



PROGETTO IMPIANTO EOLICO "CUSTOLITO"

Potenza complessiva 31,0 MW

A.3. – RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA

Comune di Montalbano Jonico (MT)

Proponenti: **CUSTOLITO s.r.l.**

15/12/2021

REF.:

Revision: A



EDP Renewables Italia Holding S.r.l.

Ing Daniele Cavallo

Dott. Geol. Michele Ognibene

Dott. Geol. Rosario Fria



EDIC.	DATE	BY	CHECKED	REVISED-EDPR	MODIFICATION	DATE	DRAWN
A						12/21	

GENERAL INDEX

1. INTRODUZIONE	4
1.1. Premessa generale	4
1.2. Metodologia di studio	5
2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	6
3. ANALISI MORFOLOGICA ED IDROGRAFICA PRELIMINARE	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 (t_c).....	10
4.3. Stima del flusso idrico globale.....	20
4.4. Trasformazione dell'afflusso idrico in deflusso.....	27
4.5. Valutazione delle Portate di Massima Piena	34
4.6. Considerazioni sulle interferenze INT.03 ed INT.04	43
5. STUDIO IDRAULICO	45
5.1. Analisi idraulica delle interferenze.....	45
5.2. Valutazioni Generali dell'incidenza dell'impianto sull'assetto idrogeologico dell'area	67
6. CONCLUSIONI.....	70


	PROGETTO IMPIANTO EOLICO "CUSTOLITO Montalbano Jonico (MT)	REV. A DICEMBRE 2021
--	---	-------------------------

ELABORATI GRAFICI:

- Tavola 01: Inquadramento Geografico; scala 1:50.000
- Tavola 02: Carta Quote s.l.m.; scala 1:25.000
- Tavola 03: Carta delle Pendenze; scala 1:25.000
- Tavola 04: Carta Aree P.A.I.; scala 1:25.000
- Tavola 05: Inquadramento Idrografico; scala 1:50.000
- Tavola 06: Carta Interferenze; scala 1:10.000
- Tavola 07: Carta Uso del Suolo; scala 1:10.000
- Tavola 08: Carta Litologica; scala 1:10.000

APPENDICI

- Appendice A: Formule stima del Tempo di Corrivazione
- Appendice B: Estratto "Carte del Curve Number Regionale" - ARPAS
- Appendice C: Calcolo Curve Number sottobacini idrografici
- Appendice D: Risultati Analisi Idrologica (Hec-HMS)

	<p style="text-align: center;">PROGETTO IMPIANTO EOLICO “CUSTOLITO Montalbano Jonico (MT)</p>	<p style="text-align: center;">REV. A DICEMBRE 2021</p>
--	---	---

1. INTRODUZIONE


1.1 Premessa generale

Nell’ambito del progetto per la realizzazione di un Impianto Eolico per la produzione di energia da fonte eolica, denominato “Custolito”, della potenza nominale di 31.0 MW, da realizzarsi in agro nei Comuni di Montalbano Jonico e Craco (MT), la società Custolito s.r.l. ha dato incarico agli scriventi Ing. Daniele Cavallo, Dott. Geol. Michele Ognibene e Dott. Geol. Rosario Fria, per la realizzazione di uno studio idrologico ed idraulico ai fini della verifica di Compatibilità Idrologica ed Idraulica delle opere in progetto.

Tali opere, nello specifico, consistono nell’installazione di n.5 aerogeneratori, costituenti il “Parco eolico” e nella realizzazione delle infrastrutture necessarie quali la viabilità di accesso ed interna e le opere per la connessione del parco alla RTN che avverrà tramite una cabina 30kV, di nuova realizzazione, collegata ad una Stazione Utente 30/150 kV condivisa; il parco eolico sarà allacciato alla cabina mediante un cavidotto che si sviluppa per svariati chilometri quasi esclusivamente su una viabilità esistente.

Scopo principale dello studio è una analisi del progetto dal punto di vista idrologico ed idraulico, con particolare riferimento alle eventuali interferenze tra le opere in progetto ed il reticolo idrografico superficiale, nonché una valutazione generale dell’impatto del progetto, dal punto di vista idrologico, sulle aree interessate.

Lo studio è stato redatto ai sensi degli artt. 4 bis, 4 quater, 6, 7 e 10 delle N.T.A. del Piano Stralcio per la difesa dal Rischio Idrogeologico dell’Autorità di Bacino Interregionale della Basilicata (P.A.I.).

	<p style="text-align: center;">PROGETTO IMPIANTO EOLICO “CUSTOLITO Montalbano Jonico (MT)</p>	<p style="text-align: center;">REV. A DICEMBRE 2021</p>
--	---	---

1.2 Metodologie di studio

Lo studio è stato svolto essenzialmente in 2 fasi:

- 1° fase

La prima fase ha visto un iniziale studio di tipo bibliografico con l’acquisizione di tutto quanto è stato possibile reperire in termini di dati esistenti quali, cartografie, foto satellitari, ortofoto, modelli digitali del terreno (DTM) e studi precedenti, con particolare riferimento alla relazione geologica redatta per lo stesso progetto nonché all’analisi geologica, morfologica ed idrologica contenuta nel *P.A.I.* relativamente ai bacini idrografici del *Fiume Cavone* e del *Fiume Agri*, all’interno dei quali ricadono tutte le opere in progetto.

Successivamente sono stati predisposti i sopralluoghi necessari al fine di effettuare una valutazione in situ delle caratteristiche morfologiche e litologiche dell’area di progetto nonché verificare la corrispondenza tra il materiale cartografico ufficiale ed il reale stato dei luoghi, con particolare riferimento alla morfologia degli impluvi.


- 2° fase

La seconda fase ha visto una iniziale elaborazione dei dati acquisiti, effettuata prevalentemente in ambiente GIS, da un punto di vista morfologico ed idrografico; 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 specifico, mediante analisi idrologiche ed idrauliche degli elementi idrografici di interesse.

L’analisi idrologica, in accordo con le metodologie richiamate nella *Scheda Tecnica A* delle N.T.A. PAI, è stata effettuata attraverso simulazioni numeriche utilizzando i codici di calcolo dell’Hydrologic Engineering Center dell’US Army Corps of Engineers, contenuti nel programma di calcolo HEC-HMS (Hydrologic Engineering Center's - Hydrologic Modeling System).

I risultati delle simulazioni idrologiche hanno permesso di determinare la portata di massima piena, per il tempo di ritorno considerato, ovvero 200 anni.

I risultati dell’analisi idrologica sono stati utilizzati per le successive analisi idrauliche, effettuata con l’ausilio del codice di calcolo HEC-RAS anch’esso distribuito dallo U.S. Army Corps of Engineers Hydrologic Engineer Center, con modellazione bidimensionale.

	<p style="text-align: center;">PROGETTO IMPIANTO EOLICO “CUSTOLITO Montalbano Jonico (MT)</p>	<p style="text-align: center;">REV. A DICEMBRE 2021</p>
--	---	---

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

I 5 aerogeneratori, che vanno a costituire l'area primaria dell'impianto (Parco Eolico s.s.), sono allineati quasi perfettamente lungo una direttrice nord-sud che si estende per circa 2,5 km; il Parco Eolico viene poi collegato alla Stazione di Utenza, ubicata ad nord del parco, mediante un cavidotto in MT che si sviluppa per circa 5,0 km, quasi interamente su una viabilità esistente (Tavola 01).

L'area interessata dall'impianto eolico è situata all'estremità nord-occidentale del territorio comunale di Montalbano Jonico, nel triangolo definito dalla Strada Statale n.598, la SP n.176 e la SP n.103, nelle vicinanze della frazione Peschiera del comune di Craco e compresa fra il Fiume Agri e Serra del Cavallo, a Sud, il Fiume Cavone, a nord, il Monte Marcaglione, nel comune di Tursi e Cozzo Iazzitelli ad est.


Tutti gli aerogeneratori e parte del cavidotto, ricadono all'interno del territorio comunale di Montalbano Jonico (MT), mentre la Stazione di Utenza e la restante parte del cavidotto, interessa invece il territorio del Comune di Craco (MT). Topograficamente le opere di progetto, interessano la tavola CTR in scala 1:25.000, "Craco" (Sezione n° 507-IV).

3. ANALISI MORFOLOGICA ED IDROGRAFICA PRELIMINARE

3.1 Inquadramento morfologico

Dal punto di vista morfologico l'area di progetto si inquadra in un contesto basso collinare a quote mediamente comprese tra gli 80 ed i 170 metri s.l.m. (Tav. 02); il Parco eolico, in particolare, è ubicato in corrispondenza dell'area sommitale di un crinale (a quote tra i 150 ed i 170 metri s.l.m.) il quale si snoda in direzione sud-nord e risulta caratterizzato da versanti simmetrici che digradano con pendenze piuttosto accentuate e mediamente superiori al 20-30% (Tav.03); il paesaggio in effetti appare tipicamente influenzato da un substrato poco competente, di natura prevalentemente argillosa, significativamente modellato dalle incisioni idrografiche, che determina piccole valli a V con pareti ripide in corrispondenza degli alti topografici e ampie vallate alluvionali sub-pianeggianti a quote più basse.

L'area della sottostazione e la quasi totalità del cavidotto si impostano proprio nell'area alluvionale del fondovalle caratterizzata da pendenze sempre inferiori al 5%.

	<p style="text-align: center;">PROGETTO IMPIANTO EOLICO “CUSTOLITO Montalbano Jonico (MT)</p>	<p style="text-align: center;">REV. A DICEMBRE 2021</p>
--	---	---

Con riferimento al P.A.I. Regione Basilicata tutte le aree di progetto non risultano interessate da superfici segnalate a rischio geomorfologico o comunque in aree soggette a valutazione idrogeologica. (Tav. 04).

3.2 Inquadramento idrografico generale

Dal punto di vista idrografico generale, come già accennato, l’impianto eolico ricade in gran parte all’interno del Bacino Idrografico del *Fiume Cavone*, con 2 aerogeneratori, l’intero cavidotto MT e la Stazione Utente, mentre i restanti 3 aerogeneratori ricadono all’interno del bacino idrografico del *Fiume Agri* (Tav. 05); pertanto, di fatto il parco eolico risulta ubicato a cavallo di una *linea di spartiacque* principale che separa i due bacini del versante lucano ionico.


3.3 Analisi idrografica dell’area di progetto

L’analisi idrografica preliminare ha evidenziato la presenza di molteplici interferenze tra le opere in progetto ed il reticolo idrografico per come individuato nelle C.T.R (Tav. 06); il reticolo su C.T.R. tuttavia, a volte, ha mostrato delle difformità con quanto rilevato nelle ortofoto e nei rilievi in situ. Tali difformità seppur in linea generale di scarsa entità, tuttavia alla scala di dettaglio dello studio non sono risultate del tutto trascurabili e pertanto verranno via via evidenziate.

Nel dettaglio nessuno degli aerogeneratori e delle relative piazzole risulta interferire direttamente con il reticolo idrografico ufficiale mentre per quanto riguarda la viabilità di nuova realizzazione, essa si imposta in massima parte su una viabilità già esistente, non asfaltata, che si snoda prevalentemente in corrispondenza delle aree di displuvio e quindi anche la viabilità interna del parco non risulta interferire con il reticolo idrografico.

Le uniche aree di interferenza si riferiscono pertanto al cavidotto di collegamento del parco eolico con la *Stazione Utente*, il quale comunque si snoda anch’esso quasi esclusivamente su una viabilità esistente seppur in massima parte non asfaltata.

La prossimità dell’area di progetto con gli spartiacque di bacino principali, dal punto di vista idrografico, sta ad indicare che gli impluvi del reticolo interessati dal passaggio del cavidotto, ad eccezione di un solo caso, di fatto, rappresentano i rami di testa dei bacini idrografici, ovvero

	<p style="text-align: center;">PROGETTO IMPIANTO EOLICO “CUSTOLITO Montalbano Jonico (MT)</p>	<p style="text-align: center;">REV. A DICEMBRE 2021</p>
--	---	---


in linea generale impluvi di 1° o 2° ordine secondo la metodologia di classificazione di Horton-Strahler). Come i rami di testa di quasi tutti i corsi d'acqua dell'Italia meridionale, tutti gli impluvi di interesse presentano un regime spiccatamente torrentizio alternando uno stato di secca perenne a brevissimi periodi di deflusso a seguito di eventi meteorici prolungati o anche brevi ma caratterizzati da una elevata intensità.

Nella Tavola 06, allegata in calce, vengono evidenziate tutte le interferenze tra il reticolo idrografico ed il cavidotto ed i relativi sottobacini idrografici, sottesi dalle sezioni ubicate in corrispondenza dei punti di interferenza.

Di seguito vengono elencate tutte le interferenze individuate; per chiarezza di esposizione è stata utilizzata la stessa nomenclatura delle tavole di progetto che tuttavia consideravano anche interferenze con elementi non appartenenti al reticolo idrografico e che pertanto nel presente studio non sono state considerate:

- Interferenze tra il reticolo idrografico ed il cavidotto
- INT_03; *impluvio di 1° ordine del Torrente Bruscata*
- INT_04; *Torrente Pescara*
- INT_05; *impluvio di 1° ordine Torrente Pescara*
- INT_06; *impluvio di 2° ordine Torrente Pescara*
- INT_07; *impluvio di 3° ordine Torrente Pescara*
- INT_09; *impluvio di 4° ordine Torrente Pescara*
- INT_10; *impluvio di 1° ordine Torrente Pescara*
- INT_11; *impluvio di 1° ordine Torrente Pescara*
- INT_12; *impluvio di 2° ordine Torrente Pescara*
- INT_13; *impluvio di 1° ordine Torrente Pescara*
- INT_14; *impluvio di 2° ordine Torrente Pescara*

Tutte le interferenze sopra riportate, ad eccezione delle INT_03 e INT_04, sono state oggetto di uno studio idrologico ed idraulico.

	<p style="text-align: center;">PROGETTO IMPIANTO EOLICO "CUSTOLITO Montalbano Jonico (MT)</p>	<p style="text-align: center;">REV. A DICEMBRE 2021</p>
--	---	---

4. STUDIO IDROLOGICO

Lo studio idrologico per come indicato nella *Scheda Tecnica A* delle N.T.A., è stato condotto con metodologie idonee ad una corretta valutazione delle portate di piena per il tempo di ritorno considerato; nello specifico ci si è avvalsi del programma di calcolo dell'Hydrologic Engineering Center dell'US Army Corps of Engineers HEC-HMS (Hydrologic Engineering Center's - Hydrologic Modeling System), il cui uso verrà di seguito illustrato.

Si evidenzia che sia i siti di impianto che un loro significativo intorno, non sono interessati da aree indicate nella cartografia ufficiale del P.A.I. a pericolosità idraulica o identificate come "aree soggette a valutazione idrogeologica (Tav. 04).

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).

	<p style="text-align: center;">PROGETTO IMPIANTO EOLICO “CUSTOLITO Montalbano Jonico (MT)</p>	<p style="text-align: center;">REV. A DICEMBRE 2021</p>
--	---	---


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.

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 la valutazione di alcuni parametri morfometrici caratteristici del sottobacino stesso; tale analisi morfometrica preliminare, nel presente studio, è stata effettuata in ambiente GIS mediante diversi algoritmi di calcolo implementati nel software Q-Gis, usando come base di elaborazione il *Modello Digitale del Terreno (DTM)* a passo 5 metri della Regione Basilicata, liberamente disponibile sul Geoportale RSDI-Basilicata (anno rilievo 2013).

Di seguito vengono riportati i risultati dell’analisi per tutti i sottobacini idrografici oggetto di studio, sia in termini di caratteristiche morfometriche, sia di stima finale del tempo di corrivazione.

	<p style="text-align: center;">PROGETTO IMPIANTO EOLICO "CUSTOLITO Montalbano Jonico (MT)</p>	<p style="text-align: center;">REV. A DICEMBRE 2021</p>
--	---	---

- **Sottobacino INT_05**; *impluvio di 1° ordine del Torrente Pescara*

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


<i>Superficie totale Bacino</i>	0.002	Km ²
<i>Altezza massima Bacino</i>	108.0	metri (s.l.m.)
<i>Altezza media Bacino</i>	95.05	metri (s.l.m.)
<i>Lunghezza asta principale</i>	0.118	km
<i>Quota sezione di chiusura</i>	79.9	metri (s.l.m.)
<i>Pendenza media asta principale</i>	23.31	%
<i>Pendenza media Bacino</i>	33.25	%

Utilizzando tali parametri sono stati ottenuti i seguenti valori del t_c :

	<i>Tempo di corrivazione t_c (ore)</i>	<i>Parametri non morfometrici</i>	<i>note</i>
<i>Formula Giandotti</i>	0.114		esclusa
<i>Formula Viparelli</i>	0.033	V = 1,0 m/s	
<i>Formula Ventura</i>	0.012		
<i>Formula Pasini</i>	0.014		
<i>Formula Aronica e Paltrinieri</i>	0.102	M= 0.250; d=1.270	esclusa
<i>Formula Pezzoli</i>	0.013		
<i>Formula di Kirpich</i>	0.022		
<i>Formula SCS (o di Mockus)</i>	0.040	CN = 82	
<i>Formula Turazza</i>	0.049		

Il valore utilizzato è stato infine quello rappresentato dalla media aritmetica dei valori sopra esposti, escludendo dalla media (in via cautelativa) le formule che portavano a velocità medie del deflusso estremamente basse, risulta pertanto:

$t_c = 0.026$ ore (pari a 1,57 minuti).

	<p style="text-align: center;">PROGETTO IMPIANTO EOLICO "CUSTOLITO Montalbano Jonico (MT)</p>	<p style="text-align: center;">REV. A DICEMBRE 2021</p>
--	---	---

- **Sottobacino INT_06**; *impluvio di 2° ordine del Torrente Pescara*

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


<i>Superficie totale Bacino</i>	0.159	Km ²
<i>Altezza massima Bacino</i>	150.9	metri (s.l.m.)
<i>Altezza media Bacino</i>	108.8	metri (s.l.m.)
<i>Lunghezza asta principale</i>	0.635	km
<i>Quota sezione di chiusura</i>	79.3	metri (s.l.m.)
<i>Pendenza media asta principale</i>	8.57	%
<i>Pendenza media Bacino</i>	29.18	%

Utilizzando tali parametri sono stati ottenuti i seguenti valori del t_c :

	<i>Tempo di corrivazione t_c (ore)</i>	<i>Parametri non morfometrici</i>	<i>note</i>
<i>Formula Giandotti</i>	0.586		esclusa
<i>Formula Viparelli</i>	0.176	V = 1,0 m/s	
<i>Formula Ventura</i>	0.173		
<i>Formula Pasini</i>	0.172		
<i>Formula Aronica e Paltrinieri</i>	0.508	M= 0.250; d=1.270	esclusa
<i>Formula Pezzoli</i>	0.119		
<i>Formula di Kirpich</i>	0.108		
<i>Formula SCS (o di Mockus)</i>	0.165	CN = 82	
<i>Formula Turazza</i>	0.433		

Il valore utilizzato è stato infine quello rappresentato dalla media aritmetica dei valori sopra esposti, escludendo dalla media (in via cautelativa) le formule che portavano a velocità medie del deflusso estremamente basse, risulta pertanto:

$t_c = 0.192$ ore (pari a 11,55 minuti).

	<p style="text-align: center;">PROGETTO IMPIANTO EOLICO "CUSTOLITO Montalbano Jonico (MT)</p>	<p style="text-align: center;">REV. A DICEMBRE 2021</p>
--	---	---

- **Sottobacino INT_07**; *impluvio di 3° ordine del Torrente Pescara*

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


<i>Superficie totale Bacino</i>	0.629	Km ²
<i>Altezza massima Bacino</i>	165.7	metri (s.l.m.)
<i>Altezza media Bacino</i>	114.2	metri (s.l.m.)
<i>Lunghezza asta principale</i>	1.488	km
<i>Quota sezione di chiusura</i>	79.0	metri (s.l.m.)
<i>Pendenza media asta principale</i>	5.74	%
<i>Pendenza media Bacino</i>	25.28	%

Utilizzando tali parametri sono stati ottenuti i seguenti valori del t_c :

	<i>Tempo di corrivazione t_c (ore)</i>	<i>Parametri non morfometrici</i>	<i>note</i>
<i>Formula Giandotti</i>	1.139		esclusa
<i>Formula Viparelli</i>	0.413	V = 1,0 m/s	
<i>Formula Ventura</i>	0.421		
<i>Formula Pasini</i>	0.441		
<i>Formula Aronica e Paltrinieri</i>	0.997	M= 0.250; d=1.270	esclusa
<i>Formula Pezzoli</i>	0.342		
<i>Formula di Kirpich</i>	0.269		
<i>Formula SCS (o di Mockus)</i>	0.344	CN = 82.6	
<i>Formula Turazza</i>	0.861		

Il valore utilizzato è stato infine quello rappresentato dalla media aritmetica dei valori sopra esposti, escludendo dalla media (in via cautelativa) le formule che portavano a velocità medie del deflusso estremamente basse, risulta pertanto:

$t_c = 0.442$ ore (pari a 26,50 minuti).

	<p style="text-align: center;">PROGETTO IMPIANTO EOLICO "CUSTOLITO Montalbano Jonico (MT)</p>	<p style="text-align: center;">REV. A DICEMBRE 2021</p>
--	---	---

- **Sottobacino INT_09**; *impluvio di 4° ordine del Torrente Pescara*

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


<i>Superficie totale Bacino</i>	1.97	Km ²
<i>Altezza massima Bacino</i>	209.9	metri (s.l.m.)
<i>Altezza media Bacino</i>	131.7	metri (s.l.m.)
<i>Lunghezza asta principale</i>	2.667	km
<i>Quota sezione di chiusura</i>	82.0	metri (s.l.m.)
<i>Pendenza media asta principale</i>	4.10	%
<i>Pendenza media Bacino</i>	23.01	%

Utilizzando tali parametri sono stati ottenuti i seguenti valori del t_c :

	<i>Tempo di corrivazione t_c (ore)</i>	<i>Parametri non morfometrici</i>	<i>note</i>
<i>Formula Giandotti</i>	1.705		esclusa
<i>Formula Viparelli</i>	0.741	V = 1,0 m/s	
<i>Formula Ventura</i>	0.882		
<i>Formula Pasini</i>	0.927		
<i>Formula Aronica e Paltrinieri</i>	1.493	M= 0.250; d=1.270	esclusa
<i>Formula Pezzoli</i>	0.724		
<i>Formula di Kirpich</i>	0.455		
<i>Formula SCS (o di Mockus)</i>	0.553	CN = 83.8	
<i>Formula Turazza</i>	1.523		

Il valore utilizzato è stato infine quello rappresentato dalla media aritmetica dei valori sopra esposti, escludendo dalla media (in via cautelativa) le formule che portavano a velocità medie del deflusso estremamente basse, risulta pertanto:

$t_c = 0.829$ ore (pari a 49,76 minuti).

	<p style="text-align: center;">PROGETTO IMPIANTO EOLICO "CUSTOLITO Montalbano Jonico (MT)</p>	<p style="text-align: center;">REV. A DICEMBRE 2021</p>
--	---	---

- **Sottobacino INT_10**; *impluvio di 1° ordine del Torrente Pescara*

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


<i>Superficie totale Bacino</i>	0.061	Km ²
<i>Altezza massima Bacino</i>	141.8	metri (s.l.m.)
<i>Altezza media Bacino</i>	107.7	metri (s.l.m.)
<i>Lunghezza asta principale</i>	0.417	km
<i>Quota sezione di chiusura</i>	86.5	metri (s.l.m.)
<i>Pendenza media asta principale</i>	13.28	%
<i>Pendenza media Bacino</i>	22.53	%

Utilizzando tali parametri sono stati ottenuti i seguenti valori del t_c :

	<i>Tempo di corrivazione t_c (ore)</i>	<i>Parametri non morfometrici</i>	<i>note</i>
<i>Formula Giandotti</i>	0.438		esclusa
<i>Formula Viparelli</i>	0.116	V = 1,0 m/s	
<i>Formula Ventura</i>	0.086		
<i>Formula Pasini</i>	0.087		
<i>Formula Aronica e Paltrinieri</i>	0.381	M= 0.250; d=1.270	esclusa
<i>Formula Pezzoli</i>	0.063		
<i>Formula di Kirpich</i>	0.074		
<i>Formula SCS (o di Mockus)</i>	0.126	CN = 84	
<i>Formula Turazza</i>	0.268		

Il valore utilizzato è stato infine quello rappresentato dalla media aritmetica dei valori sopra esposti, escludendo dalla media (in via cautelativa) le formule che portavano a velocità medie del deflusso estremamente basse, risulta pertanto:

$t_c = 0.117$ ore (pari a 7,03 minuti).

	<p style="text-align: center;">PROGETTO IMPIANTO EOLICO "CUSTOLITO Montalbano Jonico (MT)</p>	<p style="text-align: center;">REV. A DICEMBRE 2021</p>
--	---	---

- **Sottobacino INT_11**; *impluvio di 1° ordine del Torrente Pescara*

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


<i>Superficie totale Bacino</i>	0.023	Km ²
<i>Altezza massima Bacino</i>	135.6	metri (s.l.m.)
<i>Altezza media Bacino</i>	106.8	metri (s.l.m.)
<i>Lunghezza asta principale</i>	0.263	km
<i>Quota sezione di chiusura</i>	88.8	metri (s.l.m.)
<i>Pendenza media asta principale</i>	17.79	%
<i>Pendenza media Bacino</i>	25.39	%

Utilizzando tali parametri sono stati ottenuti i seguenti valori del t_c :

	<i>Tempo di corrivazione t_c (ore)</i>	<i>Parametri non morfometrici</i>	<i>note</i>
<i>Formula Giandotti</i>	0.295		esclusa
<i>Formula Viparelli</i>	0.073	V = 1,0 m/s	
<i>Formula Ventura</i>	0.046		
<i>Formula Pasini</i>	0.047		
<i>Formula Aronica e Paltrinieri</i>	0.257	M= 0.250; d=1.270	esclusa
<i>Formula Pezzoli</i>	0.034		
<i>Formula di Kirpich</i>	0.046		
<i>Formula SCS (o di Mockus)</i>	0.082	CN = 84	
<i>Formula Turazza</i>	0.165		

Il valore utilizzato è stato infine quello rappresentato dalla media aritmetica dei valori sopra esposti, escludendo dalla media (in via cautelativa) le formule che portavano a velocità medie del deflusso estremamente basse, risulta pertanto:

$t_c = 0.070$ ore (pari a 4,22 minuti).

	<p style="text-align: center;">PROGETTO IMPIANTO EOLICO "CUSTOLITO Montalbano Jonico (MT)</p>	<p style="text-align: center;">REV. A DICEMBRE 2021</p>
--	---	---

- **Sottobacino INT_12**; *impluvio di 2° ordine del Torrente Pescara*

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


<i>Superficie totale Bacino</i>	0.058	Km ²
<i>Altezza massima Bacino</i>	141.7	metri (s.l.m.)
<i>Altezza media Bacino</i>	115.6	metri (s.l.m.)
<i>Lunghezza asta principale</i>	0.411	km
<i>Quota sezione di chiusura</i>	91.8	metri (s.l.m.)
<i>Pendenza media asta principale</i>	12.15	%
<i>Pendenza media Bacino</i>	24.90	%

Utilizzando tali parametri sono stati ottenuti i seguenti valori del t_c :

	<i>Tempo di corrivazione t_c (ore)</i>	<i>Parametri non morfometrici</i>	<i>note</i>
<i>Formula Giandotti</i>	0.405		esclusa
<i>Formula Viparelli</i>	0.114	V = 1,0 m/s	
<i>Formula Ventura</i>	0.088		
<i>Formula Pasini</i>	0.089		
<i>Formula Aronica e Paltrinieri</i>	0.352	M= 0.250; d=1.270	esclusa
<i>Formula Pezzoli</i>	0.065		
<i>Formula di Kirpich</i>	0.075		
<i>Formula SCS (o di Mockus)</i>	0.118	CN = 84	
<i>Formula Turazza</i>	0.261		

Il valore utilizzato è stato infine quello rappresentato dalla media aritmetica dei valori sopra esposti, escludendo dalla media (in via cautelativa) le formule che portavano a velocità medie del deflusso estremamente basse, risulta pertanto:

$t_c = 0.116$ ore (pari a 6,95 minuti).

	<p style="text-align: center;">PROGETTO IMPIANTO EOLICO "CUSTOLITO Montalbano Jonico (MT)</p>	<p style="text-align: center;">REV. A DICEMBRE 2021</p>
--	---	---

- **Sottobacino INT_13**; *impluvio di 1° ordine del Torrente Pescara*

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


<i>Superficie totale Bacino</i>	0.036	Km ²
<i>Altezza massima Bacino</i>	164.5	metri (s.l.m.)
<i>Altezza media Bacino</i>	130	metri (s.l.m.)
<i>Lunghezza asta principale</i>	0.34	km
<i>Quota sezione di chiusura</i>	102.8	metri (s.l.m.)
<i>Pendenza media asta principale</i>	18.26	%
<i>Pendenza media Bacino</i>	28.01	%

Utilizzando tali parametri sono stati ottenuti i seguenti valori del t_c :

	<i>Tempo di corrivazione t_c (ore)</i>	<i>Parametri non morfometrici</i>	<i>note</i>
<i>Formula Giandotti</i>	0.304		esclusa
<i>Formula Viparelli</i>	0.094	V = 1,0 m/s	
<i>Formula Ventura</i>	0.056		
<i>Formula Pasini</i>	0.058		
<i>Formula Aronica e Paltrinieri</i>	0.265	M= 0.250; d=1.270	esclusa
<i>Formula Pezzoli</i>	0.044		
<i>Formula di Kirpich</i>	0.056		
<i>Formula SCS (o di Mockus)</i>	0.096	CN = 84	
<i>Formula Turazza</i>	0.206		

Il valore utilizzato è stato infine quello rappresentato dalla media aritmetica dei valori sopra esposti, escludendo dalla media (in via cautelativa) le formule che portavano a velocità medie del deflusso estremamente basse, risulta pertanto:

$t_c = 0.087$ ore (pari a 5,23 minuti).

	<p style="text-align: center;">PROGETTO IMPIANTO EOLICO "CUSTOLITO Montalbano Jonico (MT)</p>	<p style="text-align: center;">REV. A DICEMBRE 2021</p>
--	---	---

- **Sottobacino INT_14**; *impluvio di 2° ordine del Torrente Pescara*

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


<i>Superficie totale Bacino</i>	0.073	Km ²
<i>Altezza massima Bacino</i>	166.9	metri (s.l.m.)
<i>Altezza media Bacino</i>	137.1	metri (s.l.m.)
<i>Lunghezza asta principale</i>	0.426	km
<i>Quota sezione di chiusura</i>	106.7	metri (s.l.m.)
<i>Pendenza media asta principale</i>	11.83	%
<i>Pendenza media Bacino</i>	26.90	%

Utilizzando tali parametri sono stati ottenuti i seguenti valori del t_c :

	<i>Tempo di corrivazione t_c (ore)</i>	<i>Parametri non morfometrici</i>	<i>note</i>
<i>Formula Giandotti</i>	0.390		esclusa
<i>Formula Viparelli</i>	0.118	V = 1,0 m/s	
<i>Formula Ventura</i>	0.100		
<i>Formula Pasini</i>	0.099		
<i>Formula Aronica e Paltrinieri</i>	0.338	M= 0.250; d=1.270	esclusa
<i>Formula Pezzoli</i>	0.068		
<i>Formula di Kirpich</i>	0.073		
<i>Formula SCS (o di Mockus)</i>	0.117	CN = 84	
<i>Formula Turazza</i>	0.293		

Il valore utilizzato è stato infine quello rappresentato dalla media aritmetica dei valori sopra esposti, escludendo dalla media (in via cautelativa) le formule che portavano a velocità medie del deflusso estremamente basse, risulta pertanto:

$t_c = 0.124$ ore (pari a 7,44 minuti).

	<p style="text-align: center;">PROGETTO IMPIANTO EOLICO “CUSTOLITO Montalbano Jonico (MT)</p>	<p style="text-align: center;">REV. A DICEMBRE 2021</p>
--	---	---

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 Basilicata

Volendo stimare eventi di piena di dato tempo di ritorno, bisogna innanzitutto 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

	<p style="text-align: center;">PROGETTO IMPIANTO EOLICO “CUSTOLITO Montalbano Jonico (MT)</p>	<p style="text-align: center;">REV. A DICEMBRE 2021</p>
--	---	---

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 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 si farà ampiamente riferimento al *Rapporto di Sintesi del progetto Va.Pi. Relativo alla Regione Basilicata*.

La procedura gerarchica di regionalizzazione si articola su tre livelli successivi in ognuno dei quali è possibile ritenere costanti alcuni valori statistici.

Nel primo livello di regionalizzazione si ipotizza che il coefficiente di asimmetria teorico G_t delle serie dei massimi annuali delle piogge di assegnata durata t sia costante per l'intera regione in esame; a questo livello, quindi, la Basilicata viene ritenuta una zona pluviometrica omogenea ed i valori dei parametri di forma (Θ^* e Λ^*) della funzione di probabilità cumulata $F_y(y)$, risultano costanti ed indipendenti dalla durata t ; rispettivamente $\Theta^* = 2.632$ e $\Lambda^* = 0.104$ con

$$F_y(y) = \exp \left[\exp(-y) - \Lambda^* \exp \left(-\frac{y}{\Theta^*} \right) \right] \text{ e con } y \geq 0$$

Il secondo livello di regionalizzazione riguarda l'individuazione di sottozone omogenee, interne a quella individuata al primo livello, nelle quali risulti costante, oltre al coefficiente di asimmetria, anche il coefficiente di variazione della legge teorica. Al secondo livello di regionalizzazione inizialmente per la Basilicata non erano state individuate sottozone pluviometriche omogenee, nel *Rapporto di Sintesi* tuttavia viene presentata e suggerita una suddivisione in 2 sottozone omogenee (Fig. 1) con valori dei parametri di interesse, Λ_1 e η significativamente differenti.

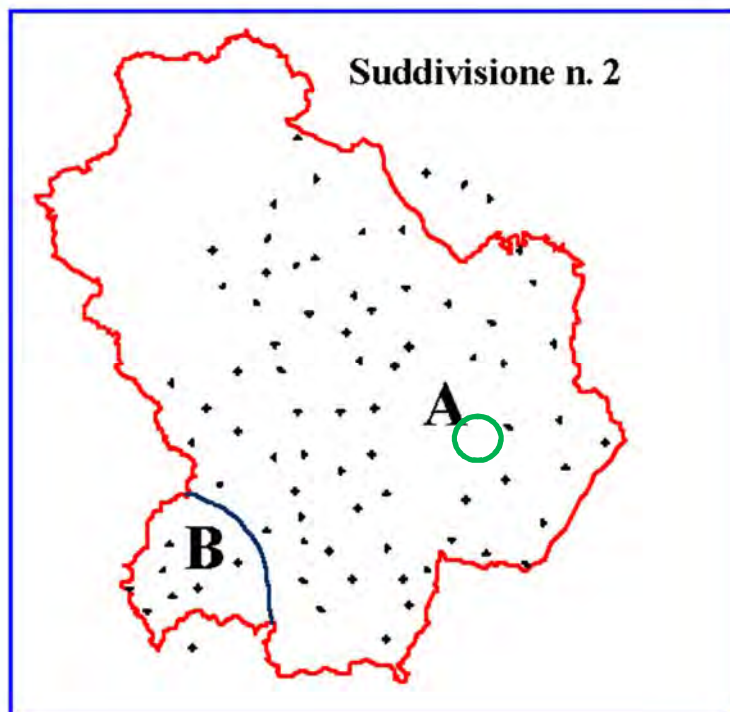


Fig. 1: Sottozone pluviometriche omogenee per la regione Basilicata (*Rapporto di Sintesi VA.Pi.*)

Per entrambe le sottozone l'espressione che determina la relazione tra la variabile adimensionale K_T , definito fattore di crescita, che misura la variabilità degli eventi estremi alle diverse frequenze T (tempi di ritorno) e lo stesso tempo di ritorno T assume la forma:

$$T = \frac{1}{1 - F_K(k)} = \frac{1}{1 - \exp(-\Lambda_1 e^{-\eta k} - \Lambda_2 \Lambda_1^{1/\theta_2} e^{-\eta k/\theta_2})}$$

dove i coefficienti Λ_1 e η sono definiti in funzione della sottozona di riferimento come da tabella:

	Λ_1	η
Sottozona A	20.64	3.841
Sottozona B	55.23	4.825

Dal punto di vista pratico, tuttavia, appare più utile la forma inversa dell’equazione sopra esposta, per cui, fissato un valore T del periodo di ritorno, si ricava il corrispondente valore del coefficiente di crescita K_T , ovvero:

$$K_T = \left(\frac{\theta_* \text{Ln } \Lambda_*}{\eta} + \frac{\text{Ln } \Lambda_1}{\eta} \right) + \frac{\theta_*}{\eta} \text{Ln } T$$

che, in funzione dei valori assunti dai parametri della distribuzione TCEV, in Basilicata assume il valore:

- $K_T = -0.7628 + 0.6852 \cdot \text{Ln} T$ (per la sottozona A)
- $K_T = -0.4032 + 0.5455 \cdot \text{Ln} T$ (per la sottozona B)

L’errore che si compie nell’uso della formula inversa per tempi di ritorno superiori a 25 anni nella sottozona B è sempre inferiore al 5%, mentre per la sottozona A tale approssimazione (ovvero errore inferiore al 5%) è valida solo per tempi superiori a 50 anni.

Ad ogni modo il *Rapporto di Sintesi* fornisce i valori tabellati del fattore di crescita K_T , ottenuti tramite l’equazione diretta, per i periodi di ritorno più usati, riportati in figura 2.

T (anni)	2	5	10	20	25	40	50	100	200	500	1000
K_T (SZOA)	0.92	1.25	1.49	1.74	1.83	2.03	2.14	2.49	2.91	3.50	3.97
K_T (SZOB)	0.97	1.10	1.20	1.30	1.34	1.42	1.46	1.61	1.78	2.02	2.21

Fig. 2: Valori del coefficiente probabilistico di crescita K_T per le piogge in Basilicata

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, distanza dal mare, superficie del bacino idrografico), relative al sito di misura. Pertanto, l’espressione della *Curva di Probabilità Pluviometrica* assume la forma:

$$h_{t/T} = K_T \cdot \mu(t)$$

dove $h_{t/T}$ rappresenta l’altezza di pioggia di assegnata durata t e fissato tempo di ritorno T .

Per ciascuna delle 55 stazioni pluviometriche considerate nel progetto Va.Pi., che vantano almeno 15 anni di funzionamento, tra la media campionaria dei valori ed il tempo è stata riconosciuta una legge di regressione del tipo:

$$\mu(t) = a \cdot t^n$$

Per ogni stazione pluviografica i valori dei coefficienti **a** ed **n** sono tabellati. Per i bacini idrografici sprovvisti di stazioni di misura, i coefficienti a ed n possono essere stimati sulla base della carta di figura 3.

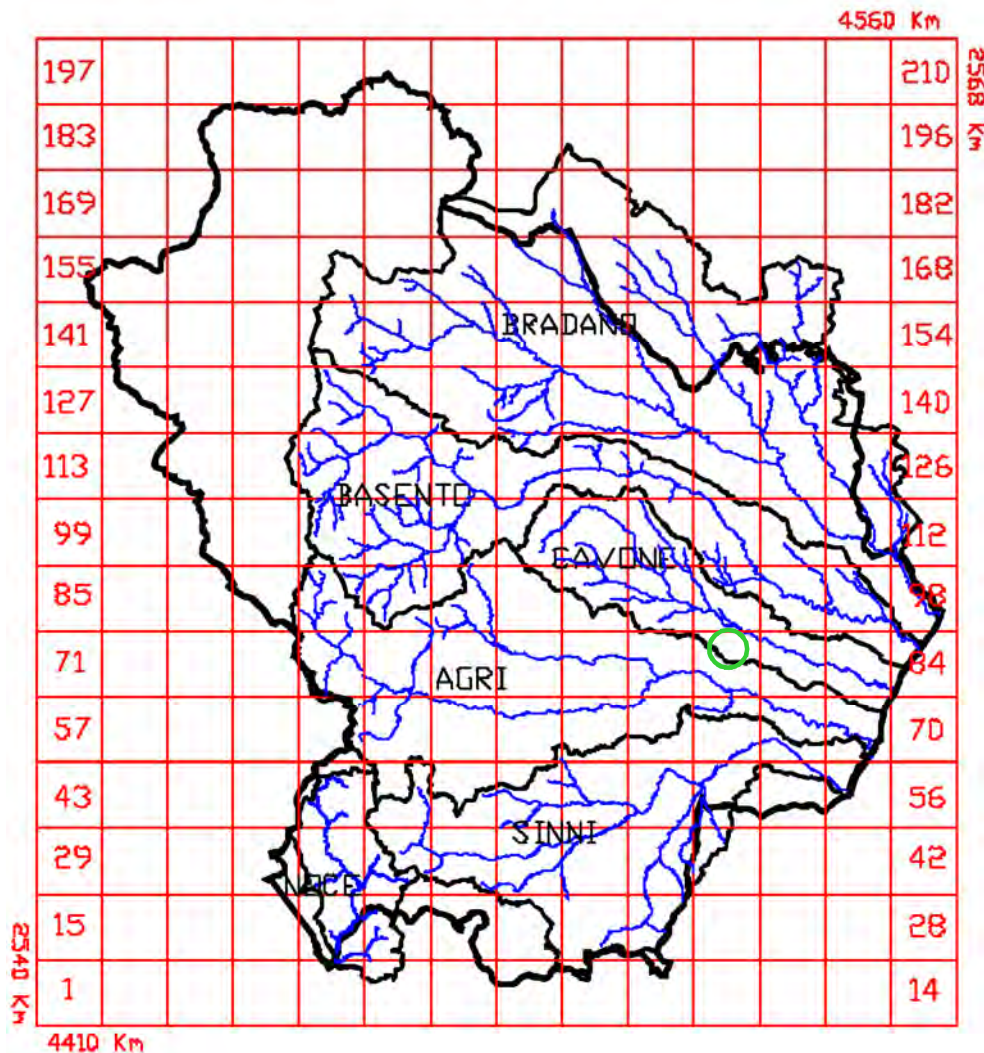



Fig. 3: Carta di distribuzione spaziale dei parametri "a" ed "n" per la regione Basilicata

	<p style="text-align: center;">PROGETTO IMPIANTO EOLICO "CUSTOLITO Montalbano Jonico (MT)</p>	<p style="text-align: center;">REV. A DICEMBRE 2021</p>
--	---	---

Nella carta l'intera regione è stata suddivisa in celle quadrate di 10 km di lato e per ciascuna cella vengono forniti i valori di "a" ed "n" (a sotto forma di log(a)), ottenuti mediante interpolazione dei valori delle singole stazioni pluviometriche

- 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 $1 \leq t \leq 24$ ore, non può essere tratta alcuna informazione inerente agli eventi brevi di durata inferiore ad 1 ora. La curva di probabilità pluviometrica, costruita con riferimento alle piogge aventi durata compresa tra 1 e 24 ore, non può essere pertanto 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 Basilicata, 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 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 seguente figura 4:

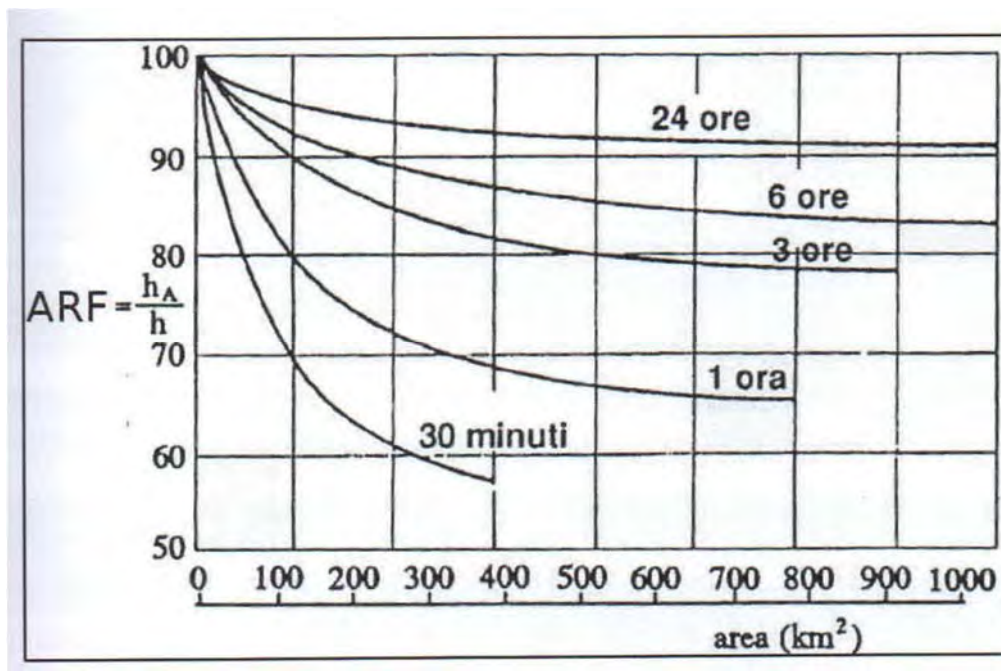


Fig. 4: Correlazione tra il coefficiente ARF e l'area del Bacino (Va.Pi.)

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, tenuto conto delle modestissime dimensioni dei bacini studiati, non è stata considerata alcuna correzione areale.

- Curva di Probabilità Pluviometrica

Utilizzando la metodologia descritta in precedenza, è stata calcolata la *Curva di Probabilità Pluviometrica* per l'area in esame. Per quanto riguarda il valore del fattore di crescita K_T , poiché il tempo di ritorno preso in considerazione per le successive analisi idrauliche, ovvero 200 anni, risulta presente nella tabella di figura 2 e tenuto conto che l'area di interesse ricade nella sottozona A (Fig.1) è stato considerato il valore da tabella ovvero **$K_T = 2.91$** .

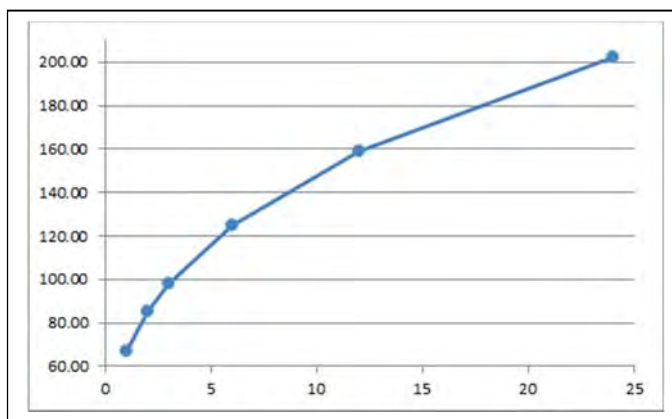
Per quanto riguarda invece i valori di a ed n da utilizzare nella equazione $\mu(t) = a \cdot t^n$ sono stati usati i valori desunti dalla fig. 3 nello specifico:

$$a=23,067 \quad n=0,347$$

Utilizzando i valori sopra riportati è stato possibile ricostruire la C.P.P., che per le canoniche durate di 1, 3, 6, 12 e 24 ore risulta:

- *C.P.P. con $Tr = 200$ anni*

t (ore)	H_{vT} (mm)
1	67.12
3	98.28
6	125.00
12	158.99
24	202.22




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).

	<p style="text-align: center;">PROGETTO IMPIANTO EOLICO "CUSTOLITO Montalbano Jonico (MT)</p>	<p style="text-align: center;">REV. A DICEMBRE 2021</p>
--	---	---

- **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 di un deflusso di base nonché la propagazione dell'onda di piena nei canali, il contributo di invasi naturali o artificiali ecc.

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

	<p style="text-align: center;">PROGETTO IMPIANTO EOLICO “CUSTOLITO Montalbano Jonico (MT)</p>	<p style="text-align: center;">REV. A DICEMBRE 2021</p>
--	---	---

portano agli algoritmi matematici, per le singole componenti verranno di seguito esposti sinteticamente i passaggi necessari per la modellizzazione, gli input utilizzati, i metodi di calcolo usati e infine verranno presentati i risultati delle simulazioni.

I) Modellizzazione del Bacino idrografico;

La modellizzazione del bacino idrografico in Hec-HMS consiste in un mero inserimento dei vari elementi idrografici presenti, 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.

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 è stata sempre sensibilmente superiore al tempo di corrivazione e quindi in condizione cautelativa.

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

	<p style="text-align: center;">PROGETTO IMPIANTO EOLICO “CUSTOLITO Montalbano Jonico (MT)</p>	<p style="text-align: center;">REV. A DICEMBRE 2021</p>
--	---	---

HEC-HMS, è stato utilizzato il *Metodo SCS Curve Number* (SCS-CN Soil Conservation Service – Curve Number).

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

- un tasso di infiltrazione variabile nel tempo;
- la natura litologica del suolo;
- la tipologia di copertura (uso del suolo);
- 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.

	<p style="text-align: center;">PROGETTO IMPIANTO EOLICO “CUSTOLITO Montalbano Jonico (MT)</p>	<p style="text-align: center;">REV. A DICEMBRE 2021</p>
--	---	---

- 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 elevata
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 5:

Tipo di copertura (uso del suolo)	TIPO DI SUOLO			
	A	B	C	D
<i>TERRENO COLTIVATO</i>				
Coltivazioni non curate	72	81	88	91
Coltivazioni ben curate	62	71	78	81
<i>TERRENO DA PASCOLO</i>				
Cattive condizioni	68	79	86	89
Buone condizioni	39	61	74	90
<i>PRATERIE</i> , Buone condizioni	30	58	71	78
<i>TERRENI BOSCOSI O FORESTATI</i>				
Terreno sottile, sottobosco povero, senza foglie	45	66	77	83
Sottobosco e copertura buoni	25	55	70	77


	<p style="text-align: center;">PROGETTO IMPIANTO EOLICO “CUSTOLITO Montalbano Jonico (MT)</p>	<p style="text-align: center;">REV. A DICEMBRE 2021</p>
--	---	---

<i>SPAZI APERTI, PRATI RASATI; PARCHI</i>				
Buone condizioni con almeno il 75% area con copertura erbosa	39	61	74	80
Condizioni normali con copertura erbosa intorno al 50% area	49	69	79	84
<i>AREE COMMERCIALI</i> (Impermeabilità 85%)	89	92	94	95
<i>DISTRETTI INDUSTRIALI</i> (Impermeabilità 72%)	81	88	91	93
<i>AREE RESIDENZIALI</i>				
Impermeabilità media	77	85	90	92
65%	61	75	83	87
38%	57	72	81	86
30%	54	70	80	85
25%	51	68	79	84
<i>PARCHEGGI IMPERMEABILIZZATI</i>	98	98	98	98
<i>STRADE</i>				
Pavimentate con cordoli e fognature	98	98	98	98
Inghiaiate o selciate con buche	76	85	89	91
In terra battuta (non Asfaltate)	72	82	87	89

Fig. 5: Tabella tipo per il calcolo del CN(II)

Per quanto riguarda i valori del *Curve Number* utilizzati nel presente studio va evidenziato che nella letteratura di riferimento sono presenti varie versioni della tabella di figura 5, con valori, relativamente a voci similari, non sempre univoci. In effetti le originali tabelle dello USDA (United States Department of Agriculture) sono state spesso adattate in funzione di specificità locali (colture agrarie o litologie specifiche).

Nel presente studio, non avendo rinvenuto riferimenti ufficiali della Regione Basilicata e ritenendo di difficile applicazione (in ragione del modesto areale dei vari sottobacini di interesse), l'uso delle carte del CN talora presenti nelle relazioni specifiche di Bacino del P.A.I., è stato effettuato un calcolo del valore di Curve Number specifico per ogni singolo sottobacino utilizzando i valori di riferimento per le coperture proposti dal *Dipartimento Geologico dell'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Sardegna* (ARPAS) (Carta del Curve Number Regionale), integralmente riportati in Appendice B, in considerazione di una tipologia

	<p style="text-align: center;">PROGETTO IMPIANTO EOLICO “CUSTOLITO Montalbano Jonico (MT)</p>	<p style="text-align: center;">REV. A DICEMBRE 2021</p>
--	---	---

di copertura vegetale praticamente identica a quella della Basilicata e dell'Italia meridionale in generale. Nello stesso estratto dell'Appendice B sono riportate anche le tabelle di riferimento originali dello USDA.

Per la definizione del tipo di copertura (uso del suolo) e della natura litologica del terreno (permeabilità) sono state utilizzate rispettivamente:

- *La Carta Uso del Suolo, Corine Land Cover Basilicata*, disponibile sul Geoportale RSDI-Basilicata (Tavola 07).

- *La Carta Litologica della Basilicata* disponibile Geoportale RSDI-Basilicata (Tav. 08).

Nelle schede riepilogative dei sottobacini, presentate nel paragrafo 4.2, sono riportati i valori del CN per ogni sottobacino; per i dettagli sul calcolo del CN dei singoli sottobacini si rimanda all'Appendice C.

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*" e relativo alla porzione di bacino ritenuta appunto "impermeabile", ovvero superfici perfettamente impermeabili quali, laghi, stagni, lagune, ecc.; tale valore è stato valutato in percentuale per ogni sottobacino studiato (appendice C).

- *Condizioni di umidità del suolo precedenti l'evento*


Il CSC-CN prevede la classificazione delle condizioni di umidità del suolo precedenti all'evento in 3 categorie, ovvero:

1) AMC I (Antecedent moisture condition), qualora la pioggia nei 5 giorni precedenti sia inferiore a 12.7 mm nella stagione di riposo vegetativo e 35.6 mm nella stagione vegetativa attiva.

2) AMC II, qualora la pioggia nei 5 giorni precedenti sia compresa tra 12.7 e 27.9 mm nella stagione di riposo vegetativo e tra 35.6 e 53.3 mm nella stagione vegetativa attiva.

3) AMC III qualora la pioggia nei 5 giorni precedenti sia maggiore di 27.9 mm nella stagione di riposo e 53.3 mm nella stagione attiva.

Il valore del parametro CN per la condizione AMCII è quello derivanti dalle varie tabelle e denominato CN(II); i valori per le condizioni AMC I ed AMC III si ottengono dalle relazioni:

	<p style="text-align: center;">PROGETTO IMPIANTO EOLICO “CUSTOLITO Montalbano Jonico (MT)</p>	<p style="text-align: center;">REV. A DICEMBRE 2021</p>
--	---	---

$$AMC(I) = \frac{CN(II)}{2.3 - 0.013 \cdot CN(II)}$$

$$AMC(III) = \frac{CN(II)}{0.43 + 0.0057 \cdot CN(II)}$$

Nel presente studio, tenuto conto della mancanza di rischi specifici legati alla presenza di aree densamente abitate, per i calcoli è sempre stata utilizzata la condizione CN(II).

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 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, in nessuno dei sottobacini studiati è stato considerato un deflusso di base.

4.5 Valutazioni delle Portate di Massima Piena

In questo paragrafo vengono riportati i risultati delle simulazioni idrologiche eseguite con la metodologia esposta nel paragrafo precedente, per ciascun sottobacino, per un evento con *Tempo di Ritorno* pari a 200 anni:

	<p style="text-align: center;">PROGETTO IMPIANTO EOLICO "CUSTOLITO Montalbano Jonico (MT)</p>	<p style="text-align: center;">REV. A DICEMBRE 2021</p>
--	---	---

- Analisi idrologica sottobacino INT.05

La sezione di chiusura, ubicata in corrispondenza del punto di interferenza, sottende un unico sottobacino idrografico (Tav.06) avente un'estensione areale di 0.002 km² ed una lunghezza dell'asta principale che drena il sottobacino pari a 0,118 km.

Per la modellazione, oltre alla C.P.P. a 200 anni esposta in precedenza, sono stati utilizzati i seguenti parametri input:


<i>Sottobacino idrografico</i>	<i>Durata Evento meteo (ore)</i>	<i>Passo Temporale Analisi (minuti)</i>	<i>Durata Massima Intensità (minuti)</i>	<i>Picco di pioggia</i>	<i>Curve Number</i>	<i>Impervious (%)</i>	<i>Lag Time (minuti)</i>
INT_05	1,0*	1,0	5,0	1/3 durata	82.0	0.0	0.94

* pari a 25.6 volte il T_c

Risultati della simulazione

Tempo di ritorno 200 anni	
0.1	Portata di picco in m³/s
0.1	Deflusso totale 1000*m ³

Come descritto in precedenza Hec-HMS permette la valutazioni 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 della simulazione, sia in forma grafica che tabellare, sono riportati nell'Appendice D.

	<p style="text-align: center;">PROGETTO IMPIANTO EOLICO "CUSTOLITO Montalbano Jonico (MT)</p>	<p style="text-align: center;">REV. A DICEMBRE 2021</p>
--	---	---

- Analisi idrologica sottobacino INT.06

La sezione di chiusura, ubicata in corrispondenza del punto di interferenza, sottende un unico sottobacino idrografico (Tav.06) avente un'estensione areale di 0.159 km² ed una lunghezza dell'asta principale che drena il sottobacino pari a 0,635 km.

Per la modellazione, oltre alla C.P.P. a 200 anni esposta in precedenza, sono stati utilizzati i seguenti parametri input:


<i>Sottobacino idrografico</i>	<i>Durata Evento meteo (ore)</i>	<i>Passo Temporale Analisi (minuti)</i>	<i>Durata Massima Intensità (minuti)</i>	<i>Picco di pioggia</i>	<i>Curve Number</i>	<i>Impervious (%)</i>	<i>Lag Time (minuti)</i>
INT_06	1,0*	2,0	5,0	1/3 durata	82.0	0.0	6.93

* pari a 5.21 volte il T_c

Risultati della simulazione

Tempo di ritorno 200 anni	
3.1	Portata di picco in m³/s
4.5	Deflusso totale 1000*m³

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

	<p style="text-align: center;">PROGETTO IMPIANTO EOLICO "CUSTOLITO Montalbano Jonico (MT)</p>	<p style="text-align: center;">REV. A DICEMBRE 2021</p>
--	---	---

- Analisi idrologica sottobacino INT.07

La sezione di chiusura, ubicata in corrispondenza del punto di interferenza, sottende un unico sottobacino idrografico (Tav.06) avente un'estensione areale di 0.629 km² ed una lunghezza dell'asta principale che drena il sottobacino pari a 1,488 km.

Per la modellazione, oltre alla C.P.P. a 200 anni esposta in precedenza, sono stati utilizzati i seguenti parametri input:


<i>Sottobacino idrografico</i>	<i>Durata Evento meteo (ore)</i>	<i>Passo Temporale Analisi (minuti)</i>	<i>Durata Massima Intensità (minuti)</i>	<i>Picco di pioggia</i>	<i>Curve Number</i>	<i>Impervious (%)</i>	<i>Lag Time (minuti)</i>
INT_07	1,0*	4,0	5,0	1/3 durata	82.6	0.0	15.90

* pari a 2.26 volte il T_c

Risultati della simulazione

Tempo di ritorno 200 anni	
7.6	Portata di picco in m³/s
18.2	Deflusso totale 1000*m³

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

	<p style="text-align: center;">PROGETTO IMPIANTO EOLICO "CUSTOLITO Montalbano Jonico (MT)</p>	<p style="text-align: center;">REV. A DICEMBRE 2021</p>
--	---	---

- Analisi idrologica sottobacino INT.09

La sezione di chiusura, ubicata in corrispondenza del punto di interferenza, sottende un unico sottobacino idrografico (Tav.06) avente un'estensione areale di 1.970 km² ed una lunghezza dell'asta principale che drena il sottobacino pari a 2,667 km.

Per la modellazione, oltre alla C.P.P. a 200 anni esposta in precedenza, sono stati utilizzati i seguenti parametri input:


<i>Sottobacino idrografico</i>	<i>Durata Evento meteo (ore)</i>	<i>Passo Temporale Analisi (minuti)</i>	<i>Durata Massima Intensità (minuti)</i>	<i>Picco di pioggia</i>	<i>Curve Number</i>	<i>Impervious (%)</i>	<i>Lag Time (minuti)</i>
INT_09	1,0*	5,0	5,0	1/3 durata	83.8	0.0	29.86

* pari a 1.21 volte il T_c

Risultati della simulazione

Tempo di ritorno 200 anni	
17.6	Portata di picco in m³/s
60.8	Deflusso totale 1000*m³

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

	<p style="text-align: center;">PROGETTO IMPIANTO EOLICO "CUSTOLITO Montalbano Jonico (MT)</p>	<p style="text-align: center;">REV. A DICEMBRE 2021</p>
--	---	---

- Analisi idrologica sottobacino INT.10

La sezione di chiusura, ubicata in corrispondenza del punto di interferenza, sottende un unico sottobacino idrografico (Tav.06) avente un'estensione areale di 0.061 km² ed una lunghezza dell'asta principale che drena il sottobacino pari a 0.417 km.

Per la modellazione, oltre alla C.P.P. a 200 anni esposta in precedenza, sono stati utilizzati i seguenti parametri input:


<i>Sottobacino idrografico</i>	<i>Durata Evento meteo (ore)</i>	<i>Passo Temporale Analisi (minuti)</i>	<i>Durata Massima Intensità (minuti)</i>	<i>Picco di pioggia</i>	<i>Curve Number</i>	<i>Impervious (%)</i>	<i>Lag Time (minuti)</i>
INT_10	1,0*	1,0	5,0	1/3 durata	84.0	0.0	4.22

* pari a 8.55 volte il T_c

Risultati della simulazione

Tempo di ritorno 200 anni	
1.9	Portata di picco in m³/s
1.9	Deflusso totale 1000*m³

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

	<p style="text-align: center;">PROGETTO IMPIANTO EOLICO "CUSTOLITO Montalbano Jonico (MT)</p>	<p style="text-align: center;">REV. A DICEMBRE 2021</p>
--	---	---

- Analisi idrologica sottobacino INT.11

La sezione di chiusura, ubicata in corrispondenza del punto di interferenza, sottende un unico sottobacino idrografico (Tav.06) avente un'estensione areale di 0.023 km² ed una lunghezza dell'asta principale che drena il sottobacino pari a 0.263 km.

Per la modellazione, oltre alla C.P.P. a 200 anni esposta in precedenza, sono stati utilizzati i seguenti parametri input:


<i>Sottobacino idrografico</i>	<i>Durata Evento meteo (ore)</i>	<i>Passo Temporale Analisi (minuti)</i>	<i>Durata Massima Intensità (minuti)</i>	<i>Picco di pioggia</i>	<i>Curve Number</i>	<i>Impervious (%)</i>	<i>Lag Time (minuti)</i>
INT_11	1,0*	1,0	5,0	1/3 durata	84.0	0.0	2.53

* pari a 14.28 volte il T_c

Risultati della simulazione

Tempo di ritorno 200 anni	
0.9	Portata di picco in m³/s
0.7	Deflusso totale 1000*m³

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

	<p style="text-align: center;">PROGETTO IMPIANTO EOLICO "CUSTOLITO Montalbano Jonico (MT)</p>	<p style="text-align: center;">REV. A DICEMBRE 2021</p>
--	---	---

- Analisi idrologica sottobacino INT.12

La sezione di chiusura, ubicata in corrispondenza del punto di interferenza, sottende un unico sottobacino idrografico (Tav.06) avente un'estensione areale di 0.058 km² ed una lunghezza dell'asta principale che drena il sottobacino pari a 0.411 km.

Per la modellazione, oltre alla C.P.P. a 200 anni esposta in precedenza, sono stati utilizzati i seguenti parametri input:


<i>Sottobacino idrografico</i>	<i>Durata Evento meteo (ore)</i>	<i>Passo Temporale Analisi (minuti)</i>	<i>Durata Massima Intensità (minuti)</i>	<i>Picco di pioggia</i>	<i>Curve Number</i>	<i>Impervious (%)</i>	<i>Lag Time (minuti)</i>
INT_12	1,0*	1,0	5,0	1/3 durata	84.0	0.0	4.17

* pari a 8.62 volte il T_c

Risultati della simulazione

Tempo di ritorno 200 anni	
1.8	Portata di picco in m³/s
1.8	Deflusso totale 1000*m³

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

	<p style="text-align: center;">PROGETTO IMPIANTO EOLICO "CUSTOLITO Montalbano Jonico (MT)</p>	<p style="text-align: center;">REV. A DICEMBRE 2021</p>
--	---	---

- Analisi idrologica sottobacino INT.13

La sezione di chiusura, ubicata in corrispondenza del punto di interferenza, sottende un unico sottobacino idrografico (Tav.06) avente un'estensione areale di 0.036 km² ed una lunghezza dell'asta principale che drena il sottobacino pari a 0.340 km.

Per la modellazione, oltre alla C.P.P. a 200 anni esposta in precedenza, sono stati utilizzati i seguenti parametri input:


<i>Sottobacino idrografico</i>	<i>Durata Evento meteo (ore)</i>	<i>Passo Temporale Analisi (minuti)</i>	<i>Durata Massima Intensità (minuti)</i>	<i>Picco di pioggia</i>	<i>Curve Number</i>	<i>Impervious (%)</i>	<i>Lag Time (minuti)</i>
INT_13	1,0*	1,0	5,0	1/3 durata	84.0	0.0	3.14

* pari a 11.49 volte il T_c

Risultati della simulazione

Tempo di ritorno 200 anni	
1.3	Portata di picco in m³/s
1.1	Deflusso totale 1000*m³

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

	<p style="text-align: center;">PROGETTO IMPIANTO EOLICO "CUSTOLITO Montalbano Jonico (MT)</p>	<p style="text-align: center;">REV. A DICEMBRE 2021</p>
--	---	---

- Analisi idrologica sottobacino INT.14

La sezione di chiusura, ubicata in corrispondenza del punto di interferenza, sottende un unico sottobacino idrografico (Tav.06) avente un'estensione areale di 0.073 km² ed una lunghezza dell'asta principale che drena il sottobacino pari a 0.426 km.

Per la modellazione, oltre alla C.P.P. a 200 anni esposta in precedenza, sono stati utilizzati i seguenti parametri input:

<i>Sottobacino idrografico</i>	<i>Durata Evento meteo (ore)</i>	<i>Passo Temporale Analisi (minuti)</i>	<i>Durata Massima Intensità (minuti)</i>	<i>Picco di pioggia</i>	<i>Curve Number</i>	<i>Impervious (%)</i>	<i>Lag Time (minuti)</i>
INT_14	1,0*	1,0	5,0	1/3 durata	84.0	0.0	4.46

* pari a 8.06 volte il T_c

Risultati della simulazione

Tempo di ritorno 200 anni	
2.2	Portata di picco in m³/s
2.3	Deflusso totale 1000*m ³

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

4.6 Considerazioni sulle interferenze INT.03 ed INT.04

Le interferenze INT.03 ed INT.04 non sono state oggetto di studio idrologico, né tanto meno idraulico; nello specifico per quanto riguarda l'interferenza INT.03 essa sottende un impluvio di modestissime dimensioni e il tombino collocato in corrispondenza della S.P. 103 appare ampiamente sufficiente a far defluire la modesta onda di piena senza creare aree di allagamento (Fig. 6).

Per quanto riguarda l'interferenza INT. 04 lo studio è invece stato omesso in ragione della modalità di risoluzione dell'interferenza prevista in progetto, ovvero mediante trivellazione orizzontale controllata (T.O.C.) che passerà al di sotto dell'alveo del Torrente Pescara, in


corrispondenza di un ponte sulla S.P. 103 laddove il torrente presenta una larghezza dell'alveo superiore a 30 metri (Fig. 7).



Fig. 6: Attraversamento impluvio SP 103; INT.03



Fig. 7: Attraversamento impluvio SP 103; INT.04

	<p style="text-align: center;">PROGETTO IMPIANTO EOLICO “CUSTOLITO Montalbano Jonico (MT)</p>	<p style="text-align: center;">REV. A DICEMBRE 2021</p>
--	---	---

5. STUDIO IDRAULICO

Per l’analisi idraulica delle interferenze, sono stati utilizzati i codici di calcolo implementati del software HEC–RAS distribuito gratuitamente dallo U.S. Army Corps of Engineers Hydrologic Engineer Center, (www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras); Hec-RAS nella versione qui utilizzata (6.0) permette il calcolo di profili idraulici sia in moto permanente che in moto vario ed è utilizzabile in canali naturali od 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.

5.1 Analisi idraulica delle interferenze

Per tutte le interferenze tra il reticolo idrografico ed il cavidotto MT, in ottemperanza ai contenuti delle Norme di Attuazione P.A.I. dell’Autorità di Bacino Basilicata (Scheda Tecnica A), è stata analizzata la capacità di convogliamento degli impluvi, con riferimento alle portate di massima piena valutate nello studio idrologico, 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 delle equazioni utilizzate dal 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 ed i settaggi 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*

	<p style="text-align: center;">PROGETTO IMPIANTO EOLICO “CUSTOLITO Montalbano Jonico (MT)</p>	<p style="text-align: center;">REV. A DICEMBRE 2021</p>
--	---	---

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 molto estese, può portare 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 degli impluvi e 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 (mesh) si adatterà automaticamente ai vari contorni con maglie poligonali.

Per quanto riguarda la base plano-altimetrica del terreno è stato utilizzato il *Modello Digitale del Terreno* (DTM) a passo 5 metri della Regione Basilicata (dati 2013), il quale tuttavia, tenuto conto delle modestissime dimensioni trasversali degli impluvi, della vegetazione ma soprattutto delle lavorazioni agricole stagionali, non è risultato adeguato a definire la morfologia dell'incisione in modo sufficientemente accurato; in considerazione di ciò il DTM di base è stato pertanto, limitatamente ad un significativo intorno delle incisioni idrografiche, integrato con i dati di un rilievo geometrico diretto in campagna.

Coefficienti di scabrezza:

Come coefficienti di scabrezza sono stati sempre utilizzati i *Coefficienti di resistenza di Manning* con valori tipici per "corsi d'acqua minori con larghezza a piene rive inferiori a 30

	<p style="text-align: center;">PROGETTO IMPIANTO EOLICO "CUSTOLITO Montalbano Jonico (MT)</p>	<p style="text-align: center;">REV. A DICEMBRE 2021</p>
--	---	---

metri", in considerazione di alvei in ambiente montuoso/collinare e sponde con alberi e cespugli, quindi generalmente compresi tra 0,030 e 0,050 s/m^{1/3} (Chow V.T. 1959).

Condizioni a contorno:

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

- BC_M_x, condizione di monte (in ingresso) relativa alla portata di piena dell'impluvio con condizione *Flow Hydrograph*, ovvero un idrogramma.

- BC_va_x, condizione di valle (in uscita), utilizzando sempre 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 usati gli idrogrammi di piena ottenuti dalla modellazione idrologica con Hec-HMS e riportati sia in forma grafica che analitica nell'Appendice D.

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 inferiori ai 4 secondi garantiscono in genere un buon risultato.

Durata della simulazione ed equazioni utilizzate:

La durata della simulazione è ovviamente variabile in quanto 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.

	<p style="text-align: center;">PROGETTO IMPIANTO EOLICO “CUSTOLITO Montalbano Jonico (MT)</p>	<p style="text-align: center;">REV. A DICEMBRE 2021</p>
--	---	---

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 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.

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 Basilicata, appare ragionevole assumere come limite di massima esondazione della piena, quelle con battente idraulico superiore a 5 - 15 centimetri (in funzione anche delle velocità di deflusso riscontrate estremamente basse); tale valore risulta, per altro, estremamente 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 utilizzati nelle simulazioni, per come definiti sopra, nonché i risultati finali.

- Analisi idraulica Area Interferenza INT.05

Parametri di input:

		<i>note</i>
<i>Area di Calcolo bidimensionale</i>	Unica	<i>Fig.8</i>
<i>Dimensioni della Maglia di calcolo</i>	1x1	<i>Nessun raffittimento</i>
<i>Coefficienti di Manning</i>	0.050	
<i>Condizione di Monte (BC_M05)</i>	Flow Hydrograph	<i>E.G. slope=0.353; idrogramma Fig.9</i>
<i>Condizione a contorno di Valle</i>	Normal Depth	<i>0.159</i>
<i>Passo temporale simulazione</i>	0.5	<i>(secondi)</i>
<i>Durata Simulazione</i>	1:30	<i>ore : minuti</i>
<i>Equazioni di calcolo</i>	Diffusion Wave	
<i>Parametri tolleranze calcoli</i>	di Default	

Parametri di output:

		<i>note</i>
<i>Altezza battenti idraulici</i>	> 0.05 metri	
<i>Velocità di deflusso riscontrate</i>	< 1 m/s	<i>nelle aree di inondazione</i>



Fig. 8: Area oggetto di studio idraulico bidimensionale – Impluvio INT.05

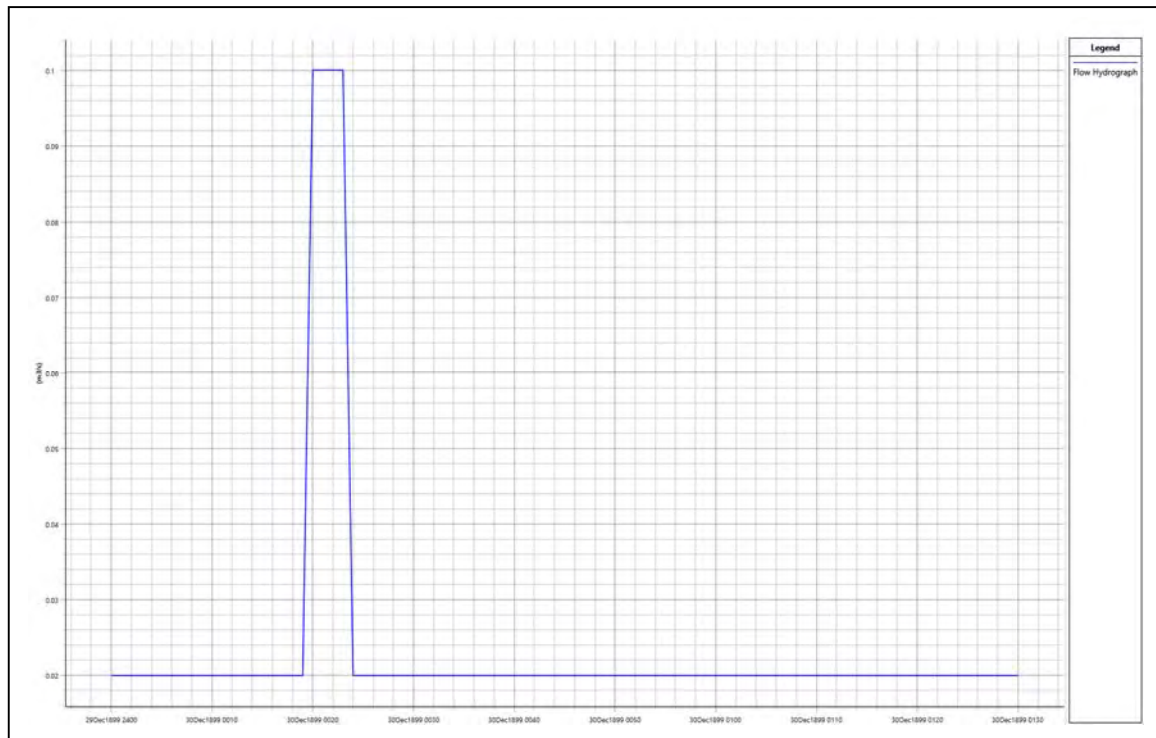


Fig. 9: Idrogramma di piena con $Tr = 200$ anni; impluvio *INT.05*

- Considerazioni finali e risultati della simulazione

In corrispondenza dell'interferenza INT.05 il cavidotto corre lungo una strada interpoderale comunque dotata di un tombino per l'attraversamento dell'impluvio.

Nella CTR l'incisione idrografica è tracciata solo per pochi metri a monte della strada esistente ed in effetti appena a monte dell'interferenza l'impluvio non risulta ben definito.





In figura 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.

FIG. 10 - AREA DI ALLAGAMENTO - INT.05
(Tr = 200 anni)
Scala 1:500

0 10 20 m



Legenda

-  Limite area di allagamento SB_05
-  Reticolo Idrografico - (da Shapefile AdB Basilicata)
-  Asta idrografica considerata
-  Cavidotto



- Analisi idraulica Area Interferenza INT.06

Parametri di input:

		<i>note</i>
<i>Area di Calcolo bidimensionale</i>	Unica	<i>Fig.11</i>
<i>Dimensioni della Maglia di calcolo</i>	2x2	<i>Presenza Area raffittimento 1x1</i>
<i>Coefficienti di Manning</i>	0.050	
<i>Condizione di Monte (BC_M06)</i>	Flow Hydrograph	<i>E.G. slope=0.005; idrogramma Fig.12</i>
<i>Condizione a contorno di Valle</i>	Normal Depth	<i>0.077</i>
<i>Passo temporale simulazione</i>	0.5	<i>(secondi)</i>
<i>Durata Simulazione</i>	2:30	<i>ore : minuti</i>
<i>Equazioni di calcolo</i>	Diffusion Wave	
<i>Parametri tolleranze calcoli</i>	di Default	

Parametri di output:

		<i>note</i>
<i>Altezza battenti idraulici</i>	> 0.15 metri	
<i>Velocità di deflusso riscontrate</i>	< 1 m/s	<i>nelle aree di inondazione</i>



Fig. 11: Area oggetto di studio idraulico bidimensionale – Impluvio INT.06

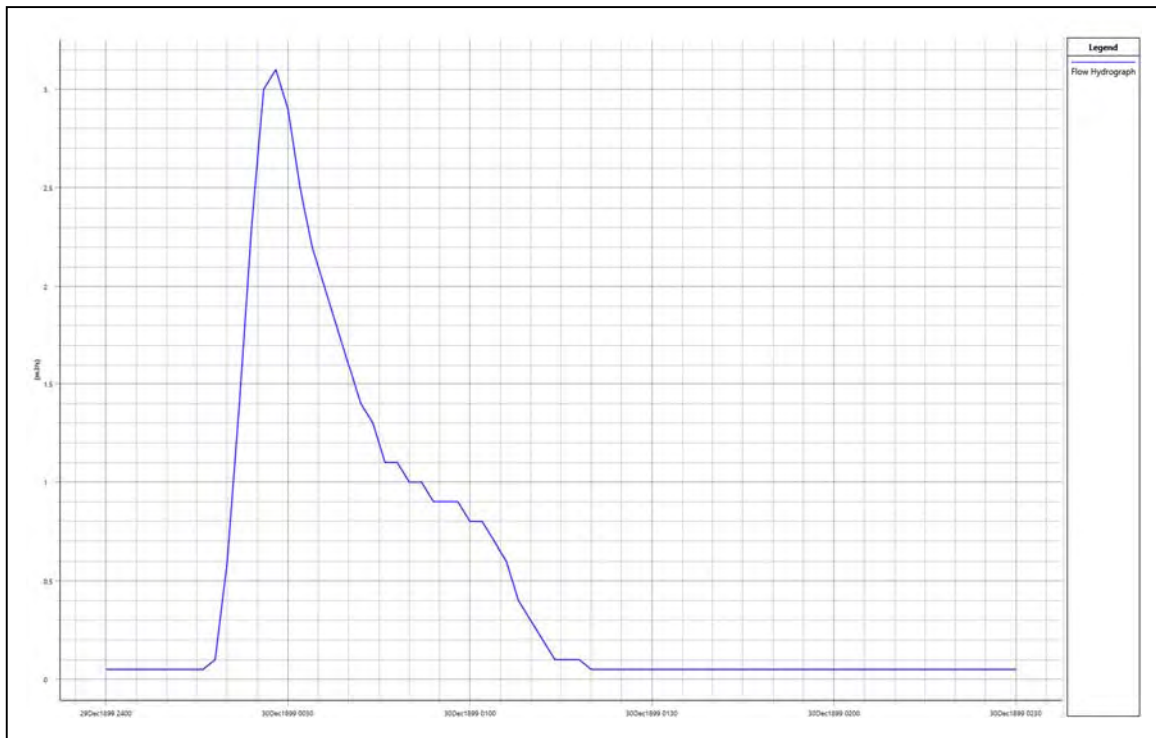


Fig. 12: Idrogramma di piena con $Tr = 200$ anni; impluvio *INT.06*

- Considerazioni finali e risultati della simulazione

In corrispondenza dell'interferenza INT.06 il cavidotto corre lungo una strada interpoderale comunque dotata di un tombino per l'attraversamento dell'impluvio.

L'incisione idrografica, per come tracciata nelle C.T.R., non appare avere alcun corrispettivo con la situazione effettiva evidenziata anche nelle ortofoto (fig.13).

In figura 10 viene riportata l'asta idrografica utilizzata nella modellazione nonché i risultati della simulazione, in forma grafica, in termini di superfici soggette ad allagamento, in caso di piena con Tr pari a 200 anni.

FIG. 13 - AREA DI ALLAGAMENTO - INT.06





(Tr = 200 anni)

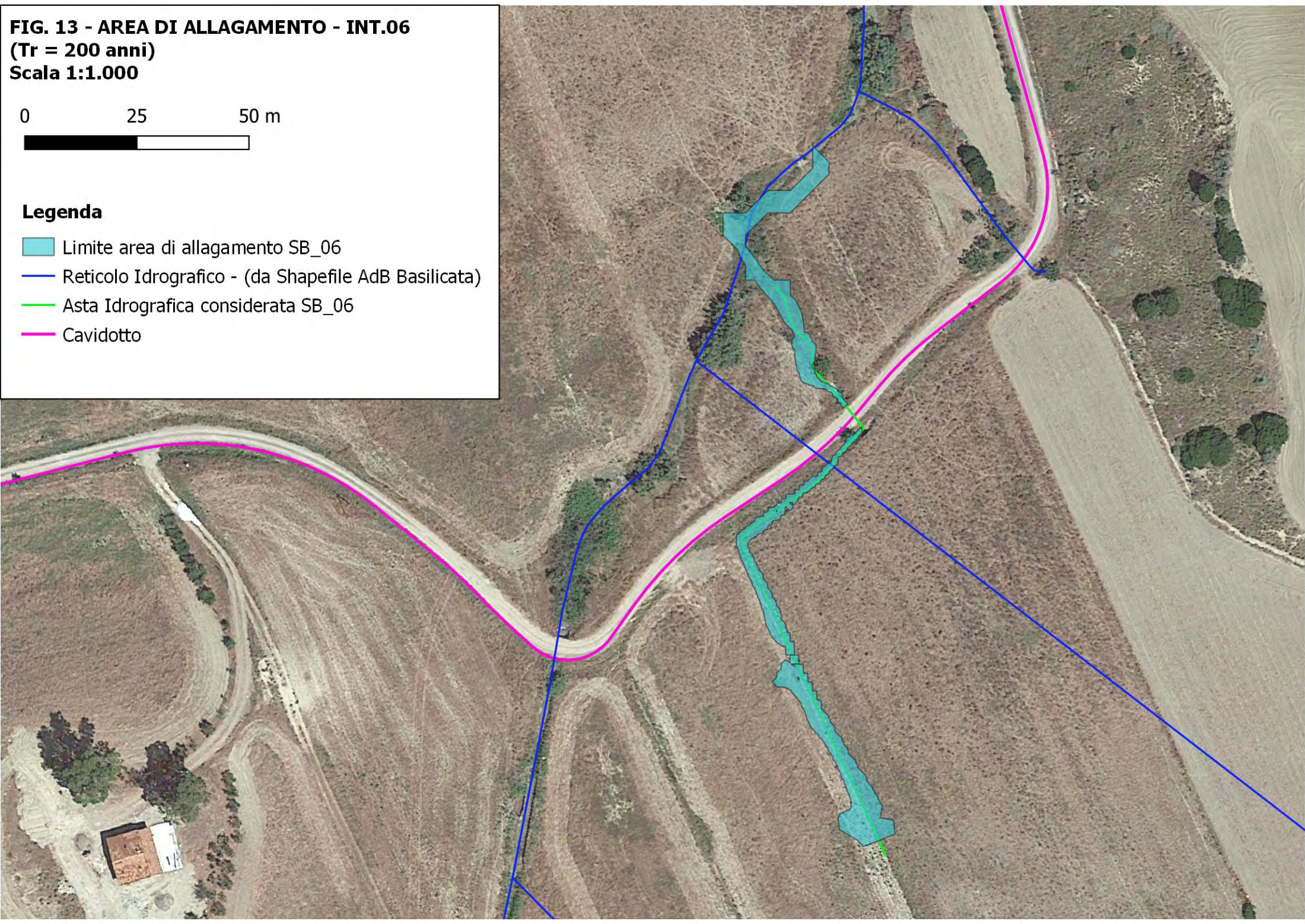
Scala 1:1.000

0 25 50 m



Legenda

-  Limite area di allagamento SB_06
-  Reticolo Idrografico - (da Shapefile AdB Basilicata)
-  Asta Idrografica considerata SB_06
-  Cavidotto



	<p style="text-align: center;">PROGETTO IMPIANTO EOLICO "CUSTOLITO Montalbano Jonico (MT)</p>	<p style="text-align: center;">REV. A DICEMBRE 2021</p>
--	---	---

- Analisi idraulica Area Interferenza INT.07

Parametri di input:

		<i>note</i>
<i>Area di Calcolo bidimensionale</i>	Unica	<i>Fig. 14</i>
<i>Dimensioni della Maglia di calcolo</i>	2x2	<i>Presenza Area raffittimento 1x1</i>
<i>Coefficienti di Manning</i>	0.050	
<i>Condizione di Monte (BC_M07)</i>	Flow Hydrograph	<i>E.G. slope=0.044; idrogramma Fig. 15</i>
<i>Condizione a contorno di Valle</i>	Normal Depth	<i>0.058</i>
<i>Passo temporale simulazione</i>	1.0	<i>(secondi)</i>
<i>Durata Simulazione</i>	3:00	<i>ore : minuti</i>
<i>Equazioni di calcolo</i>	Diffusion Wave	
<i>Parametri tolleranze calcoli</i>	di Default	

Parametri di output:

		<i>note</i>
<i>Altezza battenti idraulici</i>	> 0.05 metri	
<i>Velocità di deflusso riscontrate</i>	< 1 m/s	<i>nelle aree di inondazione</i>



Fig. 14: Area oggetto di studio idraulico bidimensionale – Impluvio INT.07

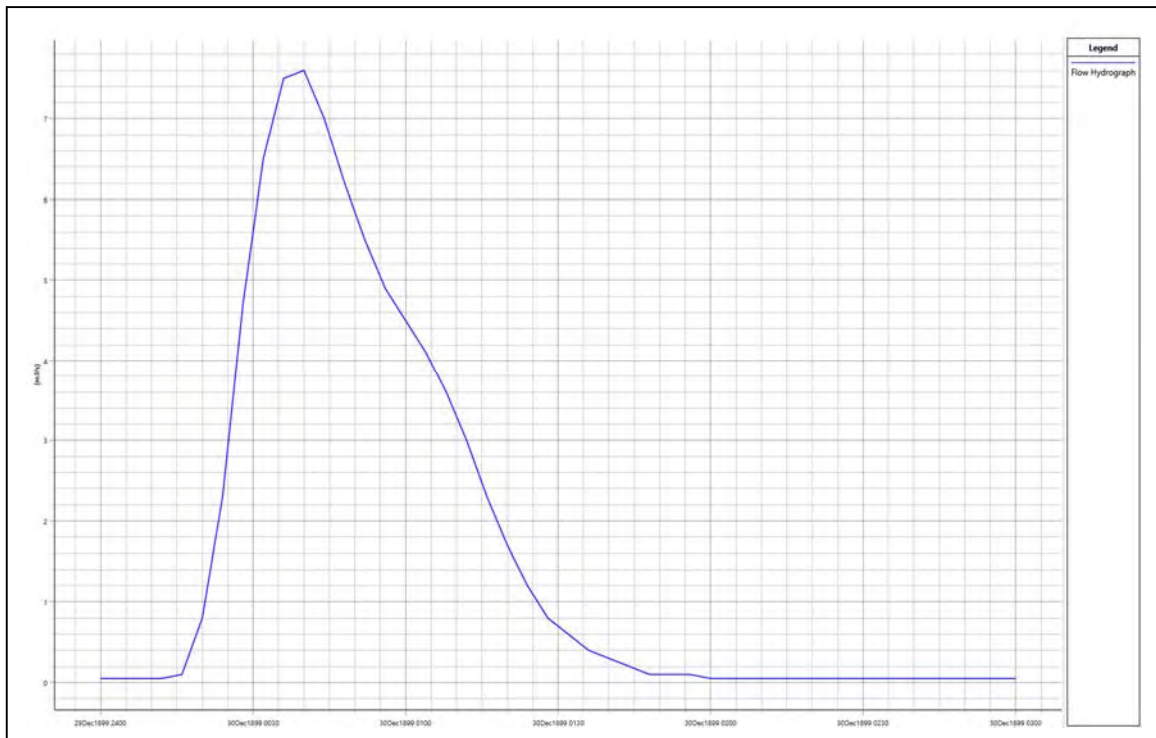


Fig. 15: Idrogramma di piena con $Tr = 200$ anni; impluvio *INT.07*

- Considerazioni finali e risultati della simulazione

In corrispondenza dell'interferenza INT.07 il cavidotto corre lungo una strada interpoderale dotata di un tombino per l'attraversamento dell'impluvio.

L'incisione idrografica, per come tracciata nelle C.T.R., appare congrua con quanto rilevato in situ e nelle ortofoto (fig.16).

In figura 16 vengono riportati i risultati della simulazione, in forma grafica, in termini di superfici soggette ad allagamento, in caso di piena con Tr pari a 200 anni.

FIG. 16 - AREA DI ALLAGAMENTO - INT.07





(Tr = 200 anni)

Scala 1:1.500

0 25 50 m



Legenda

-  Limite area di allagamento SB_07
-  Reticolo Idrografico - (da Shapefile AdB Basilicata)
-  Asta Idrografica considerata SB_07
-  Cavidotto



- Analisi idraulica Area Interferenza INT.09

Parametri di input:

		<i>note</i>
<i>Area di Calcolo bidimensionale</i>	Unica	<i>Fig.17</i>
<i>Dimensioni della Maglia di calcolo</i>	3x3	<i>Presenza Area raffittimento 1x1</i>
<i>Coefficienti di Manning</i>	0.050	
<i>Condizione di Monte (BC_M09)</i>	Flow Hydrograph	<i>E.G. slope=0.012; idrogramma Fig.18</i>
<i>Condizione a contorno di Valle</i>	Normal Depth	<i>0.010</i>
<i>Passo temporale simulazione</i>	1.0	<i>(secondi)</i>
<i>Durata Simulazione</i>	4:00	<i>ore : minuti</i>
<i>Equazioni di calcolo</i>	Diffusion Wave	
<i>Parametri tolleranze calcoli</i>	di Default	

Parametri di output:

		<i>note</i>
<i>Altezza battenti idraulici</i>	> 0.15 metri	
<i>Velocità di deflusso riscontrate</i>	< 1 m/s	<i>nelle aree di inondazione</i>



Fig. 17: Area oggetto di studio idraulico bidimensionale – Impluvio INT.09

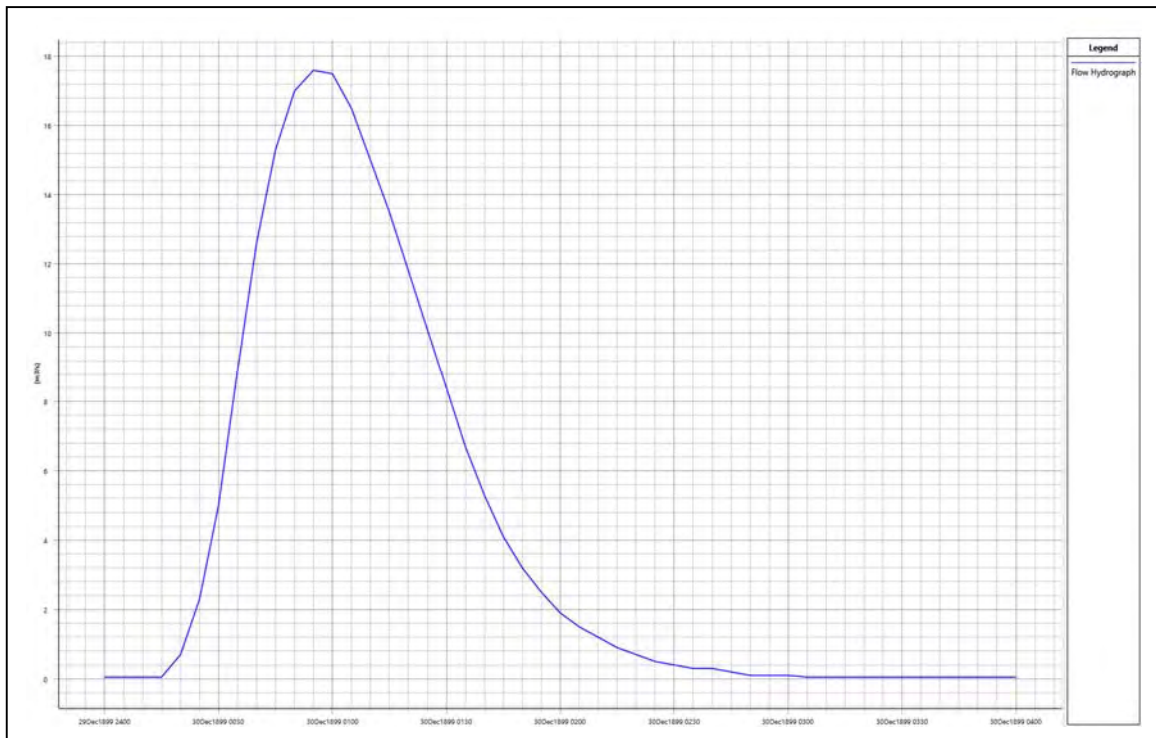


Fig. 18: Idrogramma di piena con $Tr = 200$ anni; impluvio *INT.09*

- Considerazioni finali e risultati della simulazione

In corrispondenza dell'interferenza INT.09 il cavidotto corre lungo una strada interpoderale dotata di un tombino per l'attraversamento dell'impluvio.

L'incisione idrografica, per come tracciata nelle C.T.R., non appare avere alcun corrispettivo con la situazione effettiva evidenziata anche nelle ortofoto (fig.19).

In figura 19 viene riportata l'asta idrografica utilizzata nella modellazione nonché i risultati della simulazione, in forma grafica, in termini di superfici soggette ad allagamento, in caso di piena con Tr pari a 200 anni.

FIG. 19 - AREA DI ALLAGAMENTO - INT.09





(Tr = 200 anni)

Scala 1:1.500

0 25 50 m



Legenda

-  Limite area di allagamento SB_09
-  Reticolo Idrografico - (da Shapefile AdB Basilicata)
-  Asta Idrografica considerata SB_09
-  Cavidotto



- Analisi idraulica Area Interferenza INT.10

Parametri di input:

		<i>note</i>
<i>Area di Calcolo bidimensionale</i>	Unica	<i>Fig.20</i>
<i>Dimensioni della Maglia di calcolo</i>	2x2	<i>Presenza Area raffittimento 1x1</i>
<i>Coefficienti di Manning</i>	0.050	
<i>Condizione di Monte (BC_M10)</i>	Flow Hydrograph	<i>E.G. slope=0.118; idrogramma Fig.21</i>
<i>Condizione a contorno di Valle</i>	Normal Depth	<i>0.011</i>
<i>Passo temporale simulazione</i>	1.0	<i>(secondi)</i>
<i>Durata Simulazione</i>	1:39	<i>ore : minuti</i>
<i>Equazioni di calcolo</i>	Diffusion Wave	
<i>Parametri tolleranze calcoli</i>	di Default	

Parametri di output:

		<i>note</i>
<i>Altezza battenti idraulici</i>	> 0.05 metri	
<i>Velocità di deflusso riscontrate</i>	< 1 m/s	<i>nelle aree di inondazione</i>



Fig. 20: Area oggetto di studio idraulico bidimensionale – Impluvio INT.10

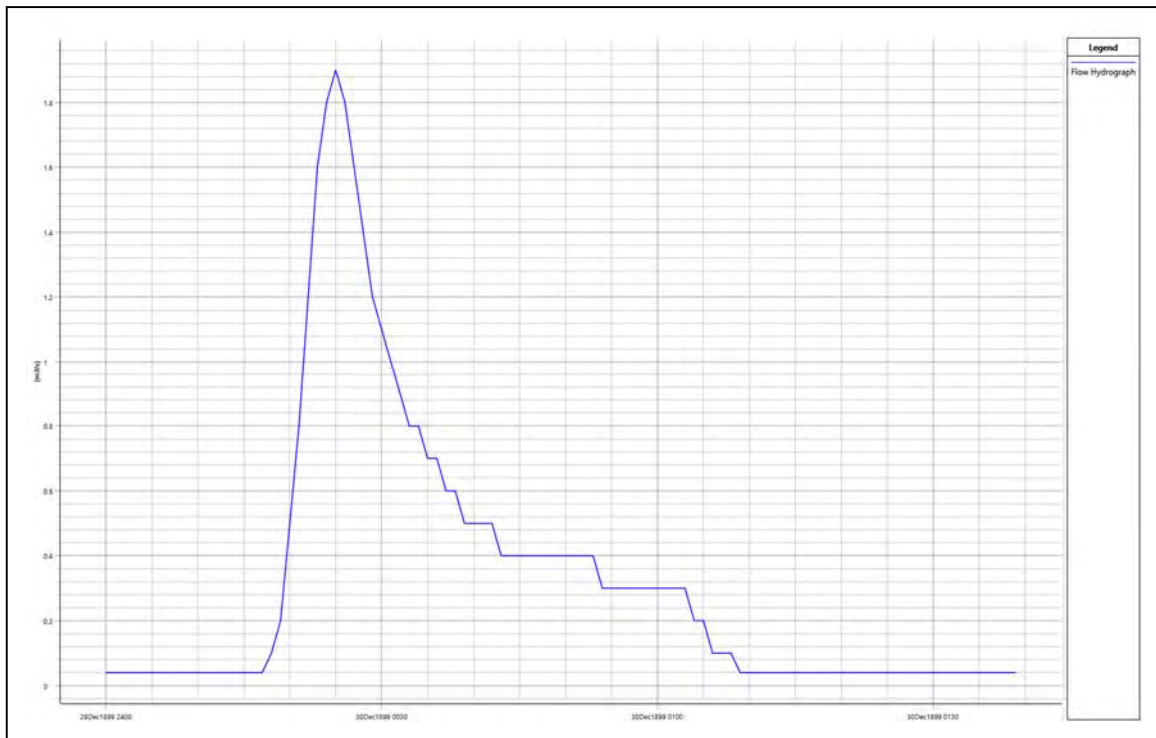


Fig. 21: Idrogramma di piena con $Tr = 200$ anni; impluvio *INT.10*

- Considerazioni finali e risultati della simulazione

In corrispondenza dell'interferenza INT.10 il cavidotto corre lungo una strada interpoderale dotata di un tombino per l'attraversamento dell'impluvio.

L'incisione idrografica, per come tracciata nelle C.T.R., appare sostanzialmente congrua con quanto rilevato in situ e nelle ortofoto (fig.22).

In figura 22 vengono riportati i risultati della simulazione, in forma grafica, in termini di superfici soggette ad allagamento, in caso di piena con Tr pari a 200 anni.

FIG. 22 - AREA DI ALLAGAMENTO - INT.10

(Tr = 200 anni)

Scala 1:1.500

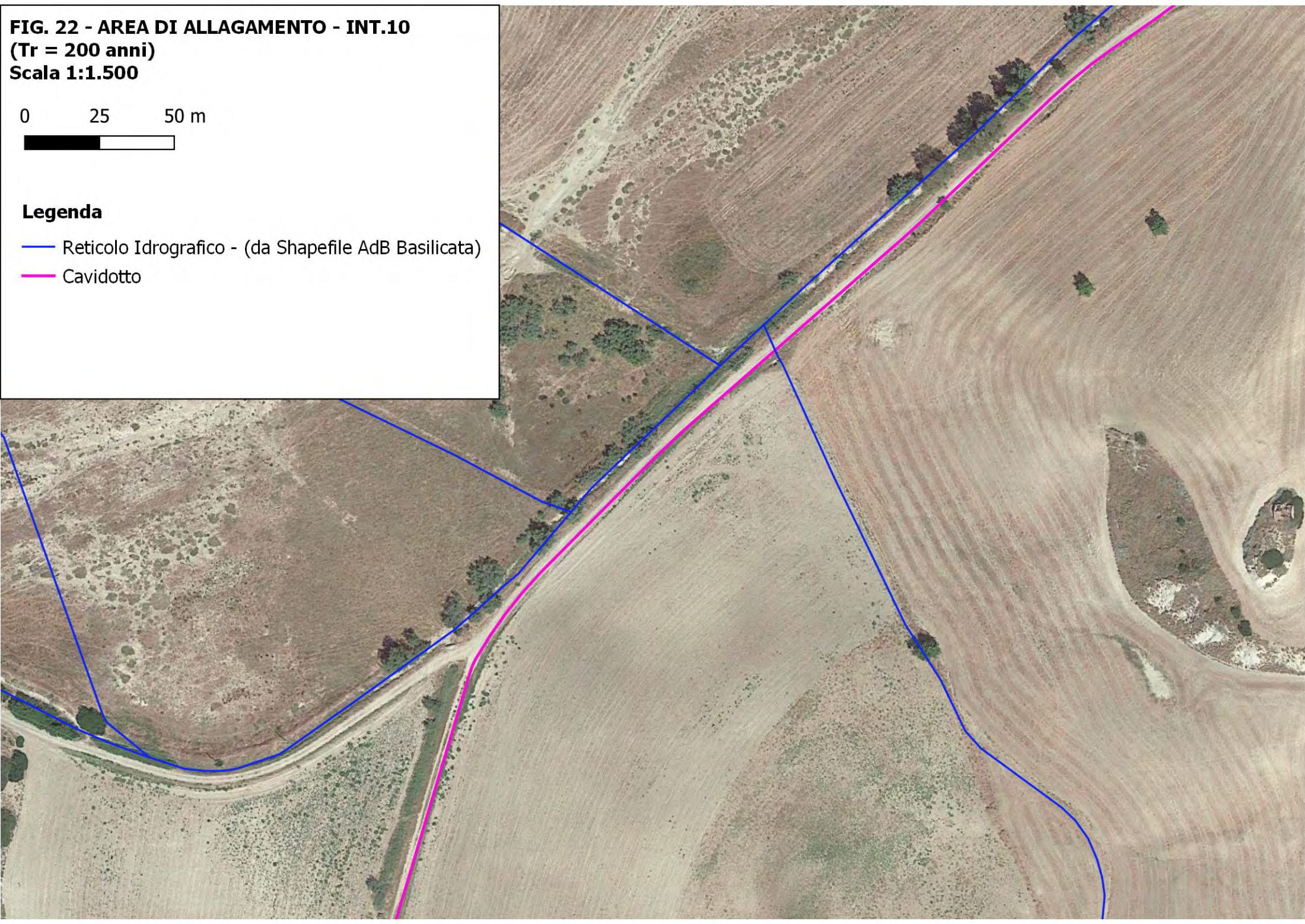
0 25 50 m



Legenda

— Reticolo Idrografico - (da Shapefile AdB Basilicata)

— Cavidotto



- Analisi idraulica Area Interferenza INT.11

Parametri di input:

		<i>note</i>
<i>Area di Calcolo bidimensionale</i>	Unica	<i>Fig.23</i>
<i>Dimensioni della Maglia di calcolo</i>	1x1	<i>nessuna area di raffittimento</i>
<i>Coefficienti di Manning</i>	0.050	
<i>Condizione di Monte (BC_M11)</i>	Flow Hydrograph	<i>E.G. slope=0.207 idrogramma Fig.24</i>
<i>Condizione a contorno di Valle</i>	Normal Depth	<i>0.039</i>
<i>Passo temporale simulazione</i>	1.0	<i>(secondi)</i>
<i>Durata Simulazione</i>	1:30	<i>ore : minuti</i>
<i>Equazioni di calcolo</i>	Diffusion Wave	
<i>Parametri tolleranze calcoli</i>	di Default	

Parametri di output:

		<i>note</i>
<i>Altezza battenti idraulici</i>	> 0.01 metri	
<i>Velocità di deflusso riscontrate</i>	< 1 m/s	<i>nelle aree di inondazione</i>



Fig. 23: Area oggetto di studio idraulico bidimensionale – Impluvio INT.11

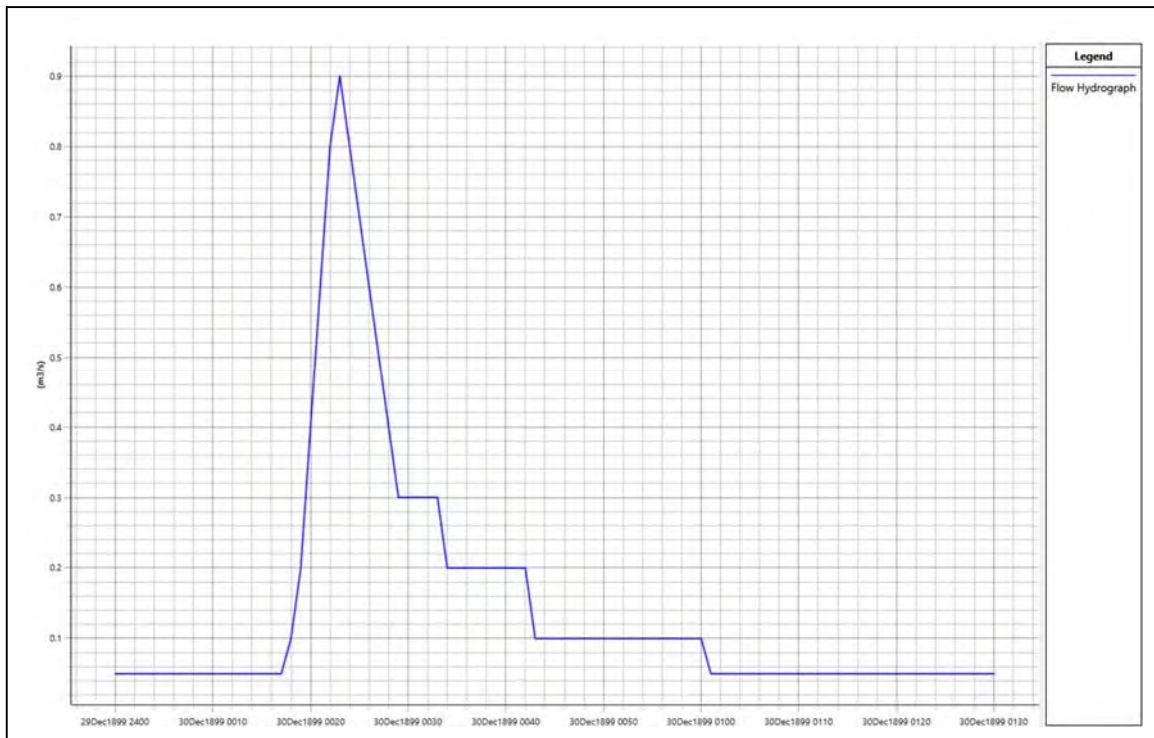


Fig. 24: Idrogramma di piena con $Tr = 200$ anni; impluvio *INT.11*

- Considerazioni finali e risultati della simulazione

In corrispondenza dell'interferenza INT.11 il cavidotto corre lungo una strada interpoderale non dotata di tombino per l'attraversamento dell'impluvio.

L'incisione idrografica, per come tracciata nelle C.T.R., appare sostanzialmente congrua con quanto rilevato in situ e nelle ortofoto (fig.25) per quanto riguarda il versante in destra idraulica del Torrente Pescara, mentre sul versante sinistro è rappresentato un elemento idrografico del quale non si ha riscontro.

In figura 25 vengono riportati i risultati della simulazione, in forma grafica, in termini di superfici soggette ad allagamento, in caso di piena con Tr pari a 200 anni.

FIG. 25 - AREA DI ALLAGAMENTO - INT.11





(Tr = 200 anni)

Scala 1:1.000


0 25 50 m



Legenda

-  Limite area di allagamento SB_11
-  Reticolo Idrografico - (da Shapefile AdB Basilicata)
-  Asta Idrografica considerata SB_11
-  Cavidotto



	<p style="text-align: center;">PROGETTO IMPIANTO EOLICO "CUSTOLITO Montalbano Jonico (MT)</p>	<p style="text-align: center;">REV. A DICEMBRE 2021</p>
--	---	---

- Analisi idraulica Area Interferenza INT.12

Parametri di input:

		<i>note</i>
<i>Area di Calcolo bidimensionale</i>	Unica	<i>Fig.26</i>
<i>Dimensioni della Maglia di calcolo</i>	2x2	<i>Presenza Area raffittimento 1x1</i>
<i>Coefficienti di Manning</i>	0.050	
<i>Condizione di Monte (BC_M12)</i>	Flow Hydrograph	<i>E.G. slope=0.254 idrogramma Fig.27</i>
<i>Condizione a contorno di Valle</i>	Normal Depth	<i>0.010</i>
<i>Passo temporale simulazione</i>	1.0	<i>(secondi)</i>
<i>Durata Simulazione</i>	1:39	<i>ore : minuti</i>
<i>Equazioni di calcolo</i>	Diffusion Wave	
<i>Parametri tolleranze calcoli</i>	di Default	

Parametri di output:

		<i>note</i>
<i>Altezza battenti idraulici</i>	> 0.01 metri	
<i>Velocità di deflusso riscontrate</i>	< 1 m/s	<i>nelle aree di inondazione</i>



Fig. 26: Area oggetto di studio idraulico bidimensionale – Impluvio INT.12

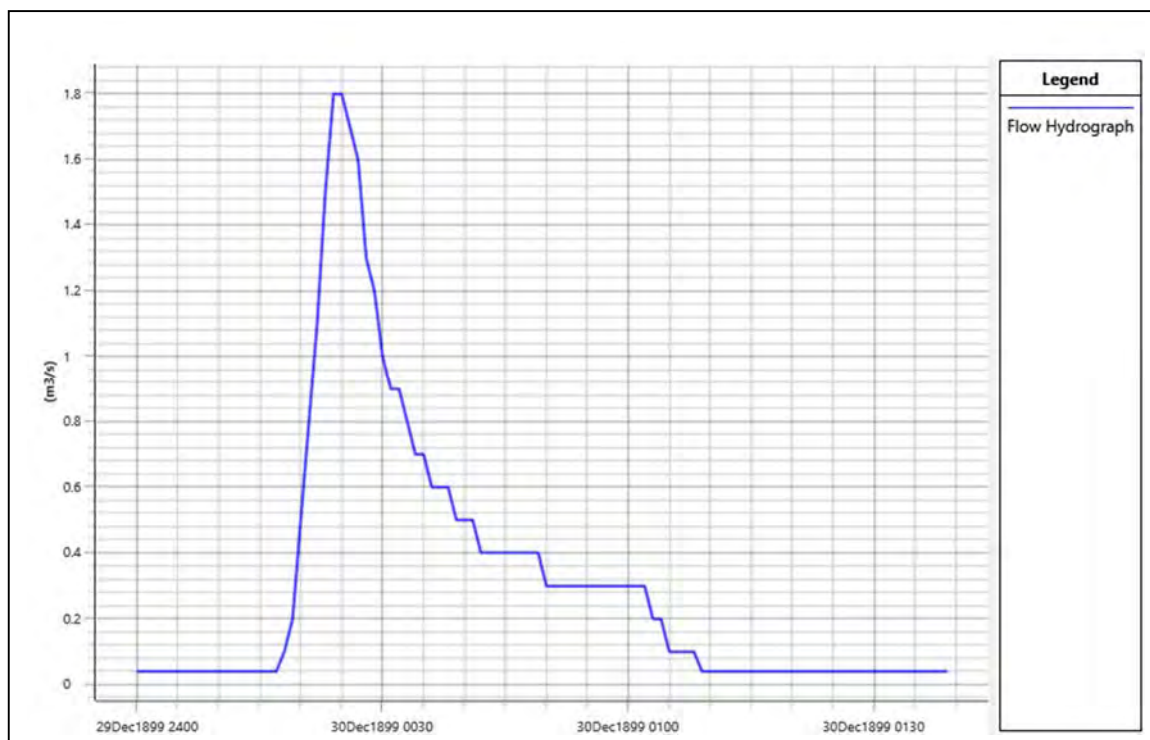


Fig. 27: Idrogramma di piena con $Tr = 200$ anni; impluvio *INT.12*

- Considerazioni finali e risultati della simulazione

In corrispondenza dell'interferenza INT.12 il cavidotto corre lungo una strada interpoderale non dotata di tombino per l'attraversamento dell'impluvio.

L'incisione idrografica, per come tracciata nelle C.T.R., appare avere una discreta corrispondenza con quanto rilevato in situ e nelle ortofoto (fig.28) per quanto riguarda il versante in destra idraulica del Torrente Pescara, mentre sul versante sinistro è rappresentato un elemento idrografico del quale non si ha riscontro.

In figura 28 vengono riportati i risultati della simulazione, in forma grafica, in termini di superfici soggette ad allagamento, in caso di piena con Tr pari a 200 anni.

FIG. 28 - AREA DI ALLAGAMENTO - INT.12





(Tr = 200 anni)

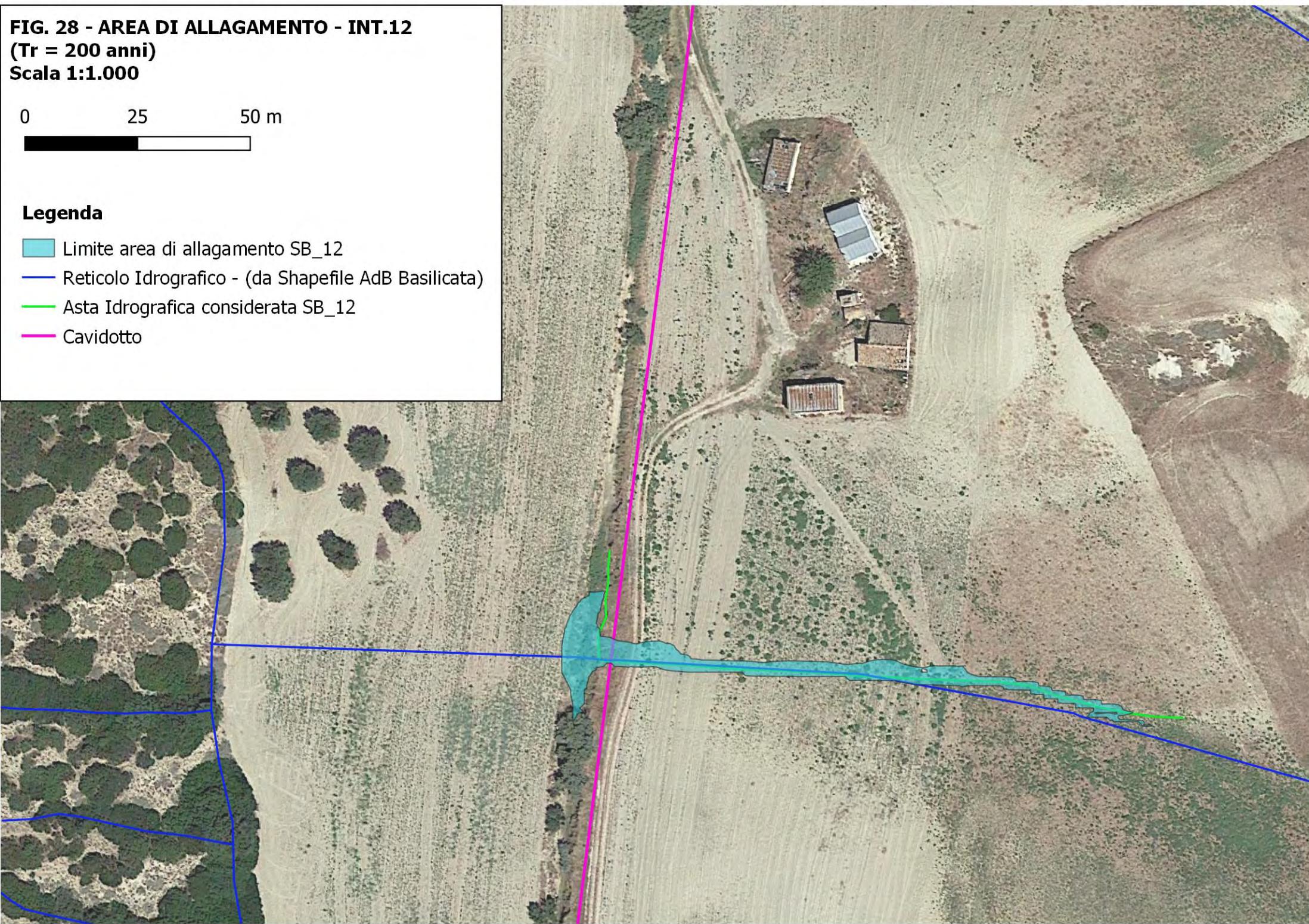
Scala 1:1.000

0 25 50 m



Legenda

-  Limite area di allagamento SB_12
-  Reticolo Idrografico - (da Shapefile AdB Basilicata)
-  Asta Idrografica considerata SB_12
-  Cavidotto



- Analisi idraulica Area Interferenza INT.13

Parametri di input:

		<i>note</i>
<i>Area di Calcolo bidimensionale</i>	Unica	<i>Fig.29</i>
<i>Dimensioni della Maglia di calcolo</i>	2x2	<i>Presenza Area raffittimento 1x1</i>
<i>Coefficienti di Manning</i>	0.050	
<i>Condizione di Monte (BC_M13)</i>	Flow Hydrograph	<i>E.G. slope=0.335 idrogramma Fig.30</i>
<i>Condizione a contorno di Valle</i>	Normal Depth	<i>0.010</i>
<i>Passo temporale simulazione</i>	1.0	<i>(secondi)</i>
<i>Durata Simulazione</i>	1:39	<i>ore : minuti</i>
<i>Equazioni di calcolo</i>	Diffusion Wave	
<i>Parametri tolleranze calcoli</i>	di Default	

Parametri di output:

		<i>note</i>
<i>Altezza battenti idraulici</i>	> 0.10 metri	
<i>Velocità di deflusso riscontrate</i>	< 1 m/s	<i>nelle aree di inondazione</i>



Fig. 29: Area oggetto di studio idraulico bidimensionale – Impluvio INT.13

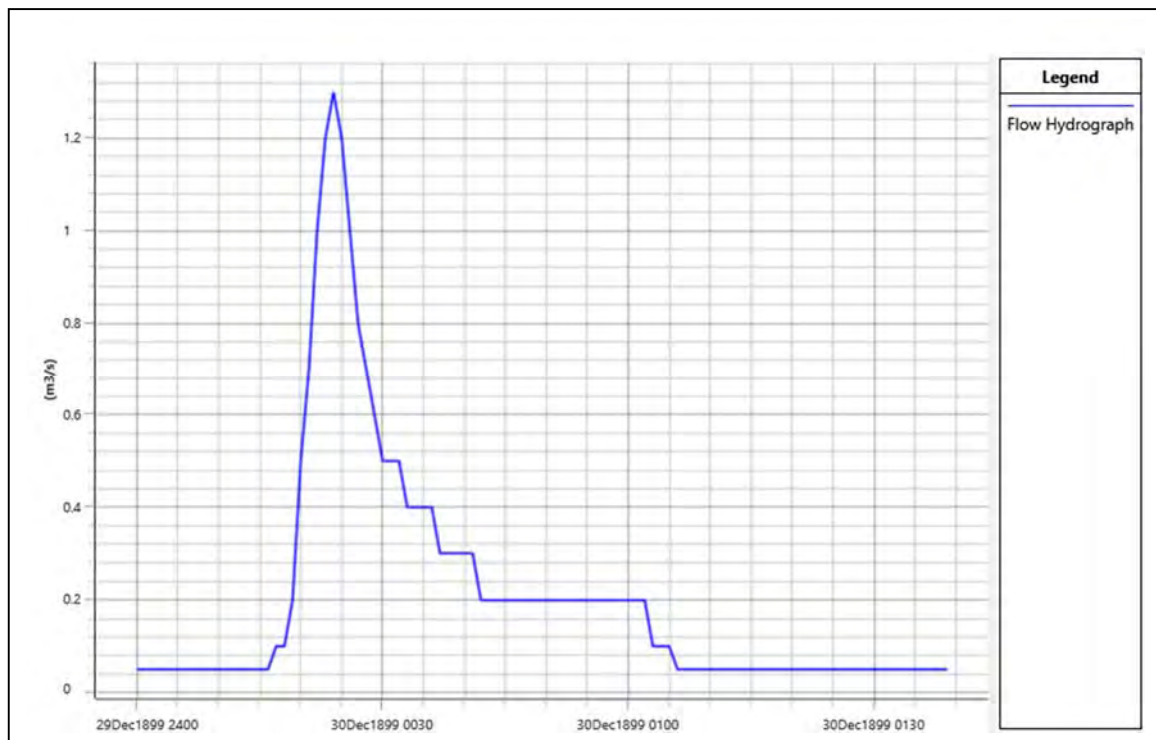


Fig. 30: Idrogramma di piena con $Tr = 200$ anni; impluvio *INT.13*

- Considerazioni finali e risultati della simulazione

In corrispondenza dell'interferenza INT.13 il cavidotto corre lungo una strada interpoderale non dotata di tombino per l'attraversamento dell'impluvio.

L'incisione idrografica, per come tracciata nelle C.T.R., appare avere una buona corrispondenza con quanto rilevato in situ e nelle ortofoto (fig.31).





In figura 31 vengono riportati i risultati della simulazione, in forma grafica, in termini di superfici soggette ad allagamento, in caso di piena con Tr pari a 200 anni.

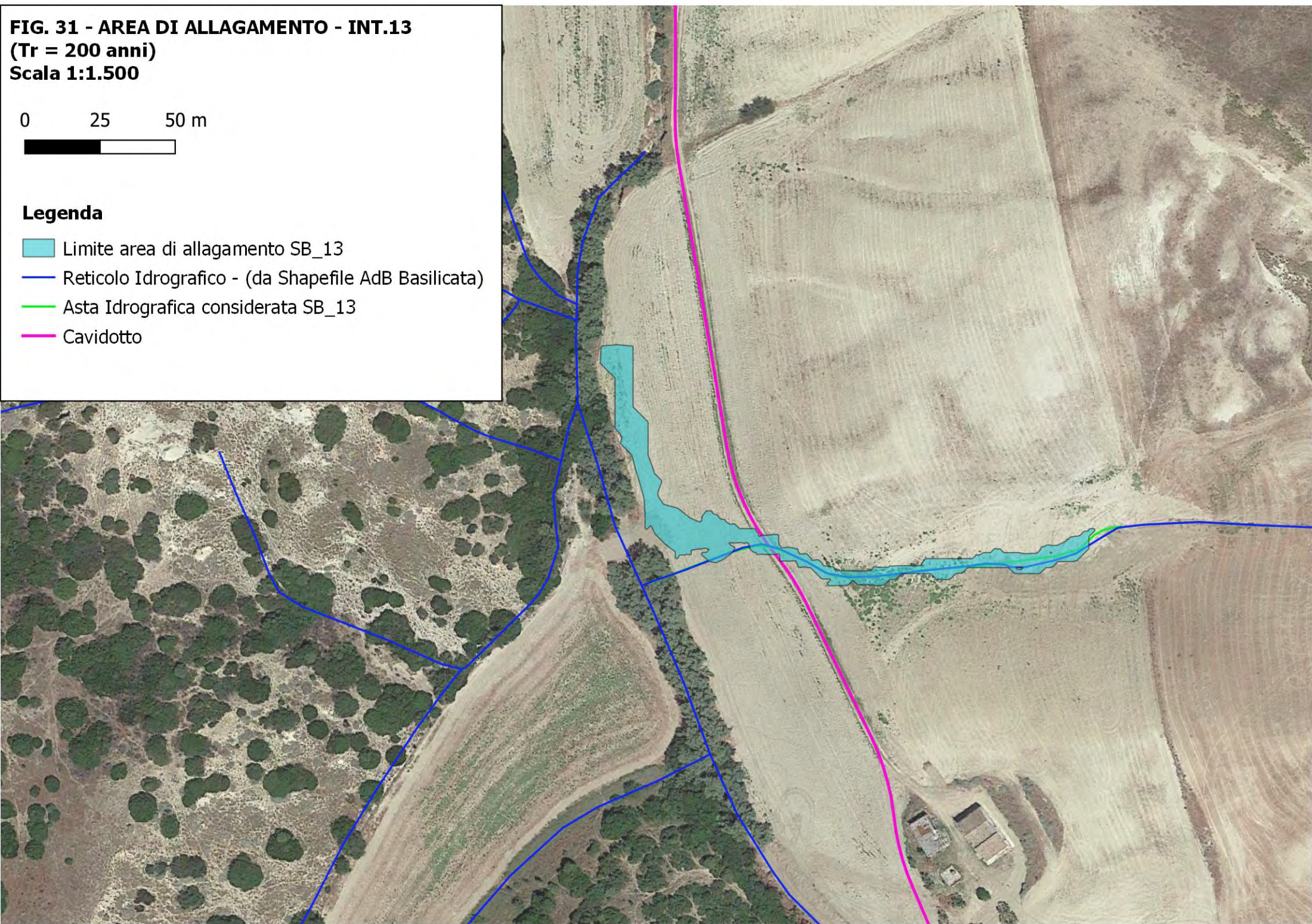
FIG. 31 - AREA DI ALLAGAMENTO - INT.13
(Tr = 200 anni)
Scala 1:1.500


0 25 50 m



Legenda

-  Limite area di allagamento SB_13
-  Reticolo Idrografico - (da Shapefile AdB Basilicata)
-  Asta Idrografica considerata SB_13
-  Cavidotto



	<p style="text-align: center;">PROGETTO IMPIANTO EOLICO "CUSTOLITO Montalbano Jonico (MT)</p>	<p style="text-align: center;">REV. A DICEMBRE 2021</p>
--	---	---

- Analisi idraulica Area Interferenza INT.14

Parametri di input:

		<i>note</i>
<i>Area di Calcolo bidimensionale</i>	Unica	<i>Fig.32</i>
<i>Dimensioni della Maglia di calcolo</i>	2x2	<i>Presenza Area raffittimento 1x1</i>
<i>Coefficienti di Manning</i>	0.050	
<i>Condizione di Monte (BC_M14)</i>	Flow Hydrograph	<i>E.G. slope=0.076 idrogramma Fig.33</i>
<i>Condizione a contorno di Valle</i>	Normal Depth	<i>0.022</i>
<i>Passo temporale simulazione</i>	1.0	<i>(secondi)</i>
<i>Durata Simulazione</i>	1:39	<i>ore : minuti</i>
<i>Equazioni di calcolo</i>	Diffusion Wave	
<i>Parametri tolleranze calcoli</i>	di Default	

Parametri di output:

		<i>note</i>
<i>Altezza battenti idraulici</i>	> 0.10 metri	
<i>Velocità di deflusso riscontrate</i>	< 1 m/s	<i>nelle aree di inondazione</i>



Fig. 32: Area oggetto di studio idraulico bidimensionale – Impluvio INT.14

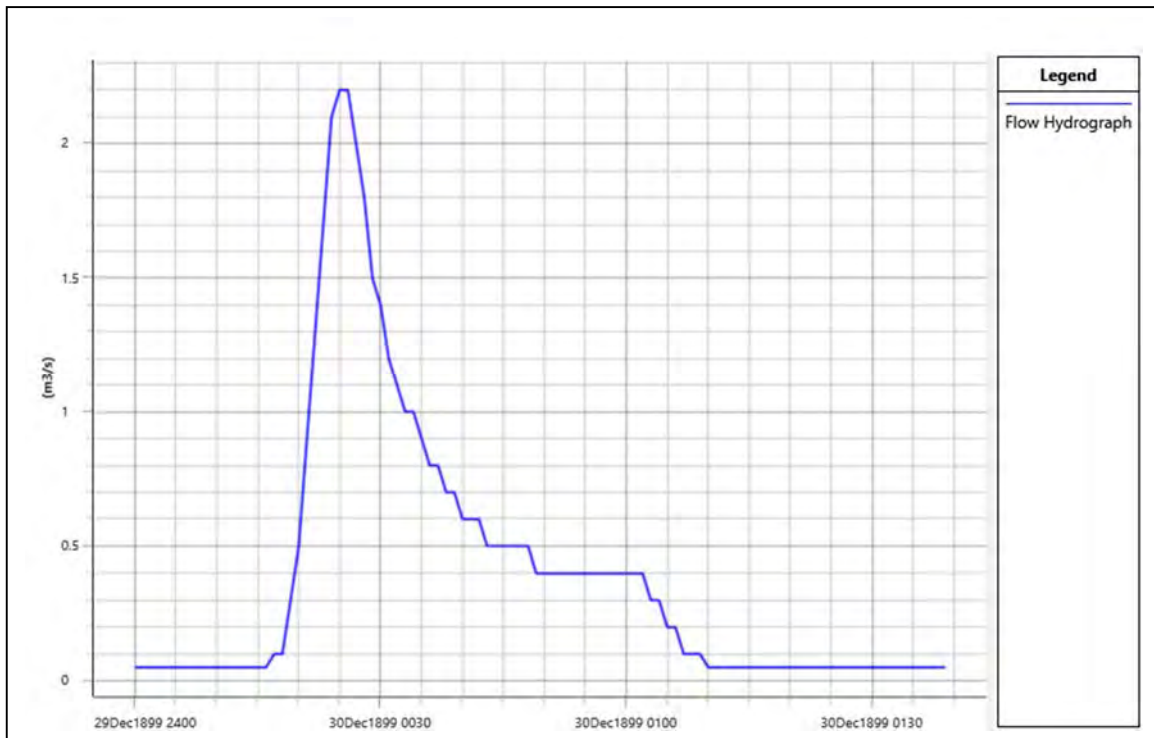


Fig. 33: Idrogramma di piena con $Tr = 200$ anni; impluvio *INT.14*

- Considerazioni finali e risultati della simulazione

In corrispondenza dell'interferenza INT.14 il cavidotto corre in corrispondenza di una viabilità provvisoria che probabilmente viene ripristinata stagionalmente

L'incisione idrografica, per come tracciata nelle C.T.R., appare avere una buona corrispondenza con quanto rilevato in situ e nelle ortofoto (fig.34), tuttavia tale impluvio appare chiaramente come un canale di deflusso di natura antropica che non segue la morfologia naturale del sito.





In figura 34 vengono riportati i risultati della simulazione, in forma grafica, in termini di superfici soggette ad allagamento, in caso di piena con Tr pari a 200 anni.

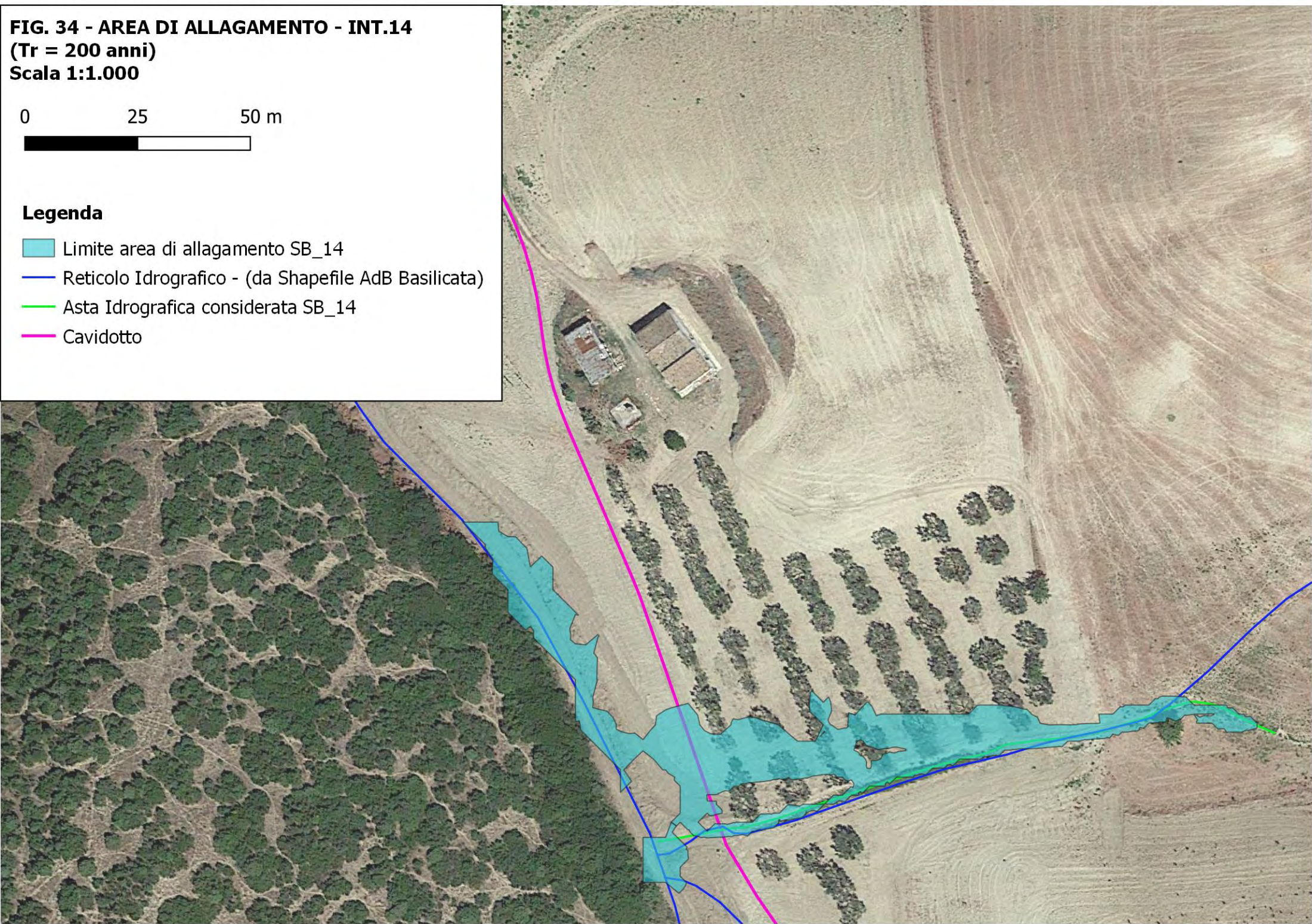
FIG. 34 - AREA DI ALLAGAMENTO - INT.14
(Tr = 200 anni)
Scala 1:1.000


0 25 50 m



Legenda

-  Limite area di allagamento SB_14
-  Reticolo Idrografico - (da Shapefile AdB Basilicata)
-  Asta Idrografica considerata SB_14
-  Cavidotto



	<p style="text-align: center;">PROGETTO IMPIANTO EOLICO “CUSTOLITO Montalbano Jonico (MT)</p>	<p style="text-align: center;">REV. A DICEMBRE 2021</p>
--	---	---

5.2 Valutazioni generali dell'incidenza dell'impianto sull'assetto idrogeologico dell'area

A margine dello studio condotto nel presente paragrafo sono state effettuate delle valutazioni, di tipo semi-qualitativo, sull'incidenza generale dell'impianto rispetto all'assetto idrogeologico generale dell'area.

Le uniche opere in progetto che hanno una certa valenza dal punto di vista idrologico-idraulico, poiché sostanzialmente possono portare ad una diminuzione della permeabilità generale, sono rappresentate dalla viabilità di nuova realizzazione, sia di accesso al parco che interna e dalle piazzole degli aerogeneratori poiché in entrambi i casi si avrà una variazione nella copertura del suolo.

- Viabilità

Per quanto riguarda la nuova viabilità essa si imposterà praticamente per intero su una viabilità esistente in terra battuta, mentre la nuova copertura prevede l'uso di materiali drenanti grossolani, stabilizzati.

Con riferimento ai valori del Curve Number dell'USDA (vedi appendice B), su un terreno prevalentemente argilloso e quindi di tipo D i valori in tabella indicano rispettivamente:


- Strade battute in terra; CN = 89
- Strade con letto in ghiaia; CN = 91

Pertanto si attende una diminuzione complessiva della permeabilità, ma estremamente modesta, in ragione della piccola differenza tra i due valori di CN, che seppur in maniera semi-quantitativa è possibile quantificare con una metodologia del tutto simile a quella utilizzata per il calcolo della portata massima dei sottobacini analizzati in precedenza e quindi con l'ausilio del software HEC-HMS.

Innanzitutto è stata computata l'area interessata dal cambio di copertura, poiché:

- Viabilità di accesso = 2,86 km
- Viabilità interna = 2,61 km
- larghezza sede stradale 5 m

Si ottiene un areale complessivo di circa 0.027 km².

	<p style="text-align: center;">PROGETTO IMPIANTO EOLICO “CUSTOLITO Montalbano Jonico (MT)</p>	<p style="text-align: center;">REV. A DICEMBRE 2021</p>
--	---	---

Utilizzando i parametri adoperati per l’analisi idrologica del Sottobacino SB_11, il quale presenta un’estensione areale similare e facendo variare come unico parametro il curve number sono stati ottenuti i seguenti valori:

Analisi comparativa sulla viabilità con Tr = 200 anni		
<i>Simulazione</i>	<i>Ex-ante</i>	<i>Ex-post</i>
Valore del Curve Number	89	91
Portata di picco in m ³ /s	0.9	1.0
Deflusso totale in m ³	900	1.000


L’analisi comparativa pertanto indica un aumento dei valori idrologici di circa un 10%, con un aumento del deflusso totale (per un evento con Tr pari a 200 anni) stimabile in 100 m³/ora.

Per comprendere l’incidenza di tale valore in senso assoluto, basta per esempio considerare che se tutto tale deflusso venisse convogliato nel solo sottobacino dell’interferenza INT.09, il cui deflusso totale orario è stato calcolato in 60.800 m³ esso porterebbe ad un aumento di appena lo 0.16%.

Nella realtà tale valore vista l’ubicazione del parco eolico e l’estensione lineare del corpo stradale andrà suddiviso in molteplici sottobacini, per altro ricadenti in due bacini idrografici primari differenti (Fiume Agri e del Fiume Cavone), con incidenza sugli aspetti idraulici ed idrologici a valle, chiaramente del tutto trascurabili.


- Piazzole aerogeneratori

Con considerazioni del tutto analoghe considerando che l’areale totale coinvolto per le 5 piazzole è pari a 0.011 km² e che in questo caso il passaggio di copertura avverrà rispetto ad un terreno seminativo, lavorato a rittochino, con valore del CN pari a 87 sono state ottenuti i seguenti valori:

	<p style="text-align: center;">PROGETTO IMPIANTO EOLICO "CUSTOLITO Montalbano Jonico (MT)</p>	<p style="text-align: center;">REV. A DICEMBRE 2021</p>
--	---	---

Analisi comparativa Piazzali aerogeneratori con $T_r = 200$ anni		
<i>Simulazione</i>	<i>Ex-ante</i>	<i>Ex-post</i>
Valore del Curve Number	87	91
Portata di picco in m^3/s	0.8	0.9
Deflusso totale in m^3	400	500

ovvero risultati del tutto analoghi che portano a conclusioni simili a quelle sopra descritte e che indicano sostanzialmente che l'impianto, nella sua interezza non porterà variazione all'assetto idrologico ed idraulico dell'area, con aumenti delle portate e del deflusso totale, a valle dell'impianto, nei fatti non rilevabili.

	<p style="text-align: center;">PROGETTO IMPIANTO EOLICO “CUSTOLITO Montalbano Jonico (MT)</p>	<p style="text-align: center;">REV. A DICEMBRE 2021</p>
--	---	---

6. CONCLUSIONI

Ad evasione dell’incarico ricevuto dalla società Custolito s.r.l., nell’ambito del progetto per la realizzazione di *un Impianto Eolico per la produzione di energia da fonte eolica, denominato “Custolito”*, della potenza nominale di 31.0 MW, da realizzarsi in agro dei Comuni di Montalbano Jonico (MT) e Craco (MT), è stato eseguito uno studio di natura idrologica ed idraulica delle aree di interesse, svolto sia da un punto di vista qualitativo che quantitativo; i risultati dello studio sono di seguito sinteticamente riepilogati:

- Analisi preliminare

L’analisi preliminare ha permesso di effettuare un inquadramento, geologico, geomorfologico ed idrografico dell’area, orientato all’individuazione di eventuali interferenze tra i manufatti in progetto ed il reticolo idrografico superficiale esistente, alla perimetrazione dei sottobacini idrografici degli impluvi di interesse nonché alla determinazione delle caratteristiche morfometriche dei singoli sottobacini. Tali analisi sono state effettuate con l’ausilio del software Q-Gis.

- Studio Idrologico

Su tutti i bacini idrografici individuati nell’analisi preliminare è stato condotto uno studio idrologico ai fini della valutazione della portata di picco per eventi meteorici con tempo di ritorno pari a 200 anni.

Le portate di massima piena sono state valutate, attraverso modelli matematici, a partire dall’afflusso meteorico previsto per il sottobacino e alla successiva trasformazione degli afflussi meteorici in deflussi.

Gli afflussi meteorici sono stati valutati mediante ricostruzione della *Curva 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.

I risultati finali delle portate di picco ottenute sono sintetizzati nella tabella seguente:

Interferenza	Tempo di Ritorno	Portata di Picco (m ³ /s)	Volume di deflusso (m ³ *1000)
INT_05	200	0.1	0.1
INT_06	200	3.1	4.5
INT_07	200	7.6	18.2
INT_09	200	17.6	60.8
INT_10	200	1.9	1.9
INT_11	200	0.9	0.7
INT_12	200	1.8	1.8
INT_13	200	1.3	1.1
INT_14	200	2.2	2.3

- Studio Idraulico

Su ogni interferenza oggetto di studio idrologico è stato successivamente condotta una analisi idraulica ai fini della determinazione delle *aree di allagamento*, secondo i criteri indicati dalle N.T.A. PAI. Le analisi idrauliche, sono state effettuate utilizzando i codici di calcolo del software HEC-RAS distribuito dallo U.S. Army Corps of Engineers Hydrologic Engineer Center nella sua versione 6.0, con modellazione bidimensionale.

- Valutazioni generali sull'incidenza dell'impianto sull'assetto idrogeologico dell'area

Un'analisi semi-quantitativa dell'impatto delle opere in progetto sull'assetto idrologico ed idraulico dell'area indica che l'impianto, nella sua interezza non porterà variazione all'assetto idrogeologico dell'area, con aumenti delle portate e del deflusso totale, a valle dell'impianto, nei fatti del tutto trascurabili.

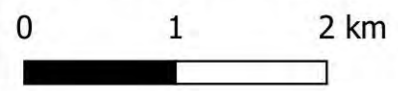
Ing. Daniele Cavallo
Ordine Ingegneri Provincia di
Brindisi n. 1220

Dott. Geol. Michele Ognibene
Ordine Regionale geologi di Sicilia
n. 3003

Dott. Geol. Rosario Fria
Ordine Regionale geologi di Sicilia
n. 1663

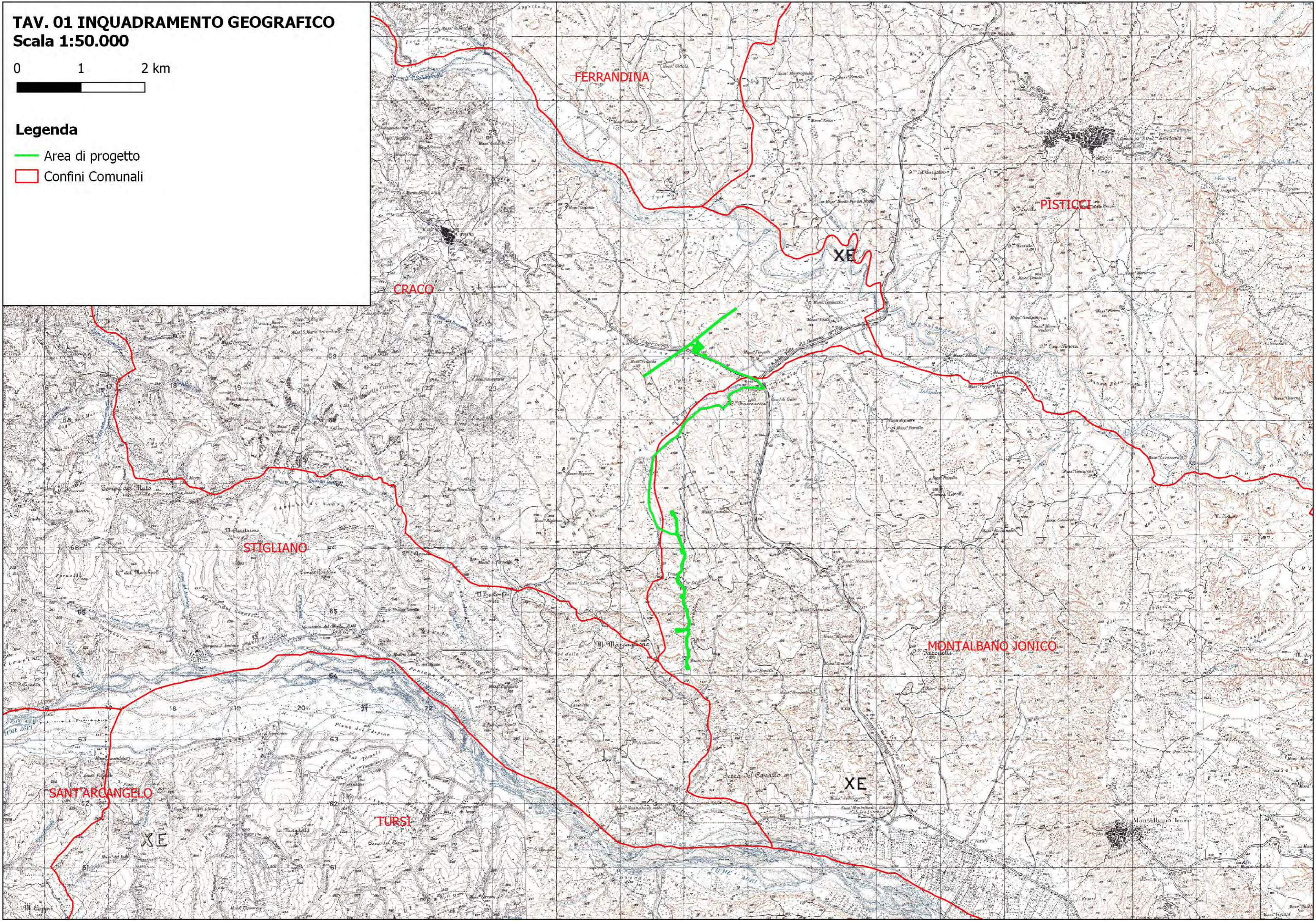
ALLEGATI GRAFICI

TAV. 01 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO
Scala 1:50.000

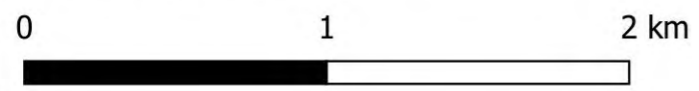


Legenda

- Area di progetto
- ▭ Confini Comunali









**TAV. 02 Carta Quote s.l.m.
Scala 1:25.000**

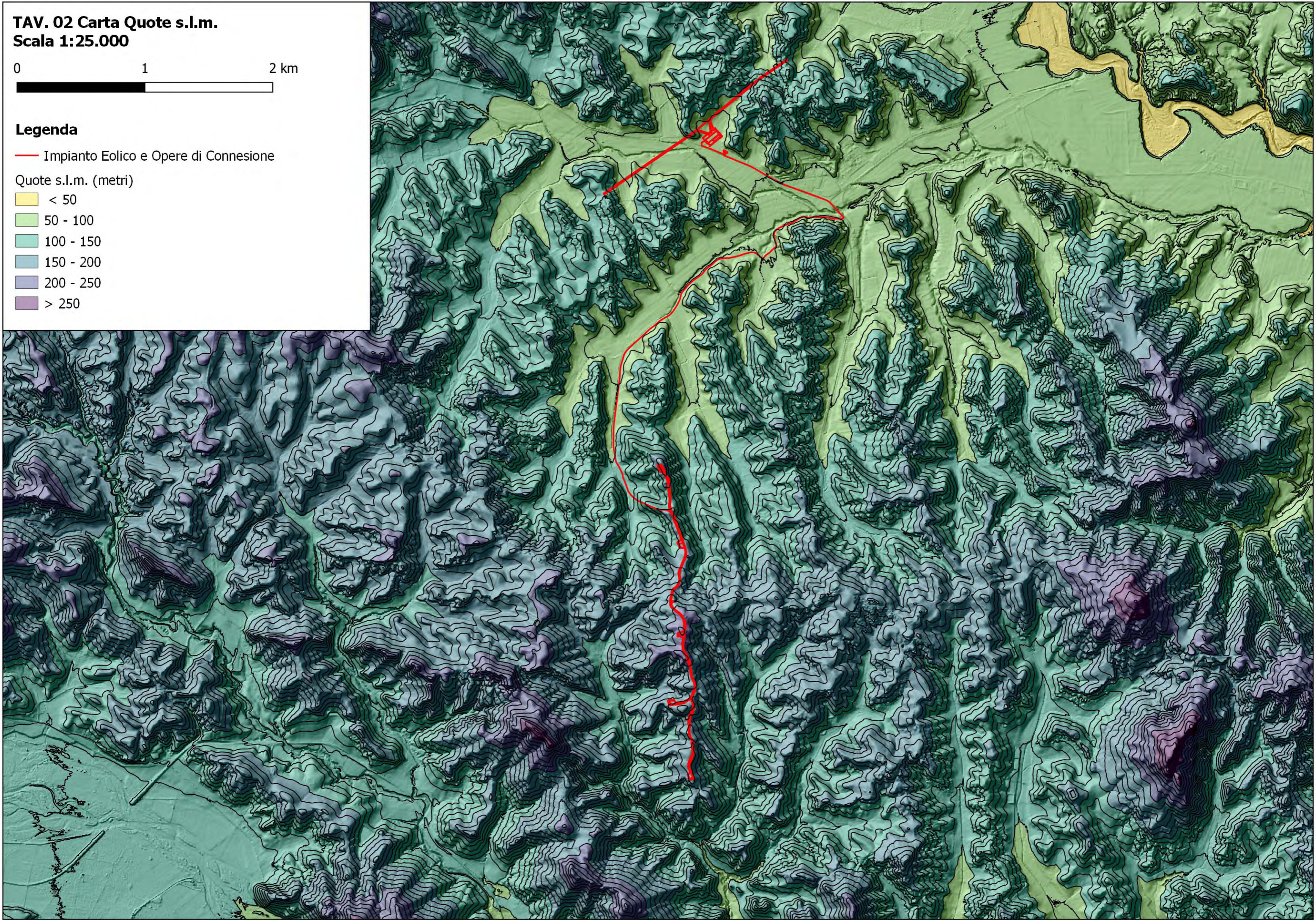


Legenda

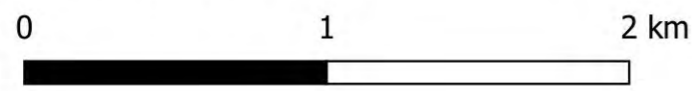
— Impianto Eolico e Opere di Connessione

Quote s.l.m. (metri)

-  < 50
-  50 - 100
-  100 - 150
-  150 - 200
-  200 - 250
-  > 250



TAV. 03 Carta delle Pendenze
Scala 1:25.000

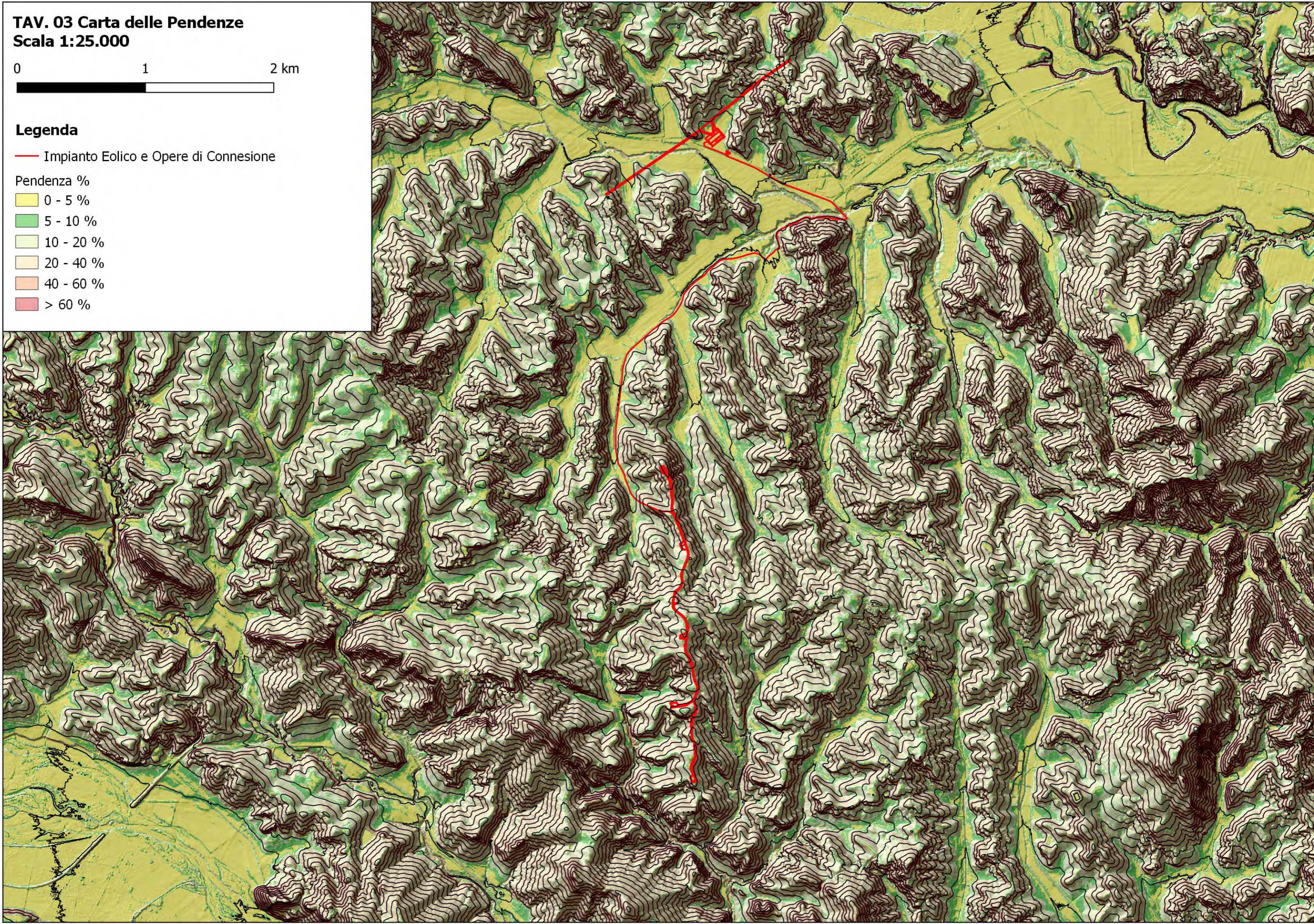


Legenda

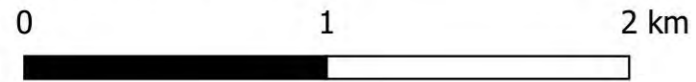
— Impianto Eolico e Opere di Connessione

Pendenza %

-  0 - 5 %
-  5 - 10 %
-  10 - 20 %
-  20 - 40 %
-  40 - 60 %
-  > 60 %

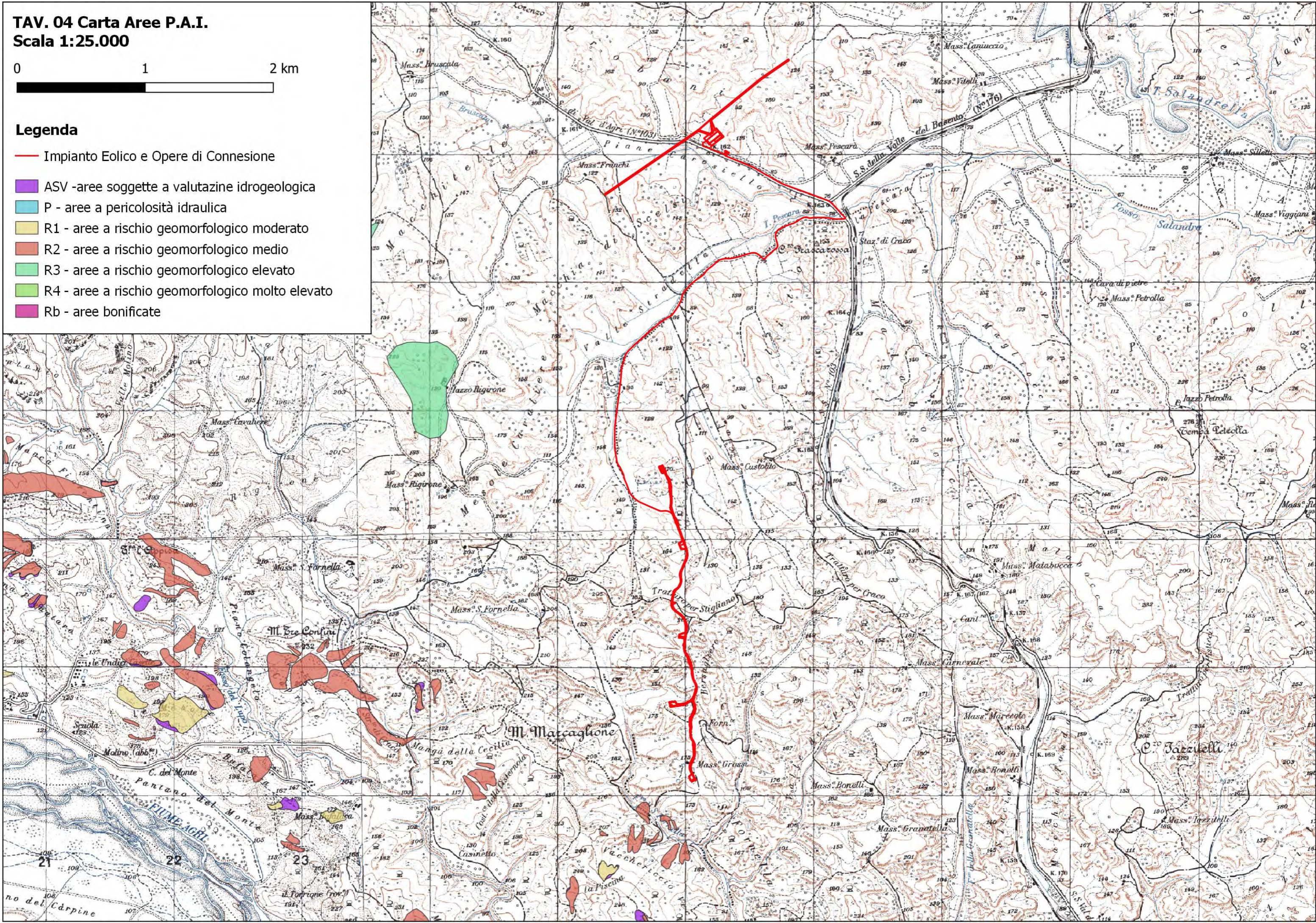


TAV. 04 Carta Aree P.A.I.
Scala 1:25.000

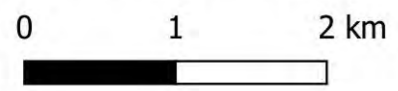


Legenda

- Impianto Eolico e Opere di Connessione
- ASV -aree soggette a valutazine idrogeologica
- P - aree a pericolosità idraulica
- R1 - aree a rischio geomorfologico moderato
- R2 - aree a rischio geomorfologico medio
- R3 - aree a rischio geomorfologico elevato
- R4 - aree a rischio geomorfologico molto elevato
- Rb - aree bonificate

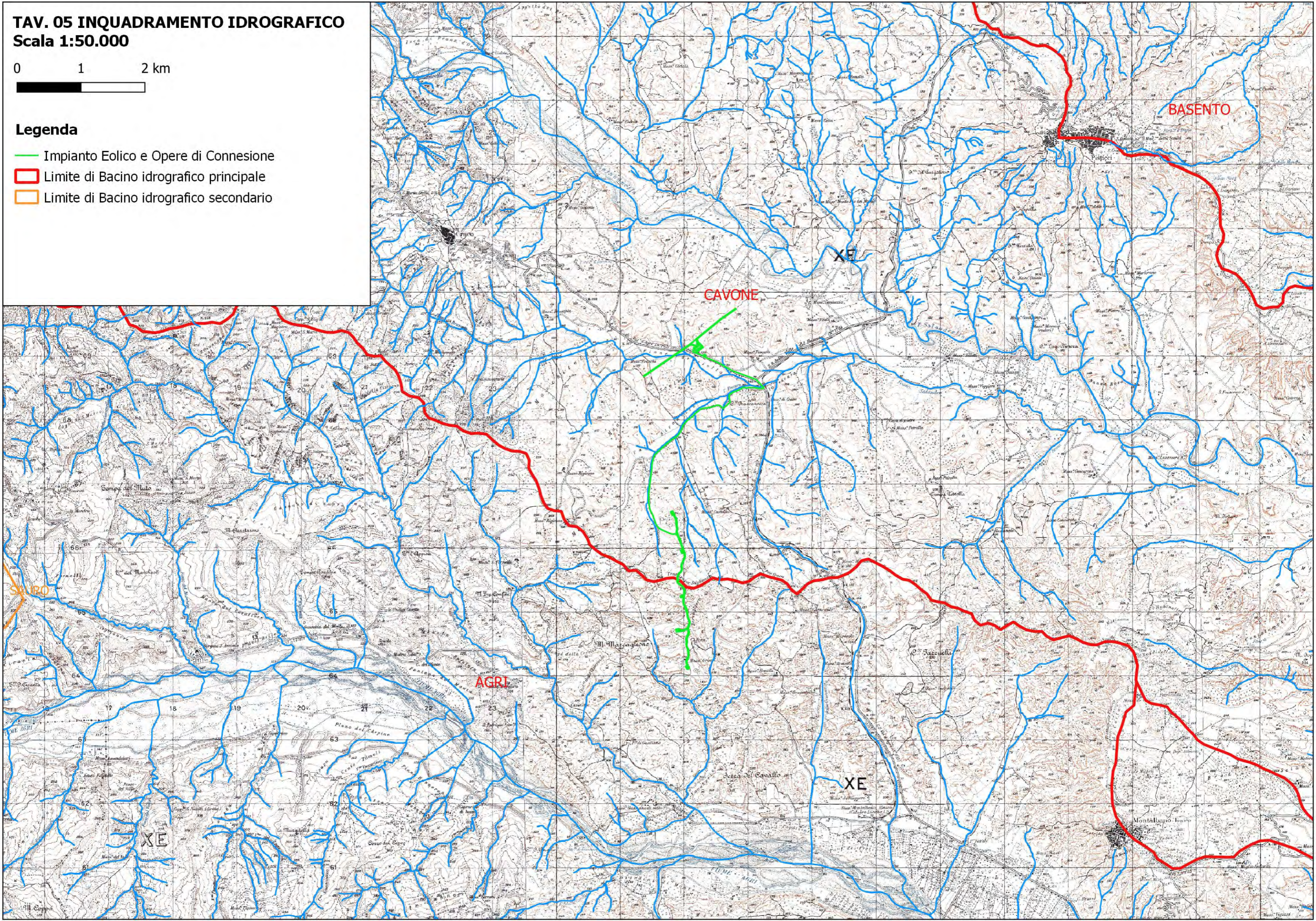


TAV. 05 INQUADRAMENTO IDROGRAFICO
Scala 1:50.000

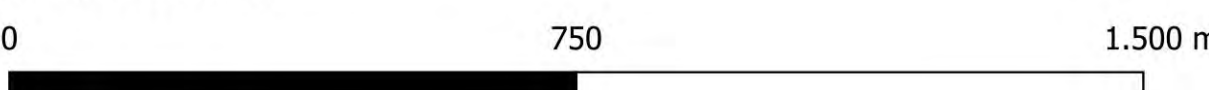


Legenda

- Impianto Eolico e Opere di Connessione
- ▭ Limite di Bacino idrografico principale
- ▭ Limite di Bacino idrografico secondario

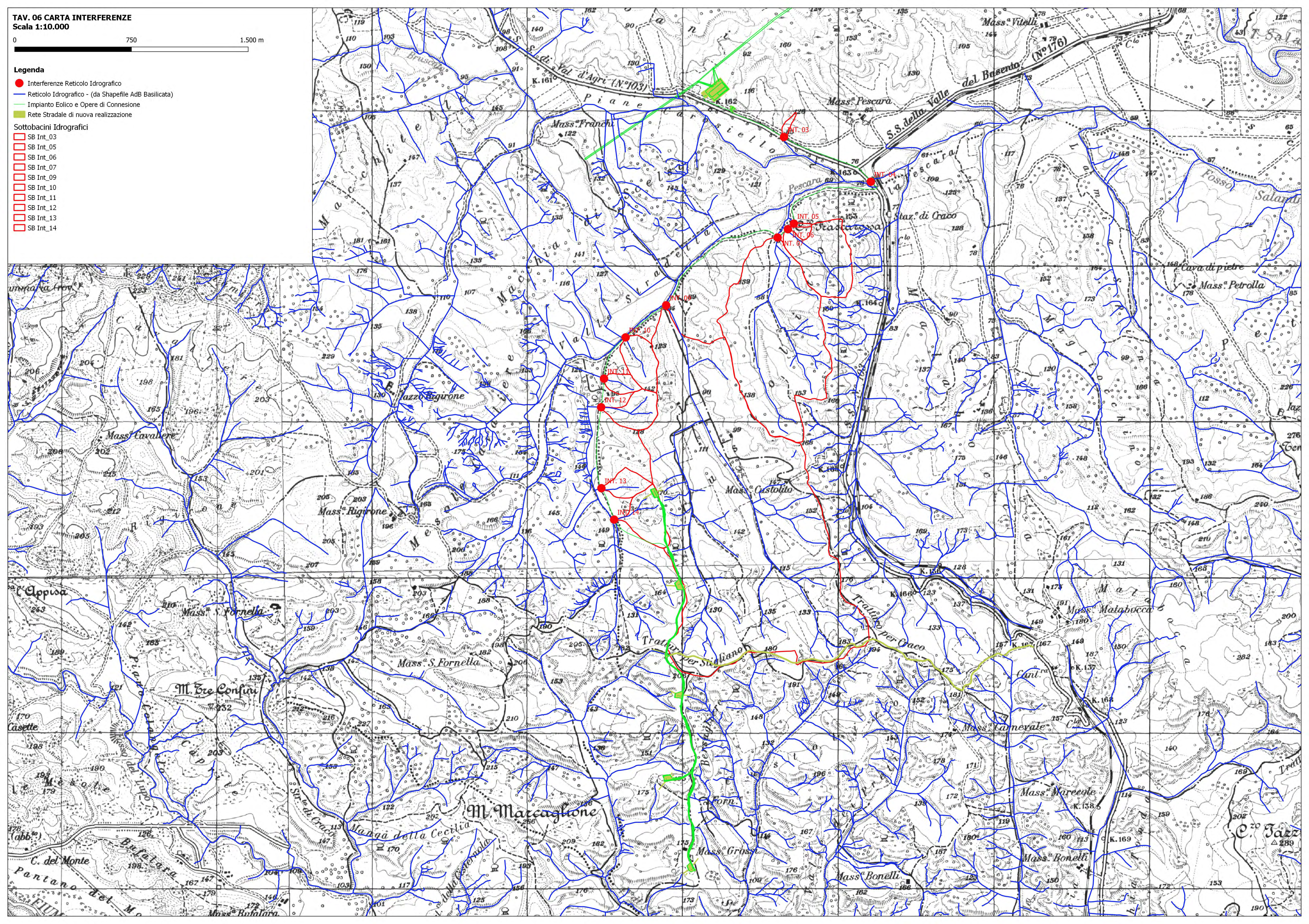


TAV. 06 CARTA INTERFERENZE
Scala 1:10.000



- Legenda**
- Interferenze Reticolo Idrografico
 - Reticolo Idrografico - (da Shapefile AdB Basilicata)
 - Impianto Eolico e Opere di Connessione
 - Rete Stradale di nuova realizzazione

- Sottobacini Idrografici**
- SB Int_03
 - SB Int_05
 - SB Int_06
 - SB Int_07
 - SB Int_09
 - SB Int_10
 - SB Int_11
 - SB Int_12
 - SB Int_13
 - SB Int_14

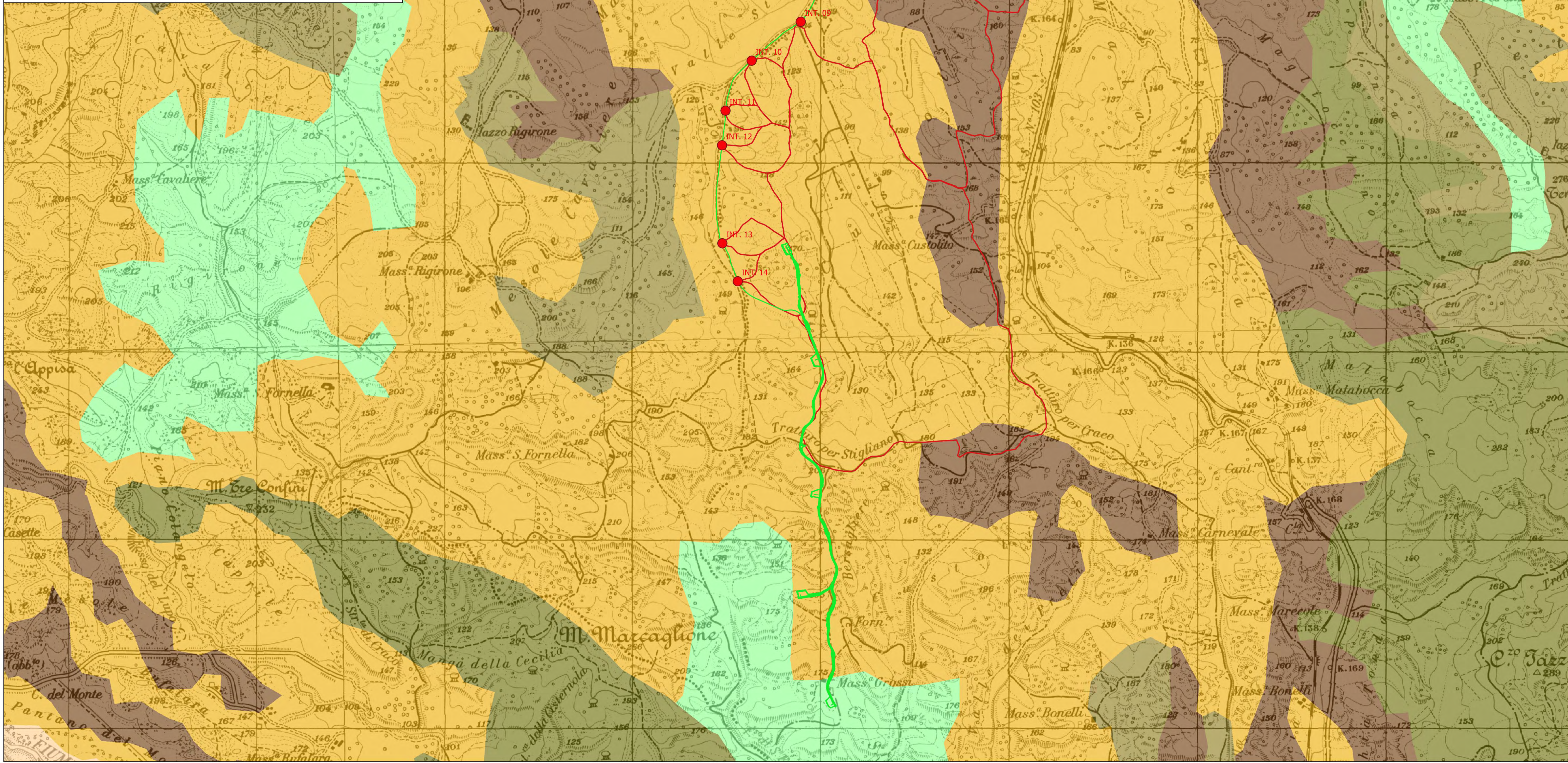


TAV. 07 CARTA USO SUOLO
(corine Land Cover Basilicata - Geoportale Basilicata)
Scala 1:10.000

750 1.500 m

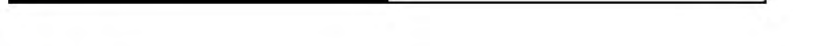
Legenda

- Interferenze Reticolo Idrografico
- Impianto Eolico e Opere di Connessione
- ACQUE CONTINENTALI
- COLTURE PERMANENTI
- PRATI STABILI (FORAGGERE PERMANENTI)
- SEMINATIVI
- ZONE AGRICOLE ETEROGENEE
- ZONE APERTE CON VEGETAZIONE RADA O ASSENTE
- ZONE BOSCADE
- ZONE CARATTERIZZATE DA VEGETAZIONE ARBUSTIVA E/O ERBACEA
- ZONE ESTRATTIVE, CANTIERI, DISCARICHE E TERRENI ARTEFATTI E ABBANDONATI
- ZONE INDUSTRIALI, COMMERCIALI ED INFRASTRUTTURALI
- ZONE UMIDE INTERNE
- ZONE URBANIZZATE DI TIPO RESIDENZIALE
- ZONE VERDI ARTIFICIALI NON AGRICOLE



TAV. 08 CARTA LITOLOGICA
(Geoportale Basilicata)

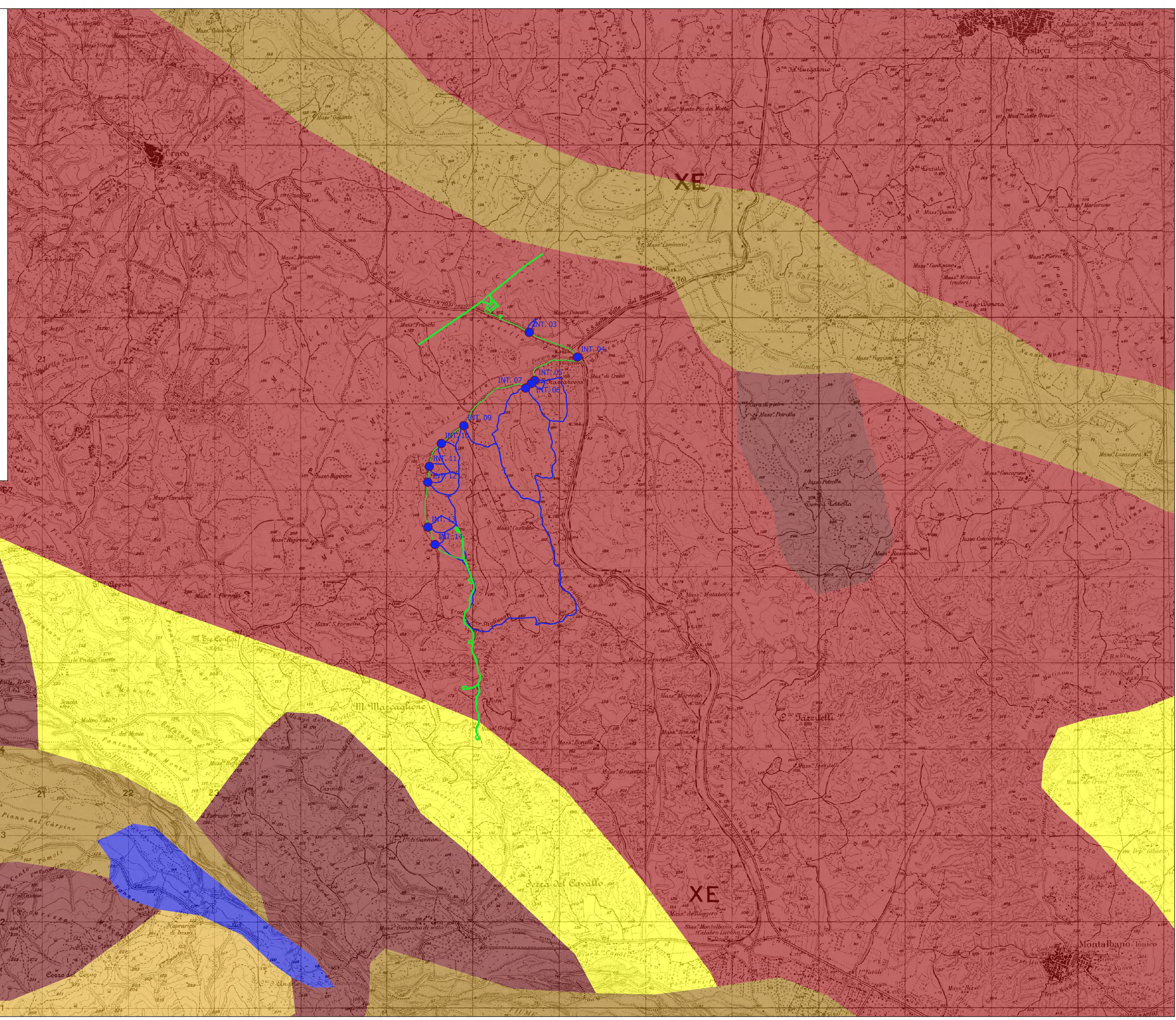
Scala 1:20.000



- Legenda**
- Interferenze Reticolo Idrografico
 - Impianto Eolico e Opere di Connessione

- Sottobacini Idrografici**
- SB Int_03
 - SB Int_05
 - SB Int_06
 - SB Int_07
 - SB Int_09
 - SB Int_10
 - SB Int_11
 - SB Int_12
 - SB Int_13
 - SB Int_14

- Litologia regione basilicata**
- Alluvioni e terreni misti
 - Argille
 - Calcari detritici ed organogeni
 - Calcari e dolomie
 - Complessi sedimentari caotici
 - Depositi eolici
 - Formazioni prevalentemente arenacee
 - Laghi e ghiacciai
 - Lave, piroclastiti ed ignimbriti
 - Metamorfiti di alto grado
 - Ofioliti e pietre verdi
 - Sabbie e conglomerati
 - Unità prevalentemente flyschoidi, torbidi



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

ib [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

ia[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

Estratto da "Carte del Curve Number Regionale" - ARPAS Sardegna

1. Creazione della carta regionale del Curve Number

Il presente documento, cogliendo l'occasione offerta dal Dipartimento Geologico dell'ARPAS con la redazione della carta delle permeabilità dei substrati della Regione Sardegna, propone l'adeguamento della carta regionale del Curve Number (CN) adottata nell'ambito del Piano Stralcio Fasce Fluviali (PSFF) della Regione Sardegna (adottato con delibera n° 2 del 17/12/2015) e che risale ai primi anni del 2000. In particolare, di seguito viene descritta la metodologia adottata per la creazione della carta del CN della Regione Sardegna in scala 1:25.000 in ambiente GIS in formato vettoriale e in formato raster. Per la creazione di tale mappa sono state utilizzate la mappa di uso del suolo Corine Land Cover 2008 in scala 1:25.000 relativa alla Sardegna e disponibile nel geoportale della Regione Sardegna (<http://www.sardegna.geoportale.it/index.php?xsl=2420&s=40&v=9&c=14480&es=6603&na=1&n=100&esp=1&tb=14401>), e la mappa delle permeabilità dei substrati (anche essa in scala 1:25.000) sviluppata e prodotta dal Dipartimento Geologico dell'ARPAS.

Il CN è un parametro dell'equazione del modello di formazione di deflusso superficiale SCS-CN (Soil Conservation Service - Curve Number) sviluppato dal Dipartimento dell'Agricoltura degli Stati Uniti (USDA) del Natural Resources Conservation Service. Il CN teoricamente può variare tra 0 e 100: valori alti del parametro CN rappresentano le caratteristiche di assorbimento di superfici poco permeabili, mentre valori bassi indicano terreni ad alta permeabilità. Il CN è funzione della tipologia di uso-copertura del suolo, della tipologia geo-pedologica del suolo e delle condizioni di umidità del suolo all'inizio dell'evento meteorico. La procedura prevede che si determini dapprima un valore di Curve Number CN_{II} riferito alle condizioni medie di umidità del suolo, ovvero condizioni AMC (Antecedent Moisture Condition) di tipo II, che successivamente deve essere eventualmente incrementato o ridotto con formule ad hoc nel caso in cui il suolo sia inizialmente molto umido (AMC di tipo III) o asciutto (AMC di tipo I). La valutazione della condizione AMC viene effettuata confrontando la precipitazione avvenuta nei cinque giorni precedenti con dei valori soglia specifici per la stagione vegetativa e di riposo, per cui si rimanda alla bibliografia. Questo documento tratta e descrive la determinazione del CN_{II} per l'intero territorio della Regione Sardegna.

Per riprodurre la mappa del CN_{II} a scala regionale sono state utilizzate le tabelle dell'USDA che associano a ciascuna tipologia di uso del suolo (ossia copertura vegetale e grado di antropizzazione) i valori del CN_{II} funzione anche dalle caratteristiche idrologiche del suolo, in relazione alla maggiore o minore permeabilità del substrato (tipi idrologici A-B-C-D). Nelle Tabelle 1-3 si riportano i valori caratteristici di taratura del CN_{II} proposti dall'USDA (1986, 2004), il cui valore si ottiene per incrocio delle caratteristiche di uso prevalente del suolo e delle caratteristiche idrologiche del suolo, secondo i 4 tipi idrologici A-B-C-D a permeabilità decrescente.

Valori CN_{II} nelle zone urbanizzate						
Tipo di uso del suolo	Copertura	A	B	C	D	
spazi aperti (parchi, cimiteri, campo da golf, prato all'inglese)	manto erboso <50%	68	79	86	89	
	manto erboso tra 50 e 75 %	49	69	79	84	
	manto erboso >75%	39	61	74	80	
aree impermeabili: parcheggi, tetti, autostrade etc.	-	98	98	98	98	
strade pavimentate o asfaltate, dotate di drenaggio	-	98	98	98	98	
	strade asfaltate	-	83	89	92	93
	strade con letto in ghiaia	-	76	85	89	91
	strade battute in terra	-	72	82	87	89
deserti naturali permeabili in aree urbane	-	63	77	85	88	
deserti artificiali impermeabili in aree urbane	-	96	96	96	96	
zone commerciali e di business	area impermeabile 85%	89	92	94	95	
zone industriali	area impermeabile 72%	81	88	91	93	
zone residenziali, lotti fino a 500 m ²	area impermeabile 65%	77	85	90	92	
zone residenziali, lotti di 500-1000 m ²	area impermeabile 38%	61	75	83	87	
zone residenziali, lotti di 1000-1500 m ²	area impermeabile 30%	57	72	81	86	
zone residenziali, lotti di 1500-2000 m ²	area impermeabile 25%	54	70	80	85	
zone residenziali, lotti di 2000-5000 m ²	area impermeabile 20%	51	68	79	84	
zone residenziali, lotti di 5000-10000 m ²	area impermeabile 12%	46	65	77	82	
zona di nuova espansione urbana	-	77	86	91	94	

Tabella 1. Valori caratteristici di CN_{II} nelle zone urbanizzate (USDA, 1986, 2004).



In particolare, il tipo idrologico A è relativo a suoli ad elevata infiltrazione, con strati da sabbiosi (o di loess profondi) a siltosi aggregati (diametro 0,002-0,05 mm), il tipo idrologico B è relativo a suoli con infiltrazione moderata, tessitura da moderatamente fine a moderatamente grossolana, quali limi sabbiosi. Il tipo idrologico C è relativo a suoli con infiltrazione lenta, tessitura fine, come le argille limose con deboli strati di limo sabbioso; infine, il tipo idrologico D comprende argille plastiche e compatte con infiltrazione molto lenta.

Valori CN _{II} nelle zone rurali						
Tipologia di coltivazione	Trattamento	Condizioni idrologiche cattive/buone	A	B	C	D
incolto, a maggese, a riposo	maggese nudo o arato a rittochino	-	77	86	91	94
	maggese residuo (almeno il 5%) (CR)	cattive	76	85	90	93
		buone	74	83	88	90
filari di coltivazione	filari di coltivazioni a rittochino (SR)	cattive	72	81	88	91
		buone	67	78	85	89
	SR + CR	cattive	71	80	87	90
		buone	64	75	82	85
	filari di coltivazioni per traverso (C)	cattive	70	79	84	88
		buone	65	75	82	86
	C+CR	cattive	69	78	83	87
		buone	64	74	81	85
	filari di coltivazioni per traverso e terrazzati (C&T)	cattive	66	74	80	82
		buone	62	71	78	81
	C&T + CR	cattive	65	73	79	81
		buone	61	70	77	80
cereali	cereali a rittochino (SR)	cattive	65	76	84	88
		buone	63	75	83	87
	SR+CR	cattive	64	75	83	86
		buone	60	72	80	84
	cereali per traverso (C)	cattive	63	74	82	85
		buone	61	73	81	84
	C+CR	cattive	62	73	81	84
		buone	60	72	80	83
	cereali per traverso e terrazzati (C&T)	cattive	61	72	79	82
		buone	59	70	78	81
	C&T + CR	cattive	60	71	78	81
		buone	58	69	77	80
leguminose a semi ravvicinati o diffusi o prato a rotazione	leguminose o prato a rotazione a rittochino (SR)	cattive	66	77	85	89
		buone	58	72	81	85
	leguminose o prato a rotazione per traverso (C)	cattive	64	75	83	85
		buone	55	69	78	83
	leguminose o prato a rotazione per traverso e terrazzamento (C&T)	cattive	63	73	80	83
		buone	51	67	76	80

Tabella 2. Valori caratteristici di CN_{II} nelle zone rurali (USDA, 1986, 2004).



Valori CN _{II} in altre zone rurali					
Zone umide					
Copertura vegetale	Condizioni idrologiche cattive/discrete/buone	A	B	C	D
pascolo, prati, o foraggio continuo o ad intervalli per pascolo	cattive	68	79	86	89
	discrete	49	69	79	84
	buone	39	61	74	80
prato protetto dal pascolo e soggetto a fienagione	-	30	58	71	78
sterpaglia	cattive	48	67	77	83
	discrete	35	56	70	77
	buone	30	48	65	73
combinazione di bosco e prato (es. frutteto)	cattive	57	73	82	86
	discrete	43	65	76	82
	buone	32	58	72	79
bosco	cattive	45	66	77	83
	discrete	36	60	73	79
	buone	30	55	70	77
proprietà agricola-edifici, stradine, viottoli d'accesso e lotti circostanti	-	59	74	82	86
Zone aride e semiaride					
manto erboso, erba infestante	cattive	-	80	87	93
	discrete	-	71	81	89
	buone	-	62	74	85
macchia boschiva: quercia, pioppo, mogano, acero	cattive	-	66	74	79
	discrete	-	48	57	63
	buone	-	30	41	48
ginepro, pino e sottobosco	cattive	-	75	85	89
	discrete	-	58	73	80
	buone	-	41	61	71
macchia arbustiva	cattive	-	67	80	85
	discrete	-	51	63	70
	buone	-	35	47	55
arbusti desertici	cattive	63	77	85	88
	discrete	55	72	81	86
	buone	49	68	79	84

Tabella 3. Valori caratteristici di CN_{II} in altre zone rurali (USDA, 1986, 2004).

In Figura 1 viene riportata la carta dell'uso del suolo Corine Land Cover 2008 relativa al territorio regionale con in legenda i codici relativi a ciascuna classe di uso del suolo (il lettore può fare riferimento alle Tabelle 4a-b per associare a ciascun codice la classe di uso del suolo).

Classi di uso del suolo della Corine Land Cover 2008		CN _{II}			
		A	B	C	D
1111	tessuto residenziale compatto e denso	77	85	90	92
1112	tessuto residenziale rado	61	75	83	87
1121	tessuto residenziale rado e nucleiforme	61	75	83	87
1122	fabbricati rurali	59	74	82	86
1211	insediamenti industriali-artigianali e commerciali e spazi annessi	89	92	94	95
1212	insediamenti di grandi impianti di servizi	81	88	91	93
1221	reti stradali e spazi accessori	98	98	98	98
1222	reti ferroviarie e spazi annessi	98	98	98	98
1223	grandi impianti di concentrazione e smistamento merci	98	98	98	98
1224	impianti a servizio delle reti di distribuzione	98	98	98	98
123	aree portuali	98	98	98	98
124	aree aereoportuali ed eliporti	98	98	98	98
131	aree estrattive	76	85	89	91
1321	Discariche	76	85	89	91
1322	depositi di rottami a cielo aperto, cimiteri di autoveicoli	76	85	89	91
133	Cantieri	76	85	89	91
141	aree verdi urbane	39	61	74	80
1421	aree ricreative e sportive	49	69	79	84
1422	aree archeologiche	68	79	86	89
143	Cimiteri	68	79	86	89
2111	seminativi in aree non irrigue	61	73	81	84
2112	prati artificiali	68	79	86	89
2121	seminativi semplici e colture orticole a pieno campo	63	73	80	83
2122	Risaie	96	96	96	96
2123	Vivai	68	79	86	89
2124	colture in serra	68	79	86	89
221	Vigneti	66	74	80	82
222	frutteti e frutti minori	62	71	78	81
223	Oliveti	62	71	78	81
231	prati stabili	30	58	71	78
2411	colture temporanee associate all'olivo	62	71	78	81
2412	colture temporanee associate al vigneto	66	74	80	82
2413	colture temporanee associate ad altre colture permanenti	64	73	79	82
242	sistemi colturali e particellari complessi	64	73	79	82
243	aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti	64	73	79	82
244	aree agroforestali	64	73	79	82
3111	boschi di latifoglie	36	60	73	79
31121	pioppetti, saliceti, eucalitteti ecc. anche in formazioni miste	36	60	73	79
31122	Sugherete	36	60	73	79
31123	castagneti da frutta	36	60	73	79
31124	altri tipi di latifoglio	36	60	73	79
3121	boschi di conifere	45	66	77	83
3122	arboricoltura con essenze forestali di conifere	45	66	77	83
313	boschi misti di conifere e latifoglie	36	60	73	79
321	aree a pascolo naturale	49	69	79	84
3221	cespuglieti e arbusteti	35	56	70	77
3222	formazioni di ripa non arboree	35	56	70	77
3231	macchia mediterranea	35	56	70	77
3232	Gariga	35	56	70	77
3241	aree a vegetazione boschiva e arbustiva in evoluzione: ricoloniz. naturale	43	65	76	82
3242	aree a vegetazione boschiva e arbustiva in evoluzione: ricoloniz. artificiale	43	65	76	82

Tabella 4a. Classi di uso del suolo della Corine Land Cover 2008 con associati i valori di CN_{II} per i 4 tipi idrologici A-B-C-D (parte prima).



Classi di uso del suolo della Corine Land Cover 2008		CN _{II}			
		A	B	C	D
3311	spiagge di ampiezza superiore a 25 m	49	68	79	84
3312	aree dunali non coperte da vegetazione di ampiezza superiore a 25 m	49	68	79	84
3313	aree dunali coperte da vegetazione di ampiezza superiore a 25 m	49	68	79	84
3315	letti di torrenti di ampiezza superiore a 25 m	98	98	98	98
332	pareti rocciose e falesie	76	85	89	91
333	aree con vegetazione rada >5% e <40%	63	77	85	88
411	paludi interne	98	98	98	98
421	paludi salmastre	98	98	98	98
422	Saline	98	98	98	98
423	zone intertidali (zona del litorale che dipende dalle maree)	98	98	98	98
5111	fiumi, torrenti, fossi	98	98	98	98
5112	canali e idrovie	98	98	98	98
5121	bacini naturali	98	98	98	98
5122	bacini artificiali	98	98	98	98
5211	lagune, laghi e stagni costieri a produzione ittica naturale	98	98	98	98
5212	acquacolture in lagune, laghi e stagni costieri	98	98	98	98
5213	estuari e delta	98	98	98	98
5231	aree marine a produzione ittica naturale	98	98	98	98
5232	acquacolture in mare libero	98	98	98	98
523	Mare	98	98	98	98

Tabella 4b. Classi di uso del suolo della Corine Land Cover 2008 con associati i valori di CN_{II} per i 4 tipi idrologici A-B-C-D (parte seconda).

Per determinare il tipo idrologico A-B-C-D è stata utilizzata la carta delle permeabilità dei substrati a scala regionale prodotta dal Dipartimento Geologico dell'ARPAS (in attesa di pubblicazione). La Carta di unità delle terre e di capacità d'uso dei suoli a scala 1:50.000 del Progetto CUT prodotta dalle Agenzie Agris e Laore e dalle Università di Cagliari e Sassari è relativa soltanto a 4 aree pilota (Pula-Capoterra, Muravera-Castiadas, Arzana e Nurra) che coprono una piccolissima parte della regione Sardegna. Pertanto non è stato possibile utilizzarla in attesa di disporre di una carta a scala regionale.

La carta delle permeabilità dei substrati della Sardegna in scala 1:25.000, portata a termine agli inizi del 2018 dal Dipartimento Geologico dell'ARPAS, è in parte derivata dalla carta litologica e in parte ottenuta dalle informazioni presenti nella cartografia geologica regionale ufficiale GeoPPR del 2008 (scala 1:25.000) integrando con le conoscenze geologiche e di campagna.

Si riassume di seguito brevemente come si è operato per ottenere la carta litologica: le rocce della Sardegna sono state suddivise in tre grandi classi: rocce magmatiche, rocce metamorfiche, rocce sedimentarie. Le tre classi sono state suddivise in otto sottoclassi (livello 1) di maggior dettaglio distinguendo al loro interno famiglie di rocce raggruppate per affinità (livello 2).

Il lavoro di assegnazione delle categorie di permeabilità è stato fatto sul livello di dettaglio 2 della carta litologica. Tuttavia, per quanto riguarda un gran numero di terreni, si è ripartiti dalle formazioni presenti nella cartografia ufficiale GeoPPR del 2008 reperibile su Sardegna Geoportale della Regione. Inoltre, poichè per la produzione della carta litologica sono stati integrati aggiornamenti successivi, derivati dal CARG (Cartografia Geologica e Geotematica, Ispra - Foglio 443 Tempio, in approvazione per la stampa) e dalla "Carta Graniti Nord Sardegna" del 2013 (Foglio 426 "Isola Rossa" e Foglio 427 "Luogosanto"), anche le litologie ricadenti in queste aree sono state trattate in dettaglio ripartendo dal dato geologico.

Per ottenere la carta delle permeabilità dei substrati, le rocce della Sardegna sono state suddivise in 5 classi di permeabilità: Alta permeabilità (AP), Medio Alta permeabilità (MAP), Media permeabilità (MP), Medio Bassa permeabilità (MBP), Bassa permeabilità (BP). All'interno di ciascuna sottoclasse, sono state distinte ulteriormente le tipologie di permeabilità per porosità, fatturazione e carsismo ottenendo 15 classi di permeabilità con le varie combinazioni dei dati.



APPENDICE C

Calcolo Curve Number Sottobacini

CALCOLO DEL CURVE NUMBER

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

1) Sottobacino INT.05

Uso del Suolo	Classe di terreno	% di copertura	CN da tabella	Peso
<i>Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con spazi naturali importanti</i>	D	100	82	82
TOTALE		100		82.0

2) Sottobacino INT.06

Uso del Suolo	Classe di terreno	% di copertura	CN da tabella	Peso
<i>Seminativo semplice in aree non irrigue</i>	D	0.63	84	0.5
<i>Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con spazi naturali importanti</i>	D	99.37	82	81.5
TOTALE		100		82.0

3) Sottobacino INT.07

Uso del Suolo	Classe di terreno	% di copertura	CN da tabella	Peso
<i>Seminativo semplice in aree non irrigue</i>	D	31.16	84	26.2
<i>Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con spazi naturali importanti</i>	D	68.84	82	56.4
TOTALE		100		82.6

4) Sottobacino INT.09

Uso del Suolo	Classe di terreno	% di copertura	CN da tabella	Peso
<i>Seminativo semplice in aree non irrigue</i>	D	87.71	84	73.7
<i>Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con spazi naturali importanti</i>	D	9.90	82	8.1
<i>Colture temporanee associate a colture permanenti</i>	D	2.39	82	2.0
TOTALE		100		83.8

5) Sottobacino INT.10

Uso del Suolo	Classe di terreno	% di copertura	CN da tabella	Peso
<i>Seminativo semplice in aree non irrigue</i>	D	100	84	84
TOTALE		100		84.0

6) Sottobacino INT.11

Uso del Suolo	Classe di terreno	% di copertura	CN da tabella	Peso
<i>Seminativo semplice in aree non irrigue</i>	D	100	84	84
TOTALE		100		84.0

7) Sottobacino INT.12

Uso del Suolo	Classe di terreno	% di copertura	CN da tabella	Peso
<i>Seminativo semplice in aree non irrigue</i>	D	100	84	84
TOTALE		100		84.0

8) Sottobacino INT.13

Uso del Suolo	Classe di terreno	% di copertura	CN da tabella	Peso
<i>Seminativo semplice in aree non irrigue</i>	D	100	84	84
TOTALE		100		84.0

9) Sottobacino INT.14

Uso del Suolo	Classe di terreno	% di copertura	CN da tabella	Peso
<i>Seminativo semplice in aree non irrigue</i>	D	100	84	84
TOTALE		100		84.0

APPENDICE D

Risultati Analisi Idrologica (Hec-HMS)

Risultati Elaborazione Idrologica HEC-HMS

1) Simulazione Tr = 200 anni (*Sottobacino INT.05*)

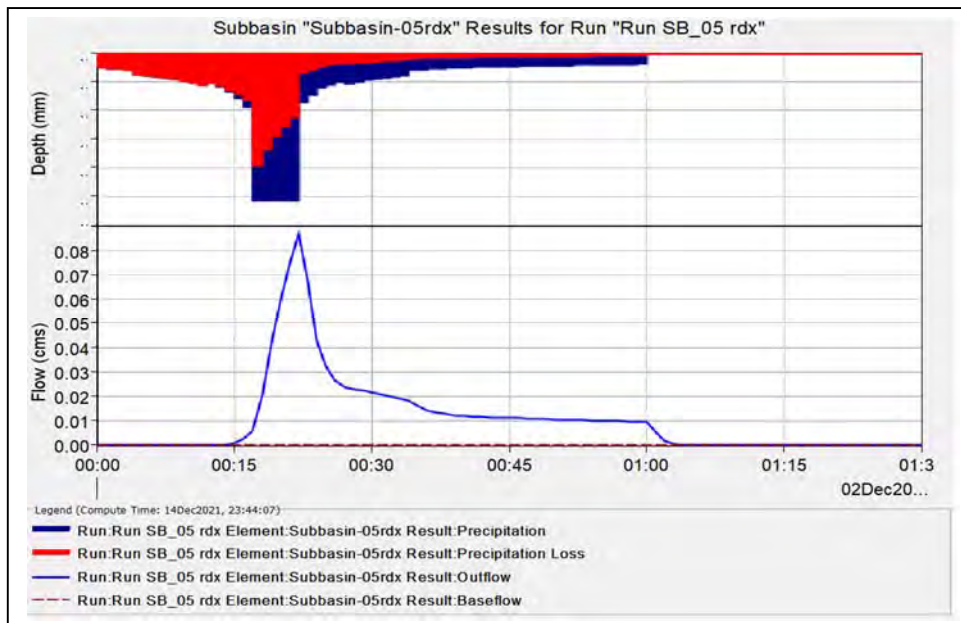


Grafico riepilogativo dell'andamento della portata in m^3/s , delle altezze di pioggia totali e delle perdite con Tr 200 anni.

Date	Time	Precip mm	Loss mm	Excess mm	Direct Flow mc/s	Baseflow mc/s	Total Flow mc/s
2-Dec-21	0:00				0	0	0
2-Dec-21	0:01	0.52	0.52	0	0	0	0
2-Dec-21	0:02	0.54	0.54	0	0	0	0
2-Dec-21	0:03	0.56	0.56	0	0	0	0
2-Dec-21	0:04	0.59	0.59	0	0	0	0
2-Dec-21	0:05	0.76	0.76	0	0	0	0
2-Dec-21	0:06	0.8	0.8	0	0	0	0
2-Dec-21	0:07	0.83	0.83	0	0	0	0
2-Dec-21	0:08	0.87	0.87	0	0	0	0
2-Dec-21	0:09	0.92	0.92	0	0	0	0
2-Dec-21	0:10	0.97	0.97	0	0	0	0
2-Dec-21	0:11	1.03	1.03	0	0	0	0
2-Dec-21	0:12	1.1	1.1	0	0	0	0
2-Dec-21	0:13	1.06	1.06	0	0	0	0
2-Dec-21	0:14	1.17	1.16	0.01	0	0	0
2-Dec-21	0:15	1.36	1.3	0.06	0	0	0
2-Dec-21	0:16	1.57	1.43	0.14	0	0	0
2-Dec-21	0:17	1.9	1.63	0.27	0	0	0
2-Dec-21	0:18	5.14	3.94	1.2	0	0	0
2-Dec-21	0:19	5.14	3.38	1.77	0	0	0
2-Dec-21	0:20	5.14	2.92	2.22	0.1	0	0.1
2-Dec-21	0:21	5.14	2.55	2.59	0.1	0	0.1
2-Dec-21	0:22	5.14	2.25	2.89	0.1	0	0.1

2-Dec-21	0:23	1.72	0.69	1.02	0.1	0	0.1
2-Dec-21	0:24	1.46	0.57	0.89	0	0	0
2-Dec-21	0:25	1.23	0.47	0.77	0	0	0
2-Dec-21	0:26	1.11	0.41	0.7	0	0	0
2-Dec-21	0:27	1.01	0.36	0.65	0	0	0
2-Dec-21	0:28	1.07	0.38	0.69	0	0	0
2-Dec-21	0:29	1	0.34	0.65	0	0	0
2-Dec-21	0:30	0.94	0.32	0.62	0	0	0
2-Dec-21	0:31	0.89	0.3	0.6	0	0	0
2-Dec-21	0:32	0.85	0.28	0.57	0	0	0
2-Dec-21	0:33	0.81	0.26	0.55	0	0	0
2-Dec-21	0:34	0.78	0.25	0.53	0	0	0
2-Dec-21	0:35	0.6	0.19	0.41	0	0	0
2-Dec-21	0:36	0.57	0.18	0.4	0	0	0
2-Dec-21	0:37	0.55	0.17	0.38	0	0	0
2-Dec-21	0:38	0.53	0.16	0.37	0	0	0
2-Dec-21	0:39	0.51	0.15	0.36	0	0	0
2-Dec-21	0:40	0.5	0.15	0.36	0	0	0
2-Dec-21	0:41	0.5	0.14	0.35	0	0	0
2-Dec-21	0:42	0.49	0.14	0.35	0	0	0
2-Dec-21	0:43	0.48	0.14	0.34	0	0	0
2-Dec-21	0:44	0.47	0.13	0.34	0	0	0
2-Dec-21	0:45	0.47	0.13	0.34	0	0	0
2-Dec-21	0:46	0.46	0.13	0.33	0	0	0
2-Dec-21	0:47	0.45	0.13	0.33	0	0	0
2-Dec-21	0:48	0.45	0.12	0.32	0	0	0
2-Dec-21	0:49	0.44	0.12	0.32	0	0	0
2-Dec-21	0:50	0.43	0.12	0.32	0	0	0
2-Dec-21	0:51	0.43	0.11	0.31	0	0	0
2-Dec-21	0:52	0.42	0.11	0.31	0	0	0
2-Dec-21	0:53	0.42	0.11	0.31	0	0	0
2-Dec-21	0:54	0.41	0.11	0.31	0	0	0
2-Dec-21	0:55	0.41	0.11	0.3	0	0	0
2-Dec-21	0:56	0.4	0.1	0.3	0	0	0
2-Dec-21	0:57	0.4	0.1	0.3	0	0	0
2-Dec-21	0:58	0.39	0.1	0.29	0	0	0
2-Dec-21	0:59	0.39	0.1	0.29	0	0	0
2-Dec-21	1:00	0.39	0.1	0.29	0	0	0
2-Dec-21	1:01	0	0	0	0	0	0
2-Dec-21	1:02	0	0	0	0	0	0
2-Dec-21	1:03	0	0	0	0	0	0
2-Dec-21	1:04	0	0	0	0	0	0

Dettagli analitici della piena con Tr 200 anni

2) Simulazione Tr = 200 anni (*Sottobacino INT.06*)

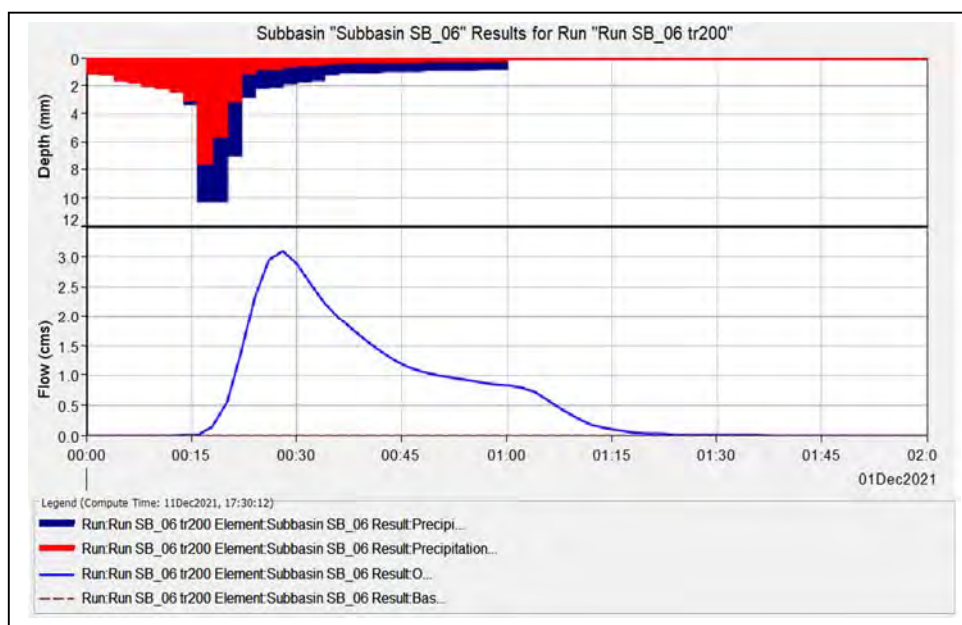


Grafico riepilogativo dell'andamento della portata in m^3/s , delle altezze di pioggia totali e delle perdite con Tr 200 anni.

Date	Time	Precip mm	Loss mm	Excess mm	Direct Flow mc/s	Baseflow mc/s	Total Flow mc/s
1-Dec-21	0:00				0	0	0
1-Dec-21	0:02	1.09	1.09	0	0	0	0
1-Dec-21	0:04	1.18	1.18	0	0	0	0
1-Dec-21	0:06	1.61	1.61	0	0	0	0
1-Dec-21	0:08	1.76	1.76	0	0	0	0
1-Dec-21	0:10	1.97	1.97	0	0	0	0
1-Dec-21	0:12	2.11	2.11	0	0	0	0
1-Dec-21	0:14	2.4	2.38	0.02	0	0	0
1-Dec-21	0:16	3.29	3.01	0.29	0	0	0
1-Dec-21	0:18	10.29	7.58	2.71	0.1	0	0.1
1-Dec-21	0:20	10.29	5.64	4.65	0.6	0	0.6
1-Dec-21	0:22	7.05	3.1	3.95	1.4	0	1.4
1-Dec-21	0:24	2.82	1.11	1.72	2.3	0	2.3
1-Dec-21	0:26	2.16	0.8	1.36	3	0	3
1-Dec-21	0:28	2.1	0.74	1.35	3.1	0	3.1
1-Dec-21	0:30	1.86	0.63	1.23	2.9	0	2.9
1-Dec-21	0:32	1.68	0.55	1.13	2.5	0	2.5
1-Dec-21	0:34	1.55	0.49	1.06	2.2	0	2.2
1-Dec-21	0:36	1.14	0.35	0.79	2	0	2
1-Dec-21	0:38	1.05	0.32	0.74	1.8	0	1.8
1-Dec-21	0:40	1.02	0.3	0.72	1.6	0	1.6
1-Dec-21	0:42	0.98	0.29	0.7	1.4	0	1.4
1-Dec-21	0:44	0.95	0.27	0.68	1.3	0	1.3
1-Dec-21	0:46	0.93	0.26	0.67	1.1	0	1.1
1-Dec-21	0:48	0.9	0.25	0.65	1.1	0	1.1

1-Dec-21	0:50	0.88	0.24	0.64	1	0	1
1-Dec-21	0:52	0.85	0.23	0.63	1	0	1
1-Dec-21	0:54	0.83	0.22	0.61	0.9	0	0.9
1-Dec-21	0:56	0.81	0.21	0.6	0.9	0	0.9
1-Dec-21	0:58	0.79	0.2	0.59	0.9	0	0.9
1-Dec-21	1:00	0.77	0.19	0.58	0.8	0	0.8
1-Dec-21	1:02	0	0	0	0.8	0	0.8
1-Dec-21	1:04	0	0	0	0.7	0	0.7
1-Dec-21	1:06	0	0	0	0.6	0	0.6
1-Dec-21	1:08	0	0	0	0.4	0	0.4
1-Dec-21	1:10	0	0	0	0.3	0	0.3
1-Dec-21	1:12	0	0	0	0.2	0	0.2
1-Dec-21	1:14	0	0	0	0.1	0	0.1
1-Dec-21	1:16	0	0	0	0.1	0	0.1
1-Dec-21	1:18	0	0	0	0.1	0	0.1
1-Dec-21	1:20	0	0	0	0	0	0
1-Dec-21	1:22	0	0	0	0	0	0
1-Dec-21	1:24	0	0	0	0	0	0
1-Dec-21	1:26	0	0	0	0	0	0
1-Dec-21	1:28	0	0	0	0	0	0
1-Dec-21	1:30	0	0	0	0	0	0

Dettagli analitici della piena con Tr 200 anni

3) Simulazione Tr = 200 anni (Sottobacino INT.07)

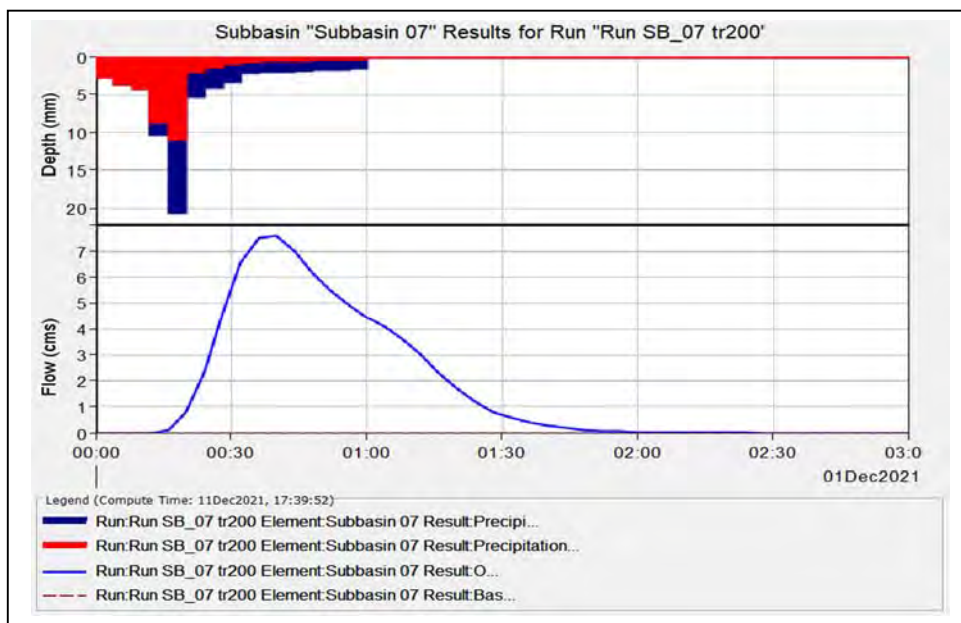


Grafico riepilogativo dell'andamento della portata in m^3/s , delle altezze di pioggia totali e delle perdite con Tr 200 anni.

Date	Time	Precip mm	Loss mm	Excess mm	Direct Flow mc/s	Baseflow mc/s	Total Flow mc/s
1-Dec-21	0:00				0	0	0
1-Dec-21	0:04	2.73	2.73	0	0	0	0
1-Dec-21	0:08	3.62	3.62	0	0	0	0
1-Dec-21	0:12	4.28	4.28	0	0	0	0
1-Dec-21	0:16	10.34	8.69	1.65	0.1	0	0.1
1-Dec-21	0:20	20.58	10.95	9.62	0.8	0	0.8
1-Dec-21	0:24	5.22	1.98	3.24	2.3	0	2.3
1-Dec-21	0:28	4.06	1.39	2.68	4.7	0	4.7
1-Dec-21	0:32	3.29	1.04	2.25	6.5	0	6.5
1-Dec-21	0:36	2.23	0.66	1.56	7.5	0	7.5
1-Dec-21	0:40	2.07	0.59	1.48	7.6	0	7.6
1-Dec-21	0:44	1.94	0.53	1.41	7	0	7
1-Dec-21	0:48	1.83	0.48	1.34	6.2	0	6.2
1-Dec-21	0:52	1.73	0.44	1.29	5.5	0	5.5
1-Dec-21	0:56	1.64	0.41	1.24	4.9	0	4.9
1-Dec-21	1:00	1.57	0.38	1.19	4.5	0	4.5
1-Dec-21	1:04	0	0	0	4.1	0	4.1
1-Dec-21	1:08	0	0	0	3.6	0	3.6
1-Dec-21	1:12	0	0	0	3	0	3
1-Dec-21	1:16	0	0	0	2.3	0	2.3
1-Dec-21	1:20	0	0	0	1.7	0	1.7
1-Dec-21	1:24	0	0	0	1.2	0	1.2
1-Dec-21	1:28	0	0	0	0.8	0	0.8
1-Dec-21	1:32	0	0	0	0.6	0	0.6
1-Dec-21	1:36	0	0	0	0.4	0	0.4

1-Dec-21	1:40	0	0	0	0.3	0	0.3
1-Dec-21	1:44	0	0	0	0.2	0	0.2
1-Dec-21	1:48	0	0	0	0.1	0	0.1
1-Dec-21	1:52	0	0	0	0.1	0	0.1
1-Dec-21	1:56	0	0	0	0.1	0	0.1
1-Dec-21	2:00	0	0	0	0	0	0
1-Dec-21	2:04	0	0	0	0	0	0
1-Dec-21	2:08	0	0	0	0	0	0
1-Dec-21	2:12	0	0	0	0	0	0
1-Dec-21	2:16	0	0	0	0	0	0
1-Dec-21	2:20	0	0	0	0	0	0
1-Dec-21	2:24	0	0	0	0	0	0
1-Dec-21	2:28	0	0	0	0	0	0
1-Dec-21	2:32	0	0	0	0	0	0
1-Dec-21	2:36	0	0	0	0	0	0
1-Dec-21	2:40	0	0	0	0	0	0
1-Dec-21	2:44	0	0	0	0	0	0
1-Dec-21	2:48	0	0	0	0	0	0
1-Dec-21	2:52	0	0	0	0	0	0
1-Dec-21	2:56	0	0	0	0	0	0
1-Dec-21	3:00	0	0	0	0	0	0

Dettagli analitici della piena con Tr 200 anni

4) Simulazione Tr = 200 anni (Sottobacino INT.09)

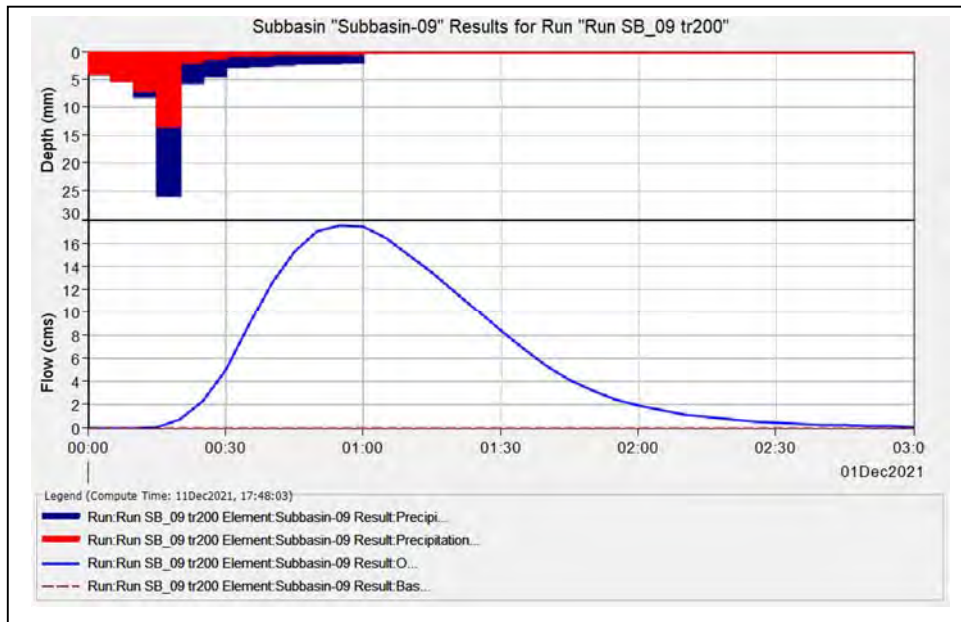


Grafico riepilogativo dell'andamento della portata in m^3/s , delle altezze di pioggia totali e delle perdite con Tr 200 anni.

Date	Time	Precip mm	Loss mm	Excess mm	Direct Flow mc/s	Baseflow mc/s	Total Flow mc/s
1-Dec-21	0:00				0	0	0
1-Dec-21	0:05	3.99	3.99	0	0	0	0
1-Dec-21	0:10	5.17	5.17	0	0	0	0
1-Dec-21	0:15	8.02	7.06	0.96	0	0	0
1-Dec-21	0:20	25.72	13.37	12.35	0.7	0	0.7
1-Dec-21	0:25	5.57	1.86	3.71	2.3	0	2.3
1-Dec-21	0:30	4.47	1.33	3.14	5	0	5
1-Dec-21	0:35	2.87	0.79	2.08	8.9	0	8.9
1-Dec-21	0:40	2.61	0.68	1.93	12.6	0	12.6
1-Dec-21	0:45	2.4	0.59	1.81	15.3	0	15.3
1-Dec-21	0:50	2.23	0.53	1.71	17	0	17
1-Dec-21	0:55	2.09	0.47	1.62	17.6	0	17.6
1-Dec-21	1:00	1.97	0.43	1.54	17.5	0	17.5
1-Dec-21	1:05	0	0	0	16.5	0	16.5
1-Dec-21	1:10	0	0	0	15	0	15
1-Dec-21	1:15	0	0	0	13.5	0	13.5
1-Dec-21	1:20	0	0	0	11.8	0	11.8
1-Dec-21	1:25	0	0	0	10.1	0	10.1
1-Dec-21	1:30	0	0	0	8.4	0	8.4
1-Dec-21	1:35	0	0	0	6.7	0	6.7
1-Dec-21	1:40	0	0	0	5.3	0	5.3
1-Dec-21	1:45	0	0	0	4.1	0	4.1
1-Dec-21	1:50	0	0	0	3.2	0	3.2
1-Dec-21	1:55	0	0	0	2.5	0	2.5
1-Dec-21	2:00	0	0	0	1.9	0	1.9

1-Dec-21	2:05	0	0	0	1.5	0	1.5
1-Dec-21	2:10	0	0	0	1.2	0	1.2
1-Dec-21	2:15	0	0	0	0.9	0	0.9
1-Dec-21	2:20	0	0	0	0.7	0	0.7
1-Dec-21	2:25	0	0	0	0.5	0	0.5
1-Dec-21	2:30	0	0	0	0.4	0	0.4
1-Dec-21	2:35	0	0	0	0.3	0	0.3
1-Dec-21	2:40	0	0	0	0.3	0	0.3
1-Dec-21	2:45	0	0	0	0.2	0	0.2
1-Dec-21	2:50	0	0	0	0.1	0	0.1
1-Dec-21	2:55	0	0	0	0.1	0	0.1
1-Dec-21	3:00	0	0	0	0.1	0	0.1
1-Dec-21	3:05	0	0	0	0	0	0
1-Dec-21	3:10	0	0	0	0	0	0
1-Dec-21	3:15	0	0	0	0	0	0
1-Dec-21	3:20	0	0	0	0	0	0
1-Dec-21	3:25	0	0	0	0	0	0
1-Dec-21	3:30	0	0	0	0	0	0
1-Dec-21	3:35	0	0	0	0	0	0
1-Dec-21	3:40	0	0	0	0	0	0
1-Dec-21	3:45	0	0	0	0	0	0
1-Dec-21	3:50	0	0	0	0	0	0
1-Dec-21	3:55	0	0	0	0	0	0
1-Dec-21	4:00	0	0	0	0	0	0

Dettagli analitici della piena con Tr 200 anni

5) Simulazione Tr = 200 anni (*Sottobacino INT.10*)

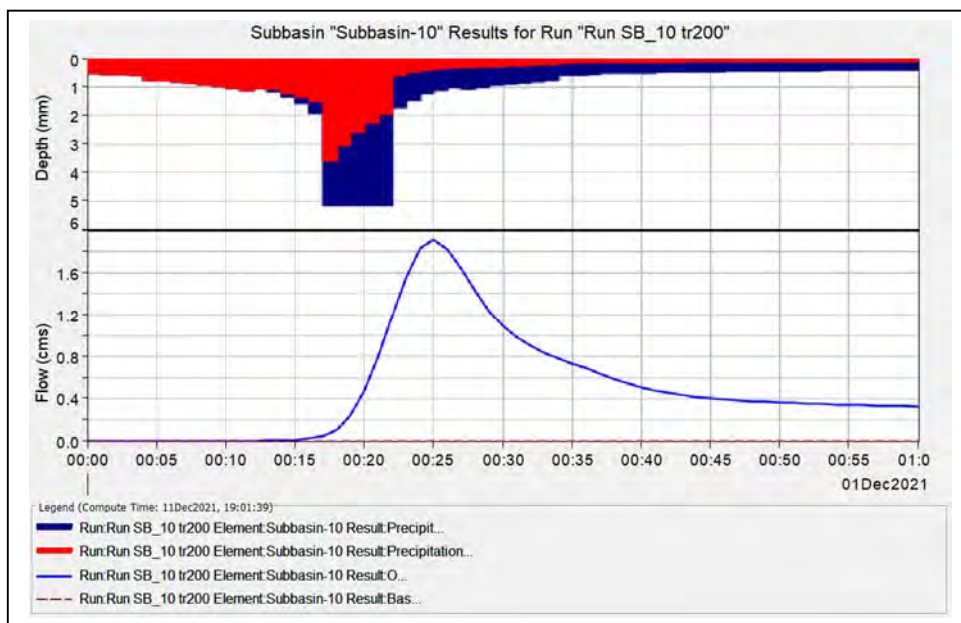


Grafico riepilogativo dell'andamento della portata in m^3/s , delle altezze di pioggia totali e delle perdite con Tr 200 anni.

Date	Time	Precip mm	Loss mm	Excess mm	Direct Flow mc/s	Baseflow mc/s	Total Flow mc/s
2-Dec-21	0:00				0	0	0
2-Dec-21	0:01	0.52	0.52	0	0	0	0
2-Dec-21	0:02	0.54	0.54	0	0	0	0
2-Dec-21	0:03	0.56	0.56	0	0	0	0
2-Dec-21	0:04	0.59	0.59	0	0	0	0
2-Dec-21	0:05	0.76	0.76	0	0	0	0
2-Dec-21	0:06	0.8	0.8	0	0	0	0
2-Dec-21	0:07	0.83	0.83	0	0	0	0
2-Dec-21	0:08	0.87	0.87	0	0	0	0
2-Dec-21	0:09	0.92	0.92	0	0	0	0
2-Dec-21	0:10	0.97	0.97	0	0	0	0
2-Dec-21	0:11	1.03	1.03	0	0	0	0
2-Dec-21	0:12	1.1	1.1	0	0	0	0
2-Dec-21	0:13	1.06	1.04	0.02	0	0	0
2-Dec-21	0:14	1.17	1.1	0.07	0	0	0
2-Dec-21	0:15	1.36	1.22	0.14	0	0	0
2-Dec-21	0:16	1.57	1.33	0.24	0	0	0
2-Dec-21	0:17	1.9	1.51	0.39	0	0	0
2-Dec-21	0:18	5.14	3.61	1.54	0.1	0	0.1
2-Dec-21	0:19	5.14	3.04	2.1	0.2	0	0.2
2-Dec-21	0:20	5.14	2.6	2.55	0.5	0	0.5
2-Dec-21	0:21	5.14	2.25	2.9	0.8	0	0.8
2-Dec-21	0:22	5.14	1.96	3.18	1.2	0	1.2
2-Dec-21	0:23	1.72	0.6	1.12	1.6	0	1.6
2-Dec-21	0:24	1.46	0.49	0.97	1.8	0	1.8

2-Dec-21	0:25	1.23	0.4	0.83	1.9	0	1.9
2-Dec-21	0:26	1.11	0.35	0.76	1.8	0	1.8
2-Dec-21	0:27	1.01	0.31	0.7	1.6	0	1.6
2-Dec-21	0:28	1.07	0.32	0.74	1.4	0	1.4
2-Dec-21	0:29	1	0.29	0.7	1.2	0	1.2
2-Dec-21	0:30	0.94	0.27	0.67	1.1	0	1.1
2-Dec-21	0:31	0.89	0.25	0.64	1	0	1
2-Dec-21	0:32	0.85	0.24	0.61	0.9	0	0.9
2-Dec-21	0:33	0.81	0.22	0.59	0.8	0	0.8
2-Dec-21	0:34	0.78	0.21	0.57	0.8	0	0.8
2-Dec-21	0:35	0.6	0.16	0.44	0.7	0	0.7
2-Dec-21	0:36	0.57	0.15	0.42	0.7	0	0.7
2-Dec-21	0:37	0.55	0.14	0.41	0.6	0	0.6
2-Dec-21	0:38	0.53	0.14	0.4	0.6	0	0.6
2-Dec-21	0:39	0.51	0.13	0.38	0.5	0	0.5
2-Dec-21	0:40	0.5	0.13	0.38	0.5	0	0.5
2-Dec-21	0:41	0.5	0.12	0.37	0.5	0	0.5
2-Dec-21	0:42	0.49	0.12	0.37	0.5	0	0.5
2-Dec-21	0:43	0.48	0.12	0.36	0.4	0	0.4
2-Dec-21	0:44	0.47	0.11	0.36	0.4	0	0.4
2-Dec-21	0:45	0.47	0.11	0.36	0.4	0	0.4
2-Dec-21	0:46	0.46	0.11	0.35	0.4	0	0.4
2-Dec-21	0:47	0.45	0.11	0.35	0.4	0	0.4
2-Dec-21	0:48	0.45	0.1	0.34	0.4	0	0.4
2-Dec-21	0:49	0.44	0.1	0.34	0.4	0	0.4
2-Dec-21	0:50	0.43	0.1	0.34	0.4	0	0.4
2-Dec-21	0:51	0.43	0.1	0.33	0.4	0	0.4
2-Dec-21	0:52	0.42	0.09	0.33	0.4	0	0.4
2-Dec-21	0:53	0.42	0.09	0.33	0.4	0	0.4
2-Dec-21	0:54	0.41	0.09	0.32	0.3	0	0.3
2-Dec-21	0:55	0.41	0.09	0.32	0.3	0	0.3
2-Dec-21	0:56	0.4	0.09	0.32	0.3	0	0.3
2-Dec-21	0:57	0.4	0.09	0.31	0.3	0	0.3
2-Dec-21	0:58	0.39	0.08	0.31	0.3	0	0.3
2-Dec-21	0:59	0.39	0.08	0.31	0.3	0	0.3
2-Dec-21	1:00	0.39	0.08	0.3	0.3	0	0.3
2-Dec-21	1:01	0	0	0	0.3	0	0.3
2-Dec-21	1:02	0	0	0	0.3	0	0.3
2-Dec-21	1:03	0	0	0	0.3	0	0.3
2-Dec-21	1:04	0	0	0	0.2	0	0.2
2-Dec-21	1:05	0	0	0	0.2	0	0.2
2-Dec-21	1:06	0	0	0	0.1	0	0.1
2-Dec-21	1:07	0	0	0	0.1	0	0.1
2-Dec-21	1:08	0	0	0	0.1	0	0.1
2-Dec-21	1:09	0	0	0	0	0	0
2-Dec-21	1:10	0	0	0	0	0	0
2-Dec-21	1:11	0	0	0	0	0	0
2-Dec-21	1:12	0	0	0	0	0	0

Dettagli analitici della piena con Tr 200 anni

6) Simulazione Tr = 200 anni (Sottobacino INT.11)

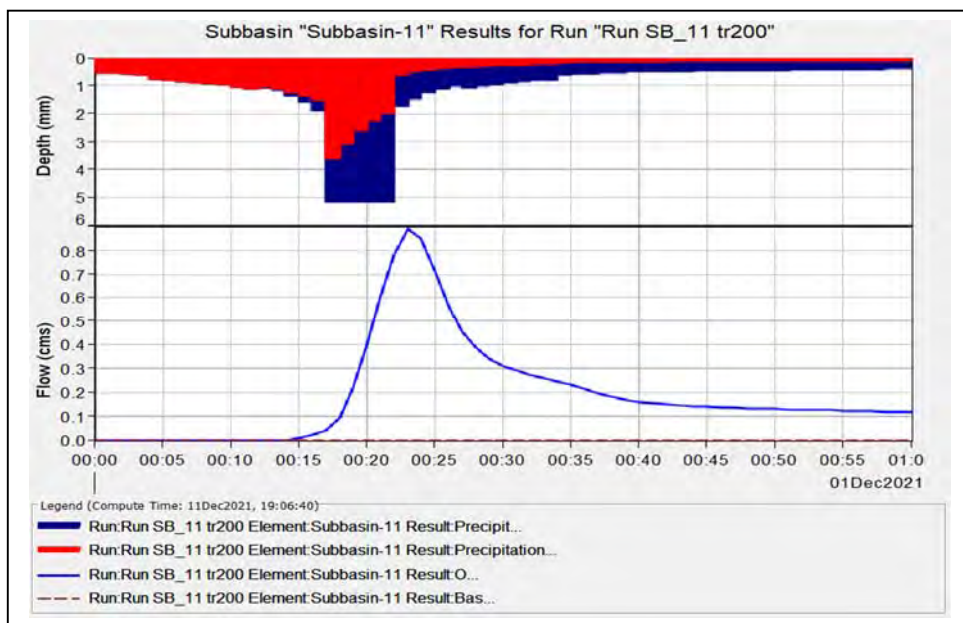


Grafico riepilogativo dell'andamento della portata in m^3/s , delle altezze di pioggia totali e delle perdite con Tr 200 anni.

Date	Time	Precip mm	Loss mm	Excess mm	Direct Flow mc/s	Baseflow mc/s	Total Flow mc/s
2-Dec-21	0:00				0	0	0
2-Dec-21	0:01	0.52	0.52	0	0	0	0
2-Dec-21	0:02	0.54	0.54	0	0	0	0
2-Dec-21	0:03	0.56	0.56	0	0	0	0
2-Dec-21	0:04	0.59	0.59	0	0	0	0
2-Dec-21	0:05	0.76	0.76	0	0	0	0
2-Dec-21	0:06	0.8	0.8	0	0	0	0
2-Dec-21	0:07	0.83	0.83	0	0	0	0
2-Dec-21	0:08	0.87	0.87	0	0	0	0
2-Dec-21	0:09	0.92	0.92	0	0	0	0
2-Dec-21	0:10	0.97	0.97	0	0	0	0
2-Dec-21	0:11	1.03	1.03	0	0	0	0
2-Dec-21	0:12	1.1	1.1	0	0	0	0
2-Dec-21	0:13	1.06	1.04	0.02	0	0	0
2-Dec-21	0:14	1.17	1.1	0.07	0	0	0
2-Dec-21	0:15	1.36	1.22	0.14	0	0	0
2-Dec-21	0:16	1.57	1.33	0.24	0	0	0
2-Dec-21	0:17	1.9	1.51	0.39	0	0	0
2-Dec-21	0:18	5.14	3.61	1.54	0.1	0	0.1
2-Dec-21	0:19	5.14	3.04	2.1	0.2	0	0.2
2-Dec-21	0:20	5.14	2.6	2.55	0.4	0	0.4
2-Dec-21	0:21	5.14	2.25	2.9	0.6	0	0.6
2-Dec-21	0:22	5.14	1.96	3.18	0.8	0	0.8
2-Dec-21	0:23	1.72	0.6	1.12	0.9	0	0.9
2-Dec-21	0:24	1.46	0.49	0.97	0.8	0	0.8

2-Dec-21	0:25	1.23	0.4	0.83	0.7	0	0.7
2-Dec-21	0:26	1.11	0.35	0.76	0.6	0	0.6
2-Dec-21	0:27	1.01	0.31	0.7	0.5	0	0.5
2-Dec-21	0:28	1.07	0.32	0.74	0.4	0	0.4
2-Dec-21	0:29	1	0.29	0.7	0.3	0	0.3
2-Dec-21	0:30	0.94	0.27	0.67	0.3	0	0.3
2-Dec-21	0:31	0.89	0.25	0.64	0.3	0	0.3
2-Dec-21	0:32	0.85	0.24	0.61	0.3	0	0.3
2-Dec-21	0:33	0.81	0.22	0.59	0.3	0	0.3
2-Dec-21	0:34	0.78	0.21	0.57	0.2	0	0.2
2-Dec-21	0:35	0.6	0.16	0.44	0.2	0	0.2
2-Dec-21	0:36	0.57	0.15	0.42	0.2	0	0.2
2-Dec-21	0:37	0.55	0.14	0.41	0.2	0	0.2
2-Dec-21	0:38	0.53	0.14	0.4	0.2	0	0.2
2-Dec-21	0:39	0.51	0.13	0.38	0.2	0	0.2
2-Dec-21	0:40	0.5	0.13	0.38	0.2	0	0.2
2-Dec-21	0:41	0.5	0.12	0.37	0.2	0	0.2
2-Dec-21	0:42	0.49	0.12	0.37	0.2	0	0.2
2-Dec-21	0:43	0.48	0.12	0.36	0.1	0	0.1
2-Dec-21	0:44	0.47	0.11	0.36	0.1	0	0.1
2-Dec-21	0:45	0.47	0.11	0.36	0.1	0	0.1
2-Dec-21	0:46	0.46	0.11	0.35	0.1	0	0.1
2-Dec-21	0:47	0.45	0.11	0.35	0.1	0	0.1
2-Dec-21	0:48	0.45	0.1	0.34	0.1	0	0.1
2-Dec-21	0:49	0.44	0.1	0.34	0.1	0	0.1
2-Dec-21	0:50	0.43	0.1	0.34	0.1	0	0.1
2-Dec-21	0:51	0.43	0.1	0.33	0.1	0	0.1
2-Dec-21	0:52	0.42	0.09	0.33	0.1	0	0.1
2-Dec-21	0:53	0.42	0.09	0.33	0.1	0	0.1
2-Dec-21	0:54	0.41	0.09	0.32	0.1	0	0.1
2-Dec-21	0:55	0.41	0.09	0.32	0.1	0	0.1
2-Dec-21	0:56	0.4	0.09	0.32	0.1	0	0.1
2-Dec-21	0:57	0.4	0.09	0.31	0.1	0	0.1
2-Dec-21	0:58	0.39	0.08	0.31	0.1	0	0.1
2-Dec-21	0:59	0.39	0.08	0.31	0.1	0	0.1
2-Dec-21	1:00	0.39	0.08	0.3	0.1	0	0.1
2-Dec-21	1:01	0	0	0	0.1	0	0.1
2-Dec-21	1:02	0	0	0	0.1	0	0.1
2-Dec-21	1:03	0	0	0	0.1	0	0.1
2-Dec-21	1:04	0	0	0	0	0	0
2-Dec-21	1:05	0	0	0	0	0	0
2-Dec-21	1:06	0	0	0	0	0	0

Dettagli analitici della piena con Tr 200 anni

7) Simulazione Tr = 200 anni (*Sottobacino INT.12*)

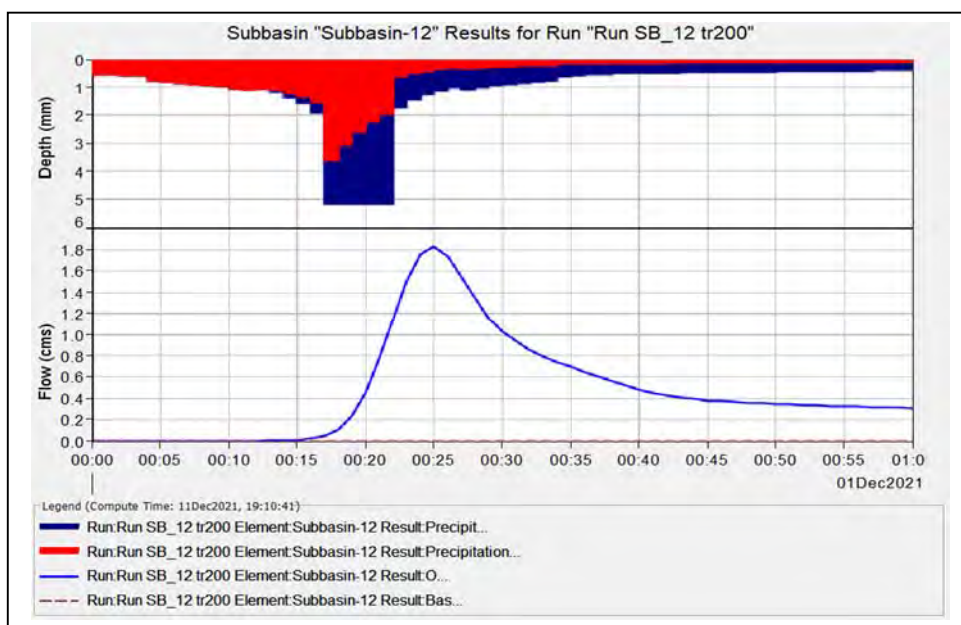


Grafico riepilogativo dell'andamento della portata in m^3/s , delle altezze di pioggia totali e delle perdite con Tr 200 anni.

Date	Time	Precip mm	Loss mm	Excess mm	Direct Flow mc/s	Baseflow mc/s	Total Flow mc/s
2-Dec-21	0:00				0	0	0
2-Dec-21	0:01	0.52	0.52	0	0	0	0
2-Dec-21	0:02	0.54	0.54	0	0	0	0
2-Dec-21	0:03	0.56	0.56	0	0	0	0
2-Dec-21	0:04	0.59	0.59	0	0	0	0
2-Dec-21	0:05	0.76	0.76	0	0	0	0
2-Dec-21	0:06	0.8	0.8	0	0	0	0
2-Dec-21	0:07	0.83	0.83	0	0	0	0
2-Dec-21	0:08	0.87	0.87	0	0	0	0
2-Dec-21	0:09	0.92	0.92	0	0	0	0
2-Dec-21	0:10	0.97	0.97	0	0	0	0
2-Dec-21	0:11	1.03	1.03	0	0	0	0
2-Dec-21	0:12	1.1	1.1	0	0	0	0
2-Dec-21	0:13	1.06	1.04	0.02	0	0	0
2-Dec-21	0:14	1.17	1.1	0.07	0	0	0
2-Dec-21	0:15	1.36	1.22	0.14	0	0	0
2-Dec-21	0:16	1.57	1.33	0.24	0	0	0
2-Dec-21	0:17	1.9	1.51	0.39	0	0	0
2-Dec-21	0:18	5.14	3.61	1.54	0.1	0	0.1
2-Dec-21	0:19	5.14	3.04	2.1	0.2	0	0.2
2-Dec-21	0:20	5.14	2.6	2.55	0.5	0	0.5
2-Dec-21	0:21	5.14	2.25	2.9	0.8	0	0.8
2-Dec-21	0:22	5.14	1.96	3.18	1.1	0	1.1
2-Dec-21	0:23	1.72	0.6	1.12	1.5	0	1.5
2-Dec-21	0:24	1.46	0.49	0.97	1.8	0	1.8

2-Dec-21	0:25	1.23	0.4	0.83	1.8	0	1.8
2-Dec-21	0:26	1.11	0.35	0.76	1.7	0	1.7
2-Dec-21	0:27	1.01	0.31	0.7	1.6	0	1.6
2-Dec-21	0:28	1.07	0.32	0.74	1.3	0	1.3
2-Dec-21	0:29	1	0.29	0.7	1.2	0	1.2
2-Dec-21	0:30	0.94	0.27	0.67	1	0	1
2-Dec-21	0:31	0.89	0.25	0.64	0.9	0	0.9
2-Dec-21	0:32	0.85	0.24	0.61	0.9	0	0.9
2-Dec-21	0:33	0.81	0.22	0.59	0.8	0	0.8
2-Dec-21	0:34	0.78	0.21	0.57	0.7	0	0.7
2-Dec-21	0:35	0.6	0.16	0.44	0.7	0	0.7
2-Dec-21	0:36	0.57	0.15	0.42	0.6	0	0.6
2-Dec-21	0:37	0.55	0.14	0.41	0.6	0	0.6
2-Dec-21	0:38	0.53	0.14	0.4	0.6	0	0.6
2-Dec-21	0:39	0.51	0.13	0.38	0.5	0	0.5
2-Dec-21	0:40	0.5	0.13	0.38	0.5	0	0.5
2-Dec-21	0:41	0.5	0.12	0.37	0.5	0	0.5
2-Dec-21	0:42	0.49	0.12	0.37	0.4	0	0.4
2-Dec-21	0:43	0.48	0.12	0.36	0.4	0	0.4
2-Dec-21	0:44	0.47	0.11	0.36	0.4	0	0.4
2-Dec-21	0:45	0.47	0.11	0.36	0.4	0	0.4
2-Dec-21	0:46	0.46	0.11	0.35	0.4	0	0.4
2-Dec-21	0:47	0.45	0.11	0.35	0.4	0	0.4
2-Dec-21	0:48	0.45	0.1	0.34	0.4	0	0.4
2-Dec-21	0:49	0.44	0.1	0.34	0.4	0	0.4
2-Dec-21	0:50	0.43	0.1	0.34	0.3	0	0.3
2-Dec-21	0:51	0.43	0.1	0.33	0.3	0	0.3
2-Dec-21	0:52	0.42	0.09	0.33	0.3	0	0.3
2-Dec-21	0:53	0.42	0.09	0.33	0.3	0	0.3
2-Dec-21	0:54	0.41	0.09	0.32	0.3	0	0.3
2-Dec-21	0:55	0.41	0.09	0.32	0.3	0	0.3
2-Dec-21	0:56	0.4	0.09	0.32	0.3	0	0.3
2-Dec-21	0:57	0.4	0.09	0.31	0.3	0	0.3
2-Dec-21	0:58	0.39	0.08	0.31	0.3	0	0.3
2-Dec-21	0:59	0.39	0.08	0.31	0.3	0	0.3
2-Dec-21	1:00	0.39	0.08	0.3	0.3	0	0.3
2-Dec-21	1:01	0	0	0	0.3	0	0.3
2-Dec-21	1:02	0	0	0	0.3	0	0.3
2-Dec-21	1:03	0	0	0	0.2	0	0.2
2-Dec-21	1:04	0	0	0	0.2	0	0.2
2-Dec-21	1:05	0	0	0	0.1	0	0.1
2-Dec-21	1:06	0	0	0	0.1	0	0.1
2-Dec-21	1:07	0	0	0	0.1	0	0.1
2-Dec-21	1:08	0	0	0	0.1	0	0.1
2-Dec-21	1:09	0	0	0	0	0	0
2-Dec-21	1:10	0	0	0	0	0	0

Dettagli analitici della piena con Tr 200 anni

8) Simulazione Tr = 200 anni (*Sottobacino INT.13*)

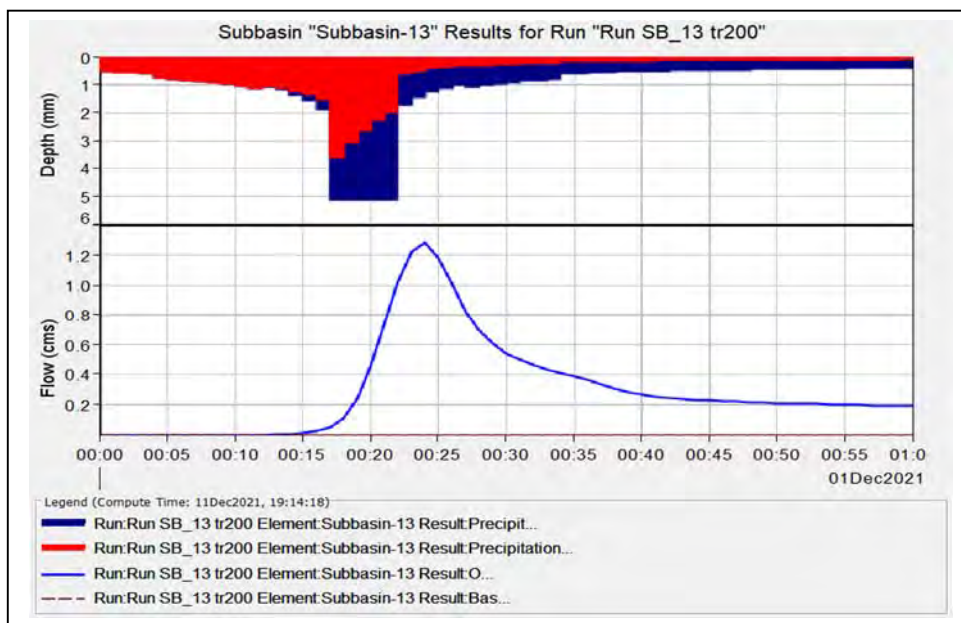


Grafico riepilogativo dell'andamento della portata in m^3/s , delle altezze di pioggia totali e delle perdite con Tr 200 anni.

Date	Time	Precip mm	Loss mm	Excess mm	Direct Flow mc/s	Baseflow mc/s	Total Flow mc/s
2-Dec-21	0:00				0	0	0
2-Dec-21	0:01	0.52	0.52	0	0	0	0
2-Dec-21	0:02	0.54	0.54	0	0	0	0
2-Dec-21	0:03	0.56	0.56	0	0	0	0
2-Dec-21	0:04	0.59	0.59	0	0	0	0
2-Dec-21	0:05	0.76	0.76	0	0	0	0
2-Dec-21	0:06	0.8	0.8	0	0	0	0
2-Dec-21	0:07	0.83	0.83	0	0	0	0
2-Dec-21	0:08	0.87	0.87	0	0	0	0
2-Dec-21	0:09	0.92	0.92	0	0	0	0
2-Dec-21	0:10	0.97	0.97	0	0	0	0
2-Dec-21	0:11	1.03	1.03	0	0	0	0
2-Dec-21	0:12	1.1	1.1	0	0	0	0
2-Dec-21	0:13	1.06	1.04	0.02	0	0	0
2-Dec-21	0:14	1.17	1.1	0.07	0	0	0
2-Dec-21	0:15	1.36	1.22	0.14	0	0	0
2-Dec-21	0:16	1.57	1.33	0.24	0	0	0
2-Dec-21	0:17	1.9	1.51	0.39	0.1	0	0.1
2-Dec-21	0:18	5.14	3.61	1.54	0.1	0	0.1
2-Dec-21	0:19	5.14	3.04	2.1	0.2	0	0.2
2-Dec-21	0:20	5.14	2.6	2.55	0.5	0	0.5
2-Dec-21	0:21	5.14	2.25	2.9	0.7	0	0.7
2-Dec-21	0:22	5.14	1.96	3.18	1	0	1
2-Dec-21	0:23	1.72	0.6	1.12	1.2	0	1.2
2-Dec-21	0:24	1.46	0.49	0.97	1.3	0	1.3

2-Dec-21	0:25	1.23	0.4	0.83	1.2	0	1.2
2-Dec-21	0:26	1.11	0.35	0.76	1	0	1
2-Dec-21	0:27	1.01	0.31	0.7	0.8	0	0.8
2-Dec-21	0:28	1.07	0.32	0.74	0.7	0	0.7
2-Dec-21	0:29	1	0.29	0.7	0.6	0	0.6
2-Dec-21	0:30	0.94	0.27	0.67	0.5	0	0.5
2-Dec-21	0:31	0.89	0.25	0.64	0.5	0	0.5
2-Dec-21	0:32	0.85	0.24	0.61	0.5	0	0.5
2-Dec-21	0:33	0.81	0.22	0.59	0.4	0	0.4
2-Dec-21	0:34	0.78	0.21	0.57	0.4	0	0.4
2-Dec-21	0:35	0.6	0.16	0.44	0.4	0	0.4
2-Dec-21	0:36	0.57	0.15	0.42	0.4	0	0.4
2-Dec-21	0:37	0.55	0.14	0.41	0.3	0	0.3
2-Dec-21	0:38	0.53	0.14	0.4	0.3	0	0.3
2-Dec-21	0:39	0.51	0.13	0.38	0.3	0	0.3
2-Dec-21	0:40	0.5	0.13	0.38	0.3	0	0.3
2-Dec-21	0:41	0.5	0.12	0.37	0.3	0	0.3
2-Dec-21	0:42	0.49	0.12	0.37	0.2	0	0.2
2-Dec-21	0:43	0.48	0.12	0.36	0.2	0	0.2
2-Dec-21	0:44	0.47	0.11	0.36	0.2	0	0.2
2-Dec-21	0:45	0.47	0.11	0.36	0.2	0	0.2
2-Dec-21	0:46	0.46	0.11	0.35	0.2	0	0.2
2-Dec-21	0:47	0.45	0.11	0.35	0.2	0	0.2
2-Dec-21	0:48	0.45	0.1	0.34	0.2	0	0.2
2-Dec-21	0:49	0.44	0.1	0.34	0.2	0	0.2
2-Dec-21	0:50	0.43	0.1	0.34	0.2	0	0.2
2-Dec-21	0:51	0.43	0.1	0.33	0.2	0	0.2
2-Dec-21	0:52	0.42	0.09	0.33	0.2	0	0.2
2-Dec-21	0:53	0.42	0.09	0.33	0.2	0	0.2
2-Dec-21	0:54	0.41	0.09	0.32	0.2	0	0.2
2-Dec-21	0:55	0.41	0.09	0.32	0.2	0	0.2
2-Dec-21	0:56	0.4	0.09	0.32	0.2	0	0.2
2-Dec-21	0:57	0.4	0.09	0.31	0.2	0	0.2
2-Dec-21	0:58	0.39	0.08	0.31	0.2	0	0.2
2-Dec-21	0:59	0.39	0.08	0.31	0.2	0	0.2
2-Dec-21	1:00	0.39	0.08	0.3	0.2	0	0.2
2-Dec-21	1:01	0	0	0	0.2	0	0.2
2-Dec-21	1:02	0	0	0	0.2	0	0.2
2-Dec-21	1:03	0	0	0	0.1	0	0.1
2-Dec-21	1:04	0	0	0	0.1	0	0.1
2-Dec-21	1:05	0	0	0	0.1	0	0.1
2-Dec-21	1:06	0	0	0	0	0	0
2-Dec-21	1:07	0	0	0	0	0	0
2-Dec-21	1:08	0	0	0	0	0	0
2-Dec-21	1:09	0	0	0	0	0	0

Dettagli analitici della piena con Tr 200 anni

9) Simulazione Tr = 200 anni (Sottobacino INT.14)

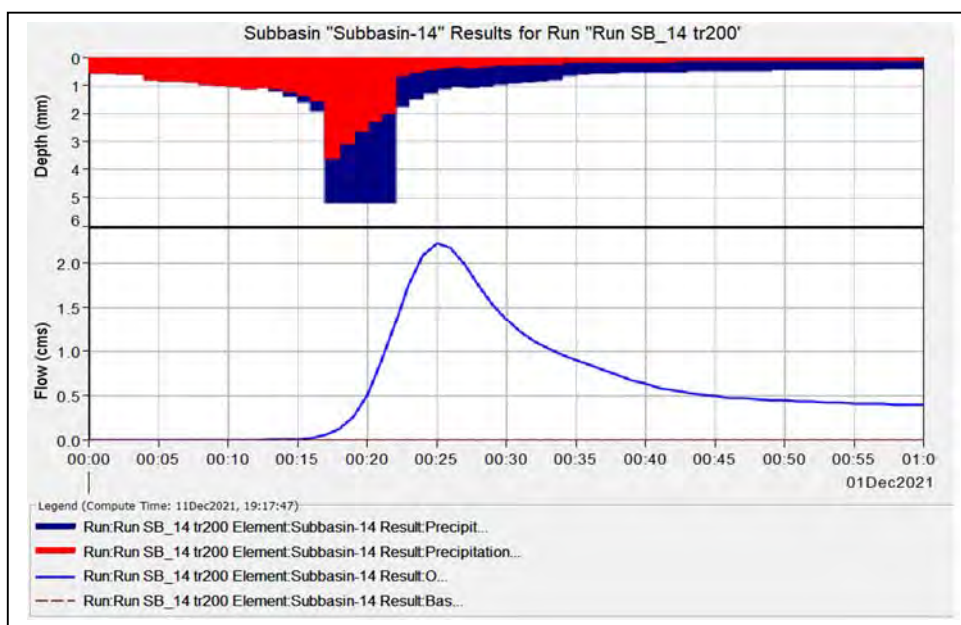


Grafico riepilogativo dell'andamento della portata in m^3/s , delle altezze di pioggia totali e delle perdite con Tr 200 anni.

Date	Time	Precip mm	Loss mm	Excess mm	Direct Flow mc/s	Baseflow mc/s	Total Flow mc/s
2-Dec-21	0:00				0	0	0
2-Dec-21	0:01	0.52	0.52	0	0	0	0
2-Dec-21	0:02	0.54	0.54	0	0	0	0
2-Dec-21	0:03	0.56	0.56	0	0	0	0
2-Dec-21	0:04	0.59	0.59	0	0	0	0
2-Dec-21	0:05	0.76	0.76	0	0	0	0
2-Dec-21	0:06	0.8	0.8	0	0	0	0
2-Dec-21	0:07	0.83	0.83	0	0	0	0
2-Dec-21	0:08	0.87	0.87	0	0	0	0
2-Dec-21	0:09	0.92	0.92	0	0	0	0
2-Dec-21	0:10	0.97	0.97	0	0	0	0
2-Dec-21	0:11	1.03	1.03	0	0	0	0
2-Dec-21	0:12	1.1	1.1	0	0	0	0
2-Dec-21	0:13	1.06	1.04	0.02	0	0	0
2-Dec-21	0:14	1.17	1.1	0.07	0	0	0
2-Dec-21	0:15	1.36	1.22	0.14	0	0	0
2-Dec-21	0:16	1.57	1.33	0.24	0	0	0
2-Dec-21	0:17	1.9	1.51	0.39	0.1	0	0.1
2-Dec-21	0:18	5.14	3.61	1.54	0.1	0	0.1
2-Dec-21	0:19	5.14	3.04	2.1	0.3	0	0.3
2-Dec-21	0:20	5.14	2.6	2.55	0.5	0	0.5
2-Dec-21	0:21	5.14	2.25	2.9	0.9	0	0.9
2-Dec-21	0:22	5.14	1.96	3.18	1.3	0	1.3
2-Dec-21	0:23	1.72	0.6	1.12	1.7	0	1.7
2-Dec-21	0:24	1.46	0.49	0.97	2.1	0	2.1

2-Dec-21	0:25	1.23	0.4	0.83	2.2	0	2.2
2-Dec-21	0:26	1.11	0.35	0.76	2.2	0	2.2
2-Dec-21	0:27	1.01	0.31	0.7	2	0	2
2-Dec-21	0:28	1.07	0.32	0.74	1.8	0	1.8
2-Dec-21	0:29	1	0.29	0.7	1.5	0	1.5
2-Dec-21	0:30	0.94	0.27	0.67	1.4	0	1.4
2-Dec-21	0:31	0.89	0.25	0.64	1.2	0	1.2
2-Dec-21	0:32	0.85	0.24	0.61	1.1	0	1.1
2-Dec-21	0:33	0.81	0.22	0.59	1	0	1
2-Dec-21	0:34	0.78	0.21	0.57	1	0	1
2-Dec-21	0:35	0.6	0.16	0.44	0.9	0	0.9
2-Dec-21	0:36	0.57	0.15	0.42	0.8	0	0.8
2-Dec-21	0:37	0.55	0.14	0.41	0.8	0	0.8
2-Dec-21	0:38	0.53	0.14	0.4	0.7	0	0.7
2-Dec-21	0:39	0.51	0.13	0.38	0.7	0	0.7
2-Dec-21	0:40	0.5	0.13	0.38	0.6	0	0.6
2-Dec-21	0:41	0.5	0.12	0.37	0.6	0	0.6
2-Dec-21	0:42	0.49	0.12	0.37	0.6	0	0.6
2-Dec-21	0:43	0.48	0.12	0.36	0.5	0	0.5
2-Dec-21	0:44	0.47	0.11	0.36	0.5	0	0.5
2-Dec-21	0:45	0.47	0.11	0.36	0.5	0	0.5
2-Dec-21	0:46	0.46	0.11	0.35	0.5	0	0.5
2-Dec-21	0:47	0.45	0.11	0.35	0.5	0	0.5
2-Dec-21	0:48	0.45	0.1	0.34	0.5	0	0.5
2-Dec-21	0:49	0.44	0.1	0.34	0.4	0	0.4
2-Dec-21	0:50	0.43	0.1	0.34	0.4	0	0.4
2-Dec-21	0:51	0.43	0.1	0.33	0.4	0	0.4
2-Dec-21	0:52	0.42	0.09	0.33	0.4	0	0.4
2-Dec-21	0:53	0.42	0.09	0.33	0.4	0	0.4
2-Dec-21	0:54	0.41	0.09	0.32	0.4	0	0.4
2-Dec-21	0:55	0.41	0.09	0.32	0.4	0	0.4
2-Dec-21	0:56	0.4	0.09	0.32	0.4	0	0.4
2-Dec-21	0:57	0.4	0.09	0.31	0.4	0	0.4
2-Dec-21	0:58	0.39	0.08	0.31	0.4	0	0.4
2-Dec-21	0:59	0.39	0.08	0.31	0.4	0	0.4
2-Dec-21	1:00	0.39	0.08	0.3	0.4	0	0.4
2-Dec-21	1:01	0	0	0	0.4	0	0.4
2-Dec-21	1:02	0	0	0	0.4	0	0.4
2-Dec-21	1:03	0	0	0	0.3	0	0.3
2-Dec-21	1:04	0	0	0	0.3	0	0.3
2-Dec-21	1:05	0	0	0	0.2	0	0.2
2-Dec-21	1:06	0	0	0	0.2	0	0.2
2-Dec-21	1:07	0	0	0	0.1	0	0.1
2-Dec-21	1:08	0	0	0	0.1	0	0.1
2-Dec-21	1:09	0	0	0	0.1	0	0.1
2-Dec-21	1:10	0	0	0	0	0	0
2-Dec-21	1:11	0	0	0	0	0	0
2-Dec-21	1:12	0	0	0	0	0	0

Dettagli analitici della piena con Tr 200 anni