



PROGETTO IMPIANTO EOLICO “LA MONTAGNOLA”

Potenza complessiva 42 MW

DOC. 16 – RELAZIONE IDROLOGICA – IDRAULICA (Impianto Eolico)

Comune di Monreale e Piana degli Albanesi (PA)

Proponente: EDPR Sicilia Wind srl

05/08/2021

REF.: Revision: -



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

EDP Renewables Italia Holding S.r.l.


						DATE		
						07/21	DRAWN	
0	05/08/2021				PROGETTO DEFINITIVO PER AUTORIZZAZIONE	07/21	CHECKED	
EDIC.	DATE	BY	CHECKED	REVISED-EDPR	MODIFICATION	07/21	REVISED-EDPR	

GENERAL INDEX


1. PREMESSA	4
2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	5
3. STUDIO IDROLOGICO	5
3.1. Cenni sulle caratteristiche idrografiche e morfologiche dell'area di studio	6
3.2. Analisi idrologica dei sottobacini	7
3.2.1 Stima del tempo di corrivazione	7
3.2.2 Stima del flusso idrico globale	15
3.2.3 Trasformazione dell'afflusso idrico in deflusso	24
3.3 Stima delle portate di piena	29
4. STUDIO IDRAULICO	37
4.1. Analisi sezioni idrauliche di interesse	39
5. CONCLUSIONI	71

Allegati Grafici:

- Tavola 1: Inquadramento Geografico; scala 1:25.000
- Tavola 2: Inquadramento Idrografico; scala 1:25.000
- Tavola 3: Carta Interferenze cavidotto MT; scala 1:12.500
- Tavola 4: Carta Interferenze viabilità; scala 1:12.500
- Tavola 5: Carta Quote s.l.m.; scala 1:12.500
- Tavola 6: Carta delle Pendenze; scala 1:12.500
- Tavola 7a: Sottobacini idrografici; scala 1:10.000
- Tavola 7b: Sottobacini idrografici; scala 1:10.000
- Tavola 8: Carta Uso del Suolo; scala 1:10.000
- Tavola 9: Carta Geolitologica; scala 1:10.000

	PROGETTO IMPIANTO EOLICO "LA MONTAGNOLA" Comuni di Monreale e Piana degli Albanesi (PA)	REV. - AGOSTO 2021
--	--	-----------------------

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

	<p>PROGETTO IMPIANTO EOLICO "LA MONTAGNOLA" Comuni di Monreale e Piana degli Albanesi (PA)</p>	<p>REV. - AGOSTO 2021</p>
--	--	-------------------------------

1 PREMESSA

Nell'ambito del progetto per la realizzazione di una centrale per la produzione di energia da fonte eolica, della potenzialità complessiva di 42.0 MW, da realizzarsi in agro dei Comuni di Monreale (PA) e Piana degli Albanesi (PA), la società EDPR Sicilia Wind 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 a supporto del progetto.


Scopo principale dello studio è l'eventuale analisi delle interferenze, sia tra la viabilità di nuova realizzazione interna al parco eolico ed il reticolo idrografico superficiale, sia delle interferenze tra il reticolo ed il cavidotto MT, laddove per l'attraversamento dell'elemento idrografico si utilizzerà la tecnologia T.O.C.; ai sensi del D.S.G. n.50/2021 (Autorità di Bacino della Sicilia) in caso di attraversamento di elementi idrici in sub-alveo è infatti necessaria *"l'individuazione delle fasce di pertinenza di cui all'art. 96 comma f) del R.D. 523/1904 determinate secondo quanto predisposto dal Decreto del Segretario Generale n.189 del 09/09/2020"* (par. 6.4 Punto A).

Lo studio è stato svolto essenzialmente in 2 fasi:

- 1° fase

La prima fase ha visto un iniziale studio di tipo bibliografico dell'area con l'acquisizione di tutto quanto è stato possibile reperire in termini di dati esistenti quali, cartografie, ortofoto, modelli digitali del terreno (DTM), studi precedenti, con particolare riferimento alla relazione geologica esistente per lo stesso progetto nonché all'analisi idrografica ed idrologica contenuta nella *Relazione di Bacino del P.A.I. n. 057* relativa al Fiume Belice.

Successivamente sono stati effettuati i necessari sopralluoghi 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 e il reale stato dei luoghi.

	PROGETTO IMPIANTO EOLICO "LA MONTAGNOLA" Comuni di Monreale e Piana degli Albanesi (PA)	REV. - AGOSTO 2021
--	--	-----------------------

- 2° fase

La seconda fase ha visto una iniziale elaborazione dei dati acquisiti, effettuata in ambiente GIS, propedeutica alle successive analisi idrologiche ed idrauliche.

L'analisi idrologica nello specifico (in accordo con le metodologie richiamate al Capitolo 7 della Relazione Generale del P.A.I. e delle N.d.A. PAI 2021) è stata effettuata attraverso simulazioni numeriche utilizzando i codici di calcolo dell'Hydrologic Engineering Center dell'US Army Corps of Engineers, del software HEC-HMS (Hydrologic Engineering Center's - Hydrologic Modeling System).

I risultati delle simulazioni idrologiche hanno permesso di determinare le portate di massima piena, per il tempo di ritorno considerato, utilizzate poi nelle successive analisi idrauliche.

Le analisi idrauliche sono state effettuate 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.


2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area principale del parco eolico, dove saranno ubicate le torri eoliche, si sviluppa lungo una direttrice S.W. – N.E. definendo un areale di forma vagamente rettangolare per una lunghezza complessiva di circa 5,0 km e una larghezza massima di 1,4 km, con quote comprese tra i 570 e gli 850 metri s.l.m.; l'area ricade in parte all'interno del territorio del comune di *Piana degli Albanesi* (PA) ed in parte in quello di Monreale (PA), circa 8 km a sud-est del centro abitato di Piana degli Albanesi (Tav. 1).

Dal punto di vista topografico l'area di progetto occupa la porzione sud-orientale della tavoletta I.G.M.I. in scala 1:25.000 "Piana degli Albanesi" (Fog. 258, Quadr. I, Orient. N.O.), mentre nella cartografia C.T.R., in scala 10.000, è interessata la tavola 607080 denominata "La Montagnola".

3. STUDIO IDROLOGICO

Lo studio idrologico è stato condotto con una metodologia conforme a quella contenuta nel capitolo 7 della Relazione Generale del P.A.I. avvalendosi di analisi con Sistemi Informativi Geografici (GIS) e del modello di calcolo HEC-HMS. Con riferimento all'Allegato B della Relazione Generale del P.A.I., si riscontra che le aree di progetto non risultano interessate da Pericolosità Idrauliche, di alcun tipo, presenti nelle carte ufficiali del P.A.I.

	PROGETTO IMPIANTO EOLICO "LA MONTAGNOLA" Comuni di Monreale e Piana degli Albanesi (PA)	REV. - AGOSTO 2021
--	--	-----------------------

3.1) Cenni sulle caratteristiche idrografiche e morfologiche dell'area di studio

Dal punto di vista idrografico generale l'area oggetto di studio ricade per intero all'interno del bacino idrografico del *Fiume Belice*. Il Fiume Belice, come tutti i corsi d'acqua siciliani nei rami di testa presenta sempre un carattere spiccatamente torrentizio con prolungati periodi completamente asciutti alternati a brevissimi periodi di piena a seguito di eventi meteorici e con i maggiori volumi di deflusso concentrati nel semestre Novembre-Aprile; nello specifico la centrale eolica ricade proprio in corrispondenza della zona di spartiacque principale tra il Belice Sinistro e il Belice Destro (TAV. 2).


Il Parco eolico è costituito da n. 7 aerogeneratori interconnessi da una rete interata di cavi MT 30kV (cavidotto); con riferimento alle C.T.R. 2012-2013 (TAV. 3) le torri eoliche non risultano interferire con il reticolo idrografico rappresentato, mentre il cavidotto presenta più interferenze che, data la prossimità dell'area ad una line di spartiacque principale, risultano tutti essere modesti impluvi di ordine 1 (secondo la metodologia di Horton-Strahler), ossia rami di testa, del *Fiume Belice Sinistro* o *Belice Destro*.

Nella Tavola 3 vengono rappresentate tutte le interferenze tra il reticolo idrografico (utilizzando la stessa nomenclatura delle tavole di progetto) ed il cavidotto di seguito riportate:

- Interferenze tra il reticolo idrografico ed il cavidotto

- INT_01; *impluvio di 1° ordine Fosso di Guadalami*
- INT_03; *impluvio di 1° ordine Fosso di Guadalami*
- INT_04; *impluvio di 1° ordine Fosso dell'Aquila*
- INT_05; *impluvio di 1° ordine Fosso dell'Aquila*
- INT_06; *impluvio di 1° ordine Fosso dell'Aquila*
- INT_07; *impluvio di 1° ordine Fosso dell'Aquila*
- INT_08; *impluvio di 1° ordine Fosso dell'Aquila*
- INT_09; *impluvio di 1° ordine Fosso dell'Aquila*
- INT_10; *impluvio di 1° ordine Vallone dell'Aquila*

Lo studio idrologico-idraulico è stato effettuato su tutte interferenze individuate, ad eccezione della INT_07, per la cui risoluzione è previsto la collocazione su un manufatto esistente e della INT_10 la quale praticamente ricade in corrispondenza di uno spartiacque minore e non presenta alcuna incisione idrografica di monte né sulla cartografia CTR né in campagna.

	PROGETTO IMPIANTO EOLICO "LA MONTAGNOLA" Comuni di Monreale e Piana degli Albanesi (PA)	REV. - AGOSTO 2021
--	--	-----------------------

- Interferenze tra il reticolo idrografico e la viabilità interna

Per quanto riguarda la viabilità interna del Parco Eolico, in parte di nuova realizzazione, essa si sviluppa quasi interamente in corrispondenza di displuvi naturali e non presenta alcuna interferenza con il reticolo idrografico rappresentato nelle C.T.R. 2012-2013 (vedi Tavola 4).

Dal punto di vista morfologico, infine, l'area presenta caratteristiche tipicamente alto-collinari o di bassa montagna con quote mediamente comprese tra 500 e 800 metri s.l.m. e pendenze spesso superiori al 20%, con le uniche aree sub-pianeggianti in corrispondenza delle strette aree di fondovalle (Tavv. 5 e 6).

3.2) Analisi idrologica dei sottobacini

In relazione alle Sezioni idrauliche posizionate in corrispondenza delle interferenze è stato effettuato uno studio idrologico dei relativi sottobacini idrografici sottesi (Tavv. 7a e 7b), allo scopo di valutare la portata di piena da utilizzare per le successive valutazioni idrauliche.

La valutazione della portata di piena massima 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).

3.2.1) 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

	PROGETTO IMPIANTO EOLICO "LA MONTAGNOLA" Comuni di Monreale e Piana degli Albanesi (PA)	REV. - AGOSTO 2021
--	--	-----------------------

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 incertezze, per il suo calcolo infatti sono disponibili in letteratura numerose formulazioni 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 va quindi legata alla ricerca di una somiglianza tra il bacino in esame e il modello utilizzato o comunque ad altre considerazioni di carattere idrologico o idraulico; nello presente studio sono state considerate tutte le principali formulazioni comunemente utilizzate in Italia (vedi Appendice A).

L'analisi morfometrica preliminare dei sottobacini, che permette di valutare tutti i parametri necessari per il calcolo del tempo di corrivazione, è stata realizzata mediante diversi algoritmi di calcolo (r.slope.aspect, r.surf.area) implementati nel software Q-Gis, usando come base di elaborazione il *Modello Digitale del Terreno* (DTM) a passo 2 metri della Regione Sicilia (dati LIDAR, volo ATA 2012-2013).

Di seguito vengono esposti i risultati di tutti i sottobacini idrografici oggetto di studio.

- Sottobacino INT 01; impluvio di 1° ordine Fosso di Guadalami

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

$S = 0,175 \text{ km}^2$ – superficie del bacino

$h_{\max} = 862,0$ metri s.l.m. – quota massima del bacino


$h_0 = 717,7$ metri s.l.m. – quota sezione di chiusura del bacino

$h_M = 808,0$ metri s.l.m. – altezza media del bacino

$L = 0,792$ km – lunghezza asta principale

$ia = 17,39 \%$ – pendenza media dell'asta principale

$ib = 23,76 \%$ – pendenza media del bacino

	PROGETTO IMPIANTO EOLICO "LA MONTAGNOLA" Comuni di Monreale e Piana degli Albanesi (PA)	REV. - AGOSTO 2021
--	--	-----------------------

Utilizzando tali parametri morfometrici sono stati ottenuti i seguenti valori:

	<i>Tempo di corrivazione t_c (ore)</i>	<i>Parametri non morfometrici</i>
<i>Formula Viparelli</i>	0.147	V= 1.5 m/s
<i>Formula Ventura</i>	0.128	
<i>Formula Pasini</i>	0.134	
<i>Formula Aronica e Paltrinieri</i>	0.353	M= 0.400; d=0.700
<i>Formula Pezzoli</i>	0.104	
<i>Formula di Kirpich</i>	0.107	
<i>Formula SCS</i>	0.319	CN = 69.1

Tab IA: Tempi di corrivazione sottobacino INT 01

Il valore finale utilizzato è stato quello rappresentato dalla media aritmetica dei valori sopra esposti, pertanto, $t_c = 0.184ore$ (pari a 11,07 minuti).

- Sottobacino INT 03; impluvio di 1° ordine Fosso di Guadalami

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

$S = 0,009 \text{ km}^2$ – superficie del bacino

$h_{\max} = 735,5$ metri s.l.m. – quota massima del bacino

$h_0 = 675,6$ metri s.l.m. – quota sezione di chiusura del bacino

$h_M = 700,2$ metri s.l.m. – altezza media del bacino

$L = 0,223$ km – lunghezza asta principale

$i_a = 26,77 \%$ – pendenza media dell'asta principale


$i_b = 30,68 \%$ – pendenza media del bacino

Utilizzando tali parametri morfometrici sono stati ottenuti i seguenti valori:

	<i>Tempo di corrivazione t_c (ore)</i>	<i>Parametri non morfometrici</i>
<i>Formula Viparelli</i>	0.041	$V = 1.5 \text{ m/s}$
<i>Formula Ventura</i>	0.023	
<i>Formula Pasini</i>	0.026	
<i>Formula Aronica e Paltrinieri</i>	0.170	$M = 0.400; d = 0.700$
<i>Formula Pezzoli</i>	0.024	
<i>Formula di Kirpich</i>	0.035	
<i>Formula SCS</i>	0.086	$CN = 75.2$

Tab IB: Tempi di corrivazione sottobacino INT 03

Il valore finale utilizzato è stato quello rappresentato dalla media aritmetica dei valori sopra esposti, pertanto, $t_c = 0.058$ ore (pari a 3,47 minuti).

	PROGETTO IMPIANTO EOLICO "LA MONTAGNOLA" Comuni di Monreale e Piana degli Albanesi (PA)	REV. - AGOSTO 2021
--	--	-----------------------

- **Sottobacino INT 04; impluvio di 1° ordine Fosso dell'Aquila**

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

$S = 0,787 \text{ km}^2$ – superficie del bacino

$h_{\max} = 856,0$ metri s.l.m. – quota massima del bacino

$h_0 = 538,0$ metri s.l.m. – quota sezione di chiusura del bacino

$h_M = 690,0$ metri s.l.m. – altezza media del bacino

$L = 1,470 \text{ km}$ – lunghezza asta principale

$i_a = 17,58 \%$ – pendenza media dell'asta principale


$i_b = 28,02 \%$ – pendenza media del bacino

Utilizzando tali parametri morfometrici sono stati ottenuti i seguenti valori:

	<i>Tempo di corrivazione t_c (ore)</i>	<i>Parametri non morfometrici</i>
<i>Formula Viparelli</i>	0.272	$V = 1.5 \text{ m/s}$
<i>Formula Ventura</i>	0.269	
<i>Formula Pasini</i>	0.270	
<i>Formula Aronica e Paltrinieri</i>	0.545	$M = 0.400; d = 0.700$
<i>Formula Pezzoli</i>	0.193	
<i>Formula di Kirpich</i>	0.161	
<i>Formula SCS</i>	0.461	$CN = 70.7$

Tab IC: Tempi di corrivazione sottobacino INT 04

Il valore finale utilizzato è stato quello rappresentato dalla media aritmetica dei valori sopra esposti, pertanto, $t_c = 0.310 \text{ ore}$ (pari a 18,61 minuti).

	PROGETTO IMPIANTO EOLICO "LA MONTAGNOLA" Comuni di Monreale e Piana degli Albanesi (PA)	REV. - AGOSTO 2021
--	--	-----------------------

- **Sottobacino INT 05; impluvio di 1° ordine Fosso dell'Aquila**

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

$S = 0,380 \text{ km}^2$ – superficie del bacino

$h_{\max} = 846,0$ metri s.l.m. – quota massima del bacino

$h_0 = 532,0$ metri s.l.m. – quota sezione di chiusura del bacino

$h_M = 681,7$ metri s.l.m. – altezza media del bacino

$L = 1,427$ km – lunghezza asta principale

$i_a = 21,84 \%$ – pendenza media dell'asta principale


$i_b = 36,36 \%$ – pendenza media del bacino

Utilizzando tali parametri morfometrici sono stati ottenuti i seguenti valori:

	<i>Tempo di corrivazione t_c (ore)</i>	<i>Parametri non morfometrici</i>
<i>Formula Viparelli</i>	0.264	$V = 1.5 \text{ m/s}$
<i>Formula Ventura</i>	0.168	
<i>Formula Pasini</i>	0.188	
<i>Formula Aronica e Paltrinieri</i>	0.444	$M = 0.400; d = 0.700$
<i>Formula Pezzoli</i>	0.168	
<i>Formula di Kirpich</i>	0.156	
<i>Formula SCS</i>	0.413	$CN = 69.1$

Tab ID: Tempi di corrivazione sottobacino INT 05

Il valore finale utilizzato è stato quello rappresentato dalla media aritmetica dei valori sopra esposti, pertanto, **$t_c = 0.257$ ore** (pari a 15,44 minuti).

	PROGETTO IMPIANTO EOLICO "LA MONTAGNOLA" Comuni di Monreale e Piana degli Albanesi (PA)	REV. - AGOSTO 2021
--	--	-----------------------

- **Sottobacino INT 06; impluvio di 1° ordine Fosso dell'Aquila**

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

$S = 0,052 \text{ km}^2$ – superficie del bacino

$h_{\max} = 676,2$ metri s.l.m. – quota massima del bacino

$h_0 = 545,1$ metri s.l.m. – quota sezione di chiusura del bacino

$h_M = 613,0$ metri s.l.m. – altezza media del bacino

$L = 0,568$ km – lunghezza asta principale

$i_a = 22,57 \%$ – pendenza media dell'asta principale


$i_b = 29,37 \%$ – pendenza media del bacino

Utilizzando tali parametri morfometrici sono stati ottenuti i seguenti valori:

	<i>Tempo di corrivazione t_c (ore)</i>	<i>Parametri non morfometrici</i>
<i>Formula Viparelli</i>	0.105	$V = 1.5 \text{ m/s}$
<i>Formula Ventura</i>	0.061	
<i>Formula Pasini</i>	0.070	
<i>Formula Aronica e Paltrinieri</i>	0.253	$M = 0.400; d = 0.700$
<i>Formula Pezzoli</i>	0.066	
<i>Formula di Kirpich</i>	0.075	
<i>Formula SCS</i>	0.198	$CN = 73.0$

Tab IE: Tempi di corrivazione sottobacino INT 06

Il valore finale utilizzato è stato quello rappresentato dalla media aritmetica dei valori sopra esposti, pertanto, $t_c = 0.118$ ore (pari a 7,10 minuti).

	PROGETTO IMPIANTO EOLICO "LA MONTAGNOLA" Comuni di Monreale e Piana degli Albanesi (PA)	REV. - AGOSTO 2021
--	--	-----------------------

- **Sottobacino INT 08; impluvio di 1° ordine Fosso dell'Aquila**

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

$S = 0,228 \text{ km}^2$ – superficie del bacino

$h_{\max} = 689,6$ metri s.l.m. – quota massima del bacino

$h_0 = 548,8$ metri s.l.m. – quota sezione di chiusura del bacino

$h_M = 615,0$ metri s.l.m. – altezza media del bacino

$L = 0,890$ km – lunghezza asta principale

$i_a = 11,52 \%$ – pendenza media dell'asta principale


$i_b = 21,10 \%$ – pendenza media del bacino

Utilizzando tali parametri morfometrici sono stati ottenuti i seguenti valori:

	<i>Tempo di corrivazione t_c (ore)</i>	<i>Parametri non morfometrici</i>
<i>Formula Viparelli</i>	0.165	$V = 1.5 \text{ m/s}$
<i>Formula Ventura</i>	0.179	
<i>Formula Pasini</i>	0.187	
<i>Formula Aronica e Paltrinieri</i>	0.467	$M = 0.400; d = 0.700$
<i>Formula Pezzoli</i>	0.144	
<i>Formula di Kirpich</i>	0.123	
<i>Formula SCS</i>	0.297	$CN = 77.1$

Tab IF: Tempi di corrivazione sottobacino INT 08

Il valore finale utilizzato è stato quello rappresentato dalla media aritmetica dei valori sopra esposti, pertanto, $t_c = 0.223$ ore (pari a 13,39 minuti).

	PROGETTO IMPIANTO EOLICO "LA MONTAGNOLA" Comuni di Monreale e Piana degli Albanesi (PA)	REV. - AGOSTO 2021
--	--	-----------------------

- **Sottobacino INT 09; impluvio di 1° ordine Fosso dell'Aquila**

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

$S = 0,052 \text{ km}^2$ – superficie del bacino

$h_{\max} = 697,7$ metri s.l.m. – quota massima del bacino

$h_0 = 561,8$ metri s.l.m. – quota sezione di chiusura del bacino

$h_M = 627,0$ metri s.l.m. – altezza media del bacino

$L = 0,522 \text{ km}$ – lunghezza asta principale

$i_a = 25,75 \%$ – pendenza media dell'asta principale

$i_b = 28,45 \%$ – pendenza media del bacino

Utilizzando tali parametri morfometrici sono stati ottenuti i seguenti valori:

	<i>Tempo di corrvazione t_c (ore)</i>	<i>Parametri non morfometrici</i>
<i>Formula Viparelli</i>	0.097	$V = 1.5 \text{ m/s}$
<i>Formula Ventura</i>	0.060	
<i>Formula Pasini</i>	0.067	
<i>Formula Aronica e Paltrinieri</i>	0.247	$M = 0.400; d = 0.700$
<i>Formula Pezzoli</i>	0.059	
<i>Formula di Kirpich</i>	0.068	
<i>Formula SCS</i>	0.188	$CN = 73.0$


Tab IG: Tempi di corrvazione sottobacino INT 09

Il valore finale utilizzato è stato quello rappresentato dalla media aritmetica dei valori sopra esposti, pertanto, **$t_c = 0.112 \text{ ore}$** (pari a 6,72 minuti).

3.2.2) Stima del flusso idrico globale

Nella progettazione di opere idrauliche orientate al controllo ed allontanamento delle acque meteoriche o nelle valutazioni del rischio idraulico legato ad esondazioni di un corso d'acqua, è prioritariamente indispensabile procedere ad una stima della portata massima di piena che si verificherà in una determinata sezione del corso d'acqua, generalmente in corrispondenza del manufatto di interesse.

La piena, 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

	PROGETTO IMPIANTO EOLICO "LA MONTAGNOLA" Comuni di Monreale e Piana degli Albanesi (PA)	REV. - AGOSTO 2021
--	--	-----------------------

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 si occupa del secondo caso, quello cioè riguardante il caso più comune di piccoli bacini idrografici non monitorati e di non eccessive dimensioni (al massimo qualche decina di km²), per i quali si dispone solo delle precipitazioni meteoriche al più in alcuni punti prossimi al bacino. La portata sarà stimata simulando, attraverso modelli matematici, l'afflusso meteorico nel bacino e successivamente il processo di trasformazione degli afflussi meteorici in deflussi.

- Metodo TCEV Sicilia

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

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

	PROGETTO IMPIANTO EOLICO "LA MONTAGNOLA" Comuni di Monreale e Piana degli Albanesi (PA)	REV. - AGOSTO 2021
--	--	-----------------------

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 (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 riferimento alla procedura descritta nel *Progetto VA.Pl. Sicilia* (Ferro e Cannarozzo, 1993) utilizzando la modellazione introdotta da Conti et al., 2007.

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 la regione Sicilia. A questo livello la Sicilia viene pertanto ritenuta una zona pluviometrica omogenea ed i valori dei parametri di forma della *funzione di probabilità cumulata* $F_y(y)$, $\Theta^* = 2.24$ e $\Lambda^* = 0.71$ sono costanti ed indipendenti dalla durata t .

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

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 la Sicilia è stata suddivisa in sei sottozone pluviometriche omogenee ridotte poi a cinque dato che i valori del parametro Λ_1 delle zone Z0 e Z5 erano praticamente identici:

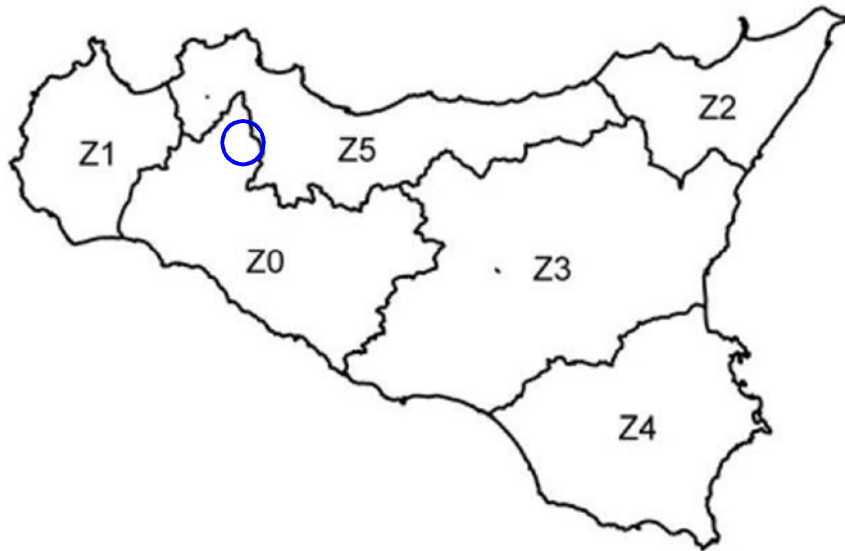


Fig. 1: Iniziale suddivisione in sei sottozone pluviometriche omogenee (Lo conti et al. 2007)

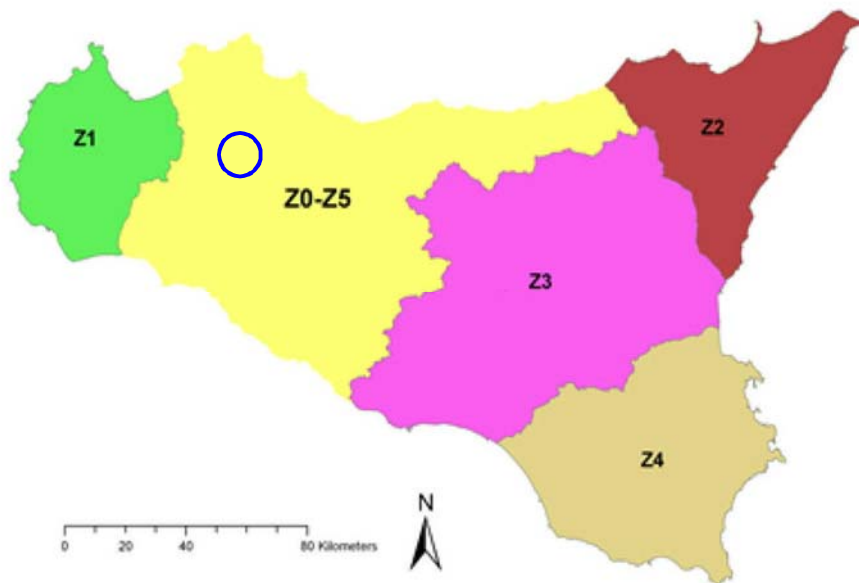



Fig. 2: Sottozone pluviometriche omogenee per la regione Sicilia (Lo conti et al. 2007)

	PROGETTO IMPIANTO EOLICO "LA MONTAGNOLA" Comuni di Monreale e Piana degli Albanesi (PA)	REV. - AGOSTO 2021
--	--	-----------------------

A ciascuna sottozona è stato attribuito un valore costante del parametro λ_1 (parametro della TCEV che rappresenta il numero medio di eventi della componente base) indicato con il simbolo $\Lambda 1$ in tabella:

	Sottozona					
	Z0	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5
$\Lambda 1$	24,429	19,579	17,669	14,517	15,397	24,402

In ogni sottozona la variabile adimensionale K_T , definito *fattore di crescita* che misura la variabilità degli eventi estremi alle diverse frequenze (tempi di ritorno) assume la seguente espressione:

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

Dove i coefficienti a e b sono definiti in funzione della sottozona di riferimento come da tabella:

	Sottozona				
	Z0-Z5	Z1	Z2	Z3	Z4
a	0.4485	0.4695	0.4799	0.5011	0.4946
b	0.5117	0.4889	0.4776	0.4545	0.4616

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 sarà:

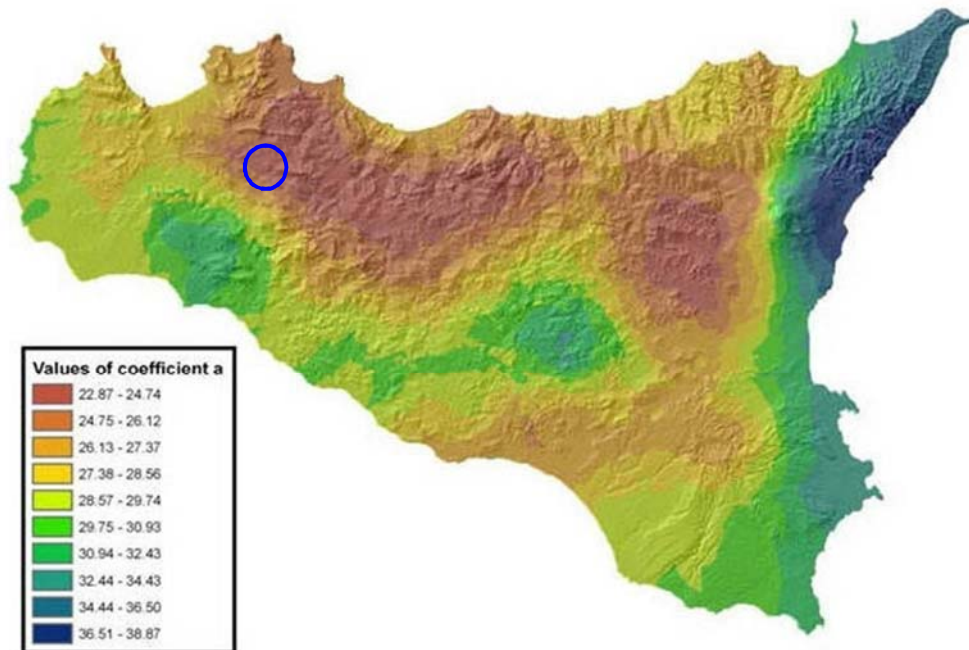
$$h_{t/T} = K_T \cdot \mu(t)$$

in cui $h_{t/T}$ rappresenta l'altezza di pioggia di assegnata durata t e fissato tempo di ritorno T .

Per ciascuna delle 172 stazioni siciliane considerate nel progetto VA.PI., che vantano almeno 10 anni di funzionamento, tra la media campionaria dei valori ed il tempo è stata riconosciuta una legge monomiale del tipo:

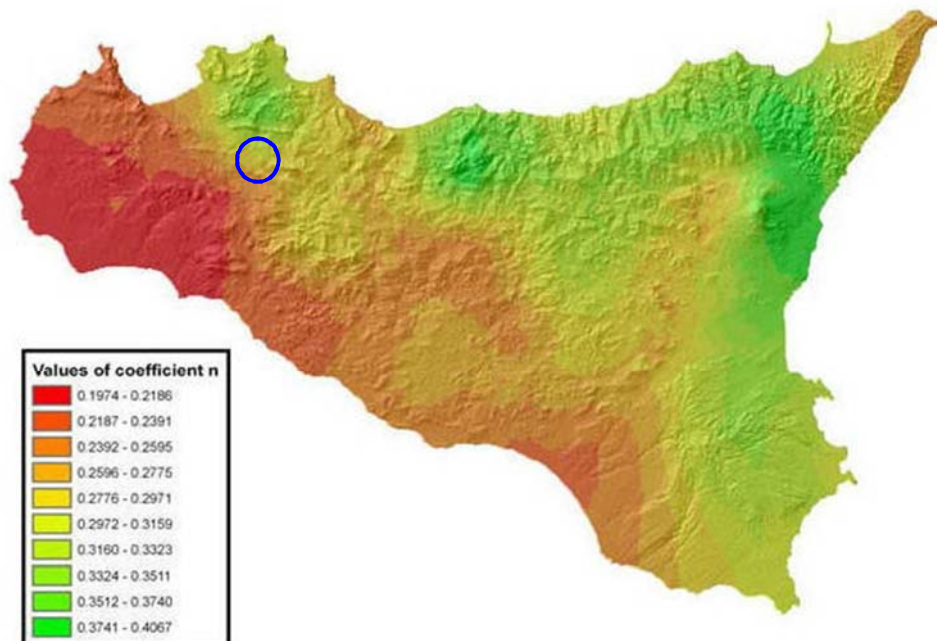
$$\mu(t) = a \cdot t^n$$

Per ogni stazione pluviografica i valori dei coefficienti a ed n sono tabellati. Per i siti sprovvisti di stazioni di misura, i coefficienti a ed n possono essere stimati sulla base della carta delle *iso-a* e delle *iso-n* di seguito presentate.



Iso-*a* spatial distribution.

Fig. 3: Carta di distribuzione spaziale del parametro "a" per la regione Sicilia (Lo conti et al.2007)



Iso-*n* spatial distribution.

Fig. 4: Carta di distribuzione spaziale del parametro "n" per la regione Sicilia (Lo conti et al.2007)

- Calcolo delle Curve di Probabilità Pluviometrica

Per il calcolo delle C.P.P. sono stati innanzitutto computati i valori del *fattore di crescita* K_T come precedentemente definito, considerando che il sottobacino di interesse ricade nella sottozona Z0 - Z5, pertanto:

$$K_T = 0,4485 \cdot \ln(T) + 0.5117$$

Che per i due tempi di ritorno considerati risulta:

T_r (anni)	K_T
100	2,577
300	3,070

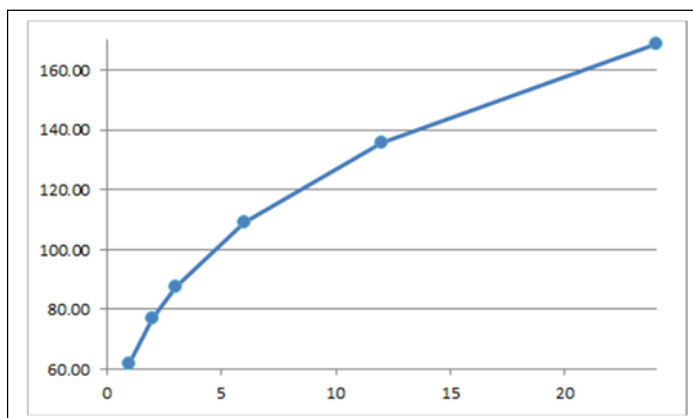
Per quanto riguarda i valori di a ed n da utilizzare nella equazione $\mu(t) = a \cdot t^n$ è stato fatto riferimento alle Carte di distribuzione delle Figg. 3 e 4; relativamente all'area dei sottobacini di interesse sono stati individuati i seguenti valori:

$$a = 24,0 \quad n = 0.316$$

Utilizzando quindi la già presentata equazione $\mu(t) = a \cdot t^n$ è stato possibile ricostruire le C.P.P. per i diversi tempi di ritorno che per le canoniche durate di 1, 3, 6, 12 e 24 ore risultano:

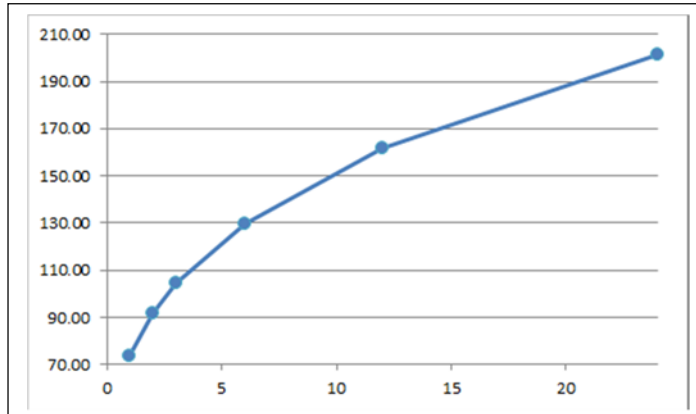
l) C.P.P. con $T_r=100$ anni

t (ore)	$H_{t/T}$ (mm)
1	61,85
3	87.52
6	108.95
12	135.63
24	168.85



II) C.P.P. con $T_r=300$ anni

t (ore)	$H_{t,T}$ (mm)
1	73,68
3	104.26
6	129.78
12	161.57
24	201.13


 - Considerazioni sulle Piogge Brevi

Relativamente alla ricostruzione delle *Curve di Probabilità Pluviometrica* è infine opportuno osservare che l'analisi degli eventi di pioggia brevi e di quelli lunghi mette in evidenza che essi seguono dinamiche meteorologiche differenti, sicché dai campioni di altezze h_t aventi durata:

$$1 \text{ ora} \leq t \leq 24 \text{ ore}$$

non può essere tratta alcuna informazione inerente agli eventi brevi, di durata inferiore ad 1 ora.

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 Sicilia, può essere pertanto espresso utilizzando la formula di Ferreri-Ferro:

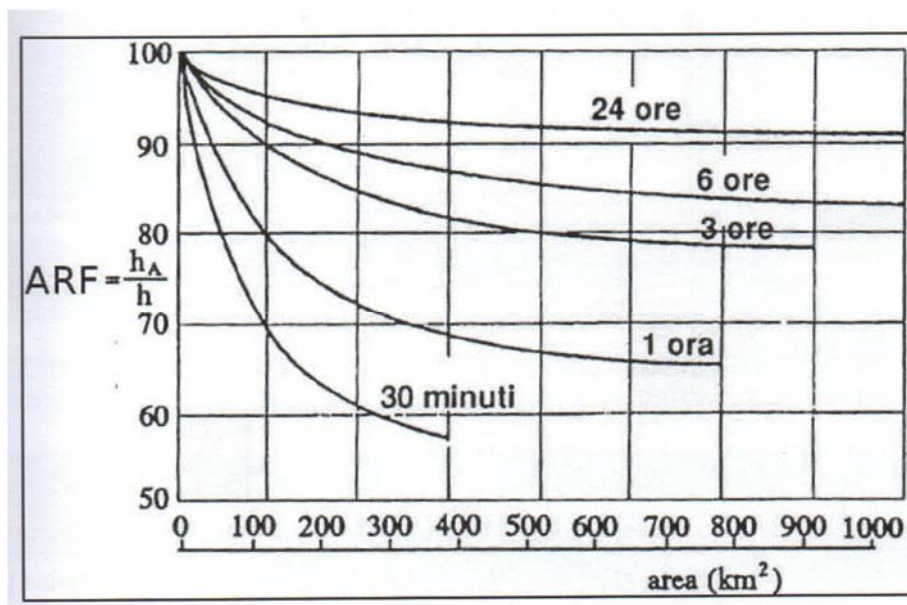
$$\frac{h_{t,T}}{h_{60,T}} = \left(\frac{t}{60}\right)^{0.386}$$

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 figura seguente:



Dall'analisi si evidenzia come per bacini di ridotte dimensioni ($S < 10 \text{ km}^2$) il valore del coefficiente di riduzione ARF sia prossimo a 1, pertanto nel presente lavoro non è stata considerata alcuna correzione areale.

	PROGETTO IMPIANTO EOLICO "LA MONTAGNOLA" Comuni di Monreale e Piana degli Albanesi (PA)	REV. - AGOSTO 2021
--	--	-----------------------

3.2.3) *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 usati nel progetto Va.Pi.).

- **Formule empiriche:** le portate massime vengono calcolate sulla base di semplici 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 *Software HEC-HMS* il quale si basa esclusivamente sull'utilizzo di metodi concettuali, come sopra definiti.

- Descrizione del Modello HEC-HMS

Il software libero HEC-HMS, Hydrologic Modeling System, è un modello idrologico messo a punto dall'*Hydrologic Engineering Center* dell'USACE (US Army Corps of Engineers) per l'esecuzione di modellazioni idrologiche sia di bacini idrografici che in ambito urbano.

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

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

	PROGETTO IMPIANTO EOLICO "LA MONTAGNOLA" Comuni di Monreale e Piana degli Albanesi (PA)	REV. - AGOSTO 2021
--	--	-----------------------

propagano lungo i suoi collettori drenanti. Di seguito vengono schematicamente elencati i passaggi procedurali da definire nella modellazione:

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

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

I) Modellizzazione del Bacino idrografico;

La modellazione del bacino idrografico in Hec-HMS consiste in un mero inserimento dei vari elementi idrografici quali i vari sottobacini, le 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), come già definite nel paragrafo precedente (C.P.P.).

Un parametro di particolare importanza, richiesto in tale tipologia di simulazione, è la durata dell'evento di pioggia; le varie simulazioni effettuate, indicano infatti che la modellazione risultata sensibile alla variazione di tale parametro.

Nelle semplici formule empiriche di valutazione della portata al colmo che si basano sulla nota formula razionale $Q = 0,278 \cdot \frac{c \cdot H_{crit} \cdot S}{t_c}$ 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 appare congruo con la finalità dello studio, il quale mira alla definizione di portate non in relazione a manufatti da costruire in aree urbane, densamente abitate che possono richiedere, in via cautelativa, l'utilizzato di un evento piovoso di maggior durata; in tutte le simulazioni qui effettuate, tuttavia, la durata minima dell'evento di pioggia (in via cautelativa) è stato di almeno 1 ora e quindi sempre sensibilmente superiore al tempo di corrivazione.

III) Inserimento del metodo di calcolo della pioggia netta

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

Tale metodo, seppur con un approccio semplificato, non solo permette di considerare un tasso di infiltrazione variabile nel tempo ma tiene conto anche della natura litologica del suolo, della tipologia di copertura (uso del suolo) ed eventualmente delle condizioni di umidità del suolo precedenti all'evento di massima portata; la relazione fondamentale del metodo CN è data dalla:

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

dove

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

P = precipitazione totale cumulata (ossia H critica)

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

I_a = perdita iniziale


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

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

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

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

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

	PROGETTO IMPIANTO EOLICO "LA MONTAGNOLA" Comuni di Monreale e Piana degli Albanesi (PA)	REV. - AGOSTO 2021
--	--	-----------------------

- 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 (II), in genere da tabelle basate su studi regionali o di bacino come, a titolo di esempio, quella della seguente figura fig. 5.

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

 edp renewables	PROGETTO IMPIANTO EOLICO "LA MONTAGNOLA" Comuni di Monreale e Piana degli Albanesi (PA)	REV. - AGOSTO 2021
--	--	-----------------------


AREE COMMERCIALI (Impermeabilità 85%)	89	92	94	95
DISTRETTI INDUSTRIALI (Impermeabilità 72%)	81	88	91	93
AREE RESIDENZIALI				
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
PARCHEGGI IMPERMEABILIZZATI	98	98	98	98
STRADE				
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 il valore del *Curve Number* utilizzato nella modellazione dei vari sottobacini 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 riferimenti ufficiali della Regione Sicilia e ritenendo di difficile applicazione (in ragione del modesto areale dei vari sottobacini di interesse), l'uso delle carte del CN presenti nella relazione specifica di Bacino del P.A.I., è stato effettuato un calcolo del valore di Curve Number per ogni singolo sottobacino utilizzando i valori di riferimento proposti dal Dipartimento Geologico dell'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Sardegna (ARPAS) (Carta del Curve Number Regionale), integralmente riportati in Appendice C, in considerazione di una tipologia di copertura vegetale praticamente identica a quella siciliana. Nello stesso estratto dell'Appendice C sono riportate anche le tabelle di riferimento originali dello USDA.

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

	PROGETTO IMPIANTO EOLICO "LA MONTAGNOLA" Comuni di Monreale e Piana degli Albanesi (PA)	REV. - AGOSTO 2021
--	--	-----------------------

- *Carta Uso del Suolo*, Corine Land Cover, disponibile tramite il servizio WMS SITR-Regione Sicilia (Tavola 8).

- *Carte Geologica d'Italia*, disponibile sul servizio WMS del Servizio Geologico d'Italia (Tav. 9).

Per i dettagli sul calcolo del C.N. dei singoli sottobacini si rimanda all'Appendice B.

Il metodo per il calcolo della pioggia netta *SCS-Curve Number* oltre al valore del CN richiede l'inserimento di un secondo parametro denominato "*Impervious*" e relativo alla porzione di bacino ritenuta appunto "impermeabile", ossia aree molto urbanizzate o comunque superfici perfettamente impermeabili quali, laghi, stagni, ampie superfici asfaltate, ecc.); tale valore è stato definito in percentuale areale per ogni sottobacino studiato.

IV) Metodo per la trasformazione degli afflussi idrici netti in deflusso: 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 come precedentemente definito 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.

3.3) Stima delle portate di piena

In accordo con le indicazioni di cui al D.S.G. 189/2020 poiché per la definizione delle aree di allagamento, viene indicato un evento con tempo di ritorno pari a 100 anni (probabilità evento *Moderata*), nei calcoli idrologici, con la metodologia esposta nel paragrafo precedente, per ogni singolo sottobacino sotteso dalle interferenze è stata valutata la Portata di Picco Massima ed il volume totale di deflusso appunto per un evento con T_r pari a 100 anni.

	PROGETTO IMPIANTO EOLICO "LA MONTAGNOLA" Comuni di Monreale e Piana degli Albanesi (PA)	REV. - AGOSTO 2021
--	--	-----------------------

3.3.1 *Analisi idrologica sottobacino INT.01*

La sezione di chiusura, ubicata in corrispondenza del punto di interferenza, sottende un unico sottobacino idrografico (Figg. 7a e 7b) avente un'estensione areale di 0.175 km² ed una lunghezza dell'asta principale che drena il sottobacino di circa 0,79 km.


Per la modellazione, oltre alla C.P.P. a 100 anni esposta in precedenza, sono stati utilizzati i seguenti 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_01	1,0	1,0	5,0	1/3 durata	69.1	2.3	6.64

Risultati della simulazione

Tempo di ritorno 100 anni	
1.1	Portata di picco in m ³ /s
2.0	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 delle simulazioni, sia in forma grafica che tabellare, sono riportati nell'Appendice D.

	PROGETTO IMPIANTO EOLICO "LA MONTAGNOLA" Comuni di Monreale e Piana degli Albanesi (PA)	REV. - AGOSTO 2021
--	--	-----------------------

3.3.2 Analisi idrologica sottobacino INT.03

La sezione di chiusura, ubicata in corrispondenza del punto di interferenza, sottende un unico sottobacino idrografico (Figg. 7a e 7b) avente un'estensione areale di 0.009 km² ed una lunghezza dell'asta principale che drena il sottobacino di circa 0,22 km.


Per la modellazione, oltre alla C.P.P. a 100 anni esposta in precedenza, sono stati utilizzati i seguenti 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_03	1,0	1,0	5,0	1/3 durata	75.2	0.0	2.08

Risultati della simulazione

Tempo di ritorno 100 anni	
0.2	Portata di picco in m ³ /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 delle simulazioni, sia in forma grafica che tabellare, sono riportati nell'Appendice D.

	PROGETTO IMPIANTO EOLICO "LA MONTAGNOLA" Comuni di Monreale e Piana degli Albanesi (PA)	REV. - AGOSTO 2021
--	--	-----------------------

3.3.3 *Analisi idrologica sottobacino INT.04*

La sezione di chiusura, ubicata in corrispondenza del punto di interferenza, sottende un unico sottobacino idrografico (Figg. 7a e 7b) avente un'estensione areale di 0.787 km² ed una lunghezza dell'asta principale che drena il sottobacino di circa 1,47 km.


Per la modellazione, oltre alla C.P.P. a 100 anni esposta in precedenza, sono stati utilizzati i seguenti 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_04	1,0	3,0	5,0	1/3 durata	70.7	0.0	11.17

Risultati della simulazione

Tempo di ritorno 100 anni	
4.0	Portata di picco in m ³ /s
9.0	Deflusso totale 1000*m ³

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

	PROGETTO IMPIANTO EOLICO "LA MONTAGNOLA" Comuni di Monreale e Piana degli Albanesi (PA)	REV. - AGOSTO 2021
--	--	-----------------------

3.3.4 Analisi idrologica sottobacino INT.05

La sezione di chiusura, ubicata in corrispondenza del punto di interferenza, sottende un unico sottobacino idrografico (Figg. 7a e 7b) avente un'estensione areale di 0.380 km² ed una lunghezza dell'asta principale che drena il sottobacino di circa 1,43 km.


Per la modellazione, oltre alla C.P.P. a 100 anni esposta in precedenza, sono stati utilizzati i seguenti 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	2,0	5,0	1/3 durata	69.1	0.0	9.26

Risultati della simulazione

Tempo di ritorno 100 anni	
1.8	Portata di picco in m ³ /s
3.8	Deflusso totale 1000*m ³

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

	PROGETTO IMPIANTO EOLICO "LA MONTAGNOLA" Comuni di Monreale e Piana degli Albanesi (PA)	REV. - AGOSTO 2021
--	--	-----------------------

3.3.5 *Analisi idrologica sottobacino INT.06*

La sezione di chiusura, ubicata in corrispondenza del punto di interferenza, sottende un unico sottobacino idrografico (Figg. 7a e 7b) avente un'estensione areale di 0.052 km² ed una lunghezza dell'asta principale che drena il sottobacino di circa 0,57 km.


Per la modellazione, oltre alla C.P.P. a 100 anni esposta in precedenza, sono stati utilizzati i seguenti 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	1,0	5,0	1/3 durata	73.0	0.0	4.26

Risultati della simulazione

Tempo di ritorno 100 anni	
0.6	Portata di picco in m ³ /s
0.7	Deflusso totale 1000*m ³

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

	PROGETTO IMPIANTO EOLICO "LA MONTAGNOLA" Comuni di Monreale e Piana degli Albanesi (PA)	REV. - AGOSTO 2021
--	--	-----------------------

3.3.6 *Analisi idrologica sottobacino INT.08*

La sezione di chiusura, ubicata in corrispondenza del punto di interferenza, sottende un unico sottobacino idrografico (Figg. 7a e 7b) avente un'estensione areale di 0.228 km² ed una lunghezza dell'asta principale che drena il sottobacino di circa 0,89 km.


Per la modellazione, oltre alla C.P.P. a 100 anni esposta in precedenza, sono stati utilizzati i seguenti 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_08	1,0	1,0	5,0	1/3 durata	77.1	0.0	8.03

Risultati della simulazione

Tempo di ritorno 100 anni	
2.4	Portata di picco in m ³ /s
4.1	Deflusso totale 1000*m ³

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

	PROGETTO IMPIANTO EOLICO "LA MONTAGNOLA" Comuni di Monreale e Piana degli Albanesi (PA)	REV. - AGOSTO 2021
--	--	-----------------------

3.3.7 *Analisi idrologica sottobacino INT.09*

La sezione di chiusura, ubicata in corrispondenza del punto di interferenza, sottende un unico sottobacino idrografico (Figg. 7a e 7b) avente un'estensione areale di 0.052 km² ed una lunghezza dell'asta principale che drena il sottobacino di circa 0,52 km.


Per la modellazione, oltre alla C.P.P. a 100 anni esposta in precedenza, sono stati utilizzati i seguenti 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	1,0	5,0	1/3 durata	73.0	0.0	4.03

Risultati della simulazione

Tempo di ritorno 100 anni	
0.6	Portata di picco in m ³ /s
0.7	Deflusso totale 1000*m ³

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

	<p>PROGETTO IMPIANTO EOLICO "LA MONTAGNOLA" Comuni di Monreale e Piana degli Albanesi (PA)</p>	<p>REV. - AGOSTO 2021</p>
--	--	-------------------------------

4 STUDIO IDRAULICO

Ai fini della valutazione delle fasce di pertinenza fluviale e con riferimento alle interferenze definite nella Tavola 3, è stato effettuato uno studio idraulico degli impluvi di interesse; nello specifico è stata analizzata la capacità di convogliamento del flusso idraulico nell'intorno della sezione di attraversamento, con riferimento alla portata di massima piena valutata nel paragrafo precedente (con Tr pari a 100 anni), al fine di definire le eventuali aree di allagamento.

Per l'analisi idraulica, sono stati utilizzati i codici di calcolo implementati del software HEC-RAS distribuito dallo U.S. Army Corps of Engineers Hydrologic Engineer Center, Hec-RAS nella sua versione 5.0.7 (www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras/); HEC-RAS consente 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, ma anche la possibilità di effettuare modellazioni combinate 1D-2D.


Data la natura dei corsi d'acqua esaminati, corsi d'acqua a sponde incerte (con bacini idrografici inferiori a 1,0 km²) nella studio idraulico è stata utilizzata una modellazione bidimensionale, ovviamente in Regime di Moto Vario.

In questa sede si tralascia la descrizione dei principi teorici alla base delle equazioni utilizzate nel software per le quali si rimanda ai manuali ufficiali, liberamente consultabili all'indirizzo web sopra riportato nella sezione "Documentation" (o dalla versione 6.0 direttamente dal software), limitandosi ad evidenziare i soli parametri di input utilizzati nel calcolo e riguardanti:

- *Geometria dell'area di simulazione*
- *Coefficienti di scabrezza*
- *Condizioni a contorno*
- *Durata della simulazione ed equazioni utilizzate*

- *Geometria:*

Date le modeste dimensioni dei sottobacini oggetto di analisi, tutte le simulazioni 2D sono state effettuate considerando un'unica area di studio che si estende per un tratto significativo a monte ed a valle della sezione in esame; l'utilizzo di aree comunque di non eccessive dimensioni, ha permesso di

	PROGETTO IMPIANTO EOLICO "LA MONTAGNOLA" Comuni di Monreale e Piana degli Albanesi (PA)	REV. - AGOSTO 2021
--	--	-----------------------

usare una maglia di calcolo estremamente piccola, 1x1, che consente una elevata stabilità nei calcoli e una maggiore precisione nei risultati finali.

Si evidenzia che 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 sempre utilizzato il *Modello Digitale del Terreno* (DTM) a passo 2 metri della Regione Sicilia (dati LIDAR, volo ATA 2012), il quale tuttavia, data la modestissima dimensione degli impluvi analizzati, non è risultato quasi mai coerente con la reale morfologia dell'incisione, presentando significative anomalie dovute alla vegetazione o alle lavorazioni agrarie e pertanto il DTM di base è stato, quasi sempre, integrato con i dati del rilievo diretto di campagna.

- Coefficienti di scabrezza:

Come coefficienti di scabrezza del terreno sono stati utilizzati i *Coefficienti di Manning*; vista la modesta dimensione dell'area 2D e la sostanziale omogeneità nell'uso del suolo, è stato sempre utilizzato un coefficiente unico pari a $0,060 \text{ s} \cdot \text{m}^{1/3}$ relativo ad un terreno ad uso agricolo coltivato e comunque non urbanizzato.

- Condizioni a contorno:


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

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

- BC_va, 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, non si dispone di un idrogramma di piena per questo tipo di corso d'acqua piuttosto che utilizzare "idrogrammi ricostruiti" con varie tecniche, più o meno aderenti alla realtà del

	PROGETTO IMPIANTO EOLICO "LA MONTAGNOLA" Comuni di Monreale e Piana degli Albanesi (PA)	REV. - AGOSTO 2021
--	--	-----------------------

bacino, nelle simulazioni sono stati usati gli idrogrammi di piena ottenuti dalla modellazione Hec-HMS, riportati di seguito in forma grafica e in forma analitica nelle tabelle dell'Appendice D (Colonna Total Flow).

Passo Temporale:

Ai fini della stabilità del calcolo e di una corretta soluzione finale, un altro parametro cruciale nelle simulazioni in moto vario è rappresentato dal "passo temporale" della simulazione (*computation interval*); il valore di Δt utilizzato nelle simulazioni 2D è sempre stato molto basso, compreso tra 0,5 e 1,0 secondi.

Durata della simulazione ed equazioni utilizzate:

La durata delle simulazioni, è stata variabile in quanto essa deve essere sufficiente a consentire il raggiungimento dei battenti idrici massimi e di visualizzare il successivo ritiro delle acque e pertanto dipende dalla durata della precipitazione e dal tempo di corrivazione.

Per quanto riguarda le equazioni utilizzate per risolvere i calcoli bidimensionali, Hec-RAS permette di utilizzare 2 set di equazioni, quelle *complete di Saint Venant* o quelle di *Diffusione dell'onda in 2D* (Diffusion Wave).

Nel presente studio è stato utilizzato il metodo, di default del software, della *Diffusion Wave*, raccomandato dagli sviluppatori del software poiché oltre a garantire una maggiore stabilità nei calcoli consente tempi di esecuzione sensibilmente più rapidi.

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

4.1) Analisi sezioni idrauliche di interesse

In questo paragrafo, per ogni sezione idraulica interessata da un attraversamento, verranno riportati tutti i parametri di input definiti sopra, i risultati finali in forma grafica con le varie aree di allagamento per il tempo di ritorno considerato e la conseguente definizione delle aree di pertinenza fluviale per come definite nel D.S.G. 189/2020.

4.1.1) Analisi idraulica sezione INT.01

Parametri di input:

		<i>note</i>
<i>Area di Calcolo bidimensionale</i>	Unica	<i>Fig.6</i>
<i>Dimensioni della Maglia di calcolo</i>	1 x 1	<i>nessuna area di raffittimento</i>
<i>Coefficienti di Manning</i>	0,060	<i>unico</i>
<i>Condizione a contorno di Monte</i>	Flow Hydrograph	<i>E.G. slope=0.121 idrogramma Fig.7</i>
<i>Condizione a contorno di Valle</i>	Normal Depth	<i>0.210</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	



Fig. 6: Area oggetto di studio idraulico bidimensionale, Interferenze INT_01;

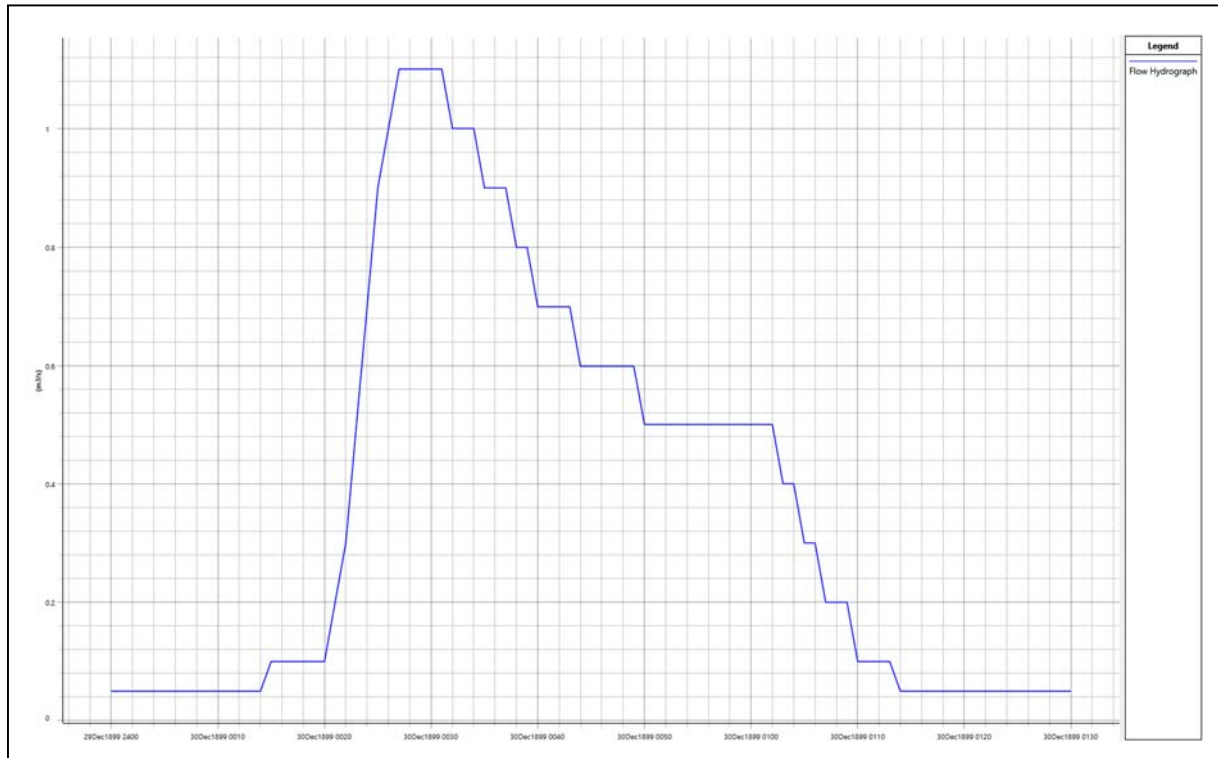


Fig. 7: Idrogramma di piena con $Tr = 100$ anni; sottobacino *Impluvio INT_01*

- Risultati della simulazione

In figura 8 vengono riportati, in forma grafica, i risultati della simulazione in termini di aree soggette ad allagamento in caso di piena con tempo di ritorno pari a 100 anni al momento di massima esondazione. Va evidenziato che l'incisione idrografica in oggetto, per come rappresentata nelle CTR (Tav.3) e per come rilevato in campagna, non risulta evidenziata nel DTM della Regione Sicilia (2x2) presumibilmente per via delle modeste dimensioni pertanto il DTM è stato integrato con il rilievo di campagna.

In figura 9 viene mostrata la fascia di pertinenza fluviale dell'impluvio, nell'intorno del punto di interferenza, mediante distanziamento di 10 metri (Buffer) dal limite di allagamento.





Fig. 8: Area di allagamento INT_01
scala 1:500

0 10 20 m



Legenda

-  Interferenze Cavidotto
-  Area di Allagamento INT_01



Legenda

- ◊ Interferenze Cavidotto
- Fascia di Pertinenza DSG 189/2020; INT_01

INT 01

Fig. 9: Fascia di pertinenza Fluviale INT_01
scala 1:500

0 10 20 m

4.1.2) Analisi idraulica sezione INT.03

Parametri di input:

		<i>note</i>
<i>Area di Calcolo bidimensionale</i>	Unica	<i>Fig. 10</i>
<i>Dimensioni della Maglia di calcolo</i>	1 x 1	<i>nessuna area di raffittimento</i>
<i>Coefficienti di Manning</i>	0,060	<i>unico</i>
<i>Condizione a contorno di Monte</i>	Flow Hydrograph	<i>E.G. slope=0.212 idrogramma Fig.11</i>
<i>Condizione a contorno di Valle</i>	Normal Depth	<i>0.311</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	



Fig. 10: Area oggetto di studio idraulico bidimensionale, Interferenze INT_03;

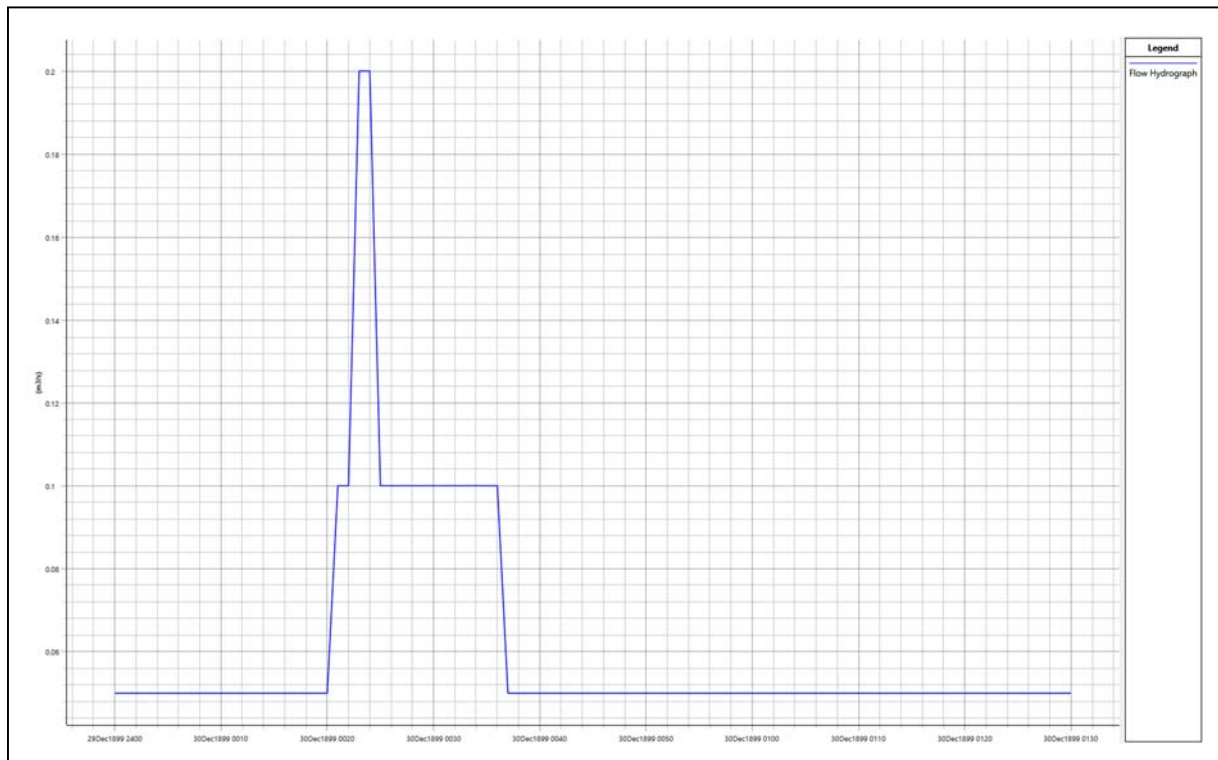


Fig. 11: Idrogramma di piena con $Tr = 100$ anni; sottobacino *Impluvio INT_03*

- Risultati della simulazione

In figura 12 vengono riportati, in forma grafica, i risultati della simulazione in termini di aree soggette ad allagamento in caso di piena con tempo di ritorno pari a 100 anni al momento di massima esondazione. Va evidenziato che l'impluvio in oggetto, per come rappresentato nelle CTR (Tav.3) e per come rilevato in campagna, non risulta evidenziato nel DTM della Regione Sicilia (2x2) presumibilmente per via delle modeste dimensioni e della vegetazione pertanto il DTM è stato implementato con il rilievo di campagna.

In figura 13 viene mostrata la fascia di pertinenza fluviale dell'impluvio, nell'intorno del punto di interferenza, mediante distanziamento di 10 metri (Buffer) dal limite di allagamento.





Fig. 12: Area di allagamento INT_03
scala 1:500

0 10 20 m



Legenda

-  Interferenze Cavidotto
-  Area di Allagamento INT_03

Legenda

◊ Interferenze Cavidotto

■ Fascia di Pertinenza DSG 189/20; INT_03



Fig. 13: Fascia di pertinenza Fluviale INT_03
scala 1:500

0 10 20 m



4.1.3) Analisi idraulica sezione INT.04

Parametri di input:

		<i>note</i>
<i>Area di Calcolo bidimensionale</i>	Unica	<i>Fig. 14</i>
<i>Dimensioni della Maglia di calcolo</i>	1 x 1	<i>nessuna area di raffittimento</i>
<i>Coefficienti di Manning</i>	0,060	<i>unico</i>
<i>Condizione a contorno di Monte</i>	Flow Hydrograph	<i>E.G. slope=0.139 idrogramma Fig.15</i>
<i>Condizione a contorno di Valle</i>	Normal Depth	<i>0.132</i>
<i>Passo temporale simulazione</i>	0,5	<i>(secondi)</i>
<i>Durata Simulazione</i>	2:00	<i>ore : minuti</i>
<i>Equazioni di calcolo</i>	Diffusion Wave	
<i>Parametri tolleranze calcoli</i>	di Default	

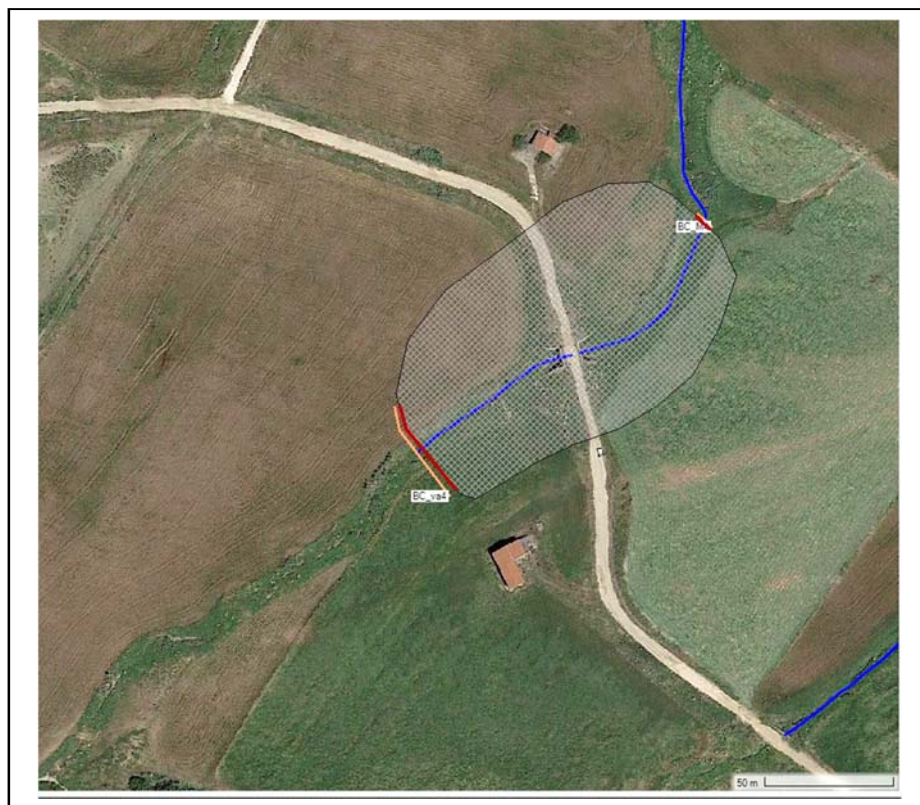


Fig. 14: Area oggetto di studio idraulico bidimensionale, Interferenze INT_04;

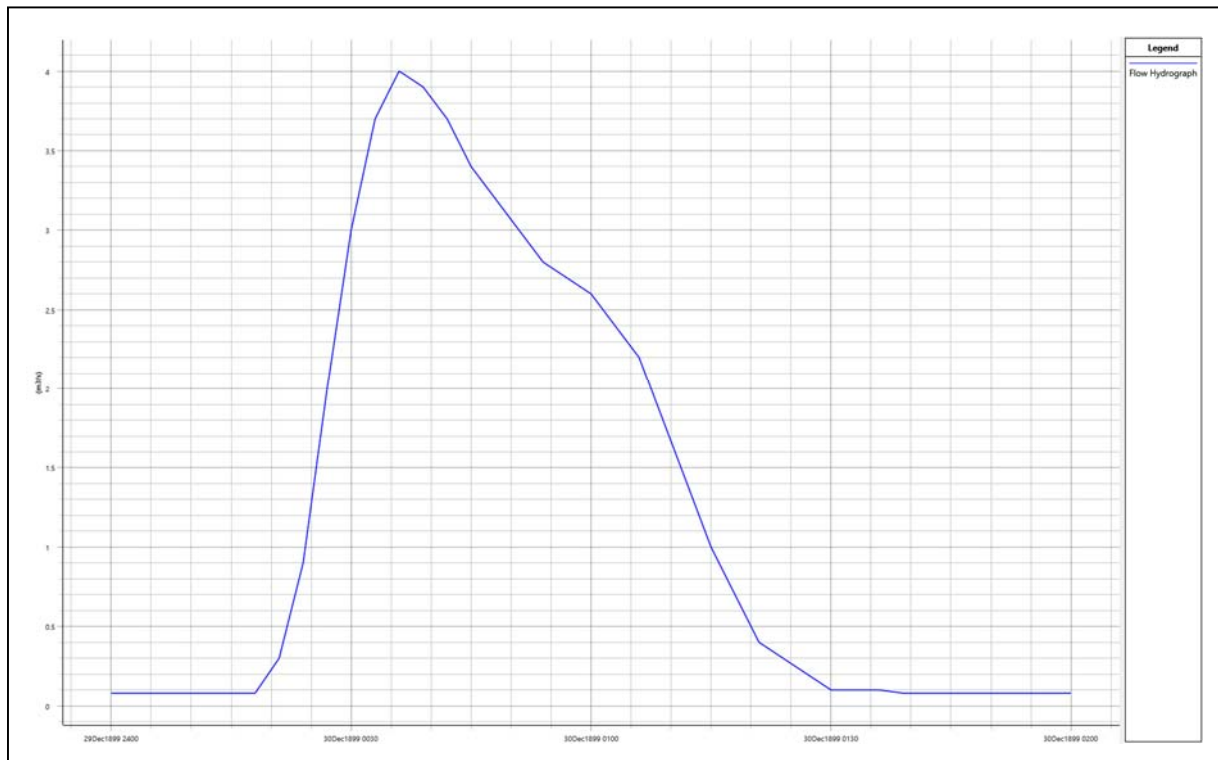


Fig. 15: Idrogramma di piena con $Tr = 100$ anni; sottobacino *Impluvio INT_04*

- Risultati della simulazione

In figura 16 vengono riportati, in forma grafica, i risultati della simulazione in termini di aree soggette ad allagamento in caso di piena con tempo di ritorno pari a 100 anni al momento di massima esondazione; in figura 17 viene mostrata la fascia di pertinenza fluviale dell'impluvio, nell'intorno del punto di interferenza, mediante distanziamento di 10 metri (Buffer) dal limite di allagamento.



Fig. 16: Area di allagamento INT_04
scala 1:1.000

0 25 50 m



Legenda



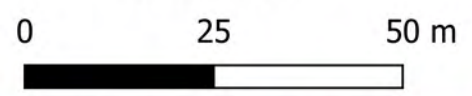
-  Interferenze Cavidotto
-  Area di Allagamento INT04



Fig. 17: Fascia di pertinenza Fluviale INT_04
scala 1:1.000



Legenda

-  Interferenze Cavidotto
-  Fascia di Pertinenza DSG 189/20;INT_04

4.1.4) Analisi idraulica sezione INT.05

Parametri di input:

		<i>note</i>
<i>Area di Calcolo bidimensionale</i>	Unica	<i>Fig.18</i>
<i>Dimensioni della Maglia di calcolo</i>	1 x 1	<i>nessuna area di raffittimento</i>
<i>Coefficienti di Manning</i>	0,060	<i>unico</i>
<i>Condizione a contorno di Monte</i>	Flow Hydrograph	<i>E.G. slope=0.156 idrogramma Fig.19</i>
<i>Condizione a contorno di Valle</i>	Normal Depth	<i>0.083</i>
<i>Passo temporale simulazione</i>	0,5	<i>(secondi)</i>
<i>Durata Simulazione</i>	2:00	<i>ore : minuti</i>
<i>Equazioni di calcolo</i>	Diffusion Wave	
<i>Parametri tolleranze calcoli</i>	di Default	



Fig. 18: Area oggetto di studio idraulico bidimensionale, Interferenze INT_05;

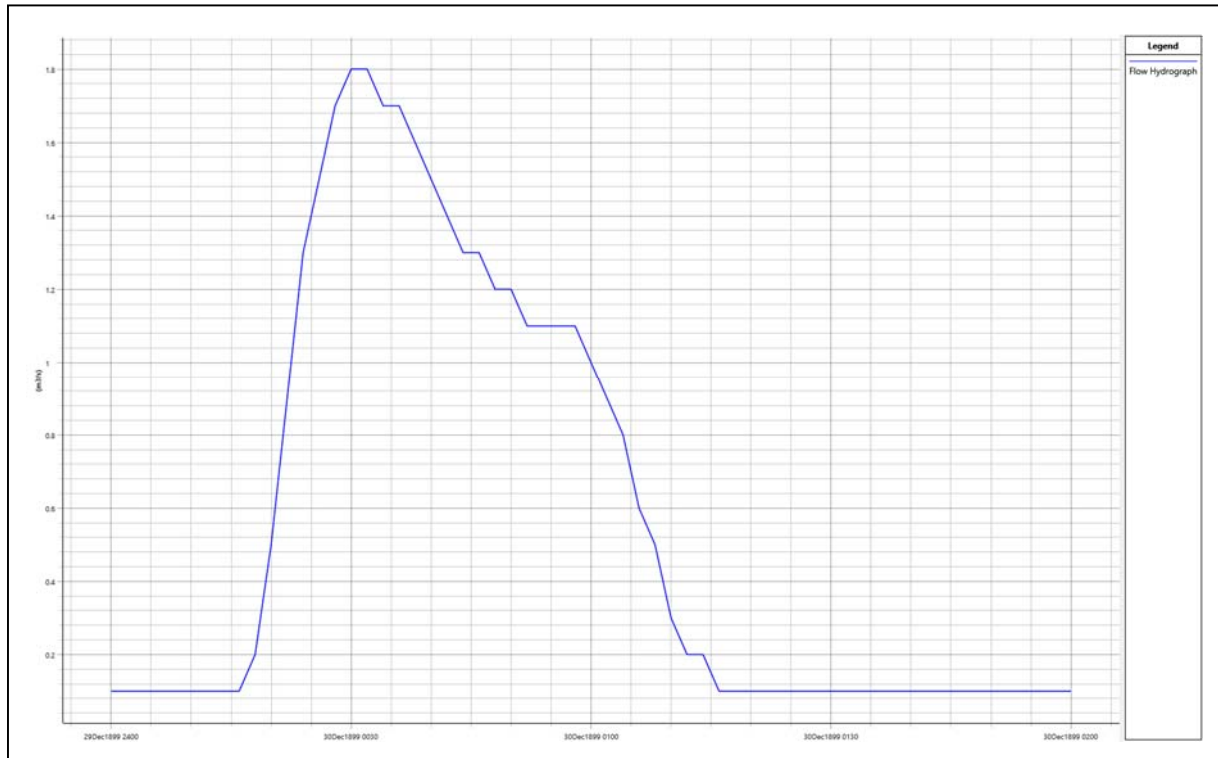


Fig. 19: Idrogramma di piena con $Tr = 100$ anni; sottobacino *Impluvio INT_05*

- Risultati della simulazione

In figura 20 vengono riportati, in forma grafica, i risultati della simulazione in termini di aree soggette ad allagamento in caso di piena con tempo di ritorno pari a 100 anni al momento di massima esondazione; in figura 21 viene mostrata la fascia di pertinenza fluviale dell'impluvio, nell'intorno del punto di interferenza, mediante distanziamento di 10 metri (Buffer) dal limite di allagamento.



Fig. 20: Area di allagamento INT_05
scala 1:1.000

0 25 50 m



Legenda

- ◊ Interferenze Cavidotto
- Area di allagamento INT_05

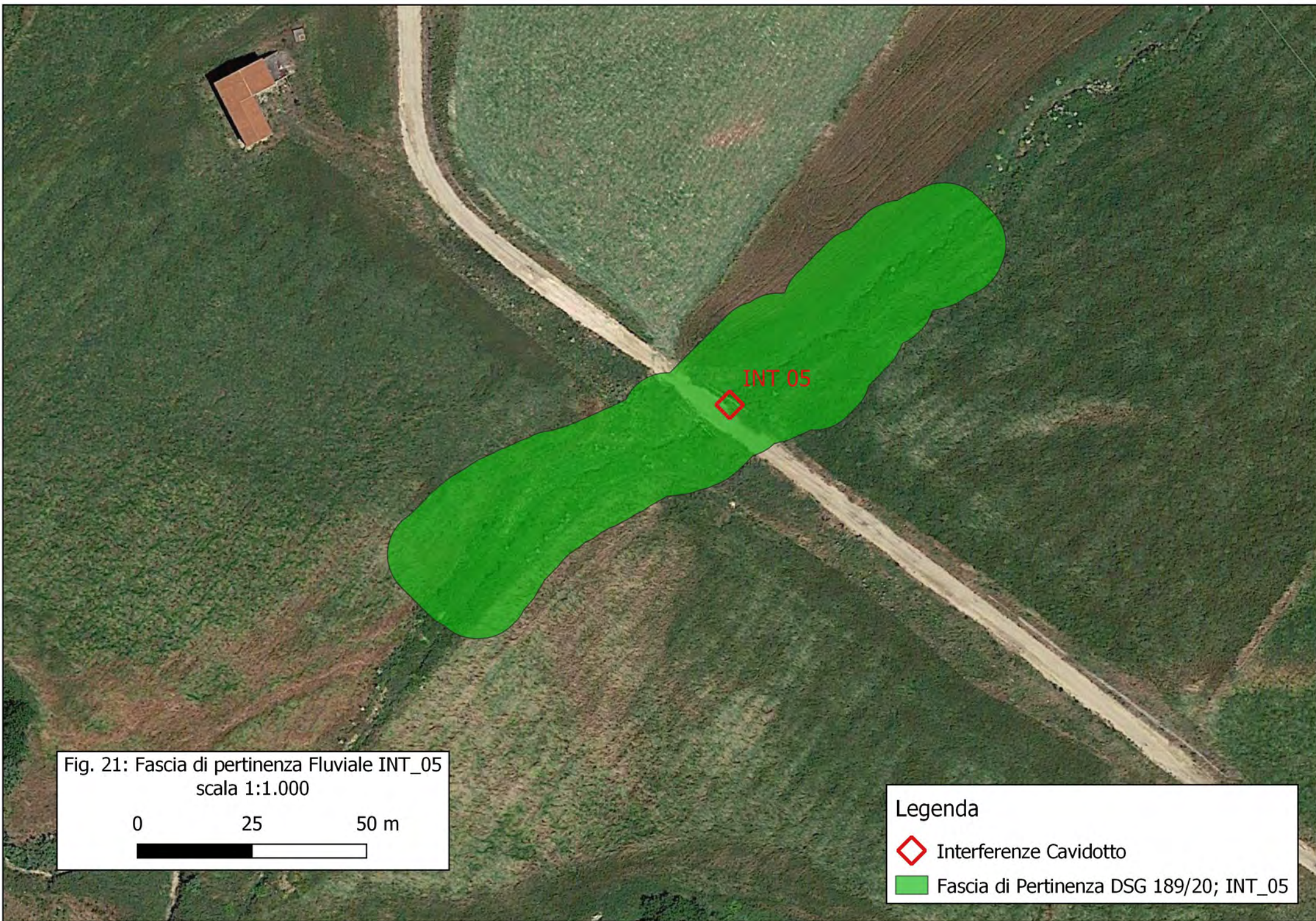
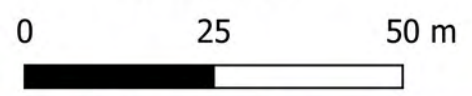


Fig. 21: Fascia di pertinenza Fluviale INT_05
scala 1:1.000



Legenda

-  Interferenze Cavidotto
-  Fascia di Pertinenza DSG 189/20; INT_05

4.1.5) Analisi idraulica sezione INT.06

Parametri di input:

		<i>note</i>
<i>Area di Calcolo bidimensionale</i>	Unica	<i>Fig.22</i>
<i>Dimensioni della Maglia di calcolo</i>	1 x 1	<i>nessuna area di raffittimento</i>
<i>Coefficienti di Manning</i>	0,060	<i>unico</i>
<i>Condizione a contorno di Monte</i>	Flow Hydrograph	<i>E.G. slope=0.165 idrogramma Fig.23</i>
<i>Condizione a contorno di Valle</i>	Normal Depth	<i>0.093</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	



Fig. 22: Area oggetto di studio idraulico bidimensionale, Interferenze INT_06;

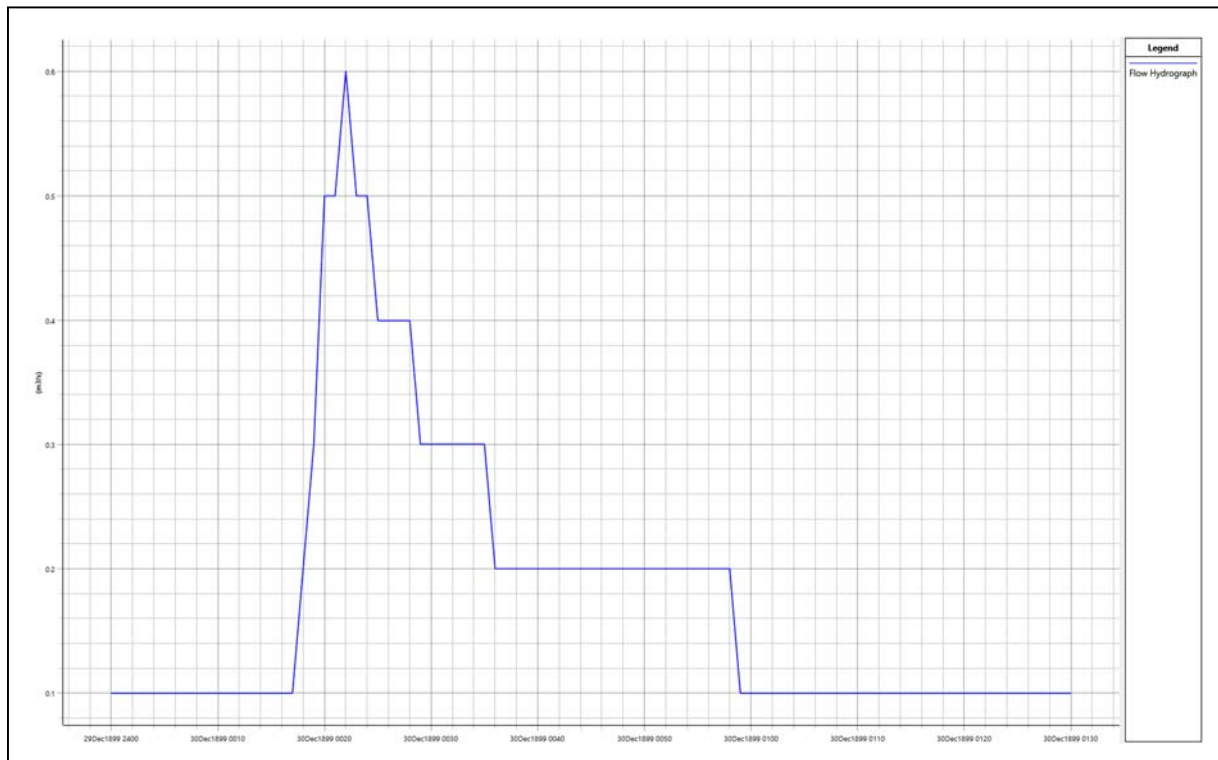


Fig. 23: Idrogramma di piena con $Tr = 100$ anni; sottobacino *Impluvio INT_06*

- Risultati della simulazione

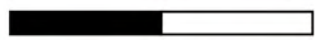
In figura 24 vengono riportati, in forma grafica, i risultati della simulazione in termini di aree soggette ad allagamento in caso di piena con tempo di ritorno pari a 100 anni al momento di massima esondazione. Va evidenziato che l'impluvio in oggetto, per come rappresentato nelle CTR (Tav.3) e per come rilevato in campagna, non risulta ben delineati nel DTM della Regione Sicilia (2x2) presumibilmente per via delle modeste dimensioni e della vegetazione pertanto il DTM è stato integrato con il rilievo di campagna.

In figura 25 viene mostrata la fascia di pertinenza fluviale dell'impluvio, nell'intorno del punto di interferenza, mediante distanziamento di 10 metri (Buffer) dal limite di allagamento.





Fig. 24: Area di allagamento INT_06
scala 1:500

0 10 20 m



Legenda

-  Interferenze Cavidotto
-  Area di Allagamento INT06

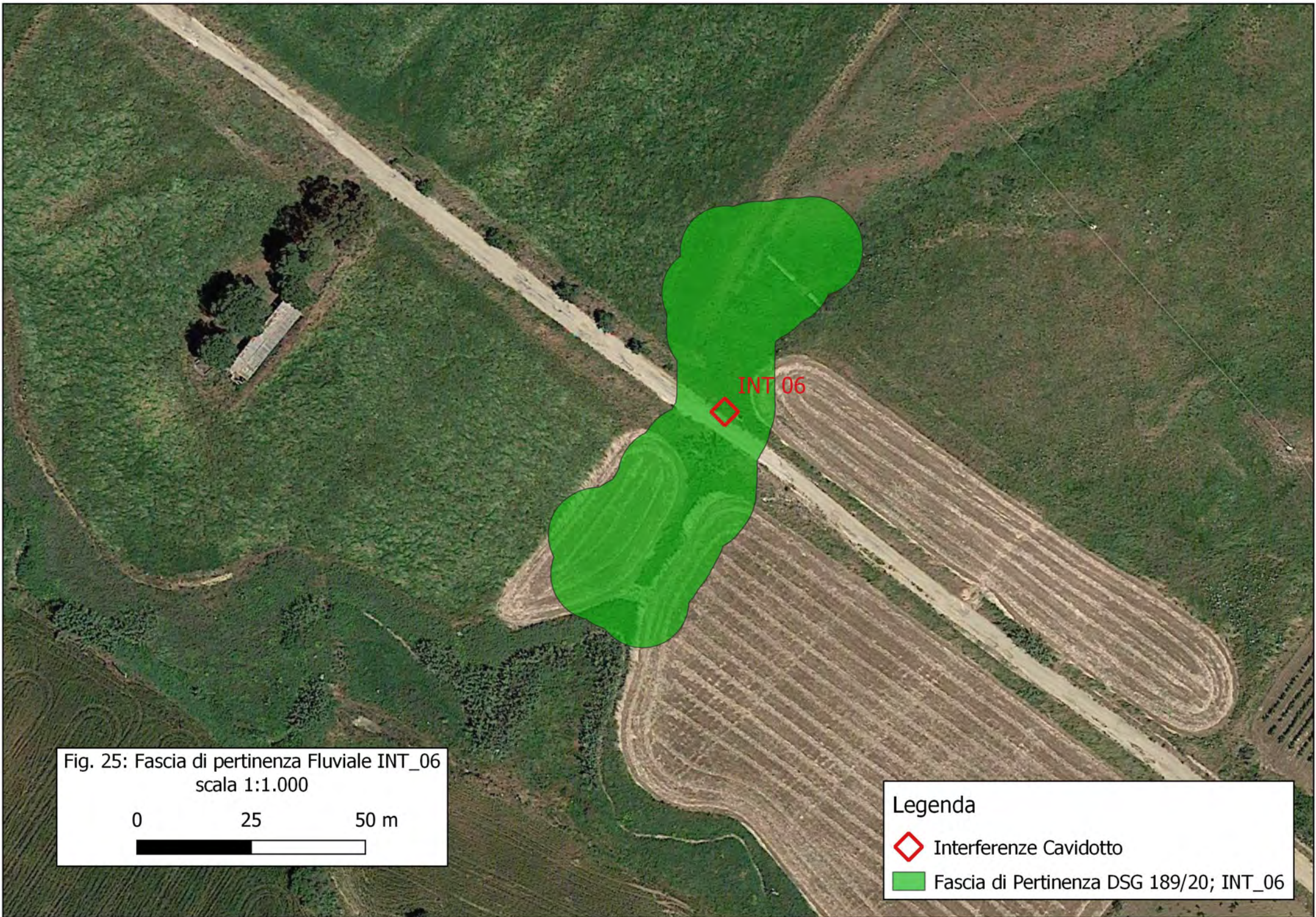
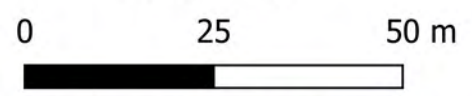




Fig. 25: Fascia di pertinenza Fluviale INT_06
scala 1:1.000



Legenda

-  Interferenze Cavidotto
-  Fascia di Pertinenza DSG 189/20; INT_06

4.1.6) Analisi idraulica sezione INT.08

Parametri di input:

		<i>note</i>
<i>Area di Calcolo bidimensionale</i>	Unica	<i>Fig.26</i>
<i>Dimensioni della Maglia di calcolo</i>	1 x 1	<i>nessuna area di raffittimento</i>
<i>Coefficienti di Manning</i>	0,060	<i>unico</i>
<i>Condizione a contorno di Monte</i>	Flow Hydrograph	<i>E.G. slope=0.144 idrogramma Fig.27</i>
<i>Condizione a contorno di Valle</i>	Normal Depth	<i>0.162</i>
<i>Passo temporale simulazione</i>	1,0	<i>(secondi)</i>
<i>Durata Simulazione</i>	2:00	<i>ore : minuti</i>
<i>Equazioni di calcolo</i>	Diffusion Wave	
<i>Parametri tolleranze calcoli</i>	di Default	



Fig. 26: Area oggetto di studio idraulico bidimensionale, Interferenze INT_08;

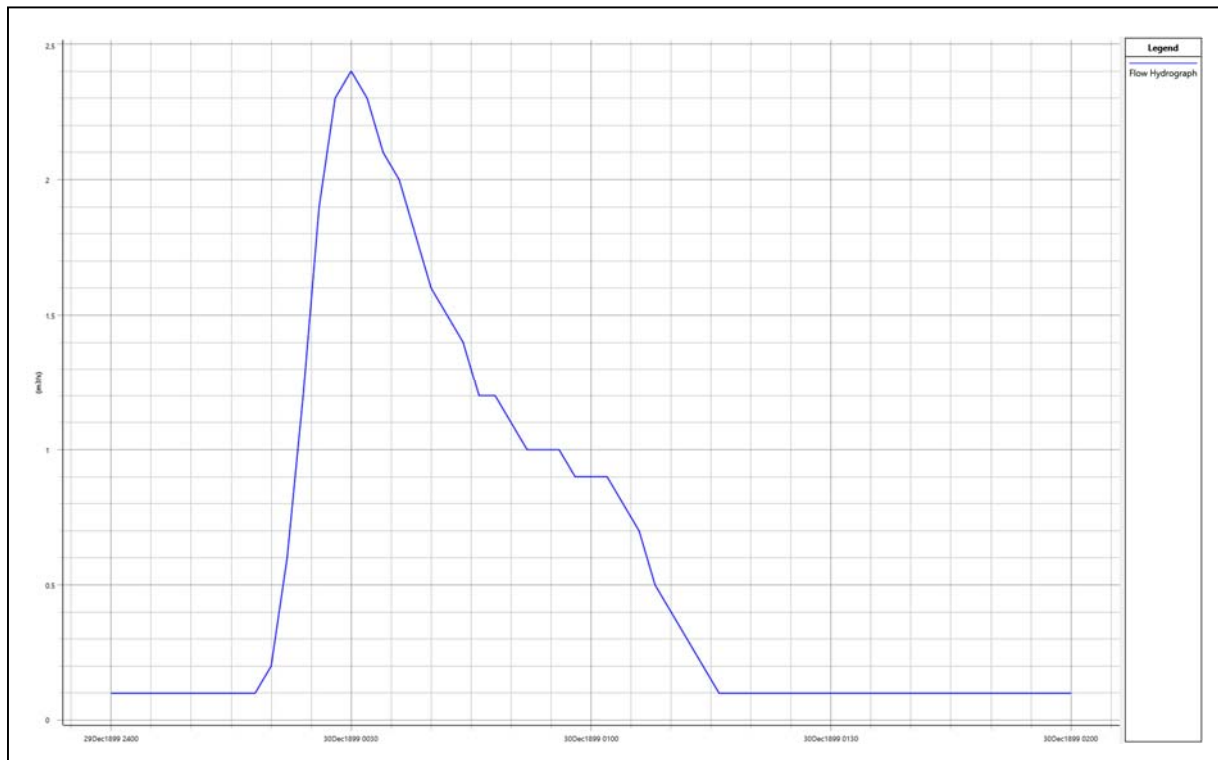


Fig. 27: Idrogramma di piena con $Tr = 100$ anni; sottobacino *Impluvio INT_08*

- Risultati della simulazione

In figura 28 vengono riportati, in forma grafica, i risultati della simulazione in termini di aree soggette ad allagamento in caso di piena con tempo di ritorno pari a 100 anni al momento di massima esondazione. Va evidenziato che l'impluvio in oggetto, per come rappresentato nelle CTR (Tav.3) e per come rilevato in campagna, non risulta ben delineato nel DTM della Regione Sicilia (2x2) presumibilmente per via delle modeste dimensioni e della folta vegetazione pertanto il DTM è stato implementato con il rilievo di campagna.

In figura 29 viene mostrata la fascia di pertinenza fluviale dell'impluvio, nell'intorno del punto di interferenza, mediante distanziamento di 10 metri (Buffer) dal limite di allagamento.



Fig. 28: Area di allagamento INT_08
scala 1:1000

0 25 50 m



Legenda




-  Interferenze Cavidotto
-  Area di Allagamento INT08




Fig. 29: Fascia di pertinenza Fluviale INT_08
scala 1:1.000

0 25 50 m



Legenda

-  Interferenze Cavidotto
-  Fascia di Pertinenza DSG 189/20; INT_08

4.1.7) Analisi idraulica sezione INT.09

Parametri di input:

		<i>note</i>
<i>Area di Calcolo bidimensionale</i>	Unica	<i>Fig. 30</i>
<i>Dimensioni della Maglia di calcolo</i>	1 x 1	<i>nessuna area di raffittimento</i>
<i>Coefficienti di Manning</i>	0,060	<i>unico</i>
<i>Condizione a contorno di Monte</i>	Flow Hydrograph	<i>E.G. slope=0.128 idrogramma Fig. 31</i>
<i>Condizione a contorno di Valle</i>	Normal Depth	<i>0.213</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	

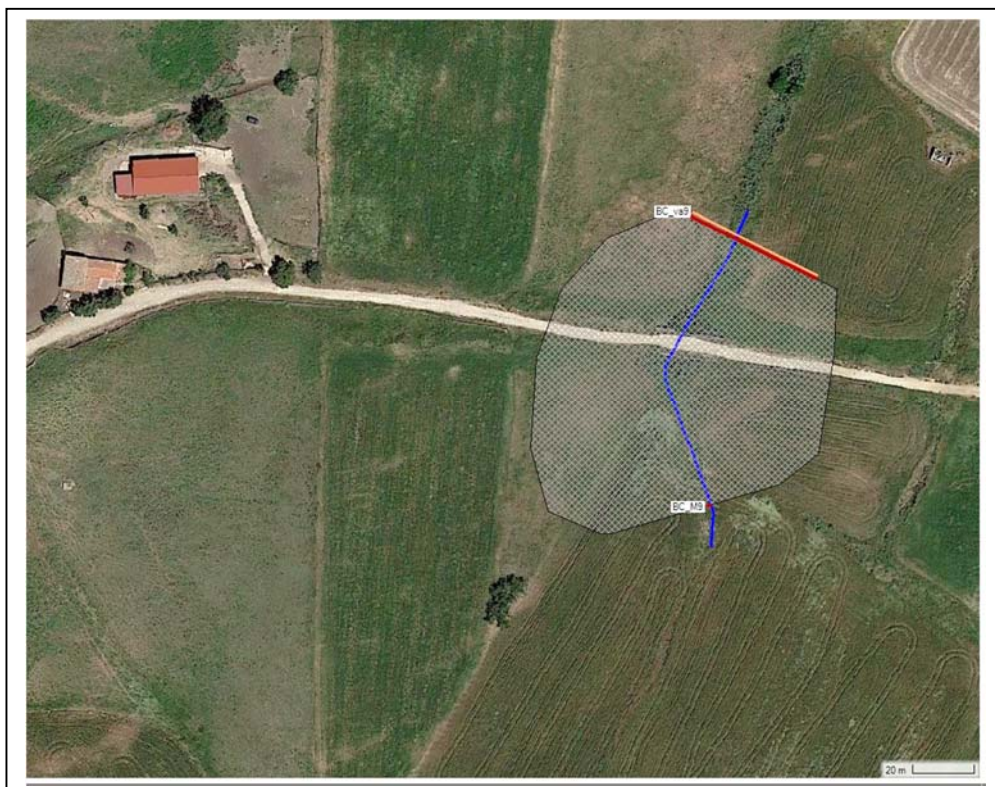


Fig. 30: Area oggetto di studio idraulico bidimensionale, Interferenze INT_09;

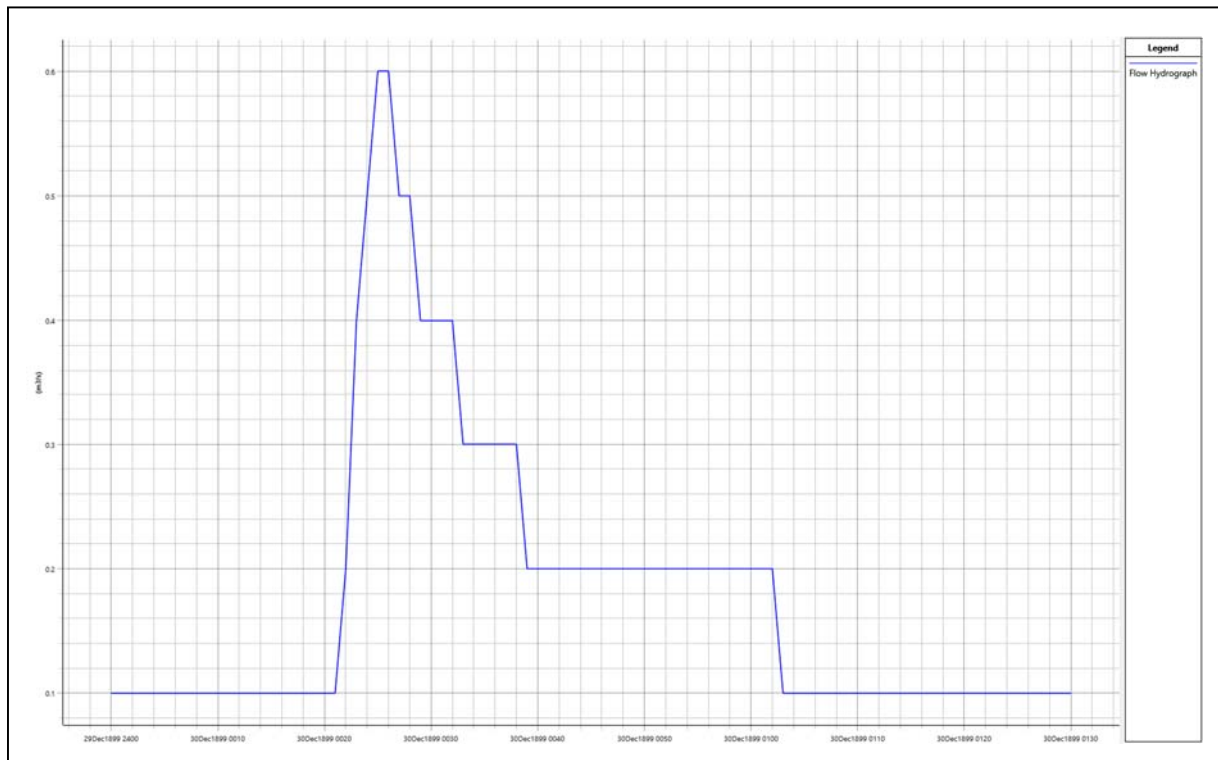


Fig. 31: Idrogramma di piena con $T_r = 100$ anni; sottobacino *Impluvio INT_09*

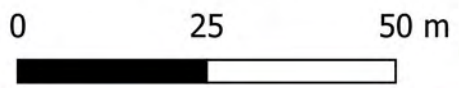
- Risultati della simulazione

In figura 32 vengono riportati, in forma grafica, i risultati della simulazione in termini di aree soggette ad allagamento in caso di piena con tempo di ritorno pari a 100 anni al momento di massima esondazione. Va evidenziato che l'impluvio in oggetto, per come rappresentato nelle CTR (Tav.3) e per come rilevato in campagna, non risulta ben delineato nel DTM della Regione Sicilia (2x2) presumibilmente per via delle modeste dimensioni e della folta vegetazione pertanto il DTM è stato implementato con il rilievo di campagna.

In figura 33 viene mostrata la fascia di pertinenza fluviale dell'impluvio, nell'intorno del punto di interferenza, mediante distanziamento di 10 metri (Buffer) dal limite di allagamento.



Fig. 32: Area di allagamento INT_09
scala 1:1000



Legenda



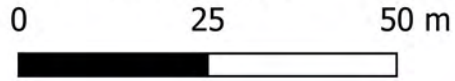


-  Interferenze Cavidotto
-  Area di Allagamento INT09




Fig. 33: Fascia di pertinenza Fluviale INT_09
scala 1:1.000



Legenda

-  Interferenze Cavidotto
-  Fascia di Pertinenza DSG 189/20; INT_09

	<p>PROGETTO IMPIANTO EOLICO “LA MONTAGNOLA” Comuni di Monreale e Piana degli Albanesi (PA)</p>	<p>REV. - AGOSTO 2021</p>
--	--	-------------------------------

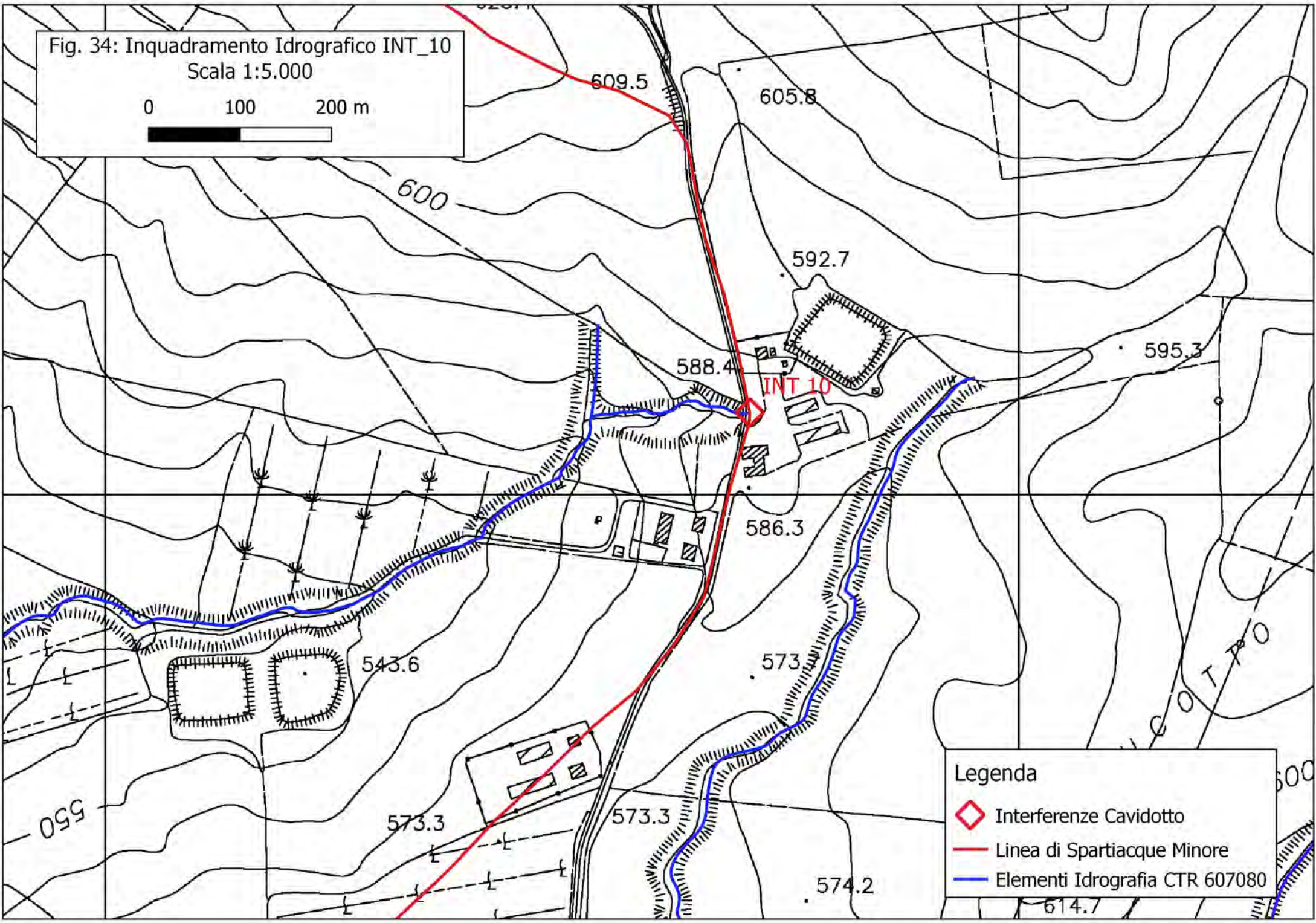
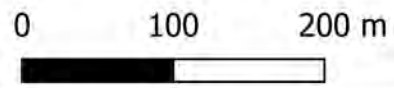
4.1.8) Analisi idraulica sezione INT.10

Nella valutazione delle interferenze tra il reticolo idrografico naturale (per come rappresentato nelle CTR 2012-2013) ed il cavidotto in MT, è stata considerata anche l’interferenza indentificata con la Sigla INT_10; come già espresso nel paragrafo 3.1), tale impluvio tuttavia non presenta alcuna incisione idrografica di monte né sulla cartografia CTR, né in campagna, con la presenza di un tombino legata essenzialmente alle acque di “troppo pieno” di un abbeveratorio.

Pertanto poiché la “testa” dell’impluvio ricade praticamente in corrispondenza di uno spartiacque minore, non essendo evidenziando alcun sottobacino idrico di una qualche rilevanza, non si è ritenuto necessario procedere con analisi idrologiche-idrauliche.

In ottemperanza alle indicazioni legislative vigenti, riportate in premessa, è stata comunque evidenziata una fascia di pertinenza fluviale di 11 metri dall’asse dell’impluvio (Figura 34 e 35).

Fig. 34: Inquadramento Idrografico INT_10
Scala 1:5.000



Legenda






-  Interferenze Cavidotto
-  Linea di Spartiacque Minore
-  Elementi Idrografia CTR 607080


Fig. 35: Fascia di Pertinenza Fluviale INT_10
Scala 1:1.000

0 25 50 m



Legenda

-  Interferenze Cavidotto
-  Elementi Idrografia CTR 607080
-  Fascia di Pertinenza DSG 189/20; INT_10

	PROGETTO IMPIANTO EOLICO "LA MONTAGNOLA" Comuni di Monreale e Piana degli Albanesi (PA)	REV. - AGOSTO 2021
--	--	-----------------------

5 CONCLUSIONI

Nell'ambito del progetto per la realizzazione di una centrale per la produzione di energia da fonte eolica, della potenzialità complessiva di 42.0 MW, da realizzarsi in agro dei Comuni di Monreale (PA) e Piana degli Albanesi (PA), su incarico della società EDPR Sicilia Wind S.r.l. è stato eseguito uno studio di natura idrologica ed idraulica relativo alle interferenze tra il reticolo idrografico superficiale naturale esistente e le infrastrutture necessarie al parco eolico e consistenti in una viabilità interna di nuova realizzazione e nella posa del cavidotto MT.

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

- Analisi preliminare

L'analisi preliminare ha permesso di effettuare un inquadramento morfologico dell'area orientato all'individuazione di tutte le interferenze idrografiche ed alla perimetrazione dei sottobacini idrografici di interesse.


In tutto sono state evidenziate e studiate n. 8 interferenze tra il reticolo idrografico ed il cavidotto MT, mentre non è stata evidenziata alcuna interferenza idrografica con la viabilità di nuova realizzazione.

- 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 un evento meteorico con tempi di ritorno pari a 100 e 300 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 a partire dalla ricostruzione delle *Curve di Probabilità Pluviometrica* utilizzando la metodologia TCEV (Two Component Extreme Value Distribution) messa a punto nell'ambito del progetto VA.PI. Per il processo di trasformazione degli afflussi in deflussi è stato utilizzato il Software dell'US Army Corps of Engineers, HEC-HMS.

	PROGETTO IMPIANTO EOLICO "LA MONTAGNOLA" Comuni di Monreale e Piana degli Albanesi (PA)	REV. - AGOSTO 2021
--	--	-----------------------

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

Interferenza	Tempo di Ritorno	Portata di Picco (m ³ /s)
INT_01	100	1.1
INT_03	100	0.2
INT_04	100	4.0
INT_05	100	1.8
INT_06	100	0.6
INT_08	100	2.4
INT_09	100	0.6
INT_10	100	0.0

Portate di Massima piena dei sottobacino oggetto di analisi idrologica

- Studio Idraulico


Su ogni interferenza oggetto di studio idrologico è stato successivamente condotta una analisi idraulica; infatti tenuto conto che per tali attraversamenti si utilizzerà la tecnologia T.O.C., era necessario determinare la *fascia di pertinenza fluviale* secondo i criteri indicati dal D.S.G. n.189/2020.

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 5.0.7 sia con modellazione monodimensionale sia con modellazione 2D.

I risultati finali delle modellazioni idrauliche, in termini di *Aree di Pertinenza Fluviale* sono sintetizzati nella tabella seguente:

Aree di Pertinenza Fluviale ubicazioni tombini T.O.C.	Ampiezza area* (metri)	Note: supporto utilizzato
INT_01	25,5	DTM + rilievo
INT_03	29,0	DTM + rilievo
INT_04	27,2	DTM
INT_05	27,9	DTM
INT_06	23,4	DTM + rilievo
INT_08	24,7	DTM + rilievo
INT_09	32,9	DTM + rilievo
INT_10	22,0	DTM + rilievo

*misurata perpendicolarmente all'asse dell'impluvio in corrispondenza dell'interferenza.

	PROGETTO IMPIANTO EOLICO "LA MONTAGNOLA" Comuni di Monreale e Piana degli Albanesi (PA)	REV. - AGOSTO 2021
--	--	-----------------------

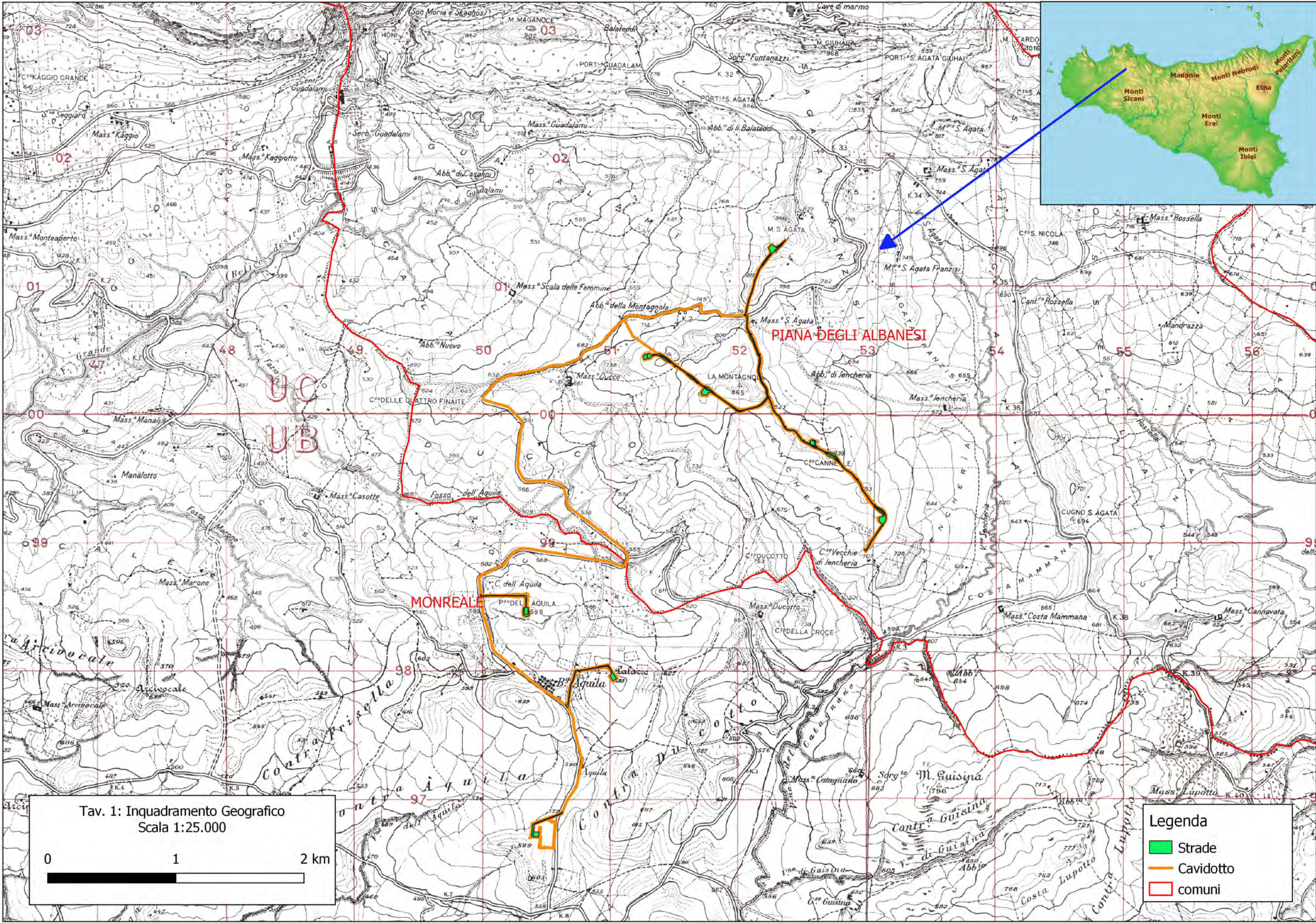
agosto, 2021

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

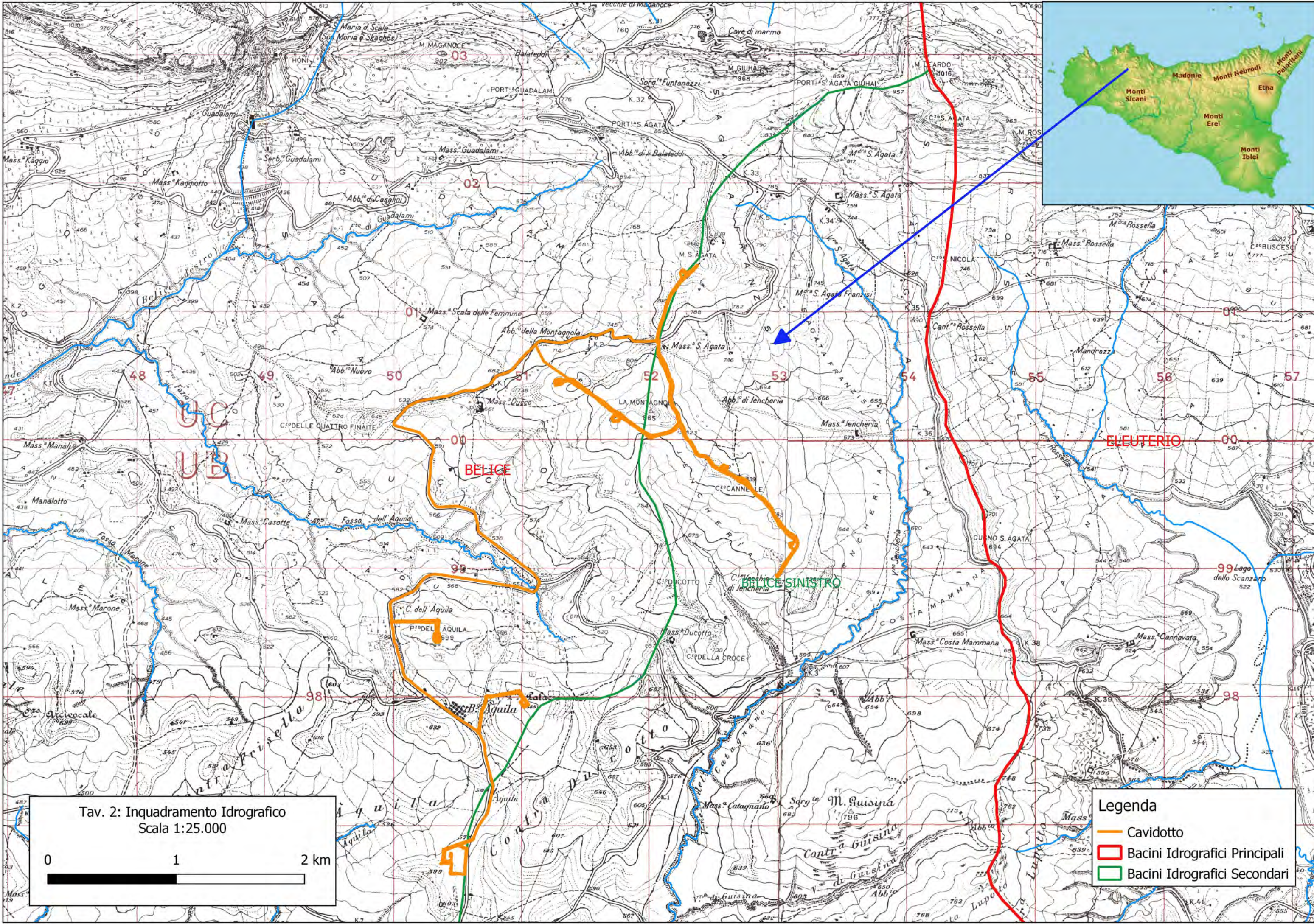


Tav. 1: Inquadramento Geografico
Scala 1:25.000

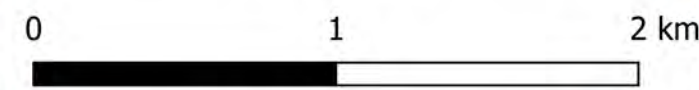


Legenda

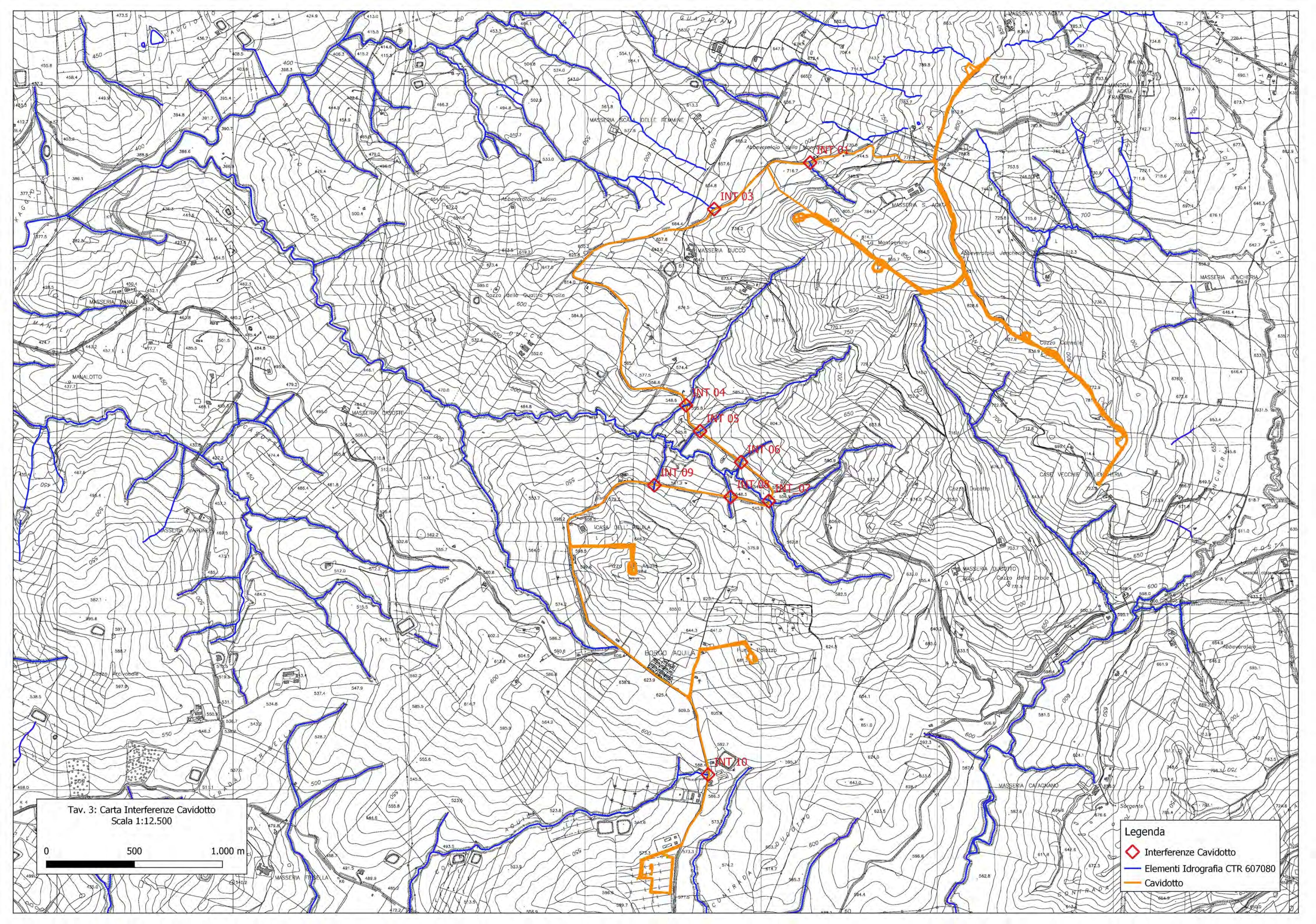
- Strade
- Cavidotto
- comuni



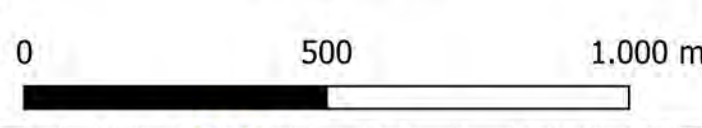
Tav. 2: Inquadramento Idrografico
Scala 1:25.000



- Legenda**
- Cavidotto
 - Bacini Idrografici Principali
 - Bacini Idrografici Secondari

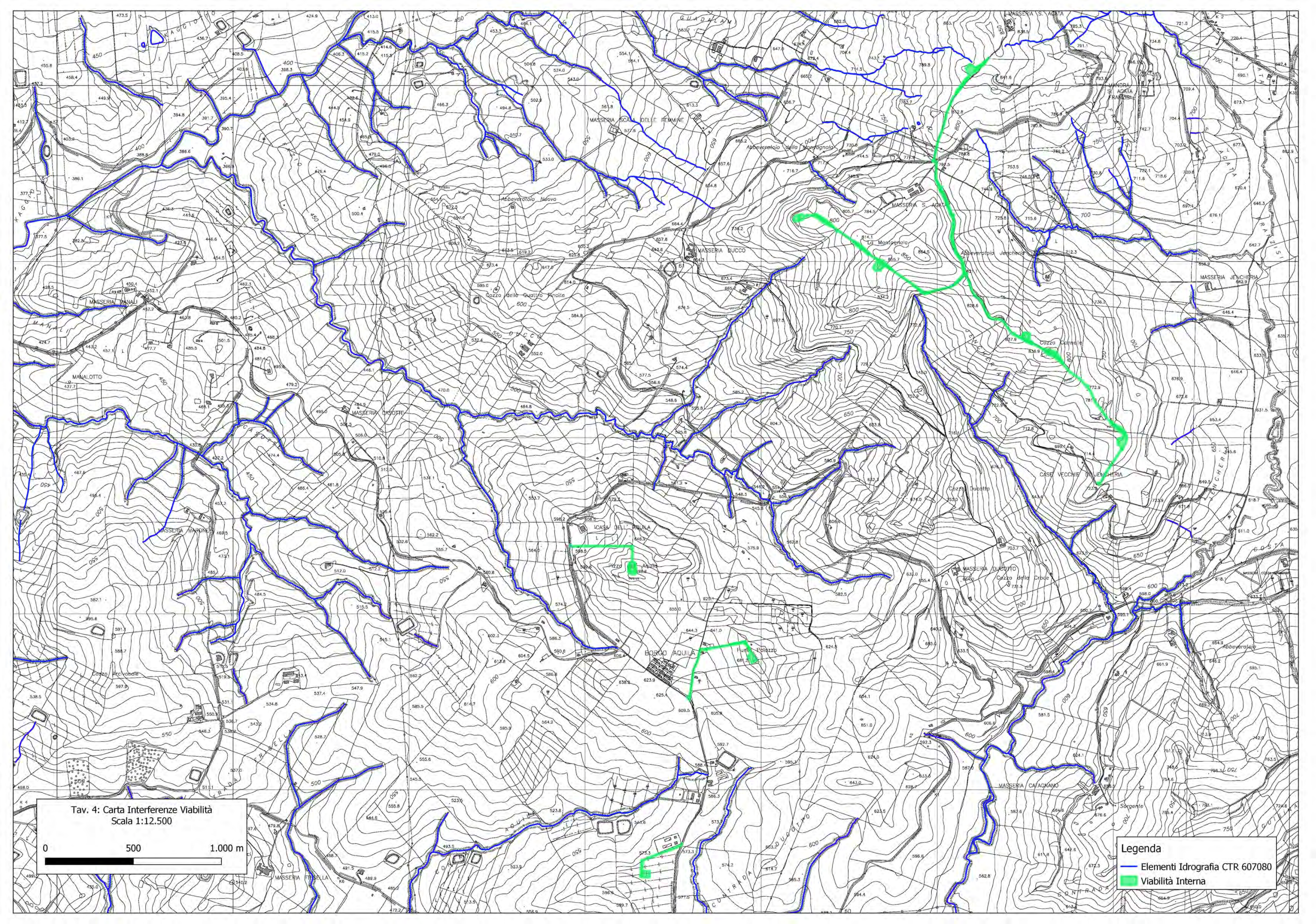


Tav. 3: Carta Interferenze Cavidotto
Scala 1:12.500

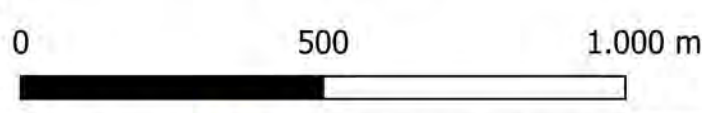


Legenda

- ◊ Interferenze Cavidotto
- Elementi Idrografia CTR 607080
- Cavidotto

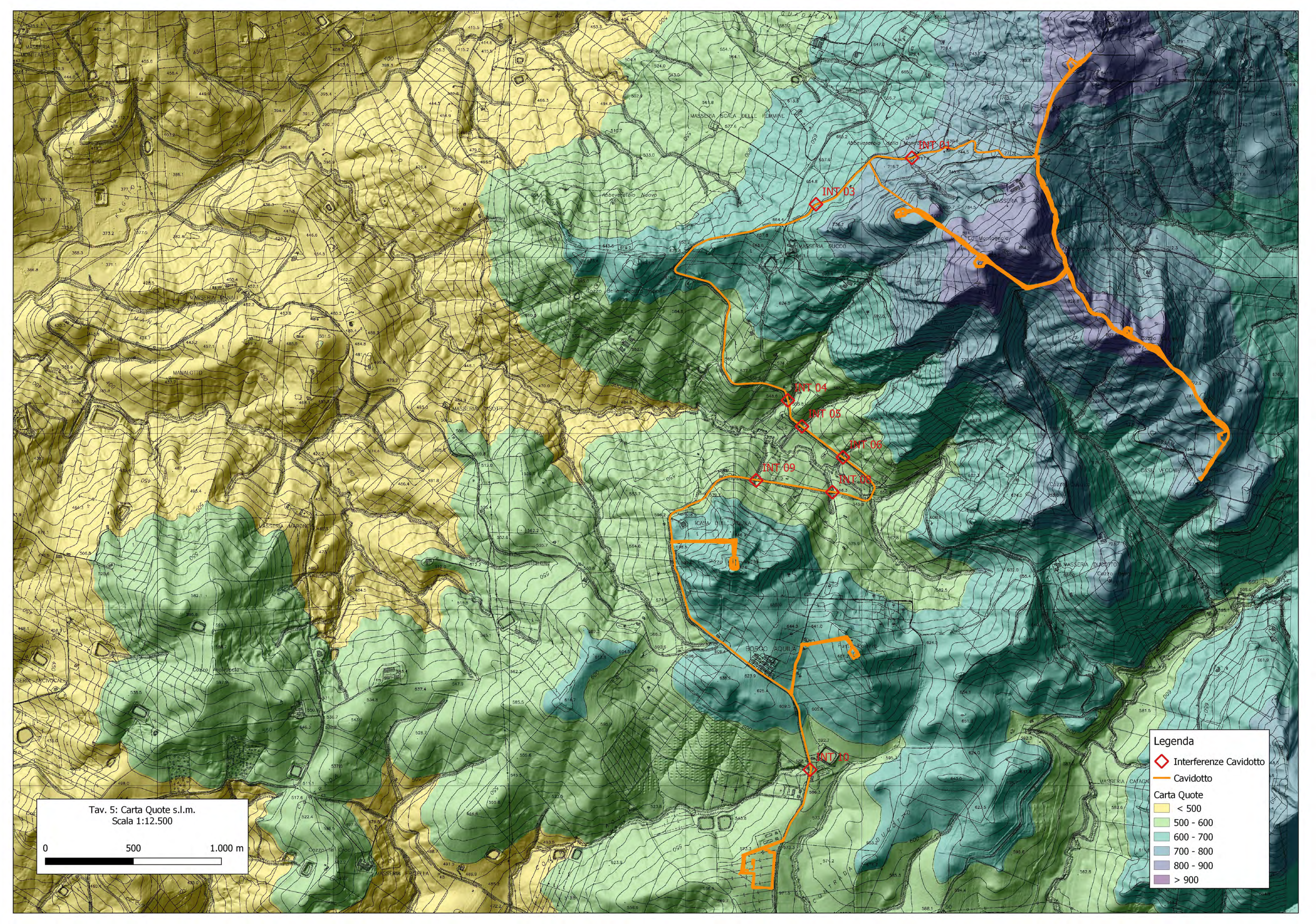


Tav. 4: Carta Interferenze Viabilità
Scala 1:12.500

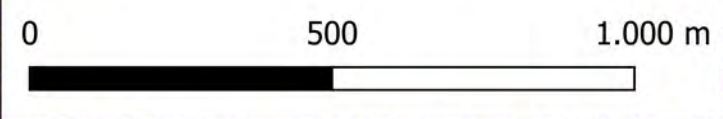


Legenda

- Elementi Idrografia CTR 607080
- Viabilità Interna

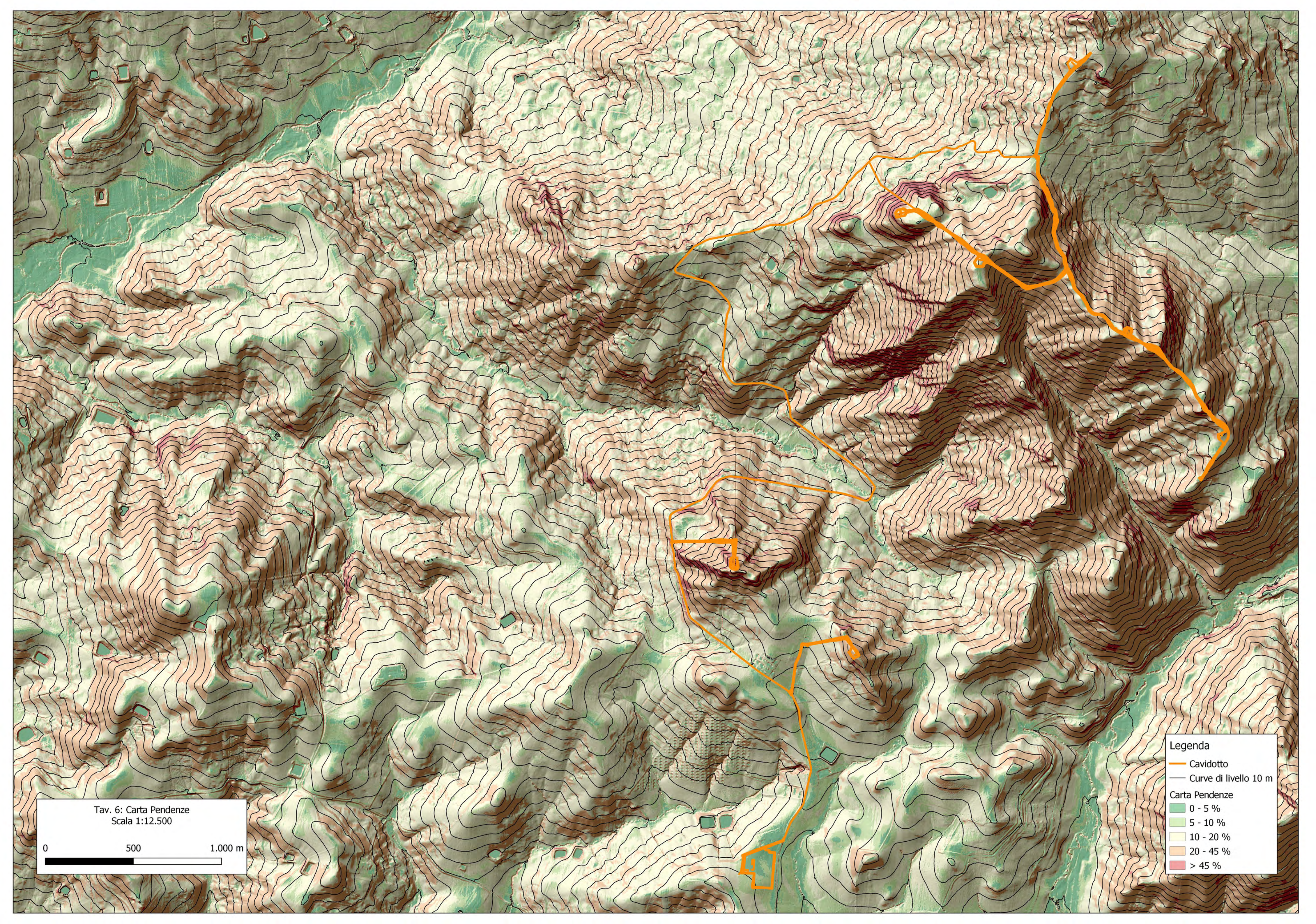


Tav. 5: Carta Quote s.l.m.
Scala 1:12.500

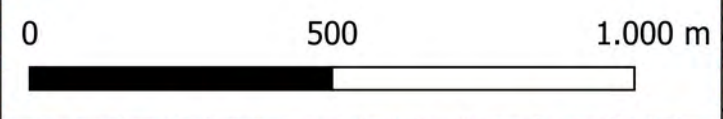


Legenda

- ◊ Interferenze Cavidotto
- Cavidotto
- Carta Quote
 - < 500
 - 500 - 600
 - 600 - 700
 - 700 - 800
 - 800 - 900
 - > 900



Tav. 6: Carta Pendenze
Scala 1:12.500

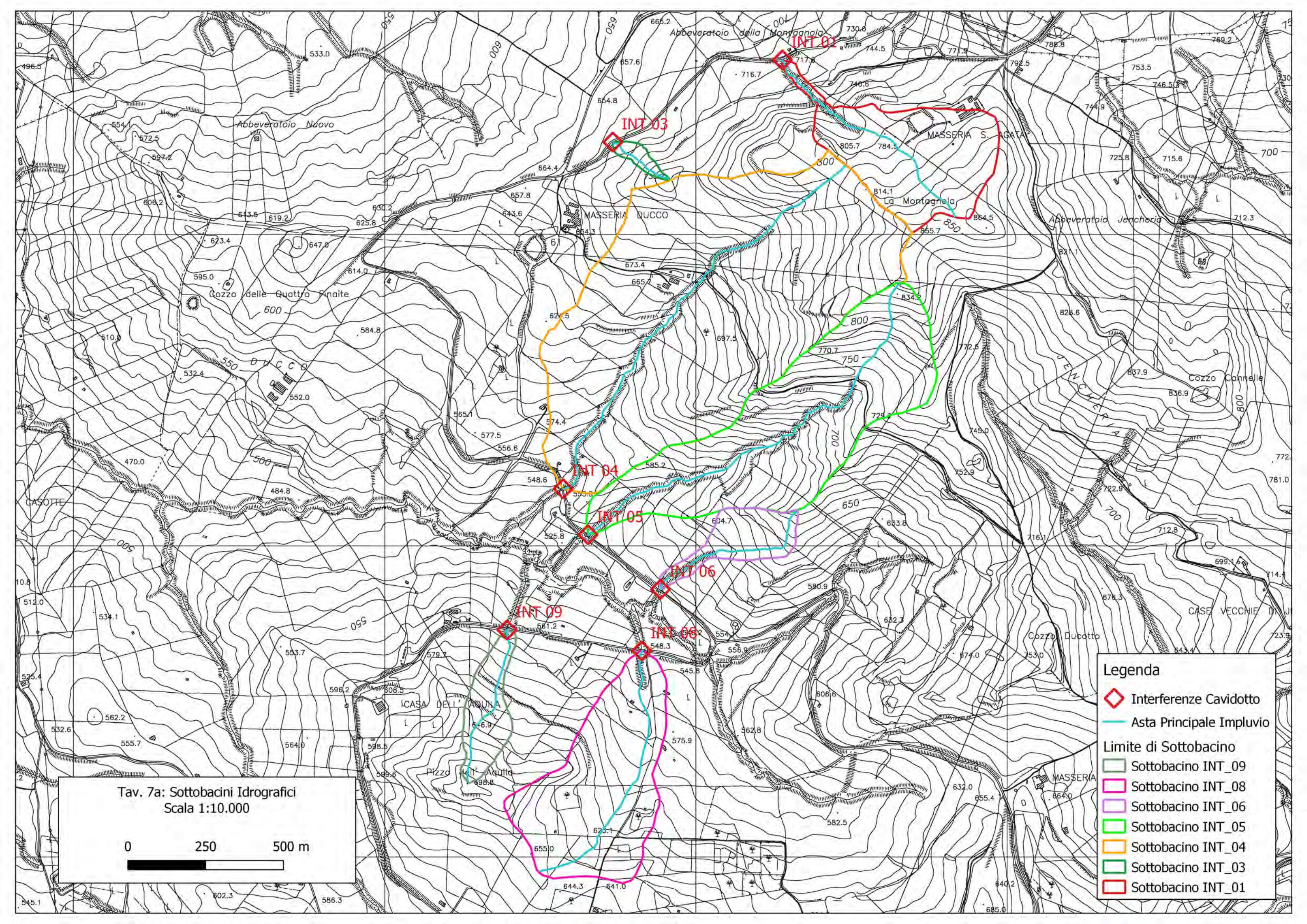


Legenda

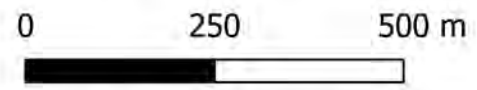
- Cavidotto
- Curve di livello 10 m

Carta Pendenze

- 0 - 5 %
- 5 - 10 %
- 10 - 20 %
- 20 - 45 %
- > 45 %

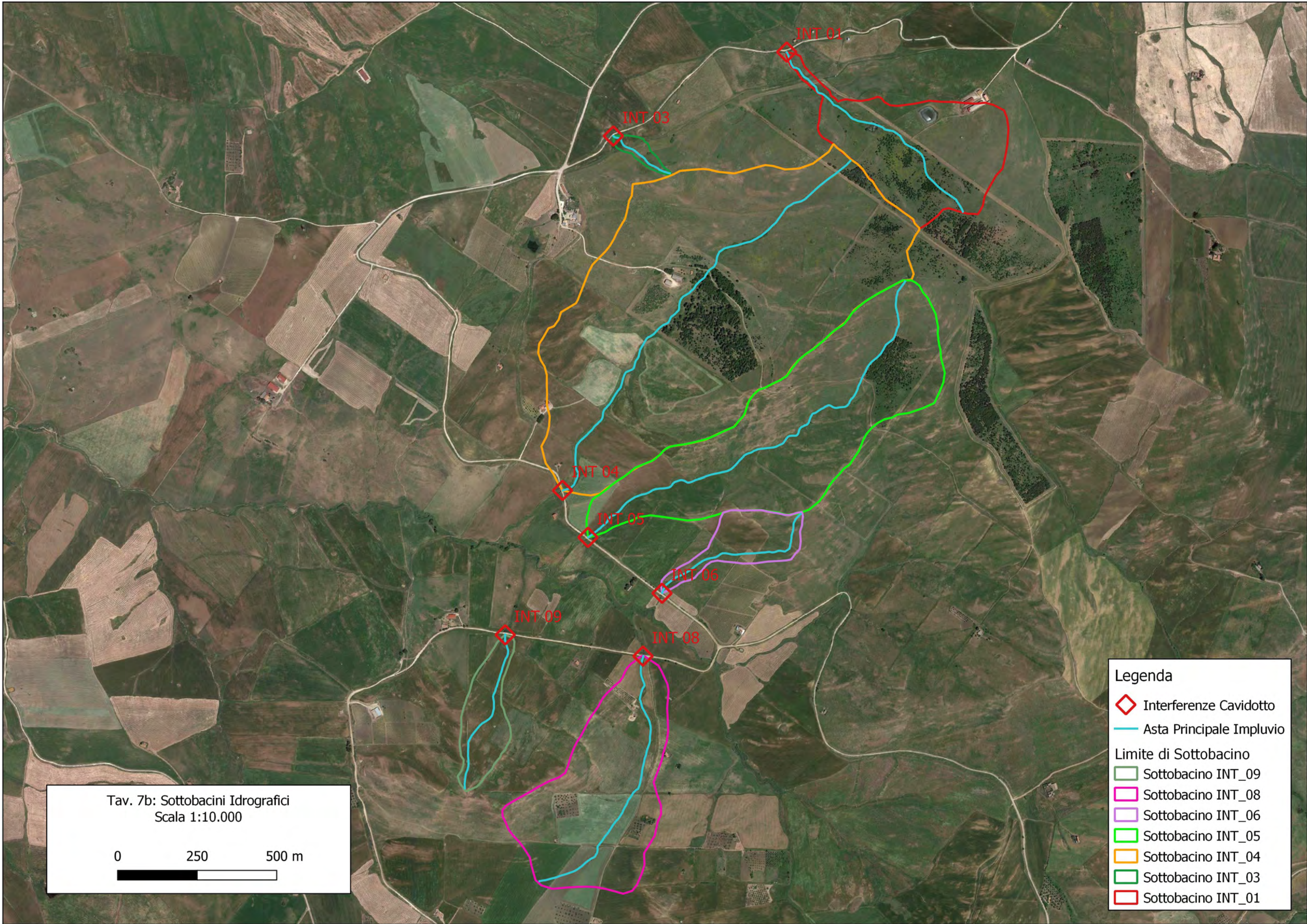


Tav. 7a: Sottobacini Idrografici
Scala 1:10.000



Legenda

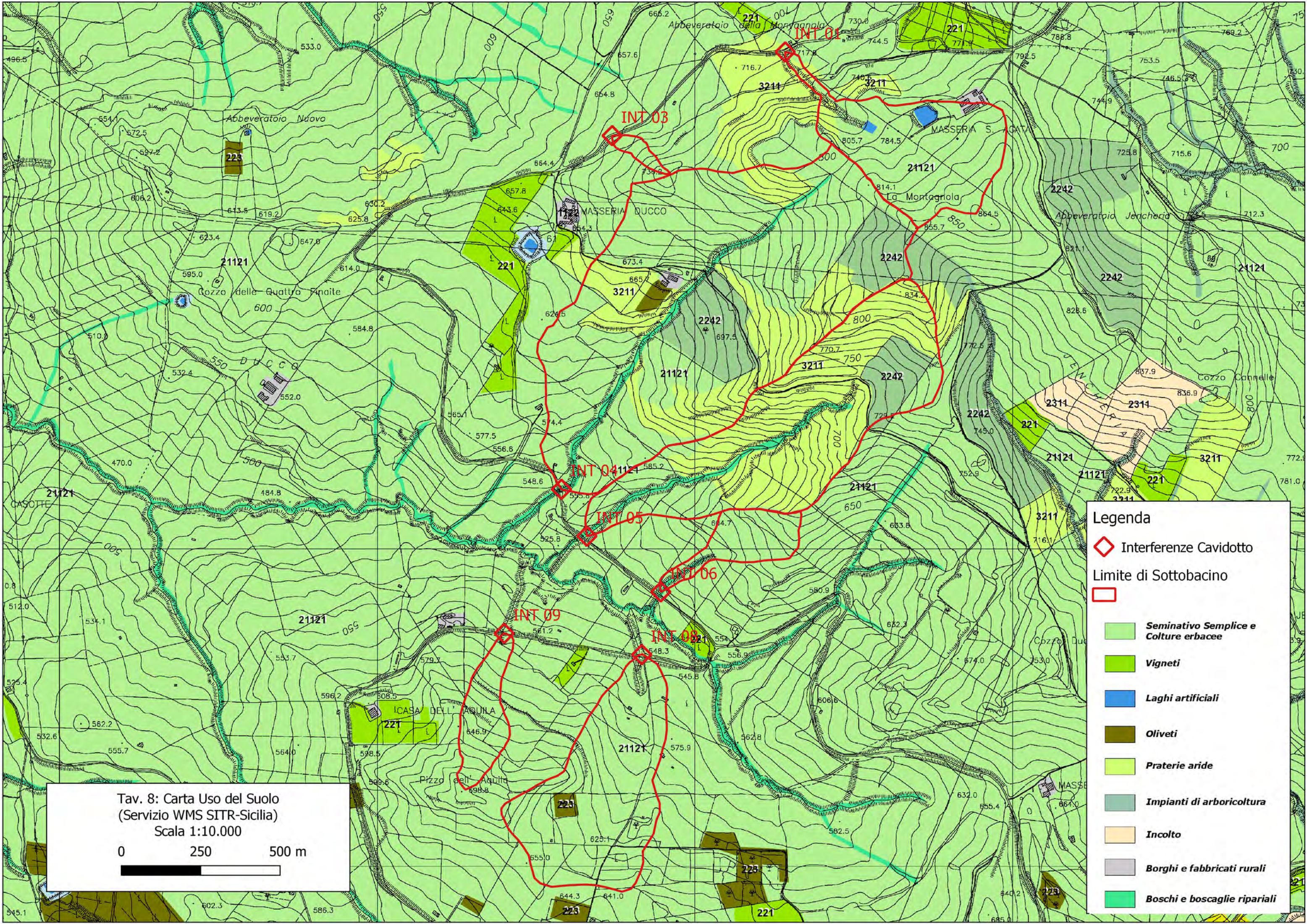
- ◊ Interferenze Cavidotto
- Asta Principale Impluvio
- Limite di Sottobacino
- Sottobacino INT_09
- Sottobacino INT_08
- Sottobacino INT_06
- Sottobacino INT_05
- Sottobacino INT_04
- Sottobacino INT_03
- Sottobacino INT_01



Tav. 7b: Sottobacini Idrografici
Scala 1:10.000

0 250 500 m

- Legenda**
-  Interferenze Cavidotto
 -  Asta Principale Impluvio
 - Limite di Sottobacino**
 -  Sottobacino INT_09
 -  Sottobacino INT_08
 -  Sottobacino INT_06
 -  Sottobacino INT_05
 -  Sottobacino INT_04
 -  Sottobacino INT_03
 -  Sottobacino INT_01

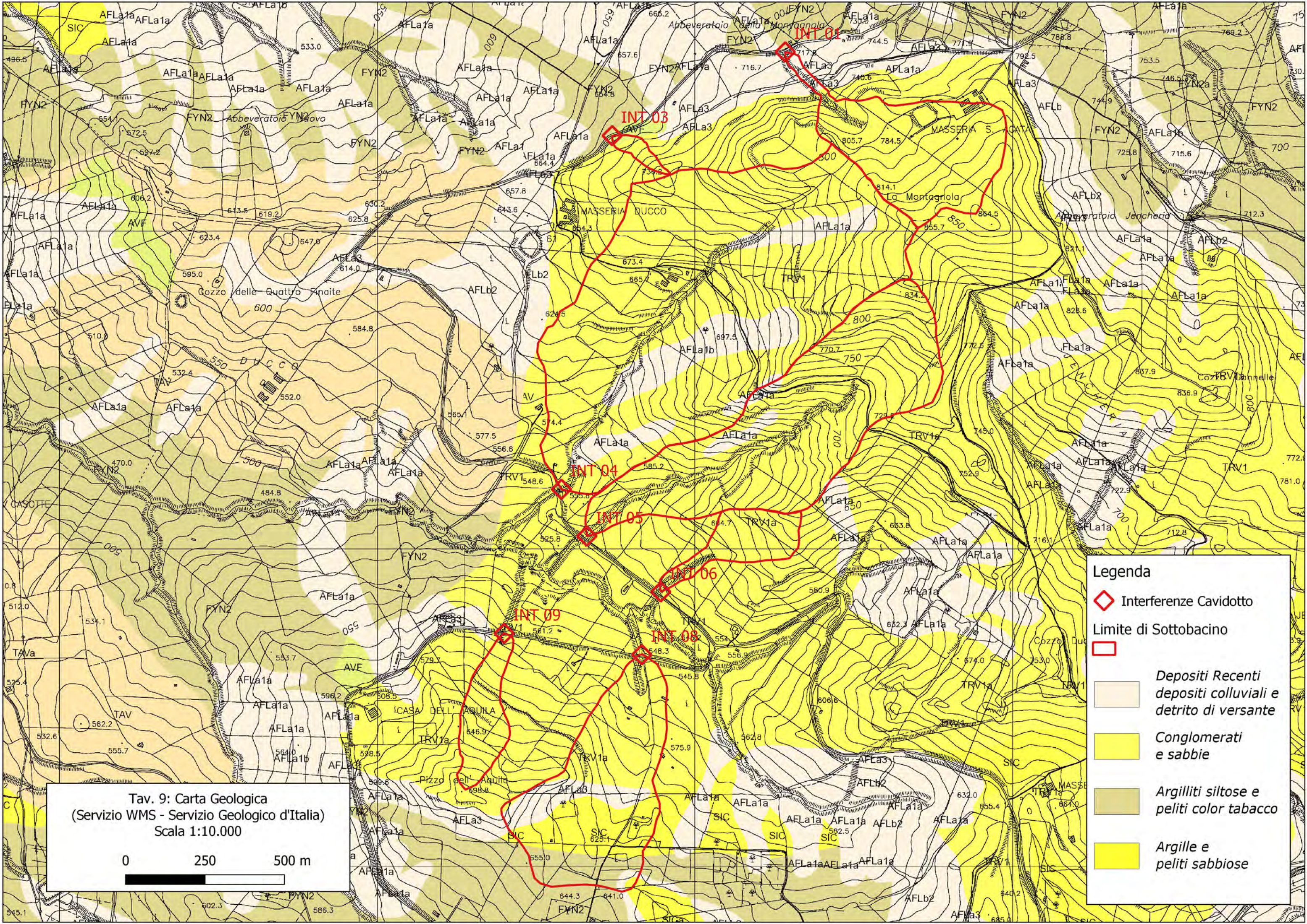


Legenda

- ◊ Interferenze Cavidotto
- Limite di Sottobacino
- Seminativo Semplice e Colture erbacee*
- Vigneti*
- Laghi artificiali*
- Oliveti*
- Praterie aride*
- Impianti di arboricoltura*
- Incolto*
- Borghi e fabbricati rurali*
- Boschi e boscaglie ripariali*

Tav. 8: Carta Uso del Suolo
 (Servizio WMS SITR-Sicilia)
 Scala 1:10.000







0 250 500 m



Tav. 9: Carta Geologica
 (Servizio WMS - Servizio Geologico d'Italia)
 Scala 1:10.000

0 250 500 m

Legenda

-  Interferenze Cavidotto
-  Limite di Sottobacino
-  Depositi Recenti
depositi colluviali e
detrito di versante
-  Conglomerati
e sabbie
-  Argilliti siltose e
peliti color tabacco
-  Argille e
peliti sabbiose

APPENDICE A

Formule Tempo di Corrivazione

FORMULE UTILIZZATE PER LA VALUTAZIONE DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE

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

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

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

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

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

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

II) *Formula di Kirpick*

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

L [Km] Lunghezza dell'asta principale

i_b [m/m] Pendenza media del bacino idrografico

III) *Formula SCS - CN*

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

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

L = lunghezza asta principale in metri

CN = Curve Number del Soil Conservation Service

IV) *Formula di Pezzoli*

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

L [Km] Lunghezza dell'asta principale

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

V) *Formula di Ventura*

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

A [Km²] Area del bacino idrografico

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

VI) *Formula di Pasini*

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

A [Km²] Area del bacino idrografico

L [Km] Lunghezza dell'asta principale

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

VII) *Formula di Viparelli*

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

L [Km] Lunghezza dell'asta principale

V Velocità media di deflusso all'interno dei canali, i valori suggeriti dell'autore

APPENDICE B

Calcolo Curve Number Sottobacini

CALCOLO DEL CURVE NUMBER SOTTOBACINI

Nelle tabelle successive sono riportate le valutazioni di dettaglio per il calcolo del Curve Number per i singoli sottobacini, utilizzando la procedura descritta nel paragrafo 3.2.3.

Sottobacino INT_01

Uso del Suolo	Classe di terreno	% di copertura	CN da tabella	Peso
<i>Seminativo semplice o colture erbacee</i>	A	12.0	63	7.5
<i>Seminativo semplice o colture erbacee</i>	B	76.6	73	55.9
<i>Prato arido</i>	A	3.4	49	1.7
<i>Prato arido</i>	B	4.6	69	3.2
<i>Borghi e Fabbricati Rurali</i>	B	1.1	74	0.8
<i>Aree assimilabili ad impermeabili</i>	---	2.3	----	---
TOTALE		100		69,1

Tabella B.1: Calcolo valore del Curve Number

Sottobacino INT_03

Uso del Suolo	Classe di terreno	% di copertura	CN da tabella	Peso
<i>Seminativo semplice o colture erbacee</i>	B	77.8	73	56.8
<i>Seminativo semplice o colture erbacee</i>	D	22.2	83	18.4
TOTALE		100		75,2

Tabella B.2: Calcolo valore del Curve Number

Sottobacino INT_04

Uso del Suolo	Classe di terreno	% di copertura	CN da tabella	Peso
<i>Seminativo semplice o colture erbacee</i>	B	59.2	73	43.2
<i>Prato arido</i>	B	23.4	69	16.1
<i>Oliveto</i>	B	0.8	71	0.5
<i>Arboricoltura</i>	B	13.3	66	8.8
<i>Boschi e boscaglie ripariali</i>	B	2.9	60	1.8
<i>Borghi e Fabbricati Rurali</i>	B	0.4	74	0.3
<i>Aree assimilabili ad impermeabili</i>	---	0.0	----	---
TOTALE		100		70,7

Tabella B.3: Calcolo valore del Curve Number

Sottobacino INT_05

Uso del Suolo	Classe di terreno	% di copertura	CN da tabella	Peso
<i>Seminativo semplice o colture erbacee</i>	B	18.2	73	13.3
<i>Prato arido</i>	B	68.4	69	47.2
<i>Arboricoltura</i>	B	9.2	66	6.1
<i>Boschi e boscaglie ripariali</i>	B	4.2	60	2.5
<i>Aree assimilabili ad impermeabili</i>	---	0.0	----	---
TOTALE		100		69,1

Tabella B.4: Calcolo valore del Curve Number

Sottobacino INT_06

Uso del Suolo	Classe di terreno	% di copertura	CN da tabella	Peso
<i>Seminativo semplice o colture erbacee</i>	B	100.0	73	73.0
<i>Aree assimilabili ad impermeabili</i>	---	0.0	----	---
TOTALE		100		73,0

Tabella B.5: Calcolo valore del Curve Number

Sottobacino INT_08

Uso del Suolo	Classe di terreno	% di copertura	CN da tabella	Peso
<i>Seminativo semplice o colture erbacee</i>	B	57.4	73	41.9
<i>Seminativo semplice o colture erbacee</i>	D	40.4	83	33.5
<i>Oliveto</i>	B	0.9	71	0.6
<i>Oliveto</i>	D	1.3	81	1.1
<i>Aree assimilabili ad impermeabili</i>	---	0.0	----	---
TOTALE		100		77,1

Tabella B.6: Calcolo valore del Curve Number

Sottobacino INT_09

Uso del Suolo	Classe di terreno	% di copertura	CN da tabella	Peso
<i>Seminativo semplice o colture erbacee</i>	B	100.0	73	73.0
<i>Aree assimilabili ad impermeabili</i>	---	0.0	----	---
TOTALE		100		73,0

Tabella B.7: Calcolo valore del Curve Number

APPENDICE C

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 arborea	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, poiché 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 D

Risultati Analisi Idrologica (Hec-HMS)

Risultati Elaborazione Idrologica HEC-HMS

1) Simulazione Tr = 100 anni (*Sottobacino INT_01*)

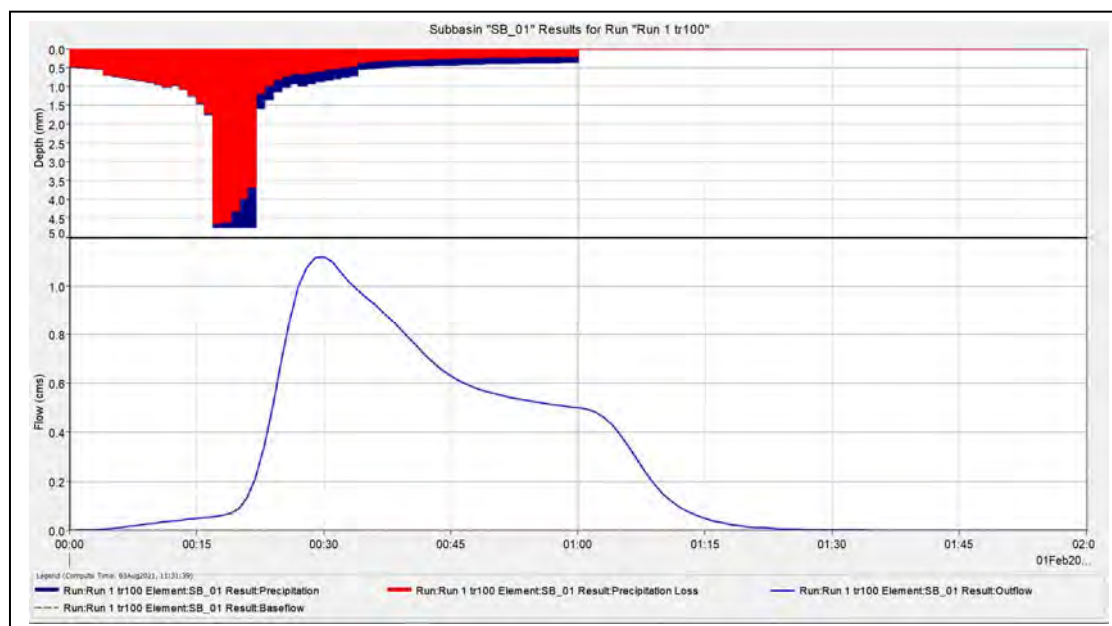


Fig. 1 Grafico riepilogativo dell'andamento della portata in m^3/s , delle altezze di pioggia totali e delle perdite con Tr 100 anni.

Date	Time	Precip mm	Loss mm	Excess mm	Direct Flow mc/s	Baseflow mc/s	Total Flow mc/s
1-Feb-21	0:00				0	0	0
1-Feb-21	0:01	0.48	0.47	0.01	0	0	0
1-Feb-21	0:02	0.5	0.49	0.01	0	0	0
1-Feb-21	0:03	0.52	0.51	0.01	0	0	0
1-Feb-21	0:04	0.54	0.53	0.01	0	0	0
1-Feb-21	0:05	0.71	0.69	0.02	0	0	0
1-Feb-21	0:06	0.73	0.72	0.02	0	0	0
1-Feb-21	0:07	0.77	0.75	0.02	0	0	0
1-Feb-21	0:08	0.8	0.78	0.02	0	0	0
1-Feb-21	0:09	0.84	0.83	0.02	0	0	0
1-Feb-21	0:10	0.89	0.87	0.02	0	0	0
1-Feb-21	0:11	0.95	0.93	0.02	0	0	0
1-Feb-21	0:12	1.02	0.99	0.02	0	0	0
1-Feb-21	0:13	0.97	0.95	0.02	0	0	0
1-Feb-21	0:14	1.07	1.05	0.02	0	0	0
1-Feb-21	0:15	1.26	1.23	0.03	0	0	0
1-Feb-21	0:16	1.45	1.42	0.03	0.1	0	0.1
1-Feb-21	0:17	1.75	1.71	0.04	0.1	0	0.1
1-Feb-21	0:18	4.74	4.63	0.11	0.1	0	0.1
1-Feb-21	0:19	4.74	4.6	0.14	0.1	0	0.1
1-Feb-21	0:20	4.74	4.29	0.45	0.1	0	0.1
1-Feb-21	0:21	4.74	3.97	0.77	0.1	0	0.1
1-Feb-21	0:22	4.74	3.68	1.06	0.2	0	0.2
1-Feb-21	0:23	1.58	1.17	0.41	0.3	0	0.3
1-Feb-21	0:24	1.34	0.97	0.37	0.5	0	0.5

1-Feb-21	0:25	1.14	0.81	0.33	0.7	0	0.7
1-Feb-21	0:26	1.02	0.71	0.31	0.9	0	0.9
1-Feb-21	0:27	0.93	0.64	0.29	1	0	1
1-Feb-21	0:28	0.98	0.67	0.32	1.1	0	1.1
1-Feb-21	0:29	0.92	0.62	0.3	1.1	0	1.1
1-Feb-21	0:30	0.87	0.57	0.29	1.1	0	1.1
1-Feb-21	0:31	0.82	0.54	0.29	1.1	0	1.1
1-Feb-21	0:32	0.78	0.51	0.28	1.1	0	1.1
1-Feb-21	0:33	0.75	0.48	0.27	1	0	1
1-Feb-21	0:34	0.72	0.45	0.27	1	0	1
1-Feb-21	0:35	0.55	0.34	0.21	1	0	1
1-Feb-21	0:36	0.53	0.33	0.2	0.9	0	0.9
1-Feb-21	0:37	0.51	0.31	0.19	0.9	0	0.9
1-Feb-21	0:38	0.49	0.3	0.19	0.9	0	0.9
1-Feb-21	0:39	0.47	0.29	0.19	0.8	0	0.8
1-Feb-21	0:40	0.46	0.28	0.18	0.8	0	0.8
1-Feb-21	0:41	0.46	0.27	0.18	0.7	0	0.7
1-Feb-21	0:42	0.45	0.27	0.18	0.7	0	0.7
1-Feb-21	0:43	0.44	0.26	0.18	0.7	0	0.7
1-Feb-21	0:44	0.44	0.26	0.18	0.7	0	0.7
1-Feb-21	0:45	0.43	0.25	0.18	0.6	0	0.6
1-Feb-21	0:46	0.42	0.25	0.18	0.6	0	0.6
1-Feb-21	0:47	0.42	0.24	0.18	0.6	0	0.6
1-Feb-21	0:48	0.41	0.24	0.17	0.6	0	0.6
1-Feb-21	0:49	0.41	0.23	0.17	0.6	0	0.6
1-Feb-21	0:50	0.4	0.23	0.17	0.6	0	0.6
1-Feb-21	0:51	0.4	0.22	0.17	0.5	0	0.5
1-Feb-21	0:52	0.39	0.22	0.17	0.5	0	0.5
1-Feb-21	0:53	0.39	0.22	0.17	0.5	0	0.5
1-Feb-21	0:54	0.38	0.21	0.17	0.5	0	0.5
1-Feb-21	0:55	0.38	0.21	0.17	0.5	0	0.5
1-Feb-21	0:56	0.37	0.21	0.17	0.5	0	0.5
1-Feb-21	0:57	0.37	0.2	0.17	0.5	0	0.5
1-Feb-21	0:58	0.36	0.2	0.16	0.5	0	0.5
1-Feb-21	0:59	0.36	0.2	0.16	0.5	0	0.5
1-Feb-21	1:00	0.36	0.19	0.16	0.5	0	0.5
1-Feb-21	1:01	0	0	0	0.5	0	0.5
1-Feb-21	1:02	0	0	0	0.5	0	0.5
1-Feb-21	1:03	0	0	0	0.5	0	0.5
1-Feb-21	1:04	0	0	0	0.4	0	0.4
1-Feb-21	1:05	0	0	0	0.4	0	0.4
1-Feb-21	1:06	0	0	0	0.3	0	0.3
1-Feb-21	1:07	0	0	0	0.3	0	0.3
1-Feb-21	1:08	0	0	0	0.2	0	0.2
1-Feb-21	1:09	0	0	0	0.2	0	0.2
1-Feb-21	1:10	0	0	0	0.2	0	0.2
1-Feb-21	1:11	0	0	0	0.1	0	0.1
1-Feb-21	1:12	0	0	0	0.1	0	0.1
1-Feb-21	1:13	0	0	0	0.1	0	0.1
1-Feb-21	1:14	0	0	0	0.1	0	0.1
1-Feb-21	1:15	0	0	0	0	0	0

Tab I: dettagli analitici della piena con Tr 100 anni. INT_01

2) Simulazione con $Tr = 100$ anni (*Sottobacino INT_03*)

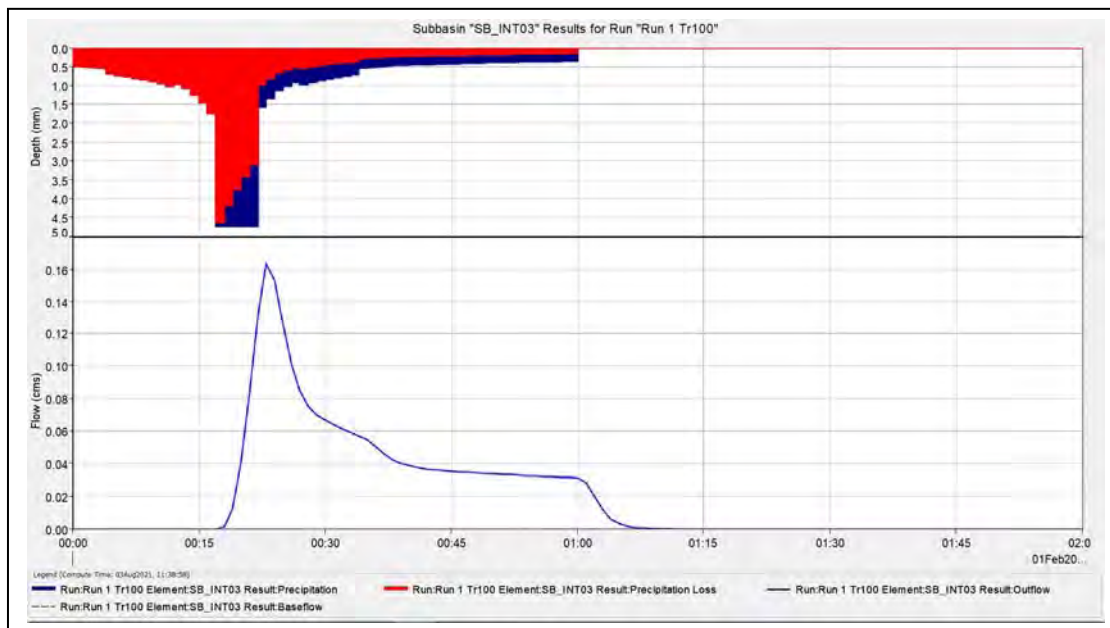


Fig. 2 Grafico riepilogativo dell'andamento della portata in m^3/s , delle altezze di pioggia totali e delle perdite con Tr 100 anni.

Date	Time	Precip mm	Loss mm	Excess mm	Direct Flow mc/s	Baseflow mc/s	Total Flow mc/s
1-Feb-21	0:00				0	0	0
1-Feb-21	0:01	0.48	0.48	0	0	0	0
1-Feb-21	0:02	0.5	0.5	0	0	0	0
1-Feb-21	0:03	0.52	0.52	0	0	0	0
1-Feb-21	0:04	0.54	0.54	0	0	0	0
1-Feb-21	0:05	0.71	0.71	0	0	0	0
1-Feb-21	0:06	0.73	0.73	0	0	0	0
1-Feb-21	0:07	0.77	0.77	0	0	0	0
1-Feb-21	0:08	0.8	0.8	0	0	0	0
1-Feb-21	0:09	0.84	0.84	0	0	0	0
1-Feb-21	0:10	0.89	0.89	0	0	0	0
1-Feb-21	0:11	0.95	0.95	0	0	0	0
1-Feb-21	0:12	1.02	1.02	0	0	0	0
1-Feb-21	0:13	0.97	0.97	0	0	0	0
1-Feb-21	0:14	1.07	1.07	0	0	0	0
1-Feb-21	0:15	1.26	1.26	0	0	0	0
1-Feb-21	0:16	1.45	1.45	0	0	0	0
1-Feb-21	0:17	1.75	1.75	0	0	0	0
1-Feb-21	0:18	4.74	4.62	0.12	0	0	0
1-Feb-21	0:19	4.74	4.17	0.57	0	0	0
1-Feb-21	0:20	4.74	3.76	0.98	0	0	0
1-Feb-21	0:21	4.74	3.41	1.33	0.1	0	0.1
1-Feb-21	0:22	4.74	3.1	1.64	0.1	0	0.1
1-Feb-21	0:23	1.58	0.97	0.61	0.2	0	0.2
1-Feb-21	0:24	1.34	0.81	0.54	0.2	0	0.2

1-Feb-21	0:25	1.14	0.67	0.47	0.1	0	0.1
1-Feb-21	0:26	1.02	0.59	0.43	0.1	0	0.1
1-Feb-21	0:27	0.93	0.52	0.41	0.1	0	0.1
1-Feb-21	0:28	0.98	0.54	0.44	0.1	0	0.1
1-Feb-21	0:29	0.92	0.5	0.42	0.1	0	0.1
1-Feb-21	0:30	0.87	0.47	0.4	0.1	0	0.1
1-Feb-21	0:31	0.82	0.44	0.39	0.1	0	0.1
1-Feb-21	0:32	0.78	0.41	0.37	0.1	0	0.1
1-Feb-21	0:33	0.75	0.39	0.36	0.1	0	0.1
1-Feb-21	0:34	0.72	0.37	0.35	0.1	0	0.1
1-Feb-21	0:35	0.55	0.28	0.27	0.1	0	0.1
1-Feb-21	0:36	0.53	0.26	0.27	0.1	0	0.1
1-Feb-21	0:37	0.51	0.25	0.26	0	0	0
1-Feb-21	0:38	0.49	0.24	0.25	0	0	0
1-Feb-21	0:39	0.47	0.23	0.24	0	0	0
1-Feb-21	0:40	0.46	0.22	0.24	0	0	0
1-Feb-21	0:41	0.46	0.22	0.24	0	0	0
1-Feb-21	0:42	0.45	0.21	0.24	0	0	0
1-Feb-21	0:43	0.44	0.21	0.23	0	0	0
1-Feb-21	0:44	0.44	0.2	0.23	0	0	0
1-Feb-21	0:45	0.43	0.2	0.23	0	0	0
1-Feb-21	0:46	0.42	0.2	0.23	0	0	0
1-Feb-21	0:47	0.42	0.19	0.23	0	0	0
1-Feb-21	0:48	0.41	0.19	0.22	0	0	0
1-Feb-21	0:49	0.41	0.18	0.22	0	0	0
1-Feb-21	0:50	0.4	0.18	0.22	0	0	0
1-Feb-21	0:51	0.4	0.18	0.22	0	0	0
1-Feb-21	0:52	0.39	0.17	0.22	0	0	0
1-Feb-21	0:53	0.39	0.17	0.22	0	0	0
1-Feb-21	0:54	0.38	0.17	0.21	0	0	0
1-Feb-21	0:55	0.38	0.16	0.21	0	0	0
1-Feb-21	0:56	0.37	0.16	0.21	0	0	0
1-Feb-21	0:57	0.37	0.16	0.21	0	0	0
1-Feb-21	0:58	0.36	0.16	0.21	0	0	0
1-Feb-21	0:59	0.36	0.15	0.21	0	0	0
1-Feb-21	1:00	0.36	0.15	0.2	0	0	0
1-Feb-21	1:01	0	0	0	0	0	0

Tab II: dettagli analitici della piena con Tr 100 anni. INT_03

3) Simulazione Tr = 100 anni (Sottobacino INT_04)

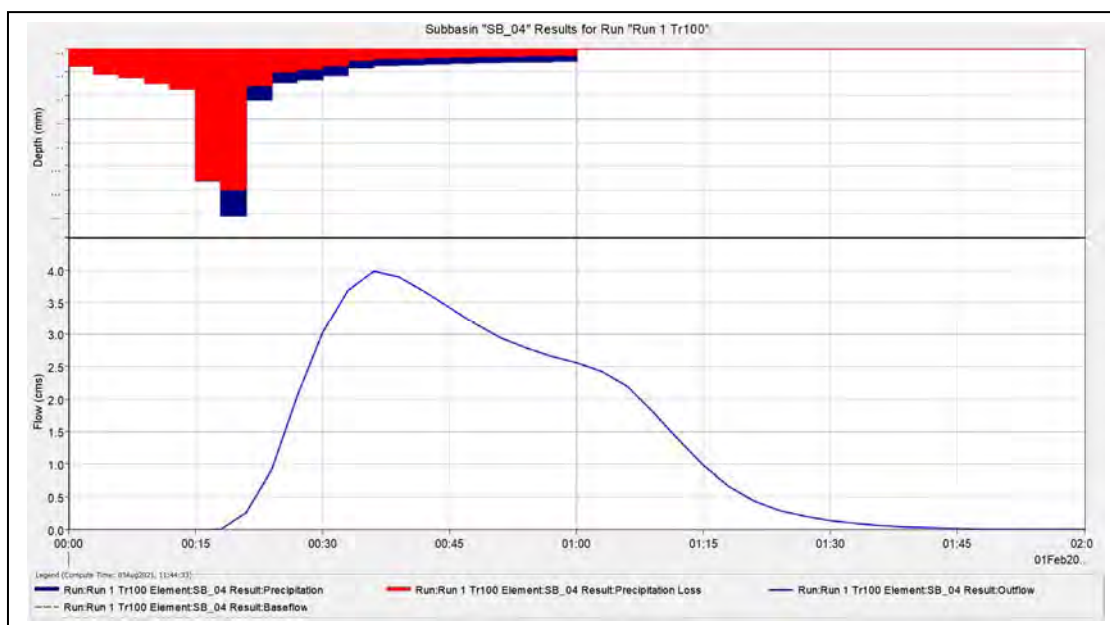


Fig. 3 Grafico riepilogativo dell'andamento della portata in m^3/s , delle altezze di pioggia totali e delle perdite con Tr 100 anni.

Date	Time	Precip mm	Loss mm	Excess mm	Direct Flow mc/s	Baseflow mc/s	Total Flow mc/s
1-Feb-21	0:00				0	0	0
1-Feb-21	0:03	1.52	1.52	0	0	0	0
1-Feb-21	0:06	2.16	2.16	0	0	0	0
1-Feb-21	0:09	2.47	2.47	0	0	0	0
1-Feb-21	0:12	2.95	2.95	0	0	0	0
1-Feb-21	0:15	3.47	3.47	0	0	0	0
1-Feb-21	0:18	11.23	11.16	0.07	0	0	0
1-Feb-21	0:21	14.22	11.93	2.29	0.3	0	0.3
1-Feb-21	0:24	4.38	3.13	1.24	0.9	0	0.9
1-Feb-21	0:27	2.92	1.97	0.95	2	0	2
1-Feb-21	0:30	2.68	1.73	0.95	3	0	3
1-Feb-21	0:33	2.3	1.43	0.87	3.7	0	3.7
1-Feb-21	0:36	1.62	0.98	0.64	4	0	4
1-Feb-21	0:39	1.44	0.85	0.59	3.9	0	3.9
1-Feb-21	0:42	1.37	0.8	0.58	3.7	0	3.7
1-Feb-21	0:45	1.31	0.74	0.56	3.4	0	3.4
1-Feb-21	0:48	1.25	0.7	0.55	3.2	0	3.2
1-Feb-21	0:51	1.2	0.66	0.54	3	0	3
1-Feb-21	0:54	1.16	0.62	0.53	2.8	0	2.8
1-Feb-21	0:57	1.12	0.59	0.52	2.7	0	2.7
1-Feb-21	1:00	1.08	0.56	0.51	2.6	0	2.6
1-Feb-21	1:03	0	0	0	2.4	0	2.4
1-Feb-21	1:06	0	0	0	2.2	0	2.2
1-Feb-21	1:09	0	0	0	1.8	0	1.8
1-Feb-21	1:12	0	0	0	1.4	0	1.4

1-Feb-21	1:15	0	0	0	1	0	1
1-Feb-21	1:18	0	0	0	0.7	0	0.7
1-Feb-21	1:21	0	0	0	0.4	0	0.4
1-Feb-21	1:24	0	0	0	0.3	0	0.3
1-Feb-21	1:27	0	0	0	0.2	0	0.2
1-Feb-21	1:30	0	0	0	0.1	0	0.1
1-Feb-21	1:33	0	0	0	0.1	0	0.1
1-Feb-21	1:36	0	0	0	0.1	0	0.1
1-Feb-21	1:39	0	0	0	0	0	0
1-Feb-21	1:42	0	0	0	0	0	0
1-Feb-21	1:45	0	0	0	0	0	0
1-Feb-21	1:48	0	0	0	0	0	0
1-Feb-21	1:51	0	0	0	0	0	0
1-Feb-21	1:54	0	0	0	0	0	0
1-Feb-21	1:57	0	0	0	0	0	0
1-Feb-21	2:00	0	0	0	0	0	0

Tab III: dettagli analitici della piena con Tr 100 anni. INT_04

4) Simulazione con $Tr = 100$ anni (*Sottobacino INT_05*)

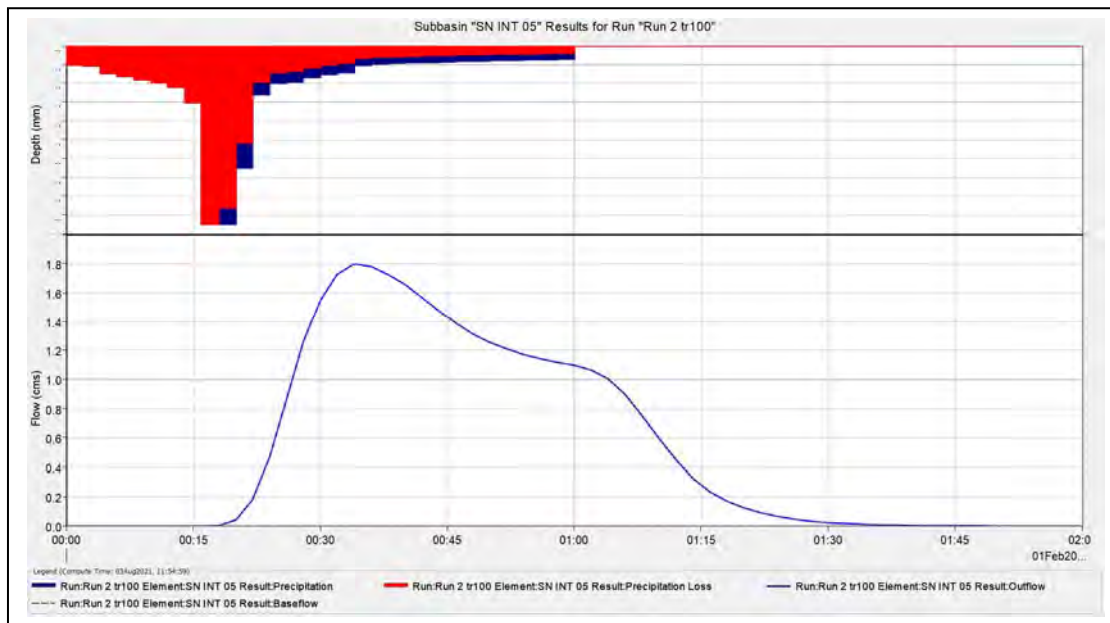


Fig. 4 Grafico riepilogativo dell'andamento della portata in m^3/s , delle altezze di pioggia totali e delle perdite con Tr 100 anni.

Date	Time	Precip mm	Loss mm	Excess mm	Direct Flow mc/s	Baseflow mc/s	Total Flow mc/s
1-Feb-21	0:00				0	0	0
1-Feb-21	0:02	1.01	1.01	0	0	0	0
1-Feb-21	0:04	1.09	1.09	0	0	0	0
1-Feb-21	0:06	1.48	1.48	0	0	0	0
1-Feb-21	0:08	1.63	1.63	0	0	0	0
1-Feb-21	0:10	1.81	1.81	0	0	0	0
1-Feb-21	0:12	1.95	1.95	0	0	0	0
1-Feb-21	0:14	2.21	2.21	0	0	0	0
1-Feb-21	0:16	3.03	3.03	0	0	0	0
1-Feb-21	0:18	9.48	9.47	0.01	0	0	0
1-Feb-21	0:20	9.48	8.61	0.87	0	0	0
1-Feb-21	0:22	6.49	5.17	1.32	0.2	0	0.2
1-Feb-21	0:24	2.6	1.93	0.67	0.5	0	0.5
1-Feb-21	0:26	1.99	1.43	0.56	0.9	0	0.9
1-Feb-21	0:28	1.93	1.35	0.59	1.3	0	1.3
1-Feb-21	0:30	1.71	1.16	0.55	1.5	0	1.5
1-Feb-21	0:32	1.55	1.03	0.52	1.7	0	1.7
1-Feb-21	0:34	1.42	0.92	0.5	1.8	0	1.8
1-Feb-21	0:36	1.05	0.67	0.38	1.8	0	1.8
1-Feb-21	0:38	0.97	0.61	0.36	1.7	0	1.7
1-Feb-21	0:40	0.94	0.58	0.36	1.7	0	1.7
1-Feb-21	0:42	0.91	0.56	0.35	1.6	0	1.6
1-Feb-21	0:44	0.88	0.53	0.35	1.5	0	1.5
1-Feb-21	0:46	0.85	0.51	0.34	1.4	0	1.4
1-Feb-21	0:48	0.83	0.49	0.34	1.3	0	1.3

1-Feb-21	0:50	0.81	0.47	0.34	1.3	0	1.3
1-Feb-21	0:52	0.79	0.45	0.33	1.2	0	1.2
1-Feb-21	0:54	0.77	0.44	0.33	1.2	0	1.2
1-Feb-21	0:56	0.75	0.42	0.32	1.1	0	1.1
1-Feb-21	0:58	0.73	0.41	0.32	1.1	0	1.1
1-Feb-21	1:00	0.71	0.4	0.32	1.1	0	1.1
1-Feb-21	1:02	0	0	0	1.1	0	1.1
1-Feb-21	1:04	0	0	0	1	0	1
1-Feb-21	1:06	0	0	0	0.9	0	0.9
1-Feb-21	1:08	0	0	0	0.8	0	0.8
1-Feb-21	1:10	0	0	0	0.6	0	0.6
1-Feb-21	1:12	0	0	0	0.5	0	0.5
1-Feb-21	1:14	0	0	0	0.3	0	0.3
1-Feb-21	1:16	0	0	0	0.2	0	0.2
1-Feb-21	1:18	0	0	0	0.2	0	0.2
1-Feb-21	1:20	0	0	0	0.1	0	0.1
1-Feb-21	1:22	0	0	0	0.1	0	0.1
1-Feb-21	1:24	0	0	0	0.1	0	0.1
1-Feb-21	1:26	0	0	0	0	0	0

Tab IV: dettagli analitici della piena Tr 100 anni. INT_05

5) Simulazione Tr = 100 anni (Sottobacino INT_06)

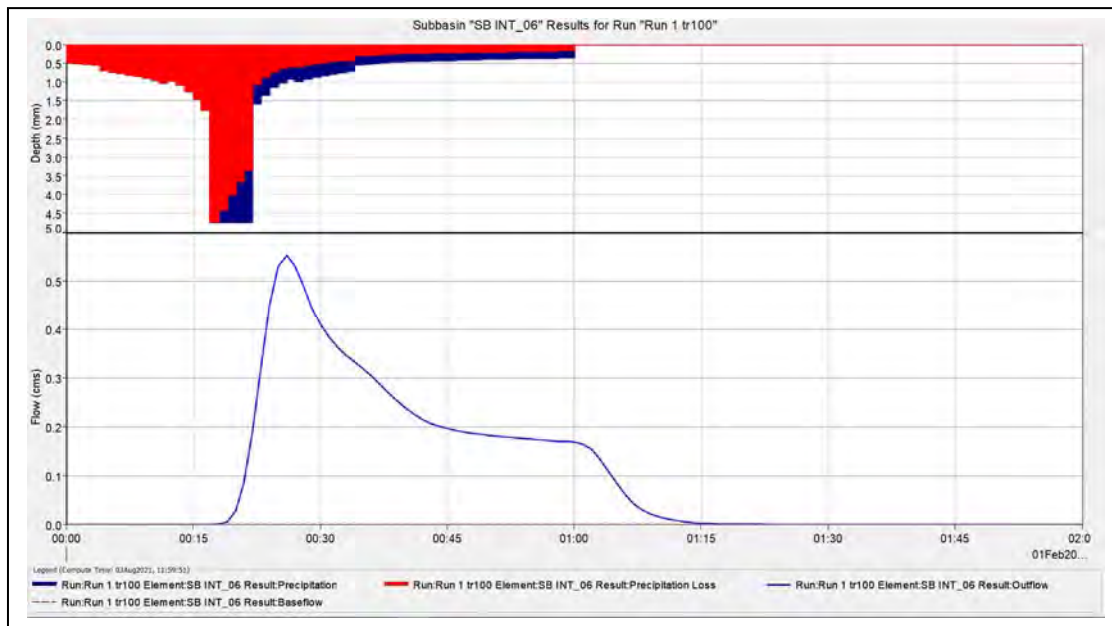


Fig. 5 Grafico riepilogativo dell'andamento della portata in m^3/s , delle altezze di pioggia totali e delle perdite con Tr 100 anni.

Date	Time	Precip mm	Loss mm	Excess mm	Direct Flow mc/s	Baseflow mc/s	Total Flow mc/s
1-Feb-21	0:00				0	0	0
1-Feb-21	0:01	0.48	0.48	0	0	0	0
1-Feb-21	0:02	0.5	0.5	0	0	0	0
1-Feb-21	0:03	0.52	0.52	0	0	0	0
1-Feb-21	0:04	0.54	0.54	0	0	0	0
1-Feb-21	0:05	0.71	0.71	0	0	0	0
1-Feb-21	0:06	0.73	0.73	0	0	0	0
1-Feb-21	0:07	0.77	0.77	0	0	0	0
1-Feb-21	0:08	0.8	0.8	0	0	0	0
1-Feb-21	0:09	0.84	0.84	0	0	0	0
1-Feb-21	0:10	0.89	0.89	0	0	0	0
1-Feb-21	0:11	0.95	0.95	0	0	0	0
1-Feb-21	0:12	1.02	1.02	0	0	0	0
1-Feb-21	0:13	0.97	0.97	0	0	0	0
1-Feb-21	0:14	1.07	1.07	0	0	0	0
1-Feb-21	0:15	1.26	1.26	0	0	0	0
1-Feb-21	0:16	1.45	1.45	0	0	0	0
1-Feb-21	0:17	1.75	1.75	0	0	0	0
1-Feb-21	0:18	4.74	4.72	0.02	0	0	0
1-Feb-21	0:19	4.74	4.4	0.34	0	0	0
1-Feb-21	0:20	4.74	4	0.74	0	0	0
1-Feb-21	0:21	4.74	3.66	1.08	0.1	0	0.1
1-Feb-21	0:22	4.74	3.35	1.39	0.2	0	0.2
1-Feb-21	0:23	1.58	1.06	0.52	0.3	0	0.3

1-Feb-21	0:24	1.34	0.88	0.47	0.5	0	0.5
1-Feb-21	0:25	1.14	0.73	0.41	0.5	0	0.5
1-Feb-21	0:26	1.02	0.64	0.38	0.6	0	0.6
1-Feb-21	0:27	0.93	0.57	0.36	0.5	0	0.5
1-Feb-21	0:28	0.98	0.6	0.39	0.5	0	0.5
1-Feb-21	0:29	0.92	0.55	0.37	0.4	0	0.4
1-Feb-21	0:30	0.87	0.51	0.36	0.4	0	0.4
1-Feb-21	0:31	0.82	0.48	0.35	0.4	0	0.4
1-Feb-21	0:32	0.78	0.45	0.33	0.4	0	0.4
1-Feb-21	0:33	0.75	0.42	0.33	0.3	0	0.3
1-Feb-21	0:34	0.72	0.4	0.32	0.3	0	0.3
1-Feb-21	0:35	0.55	0.31	0.25	0.3	0	0.3
1-Feb-21	0:36	0.53	0.29	0.24	0.3	0	0.3
1-Feb-21	0:37	0.51	0.28	0.23	0.3	0	0.3
1-Feb-21	0:38	0.49	0.26	0.23	0.3	0	0.3
1-Feb-21	0:39	0.47	0.25	0.22	0.3	0	0.3
1-Feb-21	0:40	0.46	0.25	0.22	0.2	0	0.2
1-Feb-21	0:41	0.46	0.24	0.22	0.2	0	0.2
1-Feb-21	0:42	0.45	0.24	0.21	0.2	0	0.2
1-Feb-21	0:43	0.44	0.23	0.21	0.2	0	0.2
1-Feb-21	0:44	0.44	0.23	0.21	0.2	0	0.2
1-Feb-21	0:45	0.43	0.22	0.21	0.2	0	0.2
1-Feb-21	0:46	0.42	0.22	0.21	0.2	0	0.2
1-Feb-21	0:47	0.42	0.21	0.21	0.2	0	0.2
1-Feb-21	0:48	0.41	0.21	0.2	0.2	0	0.2
1-Feb-21	0:49	0.41	0.2	0.2	0.2	0	0.2
1-Feb-21	0:50	0.4	0.2	0.2	0.2	0	0.2
1-Feb-21	0:51	0.4	0.2	0.2	0.2	0	0.2
1-Feb-21	0:52	0.39	0.19	0.2	0.2	0	0.2
1-Feb-21	0:53	0.39	0.19	0.2	0.2	0	0.2
1-Feb-21	0:54	0.38	0.19	0.2	0.2	0	0.2
1-Feb-21	0:55	0.38	0.18	0.19	0.2	0	0.2
1-Feb-21	0:56	0.37	0.18	0.19	0.2	0	0.2
1-Feb-21	0:57	0.37	0.18	0.19	0.2	0	0.2
1-Feb-21	0:58	0.36	0.17	0.19	0.2	0	0.2
1-Feb-21	0:59	0.36	0.17	0.19	0.2	0	0.2
1-Feb-21	1:00	0.36	0.17	0.19	0.2	0	0.2
1-Feb-21	1:01	0	0	0	0.2	0	0.2
1-Feb-21	1:02	0	0	0	0.2	0	0.2
1-Feb-21	1:03	0	0	0	0.1	0	0.1
1-Feb-21	1:04	0	0	0	0.1	0	0.1
1-Feb-21	1:05	0	0	0	0.1	0	0.1
1-Feb-21	1:06	0	0	0	0.1	0	0.1
1-Feb-21	1:07	0	0	0	0	0	0

Tab V: dettagli analitici della piena con Tr 100 anni. INT_06

6) Simulazione con $Tr = 100$ anni (*Sottobacino INT_08*)

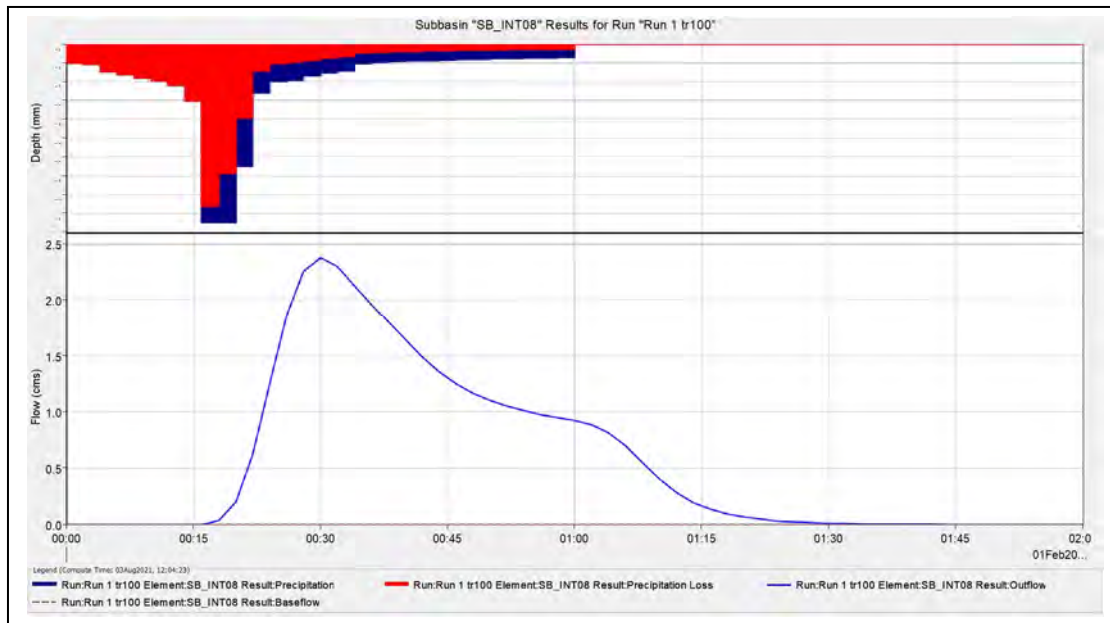


Fig. 6 Grafico riepilogativo dell'andamento della portata in m^3/s , delle altezze di pioggia totali e delle perdite con Tr 100 anni.

Date	Time	Precip mm	Loss mm	Excess mm	Direct Flow mc/s	Baseflow mc/s	Total Flow mc/s
1-Feb-21	0:00				0	0	0
1-Feb-21	0:02	1.01	1.01	0	0	0	0
1-Feb-21	0:04	1.09	1.09	0	0	0	0
1-Feb-21	0:06	1.48	1.48	0	0	0	0
1-Feb-21	0:08	1.63	1.63	0	0	0	0
1-Feb-21	0:10	1.81	1.81	0	0	0	0
1-Feb-21	0:12	1.95	1.95	0	0	0	0
1-Feb-21	0:14	2.21	2.21	0	0	0	0
1-Feb-21	0:16	3.03	3.03	0	0	0	0
1-Feb-21	0:18	9.48	8.6	0.88	0	0	0
1-Feb-21	0:20	9.48	6.86	2.62	0.2	0	0.2
1-Feb-21	0:22	6.49	3.95	2.54	0.6	0	0.6
1-Feb-21	0:24	2.6	1.44	1.16	1.2	0	1.2
1-Feb-21	0:26	1.99	1.06	0.94	1.9	0	1.9
1-Feb-21	0:28	1.93	0.99	0.95	2.3	0	2.3
1-Feb-21	0:30	1.71	0.84	0.87	2.4	0	2.4
1-Feb-21	0:32	1.55	0.74	0.81	2.3	0	2.3
1-Feb-21	0:34	1.42	0.66	0.76	2.1	0	2.1
1-Feb-21	0:36	1.05	0.48	0.57	2	0	2
1-Feb-21	0:38	0.97	0.43	0.54	1.8	0	1.8
1-Feb-21	0:40	0.94	0.41	0.52	1.6	0	1.6
1-Feb-21	0:42	0.91	0.39	0.51	1.5	0	1.5
1-Feb-21	0:44	0.88	0.37	0.5	1.4	0	1.4
1-Feb-21	0:46	0.85	0.36	0.49	1.2	0	1.2
1-Feb-21	0:48	0.83	0.34	0.49	1.2	0	1.2

1-Feb-21	0:50	0.81	0.33	0.48	1.1	0	1.1
1-Feb-21	0:52	0.79	0.32	0.47	1	0	1
1-Feb-21	0:54	0.77	0.3	0.46	1	0	1
1-Feb-21	0:56	0.75	0.29	0.45	1	0	1
1-Feb-21	0:58	0.73	0.28	0.45	0.9	0	0.9
1-Feb-21	1:00	0.71	0.27	0.44	0.9	0	0.9
1-Feb-21	1:02	0	0	0	0.9	0	0.9
1-Feb-21	1:04	0	0	0	0.8	0	0.8
1-Feb-21	1:06	0	0	0	0.7	0	0.7
1-Feb-21	1:08	0	0	0	0.5	0	0.5
1-Feb-21	1:10	0	0	0	0.4	0	0.4
1-Feb-21	1:12	0	0	0	0.3	0	0.3
1-Feb-21	1:14	0	0	0	0.2	0	0.2
1-Feb-21	1:16	0	0	0	0.1	0	0.1
1-Feb-21	1:18	0	0	0	0.1	0	0.1
1-Feb-21	1:20	0	0	0	0.1	0	0.1
1-Feb-21	1:22	0	0	0	0	0	0

Tab VI: dettagli analitici della piena con Tr 100 anni; INT_08

7) Simulazione con $Tr = 100$ anni (*Sottobacino INT_09*)

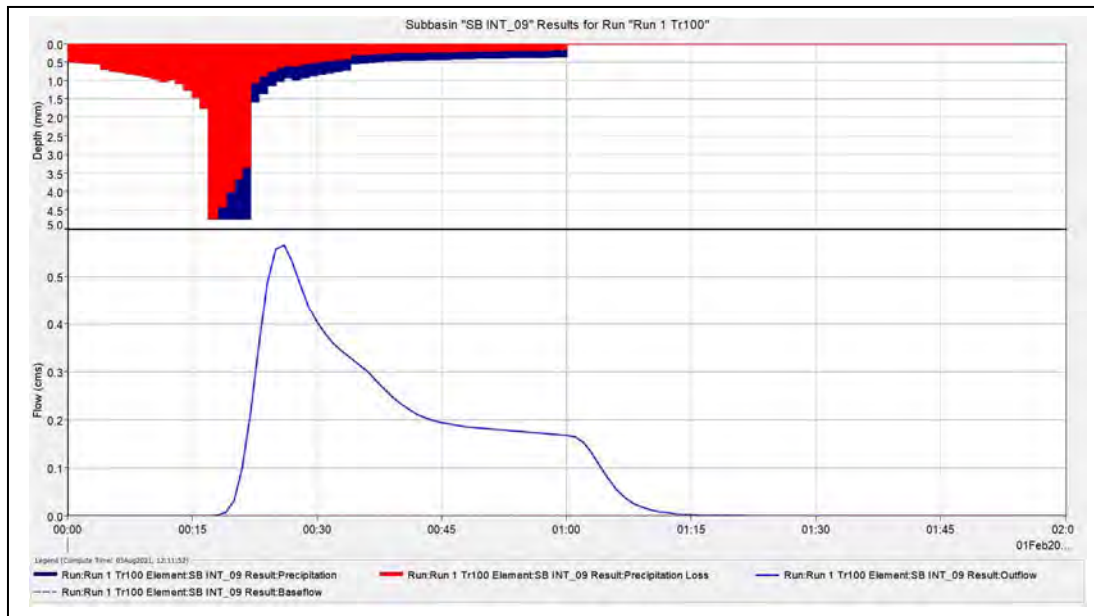


Fig. 7 Grafico riepilogativo dell'andamento della portata in m^3/s , delle altezze di pioggia totali e delle perdite con Tr 100 anni.

Date	Time	Precip mm	Loss mm	Excess mm	Direct Flow mc/s	Baseflow mc/s	Total Flow mc/s
1-Feb-21	0:00				0	0	0
1-Feb-21	0:01	0.48	0.48	0	0	0	0
1-Feb-21	0:02	0.5	0.5	0	0	0	0
1-Feb-21	0:03	0.52	0.52	0	0	0	0
1-Feb-21	0:04	0.54	0.54	0	0	0	0
1-Feb-21	0:05	0.71	0.71	0	0	0	0
1-Feb-21	0:06	0.73	0.73	0	0	0	0
1-Feb-21	0:07	0.77	0.77	0	0	0	0
1-Feb-21	0:08	0.8	0.8	0	0	0	0
1-Feb-21	0:09	0.84	0.84	0	0	0	0
1-Feb-21	0:10	0.89	0.89	0	0	0	0
1-Feb-21	0:11	0.95	0.95	0	0	0	0
1-Feb-21	0:12	1.02	1.02	0	0	0	0
1-Feb-21	0:13	0.97	0.97	0	0	0	0
1-Feb-21	0:14	1.07	1.07	0	0	0	0
1-Feb-21	0:15	1.26	1.26	0	0	0	0
1-Feb-21	0:16	1.45	1.45	0	0	0	0
1-Feb-21	0:17	1.75	1.75	0	0	0	0
1-Feb-21	0:18	4.74	4.72	0.02	0	0	0
1-Feb-21	0:19	4.74	4.4	0.34	0	0	0
1-Feb-21	0:20	4.74	4	0.74	0	0	0
1-Feb-21	0:21	4.74	3.66	1.08	0.1	0	0.1
1-Feb-21	0:22	4.74	3.35	1.39	0.2	0	0.2
1-Feb-21	0:23	1.58	1.06	0.52	0.4	0	0.4
1-Feb-21	0:24	1.34	0.88	0.47	0.5	0	0.5

1-Feb-21	0:25	1.14	0.73	0.41	0.6	0	0.6
1-Feb-21	0:26	1.02	0.64	0.38	0.6	0	0.6
1-Feb-21	0:27	0.93	0.57	0.36	0.5	0	0.5
1-Feb-21	0:28	0.98	0.6	0.39	0.5	0	0.5
1-Feb-21	0:29	0.92	0.55	0.37	0.4	0	0.4
1-Feb-21	0:30	0.87	0.51	0.36	0.4	0	0.4
1-Feb-21	0:31	0.82	0.48	0.35	0.4	0	0.4
1-Feb-21	0:32	0.78	0.45	0.33	0.4	0	0.4
1-Feb-21	0:33	0.75	0.42	0.33	0.3	0	0.3
1-Feb-21	0:34	0.72	0.4	0.32	0.3	0	0.3
1-Feb-21	0:35	0.55	0.31	0.25	0.3	0	0.3
1-Feb-21	0:36	0.53	0.29	0.24	0.3	0	0.3
1-Feb-21	0:37	0.51	0.28	0.23	0.3	0	0.3
1-Feb-21	0:38	0.49	0.26	0.23	0.3	0	0.3
1-Feb-21	0:39	0.47	0.25	0.22	0.2	0	0.2
1-Feb-21	0:40	0.46	0.25	0.22	0.2	0	0.2
1-Feb-21	0:41	0.46	0.24	0.22	0.2	0	0.2
1-Feb-21	0:42	0.45	0.24	0.21	0.2	0	0.2
1-Feb-21	0:43	0.44	0.23	0.21	0.2	0	0.2
1-Feb-21	0:44	0.44	0.23	0.21	0.2	0	0.2
1-Feb-21	0:45	0.43	0.22	0.21	0.2	0	0.2
1-Feb-21	0:46	0.42	0.22	0.21	0.2	0	0.2
1-Feb-21	0:47	0.42	0.21	0.21	0.2	0	0.2
1-Feb-21	0:48	0.41	0.21	0.2	0.2	0	0.2
1-Feb-21	0:49	0.41	0.2	0.2	0.2	0	0.2
1-Feb-21	0:50	0.4	0.2	0.2	0.2	0	0.2
1-Feb-21	0:51	0.4	0.2	0.2	0.2	0	0.2
1-Feb-21	0:52	0.39	0.19	0.2	0.2	0	0.2
1-Feb-21	0:53	0.39	0.19	0.2	0.2	0	0.2
1-Feb-21	0:54	0.38	0.19	0.2	0.2	0	0.2
1-Feb-21	0:55	0.38	0.18	0.19	0.2	0	0.2
1-Feb-21	0:56	0.37	0.18	0.19	0.2	0	0.2
1-Feb-21	0:57	0.37	0.18	0.19	0.2	0	0.2
1-Feb-21	0:58	0.36	0.17	0.19	0.2	0	0.2
1-Feb-21	0:59	0.36	0.17	0.19	0.2	0	0.2
1-Feb-21	1:00	0.36	0.17	0.19	0.2	0	0.2
1-Feb-21	1:01	0	0	0	0.2	0	0.2
1-Feb-21	1:02	0	0	0	0.2	0	0.2
1-Feb-21	1:03	0	0	0	0.1	0	0.1
1-Feb-21	1:04	0	0	0	0.1	0	0.1
1-Feb-21	1:05	0	0	0	0.1	0	0.1
1-Feb-21	1:06	0	0	0	0.1	0	0.1
1-Feb-21	1:07	0	0	0	0	0	0

Tab VII: dettagli analitici della piena con Tr 100 anni; INT_09