	D	0.03	92	0
Aree verdi urbane	B	0.04	65	0
	D	0.05	69	0
Aree sportive	B	0.08	84	0.1
	D	0.08	84	0.1
Campeggi	B	0.03	69	0
	D	0.03	69	0
Discariche, depositi di cava, miniere e industrie	B	0.33	86	0.3
	D	0.33	86	0.3
Aree estrattive	B	1.76	0	0
	D	1.76	0	0
Suoli rimaneggiati	B	1.38	86	1.2
	D	0.08	94	0.1
Cantieri e spazi in costruzione, scavi	B	0.36	85	0.3
	D	0.11	92	0.1
Cimiteri	B	0.14	75	0.1
	D	0.14	75	0.1
Insediamenti industriali, artigianali e spazi annessi	B	0.25	88	0.2
	D	0.14	93	0.1
Insediamenti dei grandi impianti di servizi pubblici e privati	B	0.16	92	0.2
	D	0.16	92	0.2
Insediamenti ospedalieri	B	0.01	88	0
	D	0.01	88	0
Tessuto residenziale continuo, antico e denso	B	0.13	74	0.1
	D	0.02	86	0

	PROGETTO IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO "FRANCAVILLA FONTANA" Comuni di Francavilla Fontana (BR), Grottaglie (TA) e Taranto (TA)	AGOSTO 2022
--	--	-------------

Tessuto residenziale continuo, denso, più recente e basso	B	2.31	74	1.7
	D	0.18	86	0.2
Tessuto residenziale continuo, denso, recente e alto	B	0.10	74	0.1
Tessuto residenziale discontinuo	B	0.01	85	0
Tessuto residenziale rado e nucleiforme	B	0.07	75	0.1
	D	0.04	87	0
Tessuto residenziale sparso	B	0.62	72	0.4
	D	0.08	86	0.1
Rete ed aree per la distribuzione dell'energia	B	0.96	92	0.9
	D	0.93	95	0.9
Rete stradali e spazi accessori	B	1.09	98	1.1
	D	0.56	98	0.5
Aree assimilabili ad impermeabili (canali ed idrovie, bacini senza e/o per scopi irrigui)	-	0.38	100	-
TOTALE		100		79.3

	PROGETTO IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO "FRANCAVILLA FONTANA" Comuni di Francavilla Fontana (BR), Grottaglie (TA) e Taranto (TA)	AGOSTO 2022
--	--	-------------

Sottobacino INT_03				
Uso del Suolo	Classe di Terreno	% di copertura	CN da tabella	Peso
Seminativo semplice in aree non irrigue	D	55.77	88	49.1
Vigneti	D	26.92	89	24.0
Uliveti	D	10.58	89	9.4
Frutteti	D	5.77	89	5.1
Insedimenti produttivi agricoli	D	0.96	92	0.9
Aree assimilabili ad impermeabili	-	-	100	-
TOTALE		100		88.5

Sottobacino INT_04				
Uso del SUolo	Classe di Terreno	% di copertura	CN da tabella	Peso
Seminativo semplice in aree non irrigue	D	83.77	88	73.7
Vigneti	D	7.60	89	6.8
Uliveti	D	0.62	89	0.5
Frutteti	D	7.19	89	6.4
Reti stradali e spazi accessori	D	0.82	98	0.8
Aree assimilabili ad impermeabili	-	-	100	-
TOTALE		100		88.2

Tabella 3.4 - Raggruppamento delle unità geologiche in classi di permeabilità

UNITA' GEOLITOLOGICA	CLASSE
Alternanze arenaceo-pelitiche di ambiente torbiditico. Miocene	B
Alternanze calcareo-argillose di ambiente torbiditico. Miocene	C
Areniti silicoclastiche e/o carbonatiche di ambiente di transizione. Pliocene	B
Argille, argille siltose e argille marnose di piattaforma. Pliocene medio - Pleistocene medio	D
Brecce calcaree di versante. Pleistocene	C
Carbonati di bacino. Giurassico-Cretacico	C
Carbonati di margine e scarpata. Paleogene	B
Carbonati di piattaforma aperta. Paleogene-Miocene	C
Carbonati di piattaforma aperta. Pliocene medio - Pleistocene inf.	B
Carbonati di piattaforma. Giurassico-Cretacico	A
Carbonati di scarpata. Giurassico-Cretacico	C
Complesso argilloso caotico da melange tettonico. Cretacico - Miocene	D
Conglomerati di ambiente di transizione. Pliocene	B
Conglomerati e ghiaie con lenti sabbiose di ambiente di transizione e/o continentale. Pleistocene inf.	B
Gessi di ambiente evaporitico e carbonati di ambiente di transizione (Punta delle Pietre Nere). Triassico	A
Ghiaie e conglomerati di ambiente alluvionale (depositi continentali terrazzati). Pleistocene medio	B
Ghiaie e pietrischi di versante e di conoide alluvionale. Pleistocene sup. - Olocene	B
Materiali caotici ed eterogenei (corpi di frana). Pleistocene sup. - Olocene	C
Rocce ignee (Punta delle Pietre Nere). Terziario sup	D
Sabbie di piana costiera. Pleistocene sup. - Olocene	A
Sabbie e arenarie, ghiaie e conglomerati, calcareniti, silt e argille di ambiente di transizione e/o continentale (depositi marini terrazzati). Pleistocene medio - sup.	B
Sabbie e areniti con lenti argillose e ghiaioso-conglomeratiche di ambiente di transizione e/o continentale. Pleistocene inf.	B
Sabbie e ghiaie di ambiente alluvionale (depositi continentali terrazzati). Pleistocene sup. - Olocene	B
Silt e argille da colmata antropica. Olocene	D
Silt e argille lagunari e palustri. Pleistocene sup. - Olocene	D
Silt e argille residuali, eluviali e colluviali. Pleistocene sup. - Olocene	D
Silt, argille, sabbie e ghiaie di ambiente alluvionale (depositi di fondovalle). Pleistocene sup. - Olocene	C

Tabella 3.5 - Determinazione dei valori di Curve Number per le categorie di uso del suolo della CTR Puglia

Categorie di uso del suolo	Macrocategoria associata	A	B	C	D
Acquacolture	Superfici al 100 % impermeabili	100	100	100	100
Altre colture permanenti	Terre coltivate con trattamenti di conservazione del suolo	62	71	78	81
aree a pascolo naturale, praterie, incolti	Pascolo in cattive condizioni	68	79	86	89
aree a ricolonizzazione artificiale (rimboschimenti nella fase di novelleto)	Boschi con copertura rada	45	66	77	83
aree a ricolonizzazione naturale	Boschi con copertura rada	45	66	77	83
aree a vegetazione sclerofilla	Boschi con copertura rada	45	66	77	83
Aree aeroportuali ed eliporti	Aree residenziali (65 % impermeabili)	77	85	90	92
Aree agroforestali	Boschi con copertura rada	45	66	77	83
Aree archeologiche	Terreno incolto	77	86	91	94
Aree con vegetazione rada	Pascolo in cattive condizioni	68	79	86	89
Aree estrattive	Superfici al 100 % permeabili	0	0	0	0
Aree interessate da incendi o altri eventi dannosi	Boschi con copertura rada	45	66	77	83
Aree per gli impianti delle telecomunicazioni	Aree residenziali (65 % impermeabili)	77	85	90	92
Aree portuali	Parcheggi, tetti, strade carrabili	98	98	98	98
Aree prevalentemente occupate da coltura agrarie con presenza di spazi naturali	Terre coltivate con trattamenti di conservazione del suolo	62	71	78	81
Aree sportive (calcio, atletica, tennis, etc)	Spazi aperti e parchi in condizioni medie	49	69	79	84
Aree verdi urbane	Aree residenziali (12 % impermeabili)	46	65	77	82
Bacini con prevalentemente utilizzazione per scopi irrigui	Superfici al 100 % impermeabili	100	100	100	100
Bacini senza manifeste utilizzazioni produttive	Superfici al 100 % impermeabili	100	100	100	100
Boschi di conifere	Boschi con copertura media	36	60	73	79
Boschi di latifoglie	Boschi con copertura media	36	60	73	79
Boschi misti di conifere e latifoglie	Boschi con copertura media	36	60	73	79
Campeggi, strutture turistiche ricettive a bungalows o simili	Spazi aperti e parchi in condizioni medie	49	69	79	84
Canali e idrovie	Superfici al 100 % impermeabili	100	100	100	100
Cantieri e spazi in costruzione e scavi	Aree residenziali (65 % impermeabili)	77	85	90	92
Cespuglieti e arbusteti	Boschi con copertura rada	45	66	77	83
Cimiteri	Aree residenziali (38 % impermeabili)	61	75	83	87
Colture orticole in pieno campo in serra e sotto plastica in aree irrigue	Colture in filari, dritti in cattive condizioni	72	81	88	91

Categorie di uso del suolo	Macrocategoria associata	A	B	C	D
Colture orticole in pieno campo in serra e sotto plastica in aree non irrigue	Colture in filari, dritti in cattive condizioni	72	81	88	91
Colture temporanee associate a colture permanenti	Terre coltivate con trattamenti di conservazione del suolo	62	71	78	81
Depositi di rottami a cielo aperto, cimiteri di autoveicoli	Aree commerciali (85 % impermeabili)	89	92	94	95
Discariche e depositi di cave, miniere, industrie	Terreno incolto	77	86	91	94
Estuari	Superfici al 100 % impermeabili	100	100	100	100
Fiumi, torrenti e fossi	Superfici al 100 % impermeabili	100	100	100	100
Frutteti e frutti minori	Colture in filari dritti in buone condizioni	67	78	85	89
Grandi impianti di concentrazione e smistamento merci	Aree commerciali (85 % impermeabili)	89	92	94	95
Insedimenti ospedalieri	Aree commerciali (72 % impermeabili)	81	88	91	93
Insedimenti produttivi agricoli	Aree residenziali (65 % impermeabili)	77	85	90	92
Insedimento commerciale	Aree commerciali (85 % impermeabili)	89	92	94	95
Insedimento degli impianti tecnologici	Aree commerciali (72 % impermeabili)	81	88	91	93
Insedimento dei grandi impianti di servizi pubblici e privati	Aree commerciali (85 % impermeabili)	89	92	94	95
Insedimento in disuso	Aree residenziali (38 % impermeabili)	61	75	83	87
Insedimento industriale o artigianale con spazi annessi	Aree commerciali (72 % impermeabile)	81	88	91	93
Lagune, laghi e stagni costieri	Superfici al 100 % impermeabili	100	100	100	100
Paludi interne	Superfici al 100 % impermeabili	100	100	100	100
Paludi salmastre	Superfici al 100 % impermeabili	100	100	100	100
Parchi di divertimento (acquapark, zoosafari e simil.)	Spazi aperti e parchi in condizioni medie	49	69	79	84
Prati alberati, pascoli alberati	Pascolo in condizioni medie	49	69	79	84
Reti ed aree per la distribuzione, la produzione e il trasporto dell'energia	Aree commerciali (85 % impermeabili)	89	92	94	95
Reti ferroviarie comprese le superfici annesse	Strade in ghiaia	76	85	89	91
Reti stradali e spazi accessori	Strade pavimentate con cordoli e fognature	98	98	98	98
Rocce nude, fessie e affioramenti	Terreno incolto	77	86	91	94
Saline	Superfici al 100 % impermeabili	100	100	100	100
Seminativi semplici in aree irrigue	Grano in buone condizioni (filari dritti)	63	75	83	87
Seminativi semplici in aree non irrigue	Grano in cattive condizioni (filari dritti)	65	76	84	88
Sistemi colturali e particellari complessi	Terre coltivate senza trattamenti di conservazione del suolo	72	81	88	91
Spiagge, dune, sabbie	Spazi aperti e parchi in condizioni medie	49	69	79	84
Suoli rimaneggiati e artefatti	Terreno incolto	77	86	91	94
Superfici a copertura erbacea densa	Pascolo in condizioni medie	49	69	79	84
Tessuto residenziale continuo antico e denso	Aree commerciali (85 % impermeabili)	89	92	94	95
Tessuto residenziale continuo, denso più recente e basso	Aree commerciali (85 % impermeabili)	89	92	94	95
Tessuto residenziale continuo, denso, recente e alto	Aree commerciali (85 % impermeabili)	89	92	94	95

Categorie di uso del suolo	Macrocategoria associata	A	B	C	D
Tessuto residenziale discontinuo	Aree residenziali (65 % impermeabile)	77	85	90	92
Tessuto residenziale rado e nucleiforme	Aree residenziali (38 % impermeabili)	61	75	83	87
Tessuto residenziale sparso	Aree residenziali (30 % impermeabili)	57	72	81	86
Uliveti	Colture in filari diritti in buone condizioni	67	78	85	89
Vigneti	Colture in filari diritti in buone condizioni	67	78	85	89

APPENDICE C

Risultati Analisi Idrologica (Hec-HMS)

Sottobacino SB_INT01 – Simulazione Tr = 30 anni

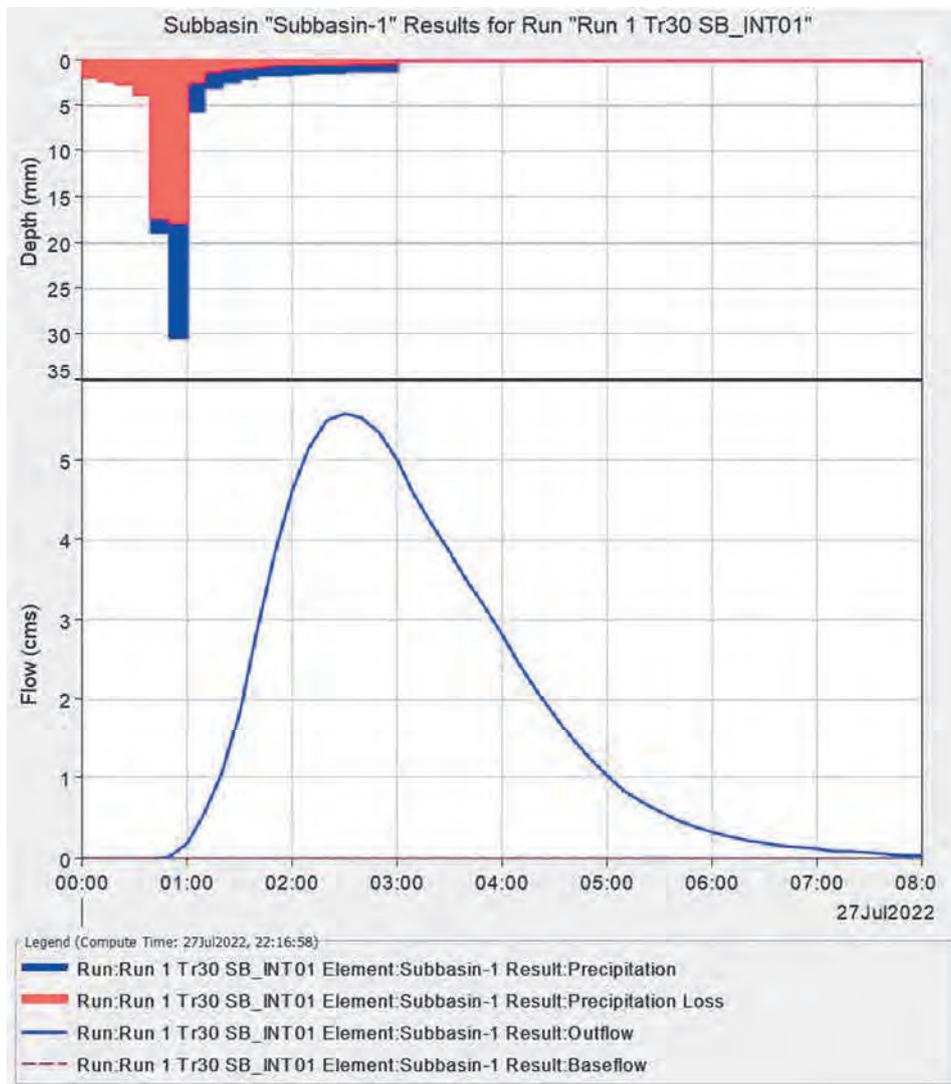


Grafico riepilogativo dell'andamento della portata in m³/s, delle altezze di pioggia totali e delle perdite con Tr 30 anni.



Date	Time	Precip (MM)	Loss (MM)	Excess (MM)	Direct Flow (M3/S)	Baseflow (M3/S)	Total Flow (M3/S)
27-Jul-22	0:00				0	0	0
27-Jul-22	0:10	1.92	1.92	0	0	0	0
27-Jul-22	0:20	2.29	2.29	0	0	0	0
27-Jul-22	0:30	2.7	2.7	0	0	0	0
27-Jul-22	0:40	3.83	3.83	0	0	0	0
27-Jul-22	0:50	18.86	17.3	1.56	0	0	0
27-Jul-22	1:00	30.41	17.75	12.66	0.2	0	0.2
27-Jul-22	1:10	5.65	2.41	3.24	0.5	0	0.5
27-Jul-22	1:20	3.15	1.26	1.89	1.1	0	1.1
27-Jul-22	1:30	2.55	0.98	1.57	1.8	0	1.8
27-Jul-22	1:40	2.08	0.77	1.31	2.8	0	2.8
27-Jul-22	1:50	1.78	0.64	1.14	3.8	0	3.8
27-Jul-22	2:00	1.66	0.59	1.08	4.6	0	4.6
27-Jul-22	2:10	1.56	0.54	1.02	5.2	0	5.2
27-Jul-22	2:20	1.47	0.5	0.97	5.5	0	5.5
27-Jul-22	2:30	1.39	0.46	0.93	5.6	0	5.6
27-Jul-22	2:40	1.33	0.43	0.89	5.5	0	5.5
27-Jul-22	2:50	1.27	0.41	0.86	5.3	0	5.3
27-Jul-22	3:00	1.21	0.38	0.83	5	0	5
27-Jul-22	3:10	0	0	0	4.6	0	4.6
27-Jul-22	3:20	0	0	0	4.2	0	4.2
27-Jul-22	3:30	0	0	0	3.8	0	3.8
27-Jul-22	3:40	0	0	0	3.5	0	3.5
27-Jul-22	3:50	0	0	0	3.2	0	3.2
27-Jul-22	4:00	0	0	0	2.8	0	2.8
27-Jul-22	4:10	0	0	0	2.5	0	2.5
27-Jul-22	4:20	0	0	0	2.1	0	2.1
27-Jul-22	4:30	0	0	0	1.8	0	1.8
27-Jul-22	4:40	0	0	0	1.5	0	1.5
27-Jul-22	4:50	0	0	0	1.2	0	1.2
27-Jul-22	5:00	0	0	0	1	0	1
27-Jul-22	5:10	0	0	0	0.8	0	0.8
27-Jul-22	5:20	0	0	0	0.7	0	0.7
27-Jul-22	5:30	0	0	0	0.6	0	0.6
27-Jul-22	5:40	0	0	0	0.5	0	0.5
27-Jul-22	5:50	0	0	0	0.4	0	0.4
27-Jul-22	6:00	0	0	0	0.3	0	0.3
27-Jul-22	6:10	0	0	0	0.3	0	0.3
27-Jul-22	6:20	0	0	0	0.2	0	0.2
27-Jul-22	6:30	0	0	0	0.2	0	0.2
27-Jul-22	6:40	0	0	0	0.2	0	0.2
27-Jul-22	6:50	0	0	0	0.1	0	0.1
27-Jul-22	7:00	0	0	0	0.1	0	0.1
27-Jul-22	7:10	0	0	0	0.1	0	0.1
27-Jul-22	7:20	0	0	0	0.1	0	0.1
27-Jul-22	7:30	0	0	0	0.1	0	0.1
27-Jul-22	7:40	0	0	0	0	0	0
27-Jul-22	7:50	0	0	0	0	0	0
27-Jul-22	8:00	0	0	0	0	0	0

Dettagli analitici della piena con Tr 30 anni

Sottobacino SB_INT01 – Simulazione Tr = 200 anni

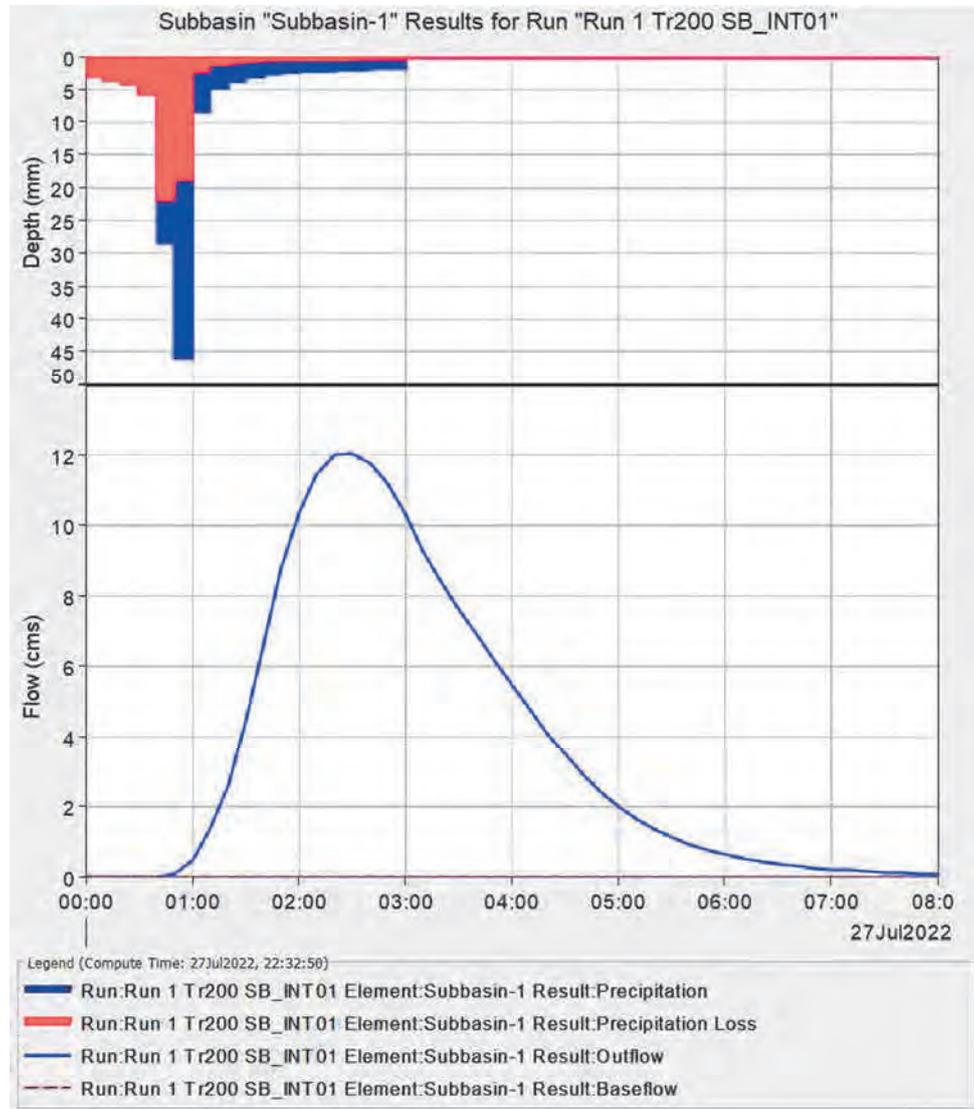


Grafico riepilogativo dell'andamento della portata in m^3/s , delle altezze di pioggia totali e delle perdite con Tr 200 anni.



Date	Time	Precip (MM)	Loss (MM)	Excess (MM)	Direct Flow (M3/S)	Baseflow (M3/S)	Total Flow (M3/S)
27-Jul-22	0:00				0	0	0
27-Jul-22	0:10	2.9	2.9	0	0	0	0
27-Jul-22	0:20	3.46	3.46	0	0	0	0
27-Jul-22	0:30	4.08	4.08	0	0	0	0
27-Jul-22	0:40	5.79	5.79	0	0	0	0
27-Jul-22	0:50	28.5	21.83	6.67	0.1	0	0.1
27-Jul-22	1:00	45.96	18.78	27.18	0.5	0	0.5
27-Jul-22	1:10	8.54	2.36	6.18	1.3	0	1.3
27-Jul-22	1:20	4.76	1.21	3.55	2.6	0	2.6
27-Jul-22	1:30	3.85	0.93	2.92	4.4	0	4.4
27-Jul-22	1:40	3.15	0.73	2.41	6.6	0	6.6
27-Jul-22	1:50	2.69	0.61	2.08	8.8	0	8.8
27-Jul-22	2:00	2.51	0.55	1.96	10.4	0	10.4
27-Jul-22	2:10	2.36	0.5	1.85	11.4	0	11.4
27-Jul-22	2:20	2.23	0.46	1.76	12	0	12
27-Jul-22	2:30	2.11	0.43	1.68	12.1	0	12.1
27-Jul-22	2:40	2.01	0.4	1.61	11.8	0	11.8
27-Jul-22	2:50	1.92	0.37	1.54	11.2	0	11.2
27-Jul-22	3:00	1.83	0.35	1.48	10.3	0	10.3
27-Jul-22	3:10	0	0	0	9.3	0	9.3
27-Jul-22	3:20	0	0	0	8.4	0	8.4
27-Jul-22	3:30	0	0	0	7.6	0	7.6
27-Jul-22	3:40	0	0	0	6.9	0	6.9
27-Jul-22	3:50	0	0	0	6.2	0	6.2
27-Jul-22	4:00	0	0	0	5.5	0	5.5
27-Jul-22	4:10	0	0	0	4.8	0	4.8
27-Jul-22	4:20	0	0	0	4.1	0	4.1
27-Jul-22	4:30	0	0	0	3.5	0	3.5
27-Jul-22	4:40	0	0	0	2.9	0	2.9
27-Jul-22	4:50	0	0	0	2.4	0	2.4
27-Jul-22	5:00	0	0	0	2	0	2
27-Jul-22	5:10	0	0	0	1.6	0	1.6
27-Jul-22	5:20	0	0	0	1.3	0	1.3
27-Jul-22	5:30	0	0	0	1.1	0	1.1
27-Jul-22	5:40	0	0	0	0.9	0	0.9
27-Jul-22	5:50	0	0	0	0.8	0	0.8
27-Jul-22	6:00	0	0	0	0.6	0	0.6
27-Jul-22	6:10	0	0	0	0.5	0	0.5
27-Jul-22	6:20	0	0	0	0.4	0	0.4
27-Jul-22	6:30	0	0	0	0.3	0	0.3
27-Jul-22	6:40	0	0	0	0.3	0	0.3
27-Jul-22	6:50	0	0	0	0.2	0	0.2
27-Jul-22	7:00	0	0	0	0.2	0	0.2
27-Jul-22	7:10	0	0	0	0.2	0	0.2
27-Jul-22	7:20	0	0	0	0.1	0	0.1
27-Jul-22	7:30	0	0	0	0.1	0	0.1
27-Jul-22	7:40	0	0	0	0.1	0	0.1
27-Jul-22	7:50	0	0	0	0	0	0
27-Jul-22	8:00	0	0	0	0	0	0

Dettagli analitici della piena con Tr 200 anni

Sottobacino SB_INT01 – Simulazione = Tr 500 anni

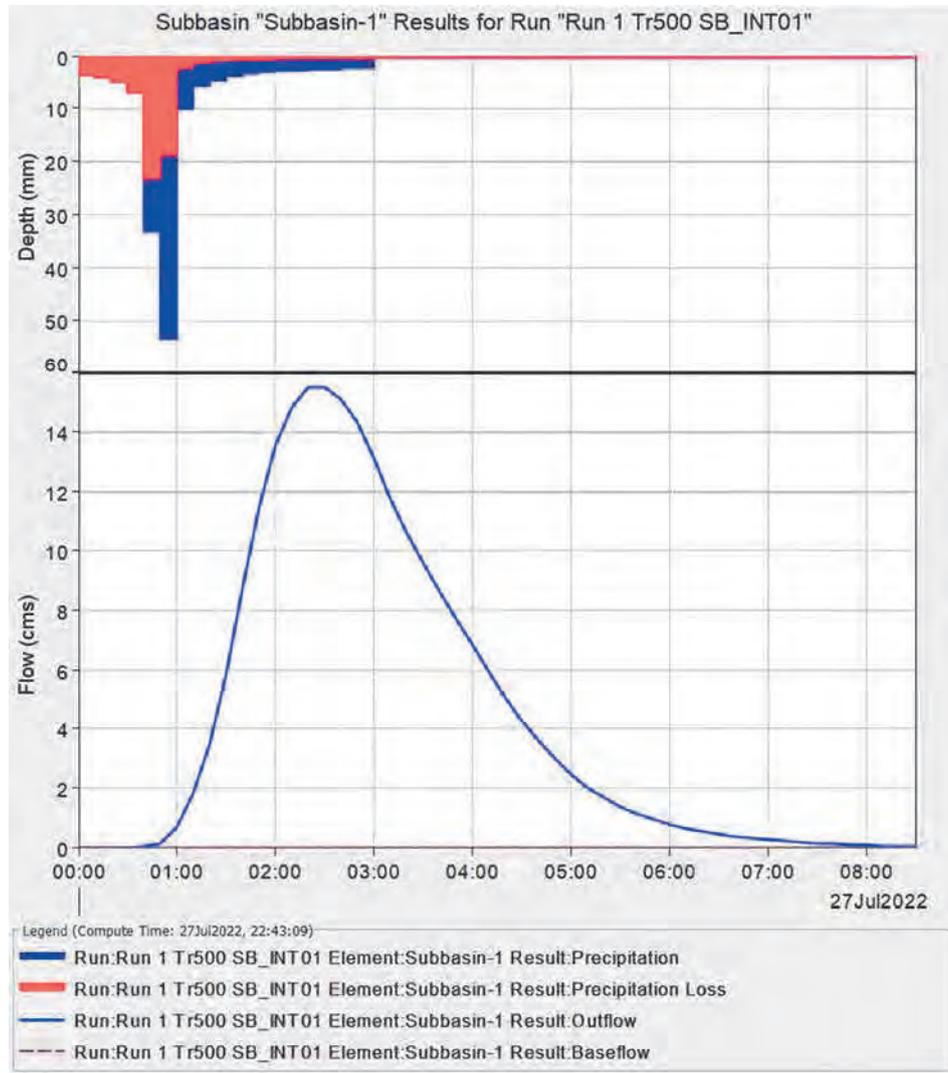


Grafico riepilogativo dell'andamento della portata in m^3/s , delle altezze di pioggia totali e delle perdite con Tr 500 anni.



PROGETTO IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO
 "FRANCAVILLA FONTANA"
 Comuni di Francavilla Fontana (BR), Grottaglie (TA) e
 Taranto (TA)

AGOSTO 2022

Date	Time	Precip (MM)	Loss (MM)	Excess (MM)	Direct Flow (M3/S)	Baseflow (M3/S)	Total Flow (M3/S)
27-Jul-22	0:00				0	0	0
27-Jul-22	0:10	3.37	3.37	0	0	0	0
27-Jul-22	0:20	4.03	4.03	0	0	0	0
27-Jul-22	0:30	4.75	4.75	0	0	0	0
27-Jul-22	0:40	6.73	6.7	0.03	0	0	0
27-Jul-22	0:50	33.16	23.15	10	0.1	0	0.1
27-Jul-22	1:00	53.47	18.78	34.68	0.7	0	0.7
27-Jul-22	1:10	9.93	2.29	7.65	1.8	0	1.8
27-Jul-22	1:20	5.54	1.17	4.37	3.5	0	3.5
27-Jul-22	1:30	4.48	0.9	3.58	5.8	0	5.8
27-Jul-22	1:40	3.66	0.71	2.96	8.7	0	8.7
27-Jul-22	1:50	3.13	0.58	2.55	11.5	0	11.5
27-Jul-22	2:00	2.92	0.53	2.39	13.5	0	13.5
27-Jul-22	2:10	2.74	0.48	2.26	14.8	0	14.8
27-Jul-22	2:20	2.59	0.44	2.15	15.5	0	15.5
27-Jul-22	2:30	2.45	0.41	2.04	15.5	0	15.5
27-Jul-22	2:40	2.33	0.38	1.95	15.1	0	15.1
27-Jul-22	2:50	2.23	0.36	1.87	14.3	0	14.3
27-Jul-22	3:00	2.13	0.33	1.8	13.1	0	13.1
27-Jul-22	3:10	0	0	0	11.8	0	11.8
27-Jul-22	3:20	0	0	0	10.6	0	10.6
27-Jul-22	3:30	0	0	0	9.6	0	9.6
27-Jul-22	3:40	0	0	0	8.7	0	8.7
27-Jul-22	3:50	0	0	0	7.7	0	7.7
27-Jul-22	4:00	0	0	0	6.8	0	6.8
27-Jul-22	4:10	0	0	0	5.9	0	5.9
27-Jul-22	4:20	0	0	0	5.1	0	5.1
27-Jul-22	4:30	0	0	0	4.3	0	4.3
27-Jul-22	4:40	0	0	0	3.6	0	3.6
27-Jul-22	4:50	0	0	0	3	0	3
27-Jul-22	5:00	0	0	0	2.5	0	2.5
27-Jul-22	5:10	0	0	0	2	0	2
27-Jul-22	5:20	0	0	0	1.7	0	1.7
27-Jul-22	5:30	0	0	0	1.4	0	1.4
27-Jul-22	5:40	0	0	0	1.1	0	1.1
27-Jul-22	5:50	0	0	0	0.9	0	0.9
27-Jul-22	6:00	0	0	0	0.8	0	0.8
27-Jul-22	6:10	0	0	0	0.6	0	0.6
27-Jul-22	6:20	0	0	0	0.5	0	0.5
27-Jul-22	6:30	0	0	0	0.4	0	0.4
27-Jul-22	6:40	0	0	0	0.4	0	0.4
27-Jul-22	6:50	0	0	0	0.3	0	0.3
27-Jul-22	7:00	0	0	0	0.2	0	0.2
27-Jul-22	7:10	0	0	0	0.2	0	0.2
27-Jul-22	7:20	0	0	0	0.2	0	0.2
27-Jul-22	7:30	0	0	0	0.1	0	0.1
27-Jul-22	7:40	0	0	0	0.1	0	0.1
27-Jul-22	7:50	0	0	0	0.1	0	0.1
27-Jul-22	8:00	0	0	0	0.1	0	0.1
27-Jul-22	8:10	0	0	0	0	0	0
27-Jul-22	8:20	0	0	0	0	0	0
27-Jul-22	8:30	0	0	0	0	0	0

Dettagli analitici della piena con Tr 500 anni

Sottobacino SB_INT02 – Simulazione Tr = 30 anni

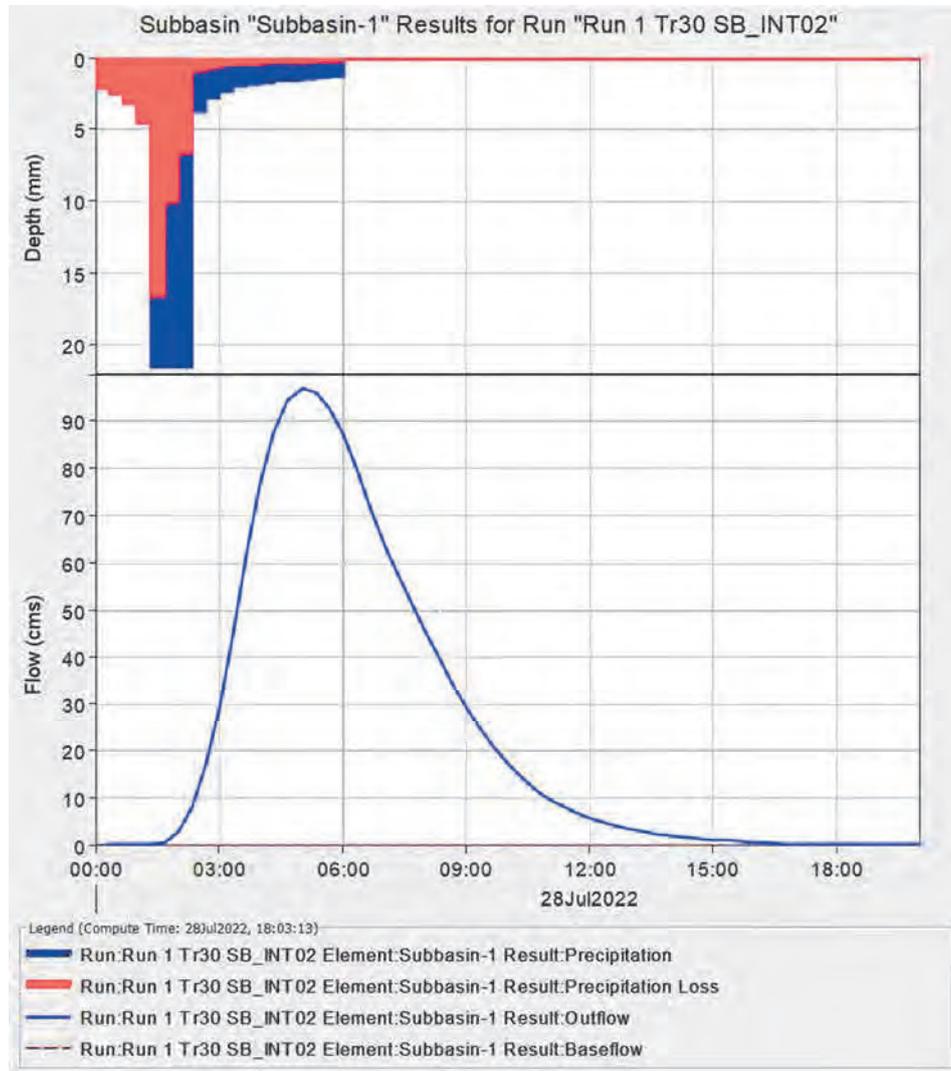


Grafico riepilogativo dell'andamento della portata in m^3/s , delle altezze di pioggia totali e delle perdite con Tr 30 anni.



Date	Time	Precip (MM)	Loss (MM)	Excess (MM)	Direct Flow (M3/S)	Baseflow (M3/S)	Total Flow (M3/S)
28-Jul-22	0:00				0	0	0
28-Jul-22	0:20	2.1	2.09	0.01	0	0	0
28-Jul-22	0:40	2.51	2.5	0.01	0	0	0
28-Jul-22	1:00	3.19	3.18	0.01	0	0	0
28-Jul-22	1:20	4.52	4.5	0.02	0	0	0
28-Jul-22	1:40	21.53	16.59	4.94	0.5	0	0.5
28-Jul-22	2:00	21.53	10.01	11.52	2.7	0	2.7
28-Jul-22	2:20	21.53	6.69	14.84	8	0	8
28-Jul-22	2:40	3.72	0.94	2.78	16.7	0	16.7
28-Jul-22	3:00	2.8	0.67	2.13	28.9	0	28.9
28-Jul-22	3:20	2.28	0.53	1.75	44.6	0	44.6
28-Jul-22	3:40	1.94	0.44	1.51	61.9	0	61.9
28-Jul-22	4:00	1.81	0.4	1.42	77	0	77
28-Jul-22	4:20	1.7	0.36	1.34	87.9	0	87.9
28-Jul-22	4:40	1.6	0.33	1.27	94.4	0	94.4
28-Jul-22	5:00	1.52	0.31	1.21	97	0	97
28-Jul-22	5:20	1.44	0.29	1.15	96.2	0	96.2
28-Jul-22	5:40	1.37	0.27	1.1	92.7	0	92.7
28-Jul-22	6:00	1.31	0.25	1.06	87.3	0	87.3
28-Jul-22	6:20	0	0	0	79.8	0	79.8
28-Jul-22	6:40	0	0	0	71.4	0	71.4
28-Jul-22	7:00	0	0	0	64.1	0	64.1
28-Jul-22	7:20	0	0	0	57.7	0	57.7
28-Jul-22	7:40	0	0	0	51.5	0	51.5
28-Jul-22	8:00	0	0	0	45.7	0	45.7
28-Jul-22	8:20	0	0	0	40	0	40
28-Jul-22	8:40	0	0	0	34.5	0	34.5
28-Jul-22	9:00	0	0	0	29.4	0	29.4
28-Jul-22	9:20	0	0	0	24.8	0	24.8
28-Jul-22	9:40	0	0	0	20.8	0	20.8
28-Jul-22	10:00	0	0	0	17.2	0	17.2
28-Jul-22	10:20	0	0	0	14.2	0	14.2
28-Jul-22	10:40	0	0	0	11.7	0	11.7
28-Jul-22	11:00	0	0	0	9.8	0	9.8
28-Jul-22	11:20	0	0	0	8.1	0	8.1
28-Jul-22	11:40	0	0	0	6.8	0	6.8
28-Jul-22	12:00	0	0	0	5.6	0	5.6
28-Jul-22	12:20	0	0	0	4.7	0	4.7
28-Jul-22	12:40	0	0	0	3.9	0	3.9
28-Jul-22	13:00	0	0	0	3.2	0	3.2
28-Jul-22	13:20	0	0	0	2.7	0	2.7
28-Jul-22	13:40	0	0	0	2.2	0	2.2
28-Jul-22	14:00	0	0	0	1.9	0	1.9
28-Jul-22	14:20	0	0	0	1.6	0	1.6
28-Jul-22	14:40	0	0	0	1.3	0	1.3
28-Jul-22	15:00	0	0	0	1.1	0	1.1
28-Jul-22	15:20	0	0	0	0.9	0	0.9
28-Jul-22	15:40	0	0	0	0.7	0	0.7
28-Jul-22	16:00	0	0	0	0.5	0	0.5
28-Jul-22	16:20	0	0	0	0.4	0	0.4
28-Jul-22	16:40	0	0	0	0.3	0	0.3
28-Jul-22	17:00	0	0	0	0.2	0	0.2
28-Jul-22	17:20	0	0	0	0.2	0	0.2
28-Jul-22	17:40	0	0	0	0.1	0	0.1
28-Jul-22	18:00	0	0	0	0.1	0	0.1
28-Jul-22	18:20	0	0	0	0.1	0	0.1
28-Jul-22	18:40	0	0	0	0	0	0
28-Jul-22	19:00	0	0	0	0	0	0
28-Jul-22	19:20	0	0	0	0	0	0
28-Jul-22	19:40	0	0	0	0	0	0
28-Jul-22	20:00	0	0	0	0	0	0

Dettagli analitici della piena con Tr 30 anni

Sottobacino SB_INT02 – Simulazione Tr = 200 anni

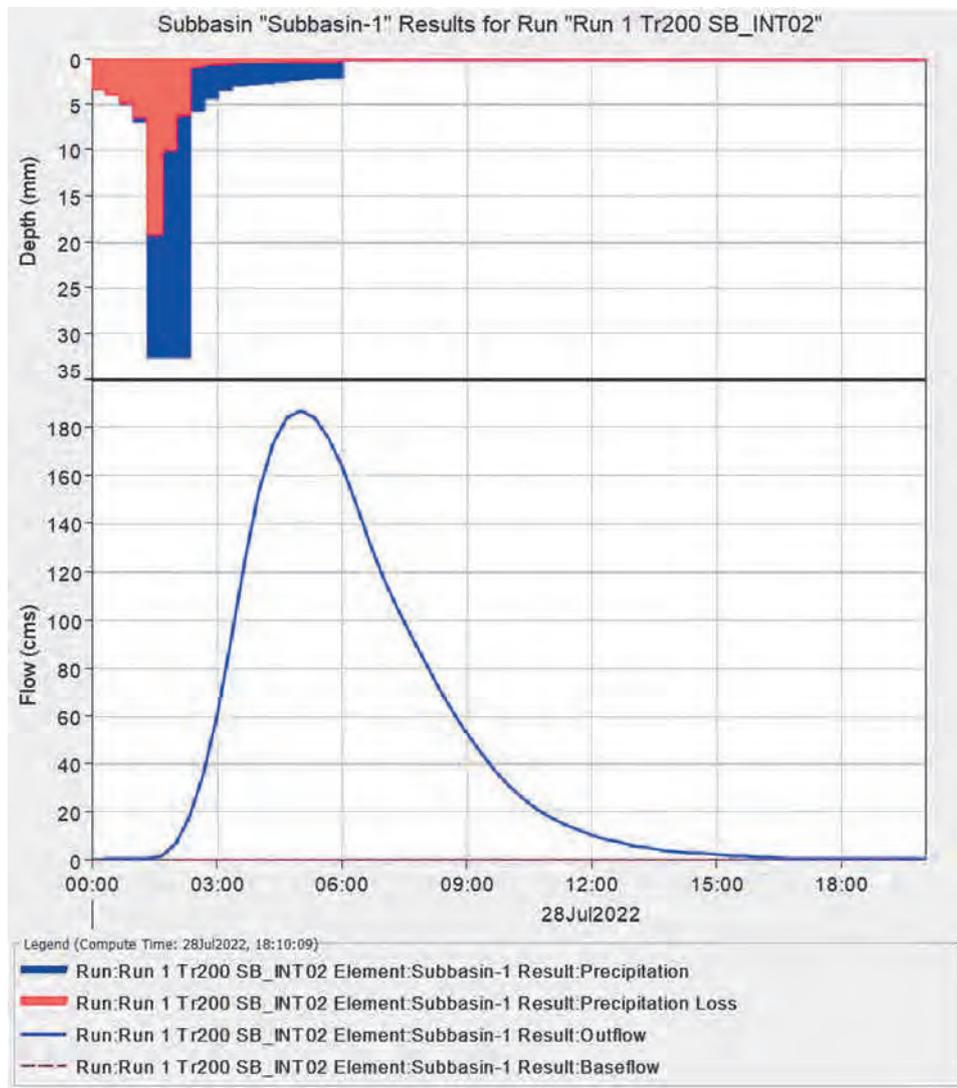


Grafico riepilogativo dell'andamento della portata in m^3/s , delle altezze di pioggia totali e delle perdite con Tr 200 anni.

Date	Time	Precip (MM)	Loss (MM)	Excess (MM)	Direct Flow (M3/S)	Baseflow (M3/S)	Total Flow (M3/S)
28-Jul-22	0:00				0	0	0
28-Jul-22	0:20	3.17	3.16	0.01	0	0	0
28-Jul-22	0:40	3.8	3.78	0.01	0	0	0
28-Jul-22	1:00	4.82	4.8	0.02	0	0	0
28-Jul-22	1:20	6.83	6.4	0.42	0.1	0	0.1
28-Jul-22	1:40	32.54	19.09	13.46	1.4	0	1.4
28-Jul-22	2:00	32.54	10	22.54	6.6	0	6.6
28-Jul-22	2:20	32.54	6.16	26.39	17.9	0	17.9
28-Jul-22	2:40	5.62	0.83	4.79	36	0	36
28-Jul-22	3:00	4.24	0.59	3.65	61.1	0	61.1
28-Jul-22	3:20	3.45	0.46	2.99	92.6	0	92.6
28-Jul-22	3:40	2.93	0.38	2.56	125.7	0	125.7
28-Jul-22	4:00	2.74	0.34	2.39	153.8	0	153.8
28-Jul-22	4:20	2.57	0.31	2.25	173.2	0	173.2
28-Jul-22	4:40	2.42	0.29	2.13	184.1	0	184.1
28-Jul-22	5:00	2.29	0.27	2.03	187.2	0	187.2
28-Jul-22	5:20	2.18	0.25	1.93	184.1	0	184.1
28-Jul-22	5:40	2.08	0.23	1.85	175.8	0	175.8
28-Jul-22	6:00	1.98	0.22	1.77	163.6	0	163.6
28-Jul-22	6:20	0	0	0	147.9	0	147.9
28-Jul-22	6:40	0	0	0	131.4	0	131.4
28-Jul-22	7:00	0	0	0	117	0	117
28-Jul-22	7:20	0	0	0	104.6	0	104.6
28-Jul-22	7:40	0	0	0	93	0	93
28-Jul-22	8:00	0	0	0	82.1	0	82.1
28-Jul-22	8:20	0	0	0	71.6	0	71.6
28-Jul-22	8:40	0	0	0	61.5	0	61.5
28-Jul-22	9:00	0	0	0	52.3	0	52.3
28-Jul-22	9:20	0	0	0	44.2	0	44.2
28-Jul-22	9:40	0	0	0	37	0	37
28-Jul-22	10:00	0	0	0	30.7	0	30.7
28-Jul-22	10:20	0	0	0	25.3	0	25.3
28-Jul-22	10:40	0	0	0	20.9	0	20.9
28-Jul-22	11:00	0	0	0	17.4	0	17.4
28-Jul-22	11:20	0	0	0	14.5	0	14.5
28-Jul-22	11:40	0	0	0	12	0	12
28-Jul-22	12:00	0	0	0	10	0	10
28-Jul-22	12:20	0	0	0	8.3	0	8.3
28-Jul-22	12:40	0	0	0	6.9	0	6.9
28-Jul-22	13:00	0	0	0	5.7	0	5.7
28-Jul-22	13:20	0	0	0	4.8	0	4.8
28-Jul-22	13:40	0	0	0	4	0	4
28-Jul-22	14:00	0	0	0	3.3	0	3.3
28-Jul-22	14:20	0	0	0	2.8	0	2.8
28-Jul-22	14:40	0	0	0	2.3	0	2.3
28-Jul-22	15:00	0	0	0	1.9	0	1.9
28-Jul-22	15:20	0	0	0	1.5	0	1.5
28-Jul-22	15:40	0	0	0	1.2	0	1.2
28-Jul-22	16:00	0	0	0	0.9	0	0.9
28-Jul-22	16:20	0	0	0	0.6	0	0.6
28-Jul-22	16:40	0	0	0	0.4	0	0.4
28-Jul-22	17:00	0	0	0	0.3	0	0.3
28-Jul-22	17:20	0	0	0	0.3	0	0.3
28-Jul-22	17:40	0	0	0	0.2	0	0.2
28-Jul-22	18:00	0	0	0	0.2	0	0.2
28-Jul-22	18:20	0	0	0	0.1	0	0.1
28-Jul-22	18:40	0	0	0	0.1	0	0.1
28-Jul-22	19:00	0	0	0	0.1	0	0.1
28-Jul-22	19:20	0	0	0	0	0	0
28-Jul-22	19:40	0	0	0	0	0	0
28-Jul-22	20:00	0	0	0	0	0	0

Dettagli analitici della piena con Tr 200 anni

Sottobacino SB_INT02 – Simulazione Tr = 500 anni

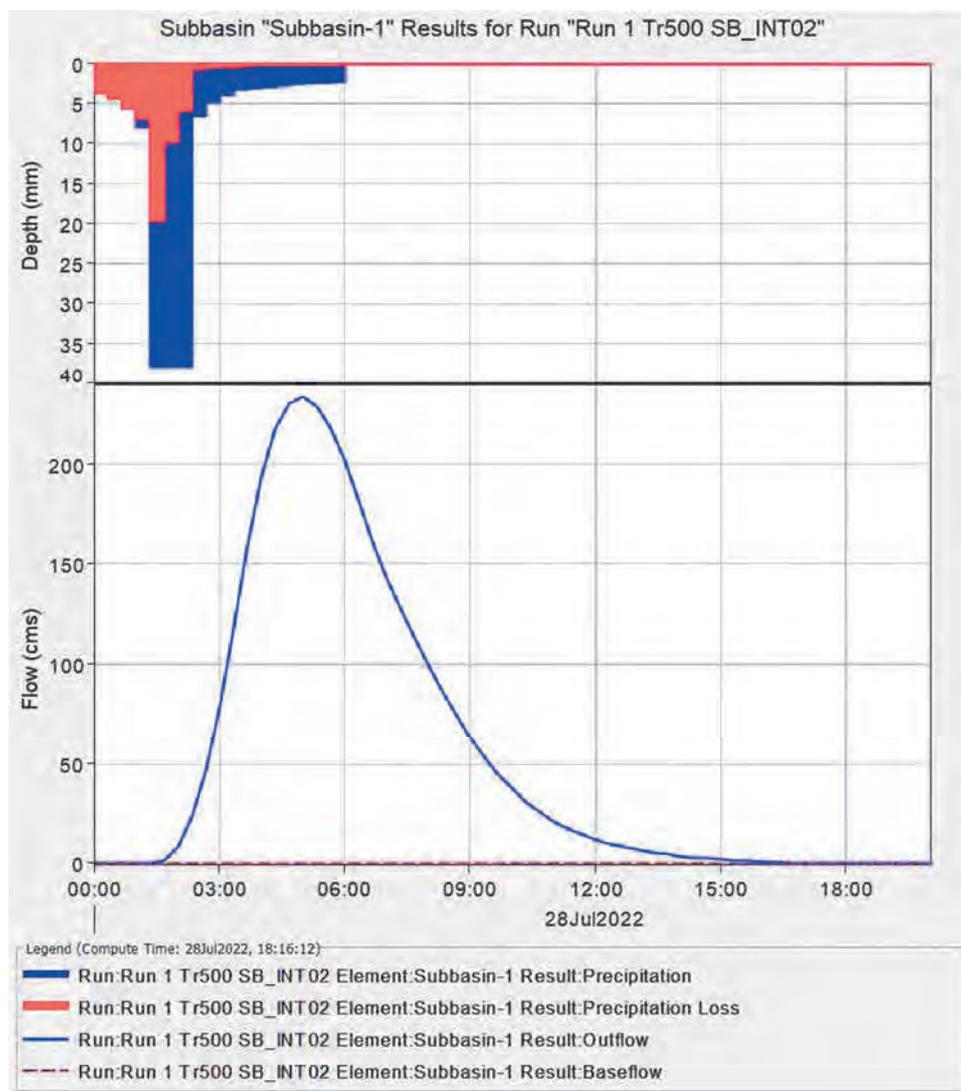


Grafico riepilogativo dell'andamento della portata in m^3/s , delle altezze di pioggia totali e delle perdite con Tr 500 anni.



PROGETTO IMPIANTO AGROFOTOVOLTAICO
"FRANCAVILLA FONTANA"

Comuni di Francavilla Fontana (BR), Grottaglie (TA) e Taranto (TA)

AGOSTO 2022

Date	Time	Precip (MM)	Loss (MM)	Excess (MM)	Direct Flow (M3/S)	Baseflow (M3/S)	Total Flow (M3/S)
28-Jul-22	0:00				0	0	0
28-Jul-22	0:20	3.69	3.67	0.01	0	0	0
28-Jul-22	0:40	4.42	4.4	0.02	0	0	0
28-Jul-22	1:00	5.61	5.58	0.02	0	0	0
28-Jul-22	1:20	7.94	6.98	0.97	0.1	0	0.1
28-Jul-22	1:40	37.86	19.72	18.14	2.1	0	2.1
28-Jul-22	2:00	37.86	9.79	28.07	8.9	0	8.9
28-Jul-22	2:20	37.86	5.85	32.01	23.5	0	23.5
28-Jul-22	2:40	6.54	0.78	5.76	46.6	0	46.6
28-Jul-22	3:00	4.93	0.56	4.38	78.5	0	78.5
28-Jul-22	3:20	4.02	0.43	3.58	118	0	118
28-Jul-22	3:40	3.41	0.35	3.06	159.2	0	159.2
28-Jul-22	4:00	3.18	0.32	2.86	193.7	0	193.7
28-Jul-22	4:20	2.99	0.29	2.7	217.3	0	217.3
28-Jul-22	4:40	2.82	0.27	2.55	230.3	0	230.3
28-Jul-22	5:00	2.67	0.25	2.42	233.4	0	233.4
28-Jul-22	5:20	2.53	0.23	2.3	228.9	0	228.9
28-Jul-22	5:40	2.42	0.21	2.2	217.9	0	217.9
28-Jul-22	6:00	2.31	0.2	2.11	202	0	202
28-Jul-22	6:20	0	0	0	182.1	0	182.1
28-Jul-22	6:40	0	0	0	161.4	0	161.4
28-Jul-22	7:00	0	0	0	143.4	0	143.4
28-Jul-22	7:20	0	0	0	128.1	0	128.1
28-Jul-22	7:40	0	0	0	113.7	0	113.7
28-Jul-22	8:00	0	0	0	100.2	0	100.2
28-Jul-22	8:20	0	0	0	87.3	0	87.3
28-Jul-22	8:40	0	0	0	75	0	75
28-Jul-22	9:00	0	0	0	63.7	0	63.7
28-Jul-22	9:20	0	0	0	53.8	0	53.8
28-Jul-22	9:40	0	0	0	45	0	45
28-Jul-22	10:00	0	0	0	37.3	0	37.3
28-Jul-22	10:20	0	0	0	30.8	0	30.8
28-Jul-22	10:40	0	0	0	25.4	0	25.4
28-Jul-22	11:00	0	0	0	21.2	0	21.2
28-Jul-22	11:20	0	0	0	17.6	0	17.6
28-Jul-22	11:40	0	0	0	14.7	0	14.7
28-Jul-22	12:00	0	0	0	12.2	0	12.2
28-Jul-22	12:20	0	0	0	10.1	0	10.1
28-Jul-22	12:40	0	0	0	8.4	0	8.4
28-Jul-22	13:00	0	0	0	7	0	7
28-Jul-22	13:20	0	0	0	5.8	0	5.8
28-Jul-22	13:40	0	0	0	4.8	0	4.8
28-Jul-22	14:00	0	0	0	4	0	4
28-Jul-22	14:20	0	0	0	3.4	0	3.4
28-Jul-22	14:40	0	0	0	2.8	0	2.8
28-Jul-22	15:00	0	0	0	2.3	0	2.3
28-Jul-22	15:20	0	0	0	1.8	0	1.8
28-Jul-22	15:40	0	0	0	1.4	0	1.4
28-Jul-22	16:00	0	0	0	1	0	1
28-Jul-22	16:20	0	0	0	0.7	0	0.7
28-Jul-22	16:40	0	0	0	0.5	0	0.5
28-Jul-22	17:00	0	0	0	0.4	0	0.4
28-Jul-22	17:20	0	0	0	0.3	0	0.3
28-Jul-22	17:40	0	0	0	0.2	0	0.2
28-Jul-22	18:00	0	0	0	0.2	0	0.2
28-Jul-22	18:20	0	0	0	0.1	0	0.1
28-Jul-22	18:40	0	0	0	0.1	0	0.1
28-Jul-22	19:00	0	0	0	0.1	0	0.1
28-Jul-22	19:20	0	0	0	0	0	0
28-Jul-22	19:40	0	0	0	0	0	0
28-Jul-22	20:00	0	0	0	0	0	0

Dettagli analitici della piena con Tr 500 anni

Sottobacino SB_INT03 – Simulazione Tr = 30 anni

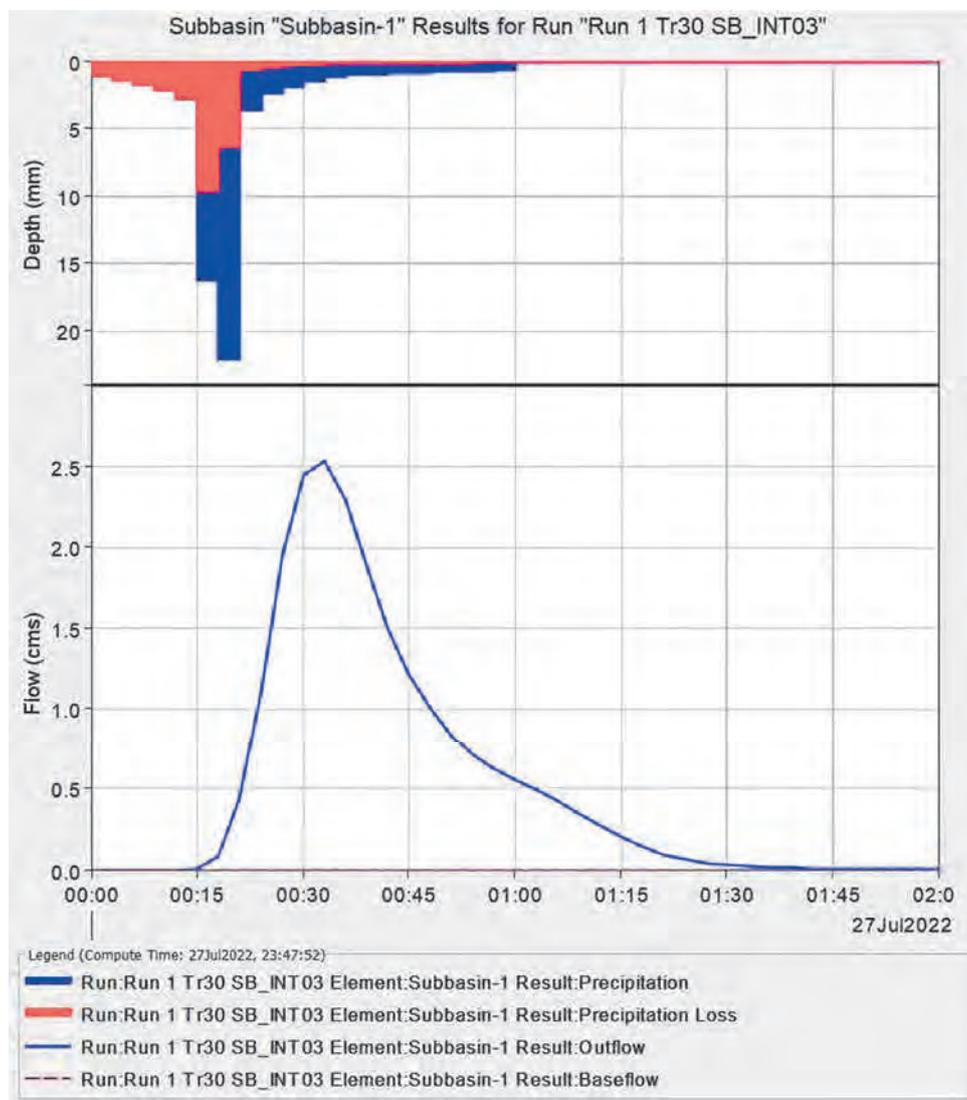


Grafico riepilogativo dell'andamento della portata in m^3/s , delle altezze di pioggia totali e delle perdite con Tr 30 anni.



Date	Time	Precip (MM)	Loss (MM)	Excess (MM)	Direct Flow (M3/S)	Baseflow (M3/S)	Total Flow (M3/S)
27-Jul-22	0:00				0	0	0
27-Jul-22	0:03	1.07	1.07	0	0	0	0
27-Jul-22	0:06	1.39	1.39	0	0	0	0
27-Jul-22	0:09	1.67	1.67	0	0	0	0
27-Jul-22	0:12	2.11	2.11	0	0	0	0
27-Jul-22	0:15	2.87	2.69	0.18	0	0	0
27-Jul-22	0:18	16.22	9.62	6.6	0.1	0	0.1
27-Jul-22	0:21	22.05	6.29	15.76	0.4	0	0.4
27-Jul-22	0:24	3.62	0.69	2.93	1.1	0	1.1
27-Jul-22	0:27	2.4	0.42	1.98	2	0	2
27-Jul-22	0:30	1.86	0.31	1.55	2.4	0	2.4
27-Jul-22	0:33	1.52	0.24	1.27	2.5	0	2.5
27-Jul-22	0:36	1.15	0.18	0.97	2.3	0	2.3
27-Jul-22	0:39	1	0.15	0.85	1.9	0	1.9
27-Jul-22	0:42	0.94	0.14	0.8	1.5	0	1.5
27-Jul-22	0:45	0.89	0.13	0.76	1.2	0	1.2
27-Jul-22	0:48	0.84	0.12	0.72	1	0	1
27-Jul-22	0:51	0.8	0.11	0.69	0.8	0	0.8
27-Jul-22	0:54	0.77	0.11	0.66	0.7	0	0.7
27-Jul-22	0:57	0.73	0.1	0.64	0.6	0	0.6
27-Jul-22	1:00	0.7	0.09	0.61	0.6	0	0.6
27-Jul-22	1:03	0	0	0	0.5	0	0.5
27-Jul-22	1:06	0	0	0	0.4	0	0.4
27-Jul-22	1:09	0	0	0	0.4	0	0.4
27-Jul-22	1:12	0	0	0	0.3	0	0.3
27-Jul-22	1:15	0	0	0	0.2	0	0.2
27-Jul-22	1:18	0	0	0	0.1	0	0.1
27-Jul-22	1:21	0	0	0	0.1	0	0.1
27-Jul-22	1:24	0	0	0	0.1	0	0.1
27-Jul-22	1:27	0	0	0	0	0	0
27-Jul-22	1:30	0	0	0	0	0	0
27-Jul-22	1:33	0	0	0	0	0	0
27-Jul-22	1:36	0	0	0	0	0	0
27-Jul-22	1:39	0	0	0	0	0	0
27-Jul-22	1:42	0	0	0	0	0	0
27-Jul-22	1:45	0	0	0	0	0	0
27-Jul-22	1:48	0	0	0	0	0	0
27-Jul-22	1:51	0	0	0	0	0	0
27-Jul-22	1:54	0	0	0	0	0	0
27-Jul-22	1:57	0	0	0	0	0	0
27-Jul-22	2:00	0	0	0	0	0	0

Dettagli analitici della piena con Tr 30 anni

Sottobacino SB_INT03 – Simulazione Tr = 200 anni

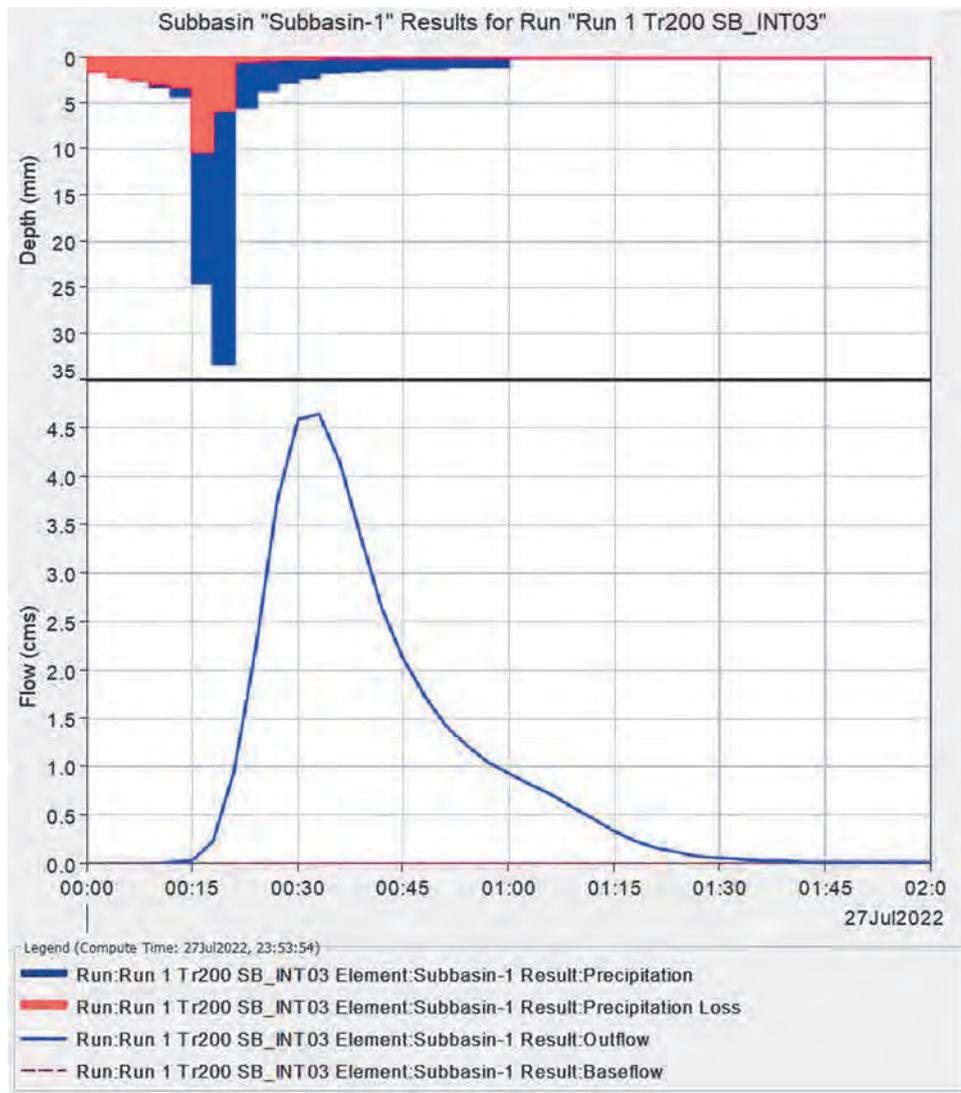


Grafico riepilogativo dell'andamento della portata in m^3/s , delle altezze di pioggia totali e delle perdite con Tr 200 anni.



Date	Time	Precip (MM)	Loss (MM)	Excess (MM)	Direct Flow (M3/S)	Baseflow (M3/S)	Total Flow (M3/S)
27-Jul-22	0:00				0	0	0
27-Jul-22	0:03	1.61	1.61	0	0	0	0
27-Jul-22	0:06	2.1	2.1	0	0	0	0
27-Jul-22	0:09	2.52	2.52	0	0	0	0
27-Jul-22	0:12	3.19	2.97	0.22	0	0	0
27-Jul-22	0:15	4.33	3.28	1.05	0	0	0
27-Jul-22	0:18	24.52	10.28	14.24	0.2	0	0.2
27-Jul-22	0:21	33.32	5.73	27.6	0.9	0	0.9
27-Jul-22	0:24	5.47	0.59	4.88	2.2	0	2.2
27-Jul-22	0:27	3.62	0.36	3.27	3.8	0	3.8
27-Jul-22	0:30	2.81	0.26	2.55	4.6	0	4.6
27-Jul-22	0:33	2.29	0.2	2.09	4.7	0	4.7
27-Jul-22	0:36	1.73	0.15	1.58	4.2	0	4.2
27-Jul-22	0:39	1.51	0.13	1.39	3.4	0	3.4
27-Jul-22	0:42	1.42	0.11	1.31	2.6	0	2.6
27-Jul-22	0:45	1.34	0.11	1.24	2.1	0	2.1
27-Jul-22	0:48	1.28	0.1	1.18	1.7	0	1.7
27-Jul-22	0:51	1.21	0.09	1.12	1.4	0	1.4
27-Jul-22	0:54	1.16	0.09	1.07	1.2	0	1.2
27-Jul-22	0:57	1.11	0.08	1.03	1	0	1
27-Jul-22	1:00	1.06	0.08	0.99	0.9	0	0.9
27-Jul-22	1:03	0	0	0	0.8	0	0.8
27-Jul-22	1:06	0	0	0	0.7	0	0.7
27-Jul-22	1:09	0	0	0	0.6	0	0.6
27-Jul-22	1:12	0	0	0	0.4	0	0.4
27-Jul-22	1:15	0	0	0	0.3	0	0.3
27-Jul-22	1:18	0	0	0	0.2	0	0.2
27-Jul-22	1:21	0	0	0	0.2	0	0.2
27-Jul-22	1:24	0	0	0	0.1	0	0.1
27-Jul-22	1:27	0	0	0	0.1	0	0.1
27-Jul-22	1:30	0	0	0	0	0	0
27-Jul-22	1:33	0	0	0	0	0	0
27-Jul-22	1:36	0	0	0	0	0	0
27-Jul-22	1:39	0	0	0	0	0	0
27-Jul-22	1:42	0	0	0	0	0	0
27-Jul-22	1:45	0	0	0	0	0	0
27-Jul-22	1:48	0	0	0	0	0	0
27-Jul-22	1:51	0	0	0	0	0	0
27-Jul-22	1:54	0	0	0	0	0	0
27-Jul-22	1:57	0	0	0	0	0	0
27-Jul-22	2:00	0	0	0	0	0	0

Dettagli analitici della piena con Tr 200 anni

Sottobacino SB_INT03 – Simulazione Tr = 500 anni

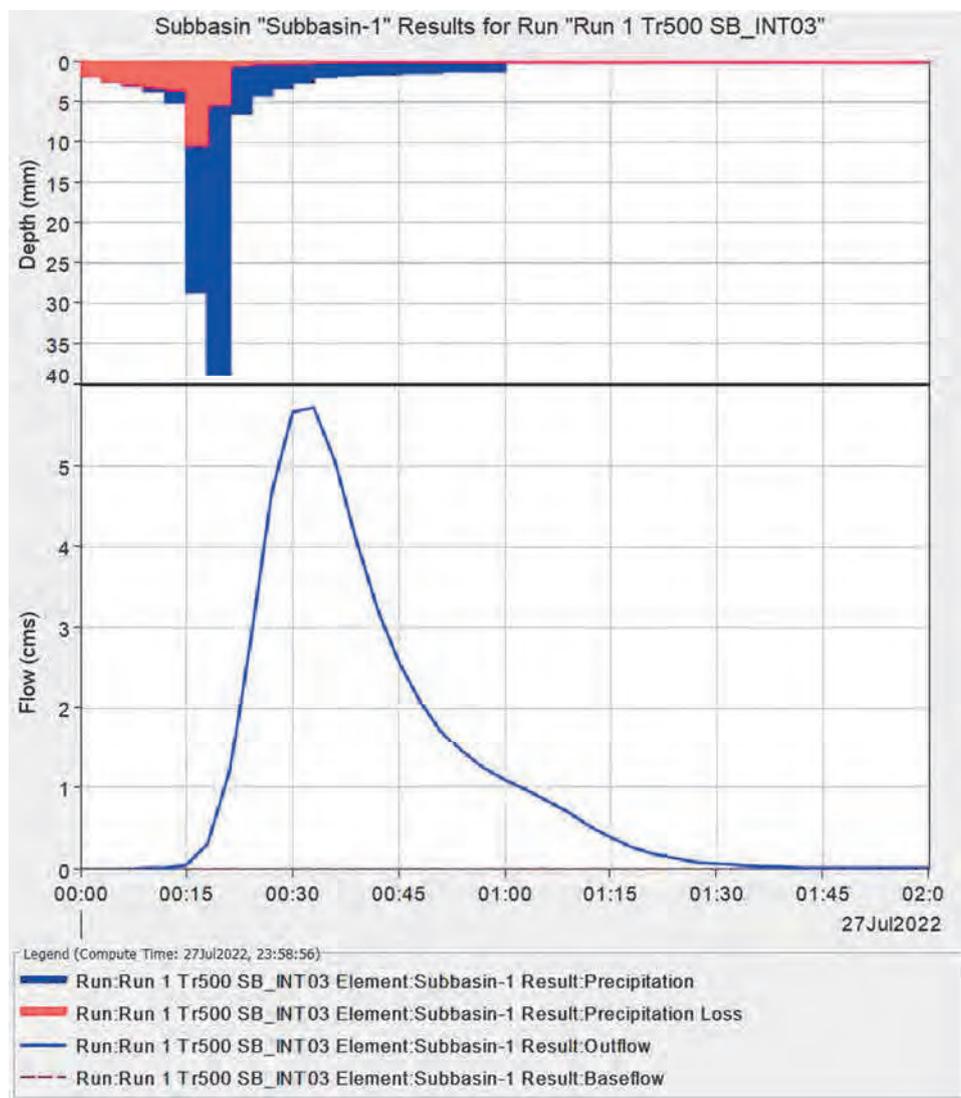


Grafico riepilogativo dell'andamento della portata in m^3/s , delle altezze di pioggia totali e delle perdite con Tr 500 anni.



Date	Time	Precip (MM)	Loss (MM)	Excess (MM)	Direct Flow (M3/S)	Baseflow (M3/S)	Total Flow (M3/S)
27-Jul-22	0:00				0	0	0
27-Jul-22	0:03	1.88	1.88	0	0	0	0
27-Jul-22	0:06	2.45	2.45	0	0	0	0
27-Jul-22	0:09	2.93	2.92	0.01	0	0	0
27-Jul-22	0:12	3.71	3.22	0.5	0	0	0
27-Jul-22	0:15	5.04	3.46	1.58	0	0	0
27-Jul-22	0:18	28.53	10.33	18.2	0.3	0	0.3
27-Jul-22	0:21	38.77	5.43	33.34	1.2	0	1.2
27-Jul-22	0:24	6.37	0.54	5.82	2.8	0	2.8
27-Jul-22	0:27	4.22	0.33	3.89	4.7	0	4.7
27-Jul-22	0:30	3.27	0.24	3.03	5.7	0	5.7
27-Jul-22	0:33	2.66	0.19	2.48	5.7	0	5.7
27-Jul-22	0:36	2.02	0.14	1.88	5.1	0	5.1
27-Jul-22	0:39	1.76	0.11	1.64	4.1	0	4.1
27-Jul-22	0:42	1.65	0.11	1.55	3.2	0	3.2
27-Jul-22	0:45	1.56	0.1	1.47	2.6	0	2.6
27-Jul-22	0:48	1.48	0.09	1.39	2.1	0	2.1
27-Jul-22	0:51	1.41	0.08	1.33	1.7	0	1.7
27-Jul-22	0:54	1.35	0.08	1.27	1.4	0	1.4
27-Jul-22	0:57	1.29	0.07	1.22	1.2	0	1.2
27-Jul-22	1:00	1.24	0.07	1.17	1.1	0	1.1
27-Jul-22	1:03	0	0	0	1	0	1
27-Jul-22	1:06	0	0	0	0.8	0	0.8
27-Jul-22	1:09	0	0	0	0.7	0	0.7
27-Jul-22	1:12	0	0	0	0.5	0	0.5
27-Jul-22	1:15	0	0	0	0.4	0	0.4
27-Jul-22	1:18	0	0	0	0.3	0	0.3
27-Jul-22	1:21	0	0	0	0.2	0	0.2
27-Jul-22	1:24	0	0	0	0.1	0	0.1
27-Jul-22	1:27	0	0	0	0.1	0	0.1
27-Jul-22	1:30	0	0	0	0.1	0	0.1
27-Jul-22	1:33	0	0	0	0	0	0
27-Jul-22	1:36	0	0	0	0	0	0
27-Jul-22	1:39	0	0	0	0	0	0
27-Jul-22	1:42	0	0	0	0	0	0
27-Jul-22	1:45	0	0	0	0	0	0
27-Jul-22	1:48	0	0	0	0	0	0
27-Jul-22	1:51	0	0	0	0	0	0
27-Jul-22	1:54	0	0	0	0	0	0
27-Jul-22	1:57	0	0	0	0	0	0
27-Jul-22	2:00	0	0	0	0	0	0

Dettagli analitici della piena con Tr 500 anni

Sottobacino SB_INT04 – Simulazione Tr = 30 anni

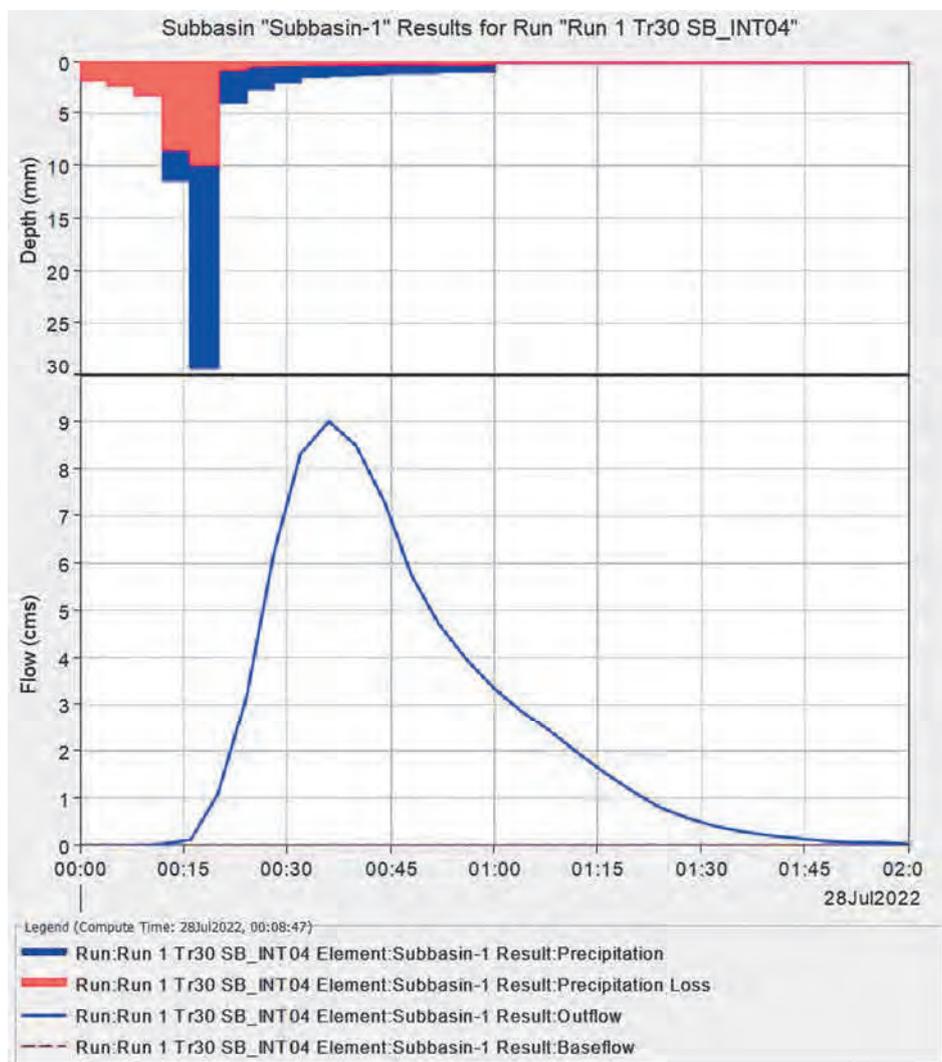


Grafico riepilogativo dell'andamento della portata in m^3/s , delle altezze di pioggia totali e delle perdite con Tr 30 anni.



Date	Time	Precip (MM)	Loss (MM)	Excess (MM)	Direct Flow (M3/S)	Baseflow (M3/S)	Total Flow (M3/S)
28-Jul-22	0:00				0	0	0
28-Jul-22	0:04	1.69	1.69	0	0	0	0
28-Jul-22	0:08	2.26	2.26	0	0	0	0
28-Jul-22	0:12	3.14	3.13	0	0	0	0
28-Jul-22	0:16	11.41	8.42	2.99	0.1	0	0.1
28-Jul-22	0:20	29.4	9.9	19.5	1.1	0	1.1
28-Jul-22	0:24	3.95	0.77	3.18	3.1	0	3.1
28-Jul-22	0:28	2.64	0.47	2.17	6.2	0	6.2
28-Jul-22	0:32	1.99	0.34	1.66	8.3	0	8.3
28-Jul-22	0:36	1.44	0.23	1.21	9	0	9
28-Jul-22	0:40	1.32	0.21	1.11	8.5	0	8.5
28-Jul-22	0:44	1.22	0.19	1.03	7.3	0	7.3
28-Jul-22	0:48	1.13	0.17	0.97	5.8	0	5.8
28-Jul-22	0:52	1.06	0.15	0.91	4.7	0	4.7
28-Jul-22	0:56	1	0.14	0.86	4	0	4
28-Jul-22	1:00	0.95	0.13	0.81	3.3	0	3.3
28-Jul-22	1:04	0	0	0	2.9	0	2.9
28-Jul-22	1:08	0	0	0	2.4	0	2.4
28-Jul-22	1:12	0	0	0	2	0	2
28-Jul-22	1:16	0	0	0	1.5	0	1.5
28-Jul-22	1:20	0	0	0	1.1	0	1.1
28-Jul-22	1:24	0	0	0	0.8	0	0.8
28-Jul-22	1:28	0	0	0	0.6	0	0.6
28-Jul-22	1:32	0	0	0	0.4	0	0.4
28-Jul-22	1:36	0	0	0	0.3	0	0.3
28-Jul-22	1:40	0	0	0	0.2	0	0.2
28-Jul-22	1:44	0	0	0	0.1	0	0.1
28-Jul-22	1:48	0	0	0	0.1	0	0.1
28-Jul-22	1:52	0	0	0	0.1	0	0.1
28-Jul-22	1:56	0	0	0	0	0	0
28-Jul-22	2:00	0	0	0	0	0	0

Dettagli analitici della piena con Tr 30 anni

Sottobacino SB_INT04 – Simulazione Tr = 200 anni

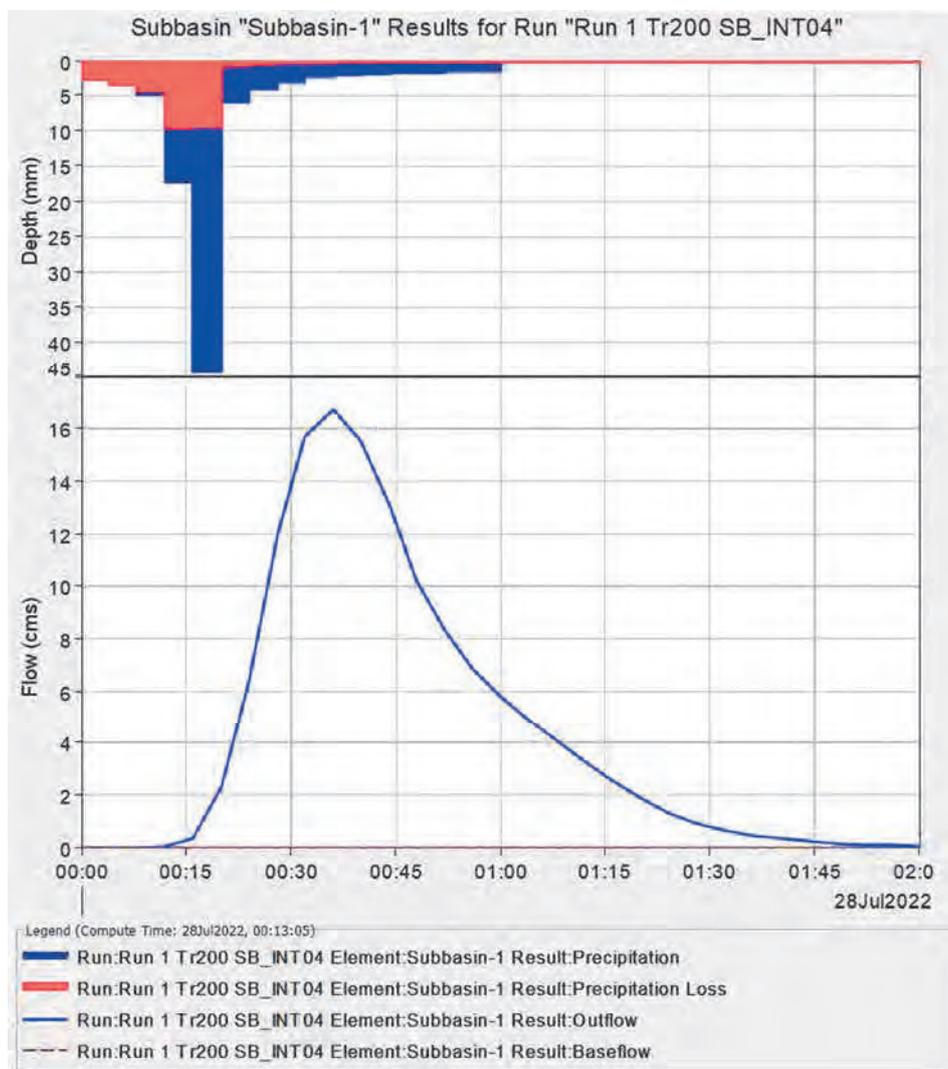


Grafico riepilogativo dell'andamento della portata in m^3/s , delle altezze di pioggia totali e delle perdite con Tr 200 anni.



Date	Time	Precip (MM)	Loss (MM)	Excess (MM)	Direct Flow (M3/S)	Baseflow (M3/S)	Total Flow (M3/S)
28-Jul-22	0:00				0	0	0
28-Jul-22	0:04	2.55	2.55	0	0	0	0
28-Jul-22	0:08	3.42	3.42	0	0	0	0
28-Jul-22	0:12	4.74	4.33	0.4	0	0	0
28-Jul-22	0:16	17.24	9.53	7.71	0.3	0	0.3
28-Jul-22	0:20	44.43	9.34	35.09	2.3	0	2.3
28-Jul-22	0:24	5.97	0.66	5.31	6.3	0	6.3
28-Jul-22	0:28	3.99	0.4	3.59	11.9	0	11.9
28-Jul-22	0:32	3.01	0.28	2.73	15.7	0	15.7
28-Jul-22	0:36	2.18	0.19	1.98	16.7	0	16.7
28-Jul-22	0:40	1.99	0.17	1.82	15.5	0	15.5
28-Jul-22	0:44	1.84	0.15	1.69	13.1	0	13.1
28-Jul-22	0:48	1.72	0.14	1.58	10.2	0	10.2
28-Jul-22	0:52	1.61	0.13	1.48	8.3	0	8.3
28-Jul-22	0:56	1.51	0.12	1.4	6.9	0	6.9
28-Jul-22	1:00	1.43	0.11	1.32	5.8	0	5.8
28-Jul-22	1:04	0	0	0	4.9	0	4.9
28-Jul-22	1:08	0	0	0	4.1	0	4.1
28-Jul-22	1:12	0	0	0	3.3	0	3.3
28-Jul-22	1:16	0	0	0	2.5	0	2.5
28-Jul-22	1:20	0	0	0	1.9	0	1.9
28-Jul-22	1:24	0	0	0	1.3	0	1.3
28-Jul-22	1:28	0	0	0	0.9	0	0.9
28-Jul-22	1:32	0	0	0	0.7	0	0.7
28-Jul-22	1:36	0	0	0	0.5	0	0.5
28-Jul-22	1:40	0	0	0	0.3	0	0.3
28-Jul-22	1:44	0	0	0	0.2	0	0.2
28-Jul-22	1:48	0	0	0	0.1	0	0.1
28-Jul-22	1:52	0	0	0	0.1	0	0.1
28-Jul-22	1:56	0	0	0	0	0	0
28-Jul-22	2:00	0	0	0	0	0	0

Dettagli analitici della piena con Tr 200 anni

Sottobacino SB_INT04 – Simulazione Tr = 500 anni

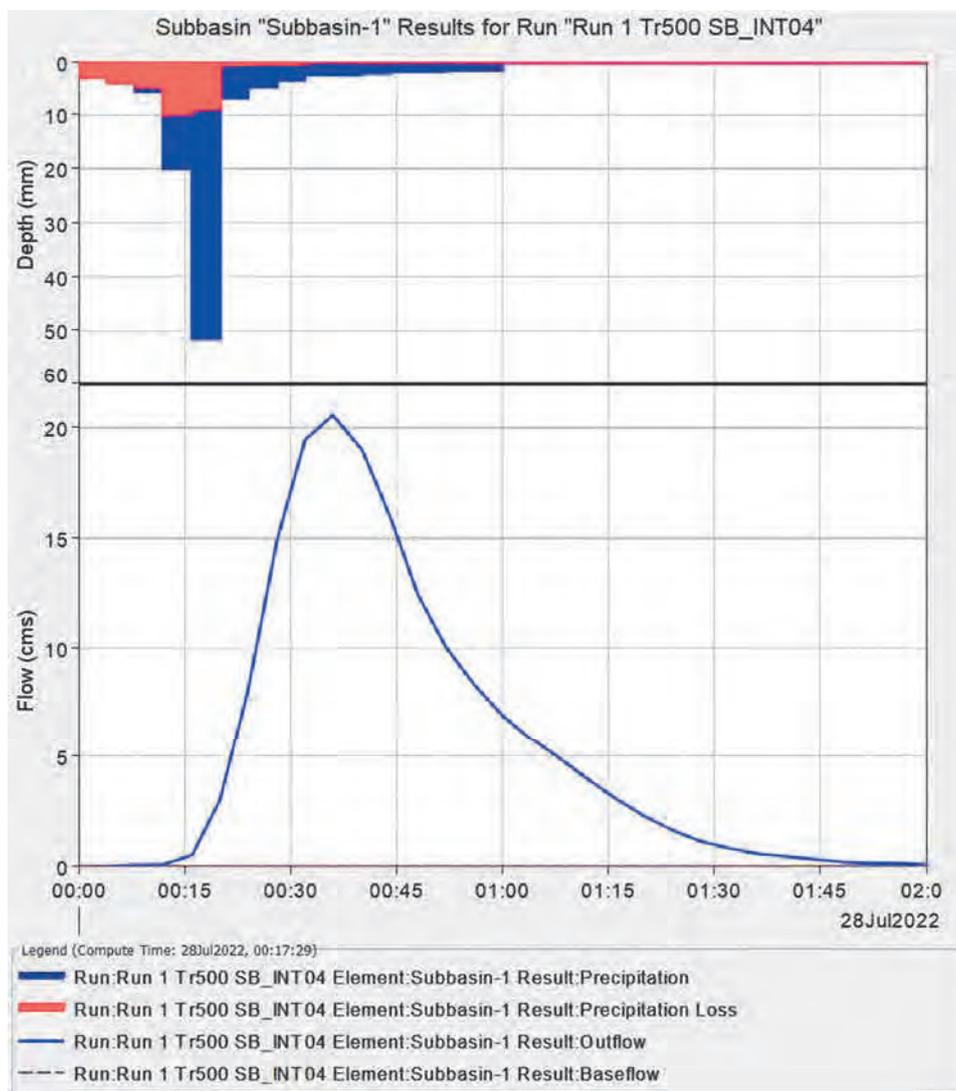


Grafico riepilogativo dell'andamento della portata in m³/s, delle altezze di pioggia totali e delle perdite con Tr 500 anni.



Date	Time	Precip (MM)	Loss (MM)	Excess (MM)	Direct Flow (M3/S)	Baseflow (M3/S)	Total Flow (M3/S)
28-Jul-22	0:00				0	0	0
28-Jul-22	0:04	2.97	2.97	0	0	0	0
28-Jul-22	0:08	3.98	3.98	0	0	0	0
28-Jul-22	0:12	5.52	4.71	0.81	0	0	0
28-Jul-22	0:16	20.06	9.79	10.28	0.5	0	0.5
28-Jul-22	0:20	51.69	8.97	42.72	3	0	3
28-Jul-22	0:24	6.95	0.61	6.34	8	0	8
28-Jul-22	0:28	4.64	0.37	4.27	14.9	0	14.9
28-Jul-22	0:32	3.5	0.26	3.24	19.5	0	19.5
28-Jul-22	0:36	2.53	0.18	2.35	20.6	0	20.6
28-Jul-22	0:40	2.32	0.16	2.16	19	0	19
28-Jul-22	0:44	2.14	0.14	2	16	0	16
28-Jul-22	0:48	1.99	0.13	1.87	12.4	0	12.4
28-Jul-22	0:52	1.87	0.12	1.75	10.1	0	10.1
28-Jul-22	0:56	1.76	0.11	1.65	8.3	0	8.3
28-Jul-22	1:00	1.66	0.1	1.56	6.9	0	6.9
28-Jul-22	1:04	0	0	0	5.9	0	5.9
28-Jul-22	1:08	0	0	0	4.9	0	4.9
28-Jul-22	1:12	0	0	0	4	0	4
28-Jul-22	1:16	0	0	0	3	0	3
28-Jul-22	1:20	0	0	0	2.2	0	2.2
28-Jul-22	1:24	0	0	0	1.6	0	1.6
28-Jul-22	1:28	0	0	0	1.1	0	1.1
28-Jul-22	1:32	0	0	0	0.8	0	0.8
28-Jul-22	1:36	0	0	0	0.6	0	0.6
28-Jul-22	1:40	0	0	0	0.4	0	0.4
28-Jul-22	1:44	0	0	0	0.3	0	0.3
28-Jul-22	1:48	0	0	0	0.2	0	0.2
28-Jul-22	1:52	0	0	0	0.1	0	0.1
28-Jul-22	1:56	0	0	0	0	0	0
28-Jul-22	2:00	0	0	0	0	0	0

Dettagli analitici della piena con Tr 500 anni

APPENDICE D

Tabella Coefficienti di Scabrezza di Manning

Categoria di uso del suolo definita nel SIT	Categoria associata	Bibliografia	Norm.
Acquaculture	Fiumi naturali (stagni o canali principali, rettilinei, privi di fratture, corrente regolare) + ostruzioni	Chow, 1959; Arcement & Schneider, 1989	0,032
Altre colture permanenti	Foresta, leggero sottobosco	Engman, 1986	0,4
Aree a pascolo naturale, praterie, incolti	Prato basso, prateria	Engman, 1986	0,15
Aree a ricolonizzazione artificiale (rimboschimenti nella fase di novelleto)	Foresta, sottobosco denso	Engman, 1986	0,8
Aree a ricolonizzazione naturale	Foresta, poco sottobosco	Engman, 1986	0,4
Aree a vegetazione sclerofilla	Media foresta con sottobosco leggero e denso	Engman, 1986	0,6
Aree aeroportuali ed eliporti	Superfici lisce (calcestruzzo, asfalto, ghiaia o suolo nudo)	Engman, 1986	0,011
Aree agroforestali	Prato denso	Engman, 1986	0,24
Aree archeologiche	Superfici lisce (calcestruzzo, asfalto, ghiaia o suolo nudo)	Engman, 1986	0,011
Aree con vegetazione rada	Prato denso	Engman, 1986	0,24
Aree estrattive	Incolto	Engman, 1986	0,05
Aree interessate da incendi o altri eventi dannosi	Foresta con sottobosco leggero	Engman, 1986	0,4
Aree per gli impianti delle telecomunicazioni	Superfici lisce (calcestruzzo, asfalto, ghiaia o suolo nudo)	Engman, 1986	0,011
Aree portuali	Superfici lisce (calcestruzzo, asfalto, ghiaia o suolo nudo)	Engman, 1986	0,011
Aree prevalentemente occupate da coltura agrarie con presenza di spazi naturali	Suoli coltivati con copertura maggiore del 20 %	Engman, 1986	0,17
Aree sportive (calcio, atletica, tennis, etc)	Pascolo	Engman, 1986	0,13
Aree verdi urbane	Pascolo	Engman, 1986	0,13
Bacini con prevalentemente utilizzazione per scopi irrigui	Fiumi naturali (stagni o canali principali, rettilinei, privi di fratture, corrente regolare)	Chow, 1959	0,030
Bacini senza manifeste utilizzazioni produttive	Fiumi naturali (stagni o canali principali, rettilinei, privi di fratture, corrente regolare)	Chow, 1959	0,030
Boschi di conifere	Foresta con sottobosco denso	Engman, 1986	0,8
Boschi di latifoglie	Foresta con sottobosco leggero	Engman, 1986	0,4
Boschi misti di conifere e latifoglie	Media tra conifere e latifoglie (vedi categorie precedenti)	Engman, 1986	0,6
Campeggi, strutture turistiche ricettive a bungalow o simili	Pascolo	Engman, 1986	0,13
Canali e idrovie	Canali in terra con erba sul fondo, corsi d'acqua naturali regolari.	Paoletti, 2010	0,025
Cantieri e spazi in costruzione e scavi	Siti in costruzione	Huang, 2009	0,120
Cespuglieti e arbusteti	Prato denso	Engman, 1986	0,24
Cimiteri	Superfici lisce (calcestruzzo, asfalto, ghiaia o suolo nudo)	Engman, 1986	0,011
Colture orticole in pieno campo in serra e sotto plastica in aree irrigue	Superfici lisce (calcestruzzo, asfalto, ghiaia o suolo nudo)	Engman, 1986	0,011
Colture orticole in pieno campo in serra e sotto plastica in aree non irrigue	Superfici lisce (calcestruzzo, asfalto, ghiaia o suolo nudo)	Engman, 1986	0,011
Colture temporanee associate a colture permanenti	Suoli coltivati con copertura maggiore del 20 %	Engman, 1986	0,17
Depositi di rottami a cielo aperto, cimiteri di autoveicoli	Superfici lisce (calcestruzzo, asfalto, ghiaia o suolo nudo)	Engman, 1986	0,011
Discariche e depositi di cave, miniere, industrie	Siti in costruzione	Huang, 2009	0,120
Estuari	Fiumi naturali (stagni o canali principali, rettilinei, privi di fratture, corrente regolare)	Chow, 1959	0,030
Fiumi, torrenti e fossi	Fiumi naturali (stagni o canali principali, rettilinei, privi di fratture, corrente regolare)	Chow, 1959	0,030
Frutteti e frutti minori	Foresta con sottobosco leggero	Engman, 1986	0,4
Grandi impianti di concentramento e smistamento merci	Superfici lisce (calcestruzzo, asfalto, ghiaia o suolo nudo)	Engman, 1986	0,011
Insediamenti ospedalieri	Superfici lisce (calcestruzzo, asfalto, ghiaia o suolo nudo)	Engman, 1986	0,011

Insedimenti produttivi agricoli	Superfici lisce (calcestruzzo, asfalto, ghiaia o suolo nudo)	Engman, 1986	0,011
Insedimento commerciale	Superfici lisce (calcestruzzo, asfalto, ghiaia o suolo nudo)	Engman, 1986	0,011
Insedimento degli impianti tecnologici	Superfici lisce (calcestruzzo, asfalto, ghiaia o suolo nudo)	Engman, 1986	0,011
Insedimento dei grandi impianti di servizi pubblici e privati	Superfici lisce (calcestruzzo, asfalto, ghiaia o suolo nudo)	Engman, 1986	0,011
Insedimento in disuso	Superfici lisce (calcestruzzo, asfalto, ghiaia o suolo nudo)	Engman, 1986	0,011
Insedimento industriale o artigianale con spazi annessi	Superfici lisce (calcestruzzo, asfalto, ghiaia o suolo nudo)	Engman, 1986	0,011
Lagune, laghi e stagni costieri	Uguale a flusso incanalato	Mills & Badcock, 2011	0,040
Paludi interne	Uguale a flusso incanalato	Mills & Badcock, 2011; Arcement & Schneider, 1989	0,050
Paludi salmastre	Uguale a flusso incanalato	Mills & Badcock, 2011	0,040
Parchi di divertimento (acquapark, zoosafari e simili)	Superfici lisce (calcestruzzo, asfalto, ghiaia o suolo nudo)	Engman, 1986	0,011
Prati alberati, pascoli alberati	Foresta con poco sottobosco	Engman, 1986	0,4
Reti ed aree per la distribuzione, la produzione e il trasporto dell'energia	Superfici lisce (calcestruzzo, asfalto, ghiaia o suolo nudo)	Engman, 1986	0,011
Reti ferroviarie comprese le superfici annesse	Superfici lisce (calcestruzzo, asfalto, ghiaia o suolo nudo)	Engman, 1986	0,011
Reti stradali e spazi accessori	Superfici lisce (calcestruzzo, asfalto, ghiaia o suolo nudo)	Engman, 1986	0,011
Rocce nude, falesie e affioramenti	Incolto	Engman, 1986	0,05
Saline	Uguale a flusso incanalato	Mills & Badcock, 2011	0,040
Seminativi semplici in aree irrigue	Suoli coltivati con copertura maggiore del 20 %	Engman, 1986	0,17
Seminativi semplici in aree non irrigue	Suoli coltivati con copertura maggiore del 20 %	Engman, 1986	0,17
Sistemi culturali e particellari complessi	Suoli coltivati con copertura maggiore del 20 %	Engman, 1986	0,17
Spiagge, dune, sabbie	Sabbia nuda	Engman, 1986	0,01
Suoli rimaneggiati e artefatti	Incolto	Engman, 1986	0,05
Superfici a copertura erbacea densa	Prato, erba fitta	Engman, 1986	0,24
Tessuto residenziale continuo antico e denso	Superfici lisce (calcestruzzo, asfalto, ghiaia o suolo nudo)	Engman, 1986	0,011
Tessuto residenziale continuo, denso più recente e basso	Superfici lisce (calcestruzzo, asfalto, ghiaia o suolo nudo)	Engman, 1986	0,011
Tessuto residenziale continuo, denso, recente e alto	Superfici lisce (calcestruzzo, asfalto, ghiaia o suolo nudo)	Engman, 1986	0,011
Tessuto residenziale discontinuo	Superfici lisce (calcestruzzo, asfalto, ghiaia o suolo nudo)	Engman, 1986	0,100
Tessuto residenziale rado e nucleiforme	Superfici lisce (calcestruzzo, asfalto, ghiaia o suolo nudo)	Engman, 1986	0,100
Tessuto residenziale sparso	Superfici lisce (calcestruzzo, asfalto, ghiaia o suolo nudo)	Engman, 1986	0,100
Uliveti	Foresta con sottobosco leggero	Engman, 1986	0,060
Vigneti	Foresta con sottobosco leggero	Engman, 1986	0,100