

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

CONSORZIO:

HIRPINIA - ORSARA AV

SOCI:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:



MANDANTI:



## PROGETTO ESECUTIVO

**ITINERARIO NAPOLI - BARI  
RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA  
II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA  
IDROLOGIA E IDRAULICA**

Relazione Idrologica

APPALTATORE	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE	PROGETTISTA
Consorzio HIRPINIA - ORSARA AV Il Direttore Tecnico Ing. P. M. Gianvecchio 08/06/2022	Il Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche Ing. G. Cassani	 Ing. M. Faccioli

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.	SCALA:
IF3A	02	E	ZZ	RI	ID0001	000	B	-

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	C 08.00 - Emissione 180gg	S. Longhi	08/02/2022	D. Polverelli	08/02/2022	C. Ferrigno	08/02/2022	Ing. R. Zanon
B	C 08.01 - A valle del contraddittorio	M. Angione	08/06/2022	D. Polverelli	08/06/2022	C. Ferrigno	08/06/2022	
								08/06/2022

File: IF3A02EZZRID0001000B.docx

n. Elab.: -

APPALTATORE: Conorzio HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria ROCKSOIL S.P.A	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
	Soci WEBUILD ITALIA	Mandanti NET ENGINEERING ELETTRI-FER	PINI M-INGEGNERIA	GCF	
PROGETTO ESECUTIVO Relazione Idrologica	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0001 000	REV. B FOGLIO 2 di 79

## Indice

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>INQUADRAMENTO AREA DI STUDIO .....</b>	<b>7</b>
2.1	MORFOLOGIA .....	8
2.2	CLIMA.....	8
2.3	PERICOLOSITÀ IDRAULICA .....	8
2.4	IL BACINO DEL TORRENTE CERVARO .....	10
<b>3</b>	<b>PRECEDENTI STUDI IDROLOGICI .....</b>	<b>11</b>
<b>4</b>	<b>MODELLI PROBABILISTICI PER L'ANALISI STATISTICA REGIONALE DELLE PIOGGE INTENSE .....</b>	<b>13</b>
4.1	MODELLO PROBABILISTICO DI GUMBEL.....	13
4.2	MODELLO PROBABILISTICO TCEV .....	14
4.3	APPROCCIO GERARCHICO ALLA STIMA REGIONALE DEI PARAMETRI .....	15
<b>5</b>	<b>ANALISI STATISTICA REGIONALE DELLE PRECIPITAZIONI INTENSE .....</b>	<b>16</b>
5.1	DATI UTILIZZATI .....	16
5.2	ANALISI PRELIMINARE DEI DATI DI PIOVOSITA' .....	17
5.3	LE CURVE DI PROBABILITA' PLUVIOMETRICA .....	18
5.4	CALCOLO DELLE CURVE DI PROBABILITA' PLUVIOMETRICA MEDIANTE LA PROCEDURA VAPI 19	
5.5	CALCOLO DELLE CURVE DI PROBABILITA' PLUVIOMETRICA MEDIANTE LA DISTRIBUZIONE DI PROBABILITÀ DI GUMBEL .....	23
5.6	SCELTA DELLE CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIAMETRICA CONFRONTO CDF DI GUMBEL - VAPI 23	
5.7	CALCOLO DELLE CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA PER DURATE INFERIORI A 1 ORA – APPLICAZIONE DELLA FORMULA DI BELL .....	24
5.8	STIMA DEI PARAMETRI DELLE CURVE DI PROBABILITA' PLUVIOMETRICHE PER I BACINI DI INTERESSE MEDIANTE IL METODO DEI TOPOIETI.....	24
5.9	ANALISI DELLE REGISTRAZIONI IDROMETRICHE .....	28
<b>6</b>	<b>STUDIO IDROLOGICO E CALCOLO IDROGRAMMI DI PROGETTO MEDIANTE ILL SOFTWARE HEC-HMS.....</b>	<b>33</b>
6.1	ANALISI GEOMORFOLOGICA .....	33
6.2	MODELLISTICA UTILIZZATA – CARATTERISTICHE GENERALI .....	42
<b>7</b>	<b>STUDIO IDROLOGICO E CALCOLO PORTATE DI PROGETTO BACINO IN04.....</b>	<b>55</b>

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione Idrologica</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E Z Z R I</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>ID0001 000</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>3 di 79</b>

<b>ALLEGATI .....</b>	<b>59</b>
<b>DATI STAZIONI PLUVIOMETRICHE .....</b>	<b>60</b>
<b>CONFRONTI CPP GUMBEL - VAPI.....</b>	<b>71</b>
<b>PARAMETRI CPP E ALTEZZE DI PIOGGIA BACINI.....</b>	<b>78</b>
<b>REPORT MODELLO HEC HMS .....</b>	<b>79</b>

APPALTATORE: Conorzio Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione Idrologica	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0001 000	REV. FOGLIO B 4 di 79

## 1 PREMESSA

La tratta ferroviaria Hirpinia-Orsara si inserisce nel più ampio ambito di riqualificazione e potenziamento dell'itinerario ferroviario Roma – Napoli – Bari finalizzato a rispondere all'esigenza prioritaria di miglioramento delle connessioni interne del Mezzogiorno, con l'obiettivo di realizzare una rete di servizi al fine di ottimizzare lo scambio commerciale, culturale e turistico tra le varie città e relative aree.

Sotto il profilo funzionale e strutturale, la realizzazione dell'alta capacità Napoli – Bari, unitamente all'attivazione del sistema ferroviario dell'alta velocità Roma – Napoli, favorirà l'integrazione dell'infrastruttura ferroviaria del Sud – Est con le Diretrici di collegamento al Nord del Paese e con l'Europa, a sostegno dello sviluppo socio-economico del Mezzogiorno, riconnettendo due aree, quella campana e quella pugliese.

La riqualificazione e lo sviluppo dell'itinerario Roma/Napoli – Bari prevede interventi di raddoppio delle tratte ferroviarie a singolo binario e varianti agli attuali scenari perseguendo la scelta delle migliori soluzioni che garantiscano la velocizzazione dei collegamenti e l'aumento dell'offerta generalizzata del servizio ferroviario, elevando l'accessibilità al servizio medesimo nelle aree attraversate.

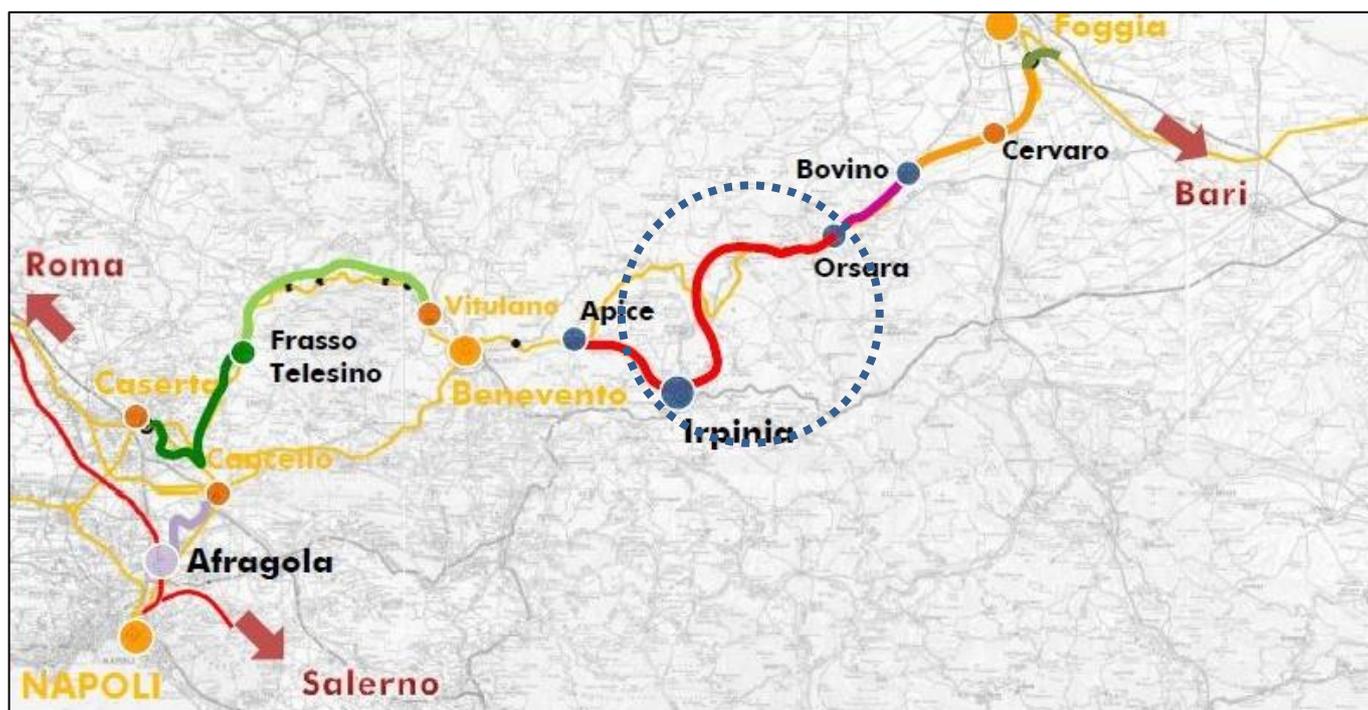


Figura 1-1 - Corografia Generale Itinerario Napoli – Foggia – Bari

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione Idrologica</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E Z Z R I</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>ID0001 000</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>5 di 79</b>

Gli obiettivi generali derivanti dalla realizzazione dell'itinerario consistono quindi in:

- rispondere all'esigenza prioritaria di migliorare le connessioni interne al Mezzogiorno per costruire una rete di servizi tra le varie città e le relative aree urbane, che assicuri il netto miglioramento di ogni forma di scambio turistico;
- migliorare la competitività del trasporto su ferro attraverso l'incremento di livelli prestazionali, comparabili con il trasporto in gomma, ed un significativo recupero dei tempi di percorrenza;
- migliorare l'integrazione della rete ferroviaria verso Sud – Est ed estendendo in tale direzione i collegamenti AV/AC;
- migliorare le connessioni della Regione Puglia e delle province più interne della Regione Campania al sistema di trasporto nazionale, ed in particolare alla dorsale ferroviaria appenninica, di cui la linea AV/AC Milano – Roma – Napoli è parte integrante, quale primo passo di un processo di più ampio respiro che vede la presenza di altre Regioni.

Il potenziamento dell'asse ferroviario di collegamento fra il Tirreno e l'Adriatico permetterà inoltre di creare un "tripolo" (Roma, Napoli e Bari) che costituirà uno dei sistemi metropolitani più grandi d'Europa. Sul fronte internazionale, nell'ambito del nuovo assetto dei corridoi transeuropei (TEN-T) definito dalla Commissione Europea il 19 ottobre 2011, è stato identificato come prioritario lo sviluppo dell'itinerario Napoli – Bari, che nello specifico rientra all'interno del Corridoio 5 Helsinki – Valletta.

L'itinerario Roma/Napoli – Bari è articolato in diverse tratte funzionali, di cui alcune già attive e alcune in fase di progettazione preliminare e definitiva:

- Variante alla linea Napoli - Canello – in fase di aggiudicazione appalto;
- Tratta Canello – Frasso – in fase di aggiudicazione appalto;
- Tratta Frasso – Vitulano – progetto definitivo;
- Tratta Vitulano – Apice – tratta attiva a doppio binario (anni '80);
- Tratta Apice – Hirpinia – in fase di aggiudicazione appalto;
- Tratta Hirpinia – Orsara – progetto definitivo;
- Tratta Orsara – Bovino – progetto definitivo;
- Tratta Bovino – Cervaro – tratta attivata nel 2017;
- Tratta Cervaro – Foggia Centrale – tratta attiva a doppio binario;
- Tratta Foggia – Bari - tratta attiva a doppio binario.

La presente relazione ha lo scopo di descrivere le indagini sviluppate, le metodologie applicate ed i risultati dello studio idrologico svolto per la determinazione delle portate di progetto per i corsi d'acqua intercettati dal progetto definitivo di raddoppio della tratta ferroviaria Hirpinia – Orsara.

Le portate stimate sono quelle massime al colmo di piena riferite a tempi di ritorno significativi per l'analisi idraulica e sono calcolate per ognuna delle intersezioni tra il reticolo idrografico e il tracciato ferroviario. Le intersezioni sono individuate dai tombini, dai ponticelli e dai ponti rilevati su cartografia di progetto.

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione Idrologica</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RI</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>ID0001 000</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>6 di 79</b>

L'analisi effettuata ha seguito le seguenti fasi:

- reperimento della cartografia di base relativa ai bacini idrografici sottesi a scale variabili da 1:5.000, 1:25.000 a seconda del dettaglio necessario volta per volta;
- reperimento modelli digitali del terreno con risoluzioni di 10x10 per l'elaborazione dei bacini principali e risoluzione 1x1 per bacini secondari;
- interpretazione della cartografia e reperimento di ulteriori informazioni mediante l'acquisizione di specifici studi sull'idrologia e sull'idrografia della zona;
- perimetrazione dei bacini idrografici e studio delle loro caratteristiche fisiografiche;
- raccolta ed analisi preliminare dei dati pluviometrici ed idrometrici;
- analisi statistica delle piogge intense e determinazione delle curve di probabilità pluviometriche rappresentative per i bacini principali e per i bacini secondari;
- spazializzazione dei parametri delle curve di probabilità pluviometrica e stima della pioggia di progetto per ciascun sottobacino;
- valutazione degli idrogrammi di piena per ciascun tempo di ritorno.

Nello studio, in accordo con quanto definito nel manuale di progettazione RFI, si è distinto tra corsi d'acqua principali e corsi d'acqua secondari, in funzione delle dimensioni dei bacini idrografici sottesi alle sezioni di calcolo, suddividendo i corsi d'acqua in corsi d'acqua principali o secondari a seconda che la superficie del loro bacino idrografico sia superiore o inferiore a 10 km<sup>2</sup>.

Il presente studio è stato condotto secondo:

- Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA regione Puglia aggiornamento dell'Aprile 2021 Il ciclo) redatto in ottemperanza alla Direttiva europea 2007/60/CE, recepita in Italia dal D.Lgs.
- 49/2010.Piano di bacino stralcio assetto idrogeologico (PAI) approvato con delibera n.39 del 30/11/2005.
- Norme Tecniche Costruzioni 2018 (NTC18).
- Manuale di Progettazione RFI/ITALFERR.

Si specifica che tutti i risultati di dettaglio e i report dei modelli idrologici sono riportati in appositi allegati alla presente relazione.

APPALTATORE: Conorzio Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione Idrologica	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0001 000	REV. FOGLIO B 7 di 79

## 2 INQUADRAMENTO AREA DI STUDIO

La tratta ferroviaria Hirpinia – Orsara (da pk 40+889 a pk 68+953) si sviluppa quasi interamente nella Regione Campania, eccetto un breve tratto iniziale, comprendente l'opera di attraversamento sul T. Cervaro, che ricade nella Regione Puglia. In particolare il viadotto in progetto sul Torrente Cervaro è situato alle progressive 41+114.64 ÷ 41+428.29 km, in prossimità del confine regionale.

Nella figura seguente è riportato il tracciato della tratta Hirpinia – Orsara, con evidenziata l'area di studio.

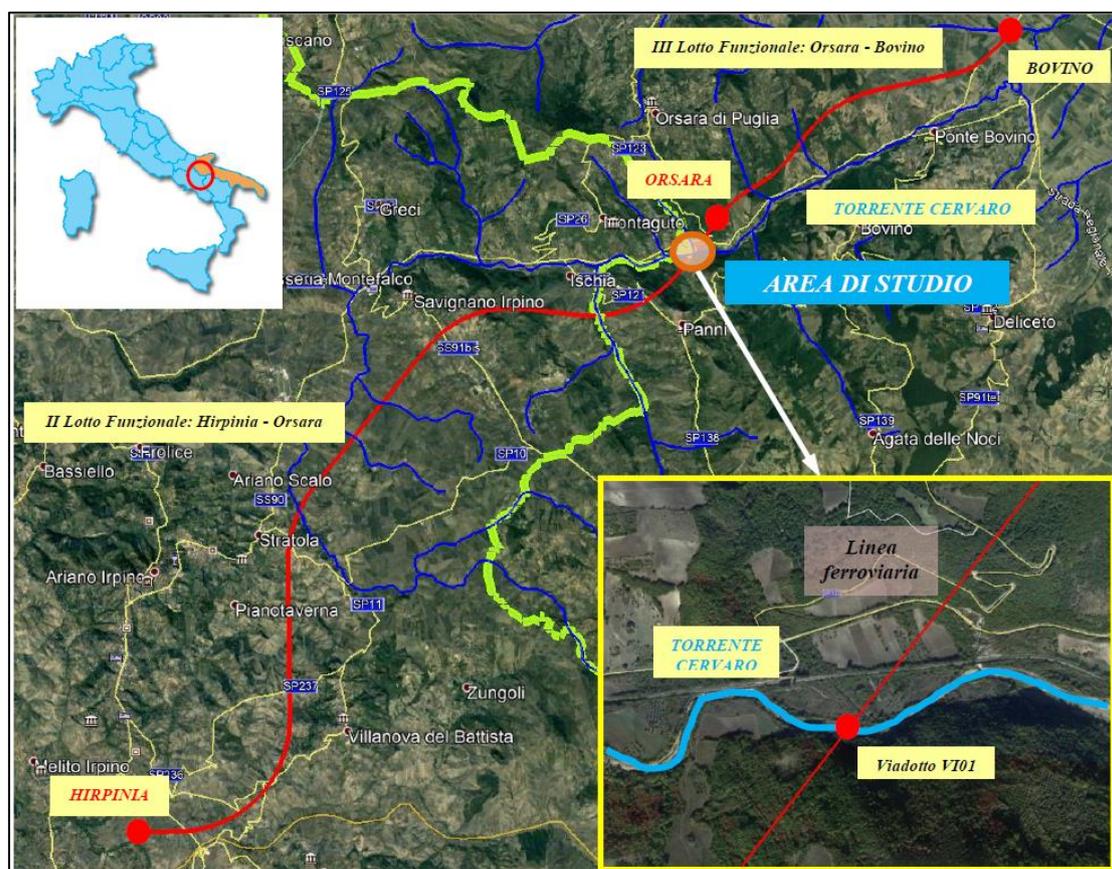


Figura 2-1. Inquadramento dell'area di studio.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione Idrologica	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0001 000	REV. FOGLIO B 8 di 79

## 2.1 MORFOLOGIA

La morfologia dell'area è caratterizzata dall'assenza di montagne; sullo spartiacque appenninico si raggiungono appena i 1000 m di quota ed il paesaggio assume generalmente forme dolci. Solo il 10 % del bacino ha quota superiore ai 700 m s. m., il restante 90% si divide tra colline e zone pianeggianti.

La linea in progetto si sviluppa per la totalità del tracciato all'interno del bacino del torrente Cervaro nell'area del Tavoliere, dove una non elevata permeabilità delle zone montane consente la formazione di diversi corsi d'acqua. Il corso principale del torrente si sviluppa inizialmente con direzione nord – ovest, poi prosegue verso N-E.

Il versante destro si presenta più esteso e solcato dagli affluenti principali. Il regime è spiccatamente torrentizio, caratterizzato da prolungate 'secche' estive e da piene autunno – invernali che sovente hanno determinato esondazioni.

La rete idrografica si presenta in prevalente erosione nella parte montana del bacino e con andamento meandrizzante nella parte valliva.

I terreni attraversati caratterizzano il carico torbido durante le piene che spesso risulta elevato, come si evince dai fenomeni di alluvionamento verificatisi in passato.

## 2.2 CLIMA

La Puglia è caratterizzata da un clima tipicamente mediterraneo, con inverno mite e poco piovoso alternato da una stagione estiva calda e secca; la regione può essere considerata tra le aree a clima marittimo temperato.

L'Appennino offre alla regione un certo riparo dai venti occidentali, mentre essa rimane esposta alle correnti atmosferiche provenienti dall'adriatico e da sud; ciò le conferisce una minore piovosità rispetto alle regioni del versante tirrenico.

Nei mesi estivi è pronunciata la siccità del clima a causa delle masse d'aria calda e secca di origine tropicale. I mesi autunnali e quelli invernali presentano frequente nuvolosità e piogge copiose determinate dai venti sciroccali, intervallati da periodi sereni ma piuttosto freddi provocati dai venti secchi da nord. In primavera le correnti provenienti dall'Africa apportano temperature elevate ed aria secca.

Nell'area interessata dal progetto il mese più freddo è, generalmente, quello di gennaio con temperature intorno ai 6°. Il mese più caldo è luglio, caratterizzato da temperature intorno ai 25° che però facilmente raggiungono punte di 40°.

Nelle aree del Sub – Appennino la precipitazione annua raggiunge i 1000 mm, riducendosi a valori prossimi ai 700 mm nella fascia costiera.

Le precipitazioni, concentrate per oltre il 60% nel periodo autunno-inverno, presentano un massimo nei mesi di novembre – dicembre ed un minimo nel mese di luglio.

Elevata risulta la variabilità delle precipitazioni da un anno all'altro con valori che storicamente si sono triplicati dall'anno più siccitoso a quello più piovoso.

## 2.3 PERICOLOSITÀ IDRAULICA

Il PAI dell'autorità di bacino della puglia individua quali aree a pericolosità idraulica le porzioni di territorio caratterizzate non solo sulla probabilità dell'evento di piena straordinario (pericolosità assoluta), ma anche sull'entità delle grandezze idrodinamiche in gioco (pericolosità relativa), onde evitare la

APPALTATORE: Conorzio HIRPINIA - ORSARA AV	Soci WEBUILD ITALIA	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>			
PIZZAROTTI					
PROGETTAZIONE: Mandataria ROCKSOIL S.P.A	Mandanti NET ENGINEERING ELETTRI-FER	PINI	GCF		
PROGETTO ESECUTIVO Relazione Idrologica	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0001 000	REV. FOGLIO B 9 di 79

sovrastima sistematica di fenomeni in realtà poco pericolosi. I tempi di ritorno della piena di riferimento pari a 30, 200 e 500 anni, mentre I valori dei tiranti idrici e della velocità utilizzati sono quelli massimi che si possono realizzare nell'area durante l'evoluzione della piena.

Tabella 2-1 – Tabella definizione pericolosità idraulica PAI Puglia

Pericolosità relativa	<b>Alta</b>	<b>Bassa</b>
Tempo di ritorno		
30	AP – Alta Pericolosità	MP – Media Pericolosità
200	MP – Media Pericolosità	BP – Bassa Pericolosità
500	BP – Bassa Pericolosità	

Dall'inquadramento dei bacini sul PAI (aggiornato) si evince come il tratto di Cervaro in corrispondenza dell'interbacino sia caratterizzato da tutte e tre fasce di pericolosità.

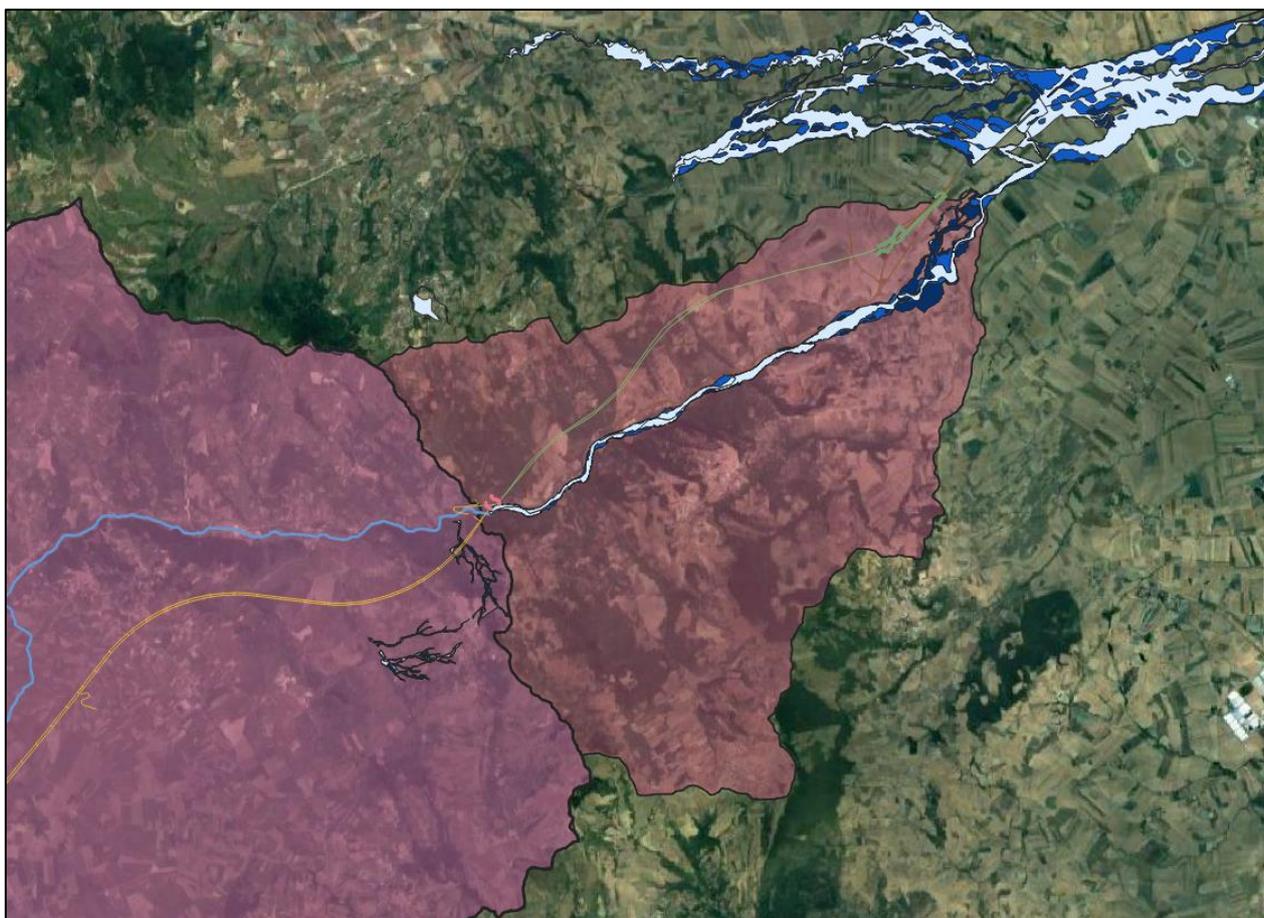


Figura 2-2. Inquadramento su PAI aggiornato

APPALTATORE: Consortio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione Idrologica	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA EZZRI	DOCUMENTO ID0001 000	REV. FOGLIO B 10 di 79

## 2.4 IL BACINO DEL TORRENTE CERVARO

Il torrente Cervaro nasce dal monte Le Felci (853 m di quota) presso Monteleone di Puglia, si immette in provincia di Avellino e rientra in quella di Foggia fra Panni e Montaguto; incanalato nell'ultimo tratto, prende il nome di canale Cervaro Nuovo e sfocia, dopo circa 80 km di percorso, nel golfo di Manfredonia, mentre due rami si immettono nelle vasche di colmata del Cervaro. Costeggiato, da Radogna a Stradola, dalla SS 90, riceve a sinistra il torrente Lavella e il torrente Sannoro, a destra il torrente Bilera. Relativamente al tracciato di progetto, ed in particolare ai due tratti allo "scoperto" (iniziale e finale), il bacino idrografico del T. Cervaro, chiuso in prossimità di Orsara, ricopre un'area di 205 kmq circa; mentre fino a Bovino, ha una estensione di 298 kmq

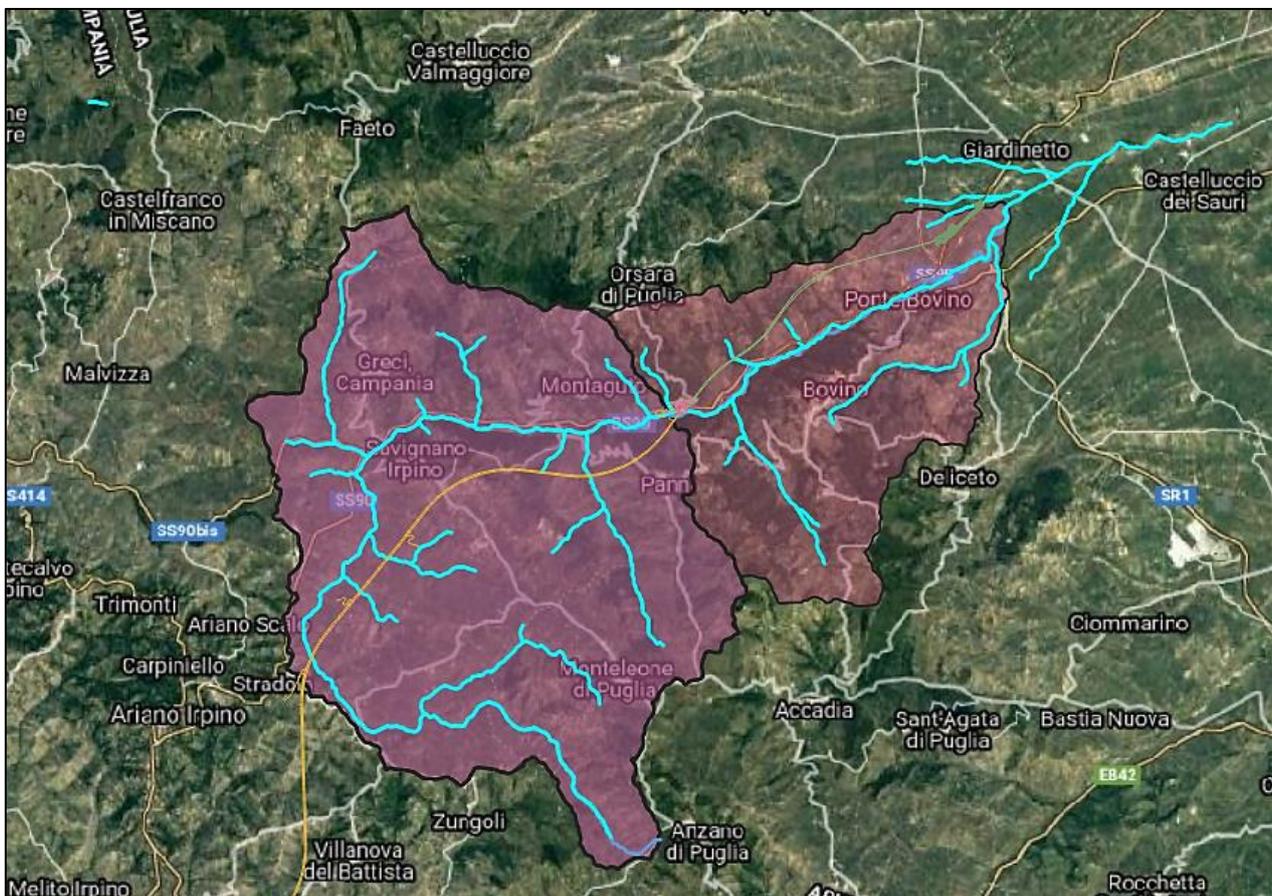


Figura 2-3. Sottobacini Torrente Cervaro

APPALTATORE: Consortio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione Idrologica	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0001 000	REV. B	FOGLIO 11 di 79

### 3 PRECEDENTI STUDI IDROLOGICI

Nell'ambito del P.O. FESR 2007-2013, l'Autorità di Bacino della Puglia (AdB Puglia) ha prodotto uno studio idrologico-idraulico (i.e. "Studio per la definizione delle opere necessarie per la messa in sicurezza del reticolo idrografico pugliese") del bacino del T. Cervaro a partire dalla sezione che sottende un bacino con area contribuyente uguale o maggiore a 25 km<sup>2</sup> sino alla confluenza con il T. Sannoro (Fig. 3), nel quale ricade l'intervento in oggetto. Le proposte di variazione delle perimetrazioni a diversa pericolosità idraulica hanno in parte già ricevuto l'approvazione da parte della Commissione della Provincia di Foggia. In tale studio, per l'individuazione delle caratteristiche pluviometriche dell'evento critico, si è operato in conformità a quanto previsto dalla metodologia Va.Pi. Puglia (descritta in seguito) sviluppata dal Gruppo Nazionale

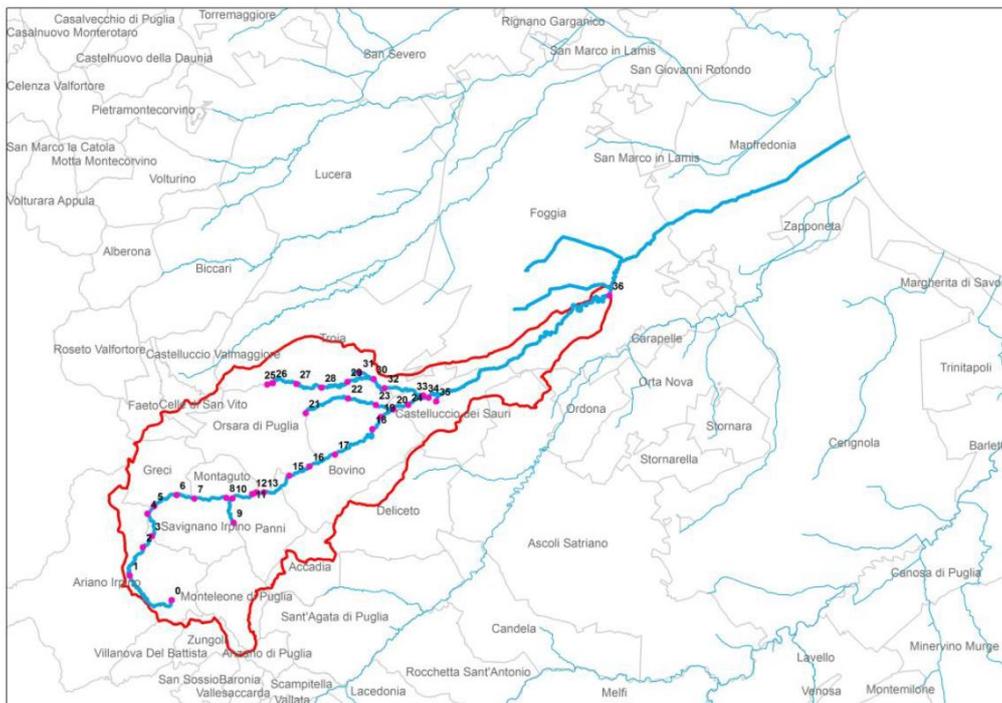
di Difesa delle Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI), mediante l'applicazione delle procedure di regionalizzazione. Determinate le curve di possibilità pluviometrica, le portate di piena sono state valutate mediante l'applicazione della ben nota formula razionale, come da metodologia Va.Pi..

I valori di portata al colmo in corrispondenza della sezione 13 (Tav. 5.1.2\_Cervaro\_2D\_tav.2 del sopracitato studio dell'AdB Puglia) a Orsara, e della sezione 19 (Tav. 5.1.2\_Cervaro\_2D\_tav.3 del sopracitato studio dell'AdB Puglia) a Bovino, sono riportati in Tab. 2.

Tabella 3-1 - Torrente Cervaro: valori di portata al colmo in corrispondenza delle sezioni 13 e 19 (fonte: studio dell'AdB Puglia).

Tr (anni)	Q [mc/s] (Orsara – sez. 13)	Q [mc/s] (Bovino – sez. 19)
30	349.9	417.4
200	560.5	664.5
500	664.4	786.4

APPALTATORE: Conorzio Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione Idrologica</b>	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ RI</b>	DOCUMENTO <b>ID0001 000</b>	REV. FOGLIO <b>B 12 di 79</b>



**Figura 3-1. Torrente Cervaro: area analizzata dall'AdB Puglia nell'ambito del P.O. FESR 2007-2013.**

Nel presente studio sono stati rivalutati i valori di portata al colmo, in corrispondenza delle sezioni di chiusura dei sottobacini di interesse, ricorrendo a differenti metodologie (dirette e indirette). Nel dettaglio, oltre ad applicare la metodologia Va.Pi. Puglia, sono state raccolte ed elaborate le osservazioni pluviometriche ed idrometriche disponibili, registrate presso le stazioni di misura della zona, e sono stati applicati differenti modelli di trasformazione afflussi-deflussi per la determinazione delle portate massime di progetto e dei relativi idrogrammi di piena per i tempi di ritorno ( $Tr$ ) di 30, 200, 300, 500 anni, in conformità alle analisi già sviluppate dall'AdB Puglia e alla normativa di riferimento in materia di compatibilità idraulica delle opere di attraversamento ( $Tr$  200 - NTC 2018, Cap. 5;  $Tr$  300 – Manuale di Progettazione RFI, per bacini idrografici con superficie superiore a 10 km<sup>2</sup>). Si sono stimate inoltre le portate per un tempo di ritorno  $Tr_{15}$  al fine di verificare le opere provvisorie di cantierizzazione che comunque saranno verificate, oltre che per un  $Tr=15$  anni, anche per un  $Tr=30$  anni. Per maggiori dettagli sulle verifiche delle opere provvisorie si rimanda alla relazione IF3A02EZZRIID0002001A.

APPALTATORE: Consortio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione Idrologica	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0001 000	REV. FOGLIO B 13 di 79

## 4 MODELLI PROBABILISTICI PER L'ANALISI STATISTICA REGIONALE DELLE PIOGGE INTENSE

In questo capitolo vengono esposti i richiami fondamentali teorici relativamente all'analisi probabilistica degli estremi idrologici. Vengono descritte brevemente le due leggi teoriche più importanti (Gumbel e TCEV) con indicazioni sulle modalità di stima dei parametri.

### 4.1 MODELLO PROBABILISTICO DI GUMBEL

L'espressione della probabilità cumulata della legge di Gumbel

$$F(x) = e^{-e^{(\alpha(x-\varepsilon))}}$$

con  $\alpha$  ed  $\varepsilon$  parametri della distribuzione, che vengono, di norma, stimati attraverso il metodo dei momenti:

$$\alpha = \frac{\pi}{\sigma\sqrt{6}} = \frac{1.283}{\sigma}$$

$$\varepsilon = \mu - 0.450 \sigma$$

dove  $\mu$  e  $\sigma$  sono rispettivamente la media e lo scarto quadratico medio dei dati.

Un diverso metodo di stima dei parametri è basato sulla massimizzazione della funzione di verosimiglianza della distribuzione (metodo della massima verosimiglianza). Le differenze tra i due metodi si apprezzano in particolare quando il grado di adattamento della distribuzione ai dati è basso. Infatti, il metodo dei momenti tende a privilegiare i valori di entità più elevata, che hanno forte influenza in particolare sul momento del secondo ordine. Il metodo della massima verosimiglianza fornisce invece una curva che rispetta maggiormente i pesi rappresentati dalle frequenze cumulate, per cui non si lascia influenzare molto da singoli valori molto elevati.

Per riportare opportunamente i valori di  $x$  corrispondenti ad una fissata probabilità  $F$  (o tempo di ritorno  $T$ ) si può invertire la legge  $F(x)$  ottenendo

$$x_T = \varepsilon \left\{ 1 - (\alpha\varepsilon)^{-1} \ln \ln \left[ \frac{T}{T-1} \right] \right\}$$

in quanto vale  $T=1/(1-F)$

Stimando i parametri con il metodo dei momenti è possibile esprimere direttamente  $x_T$  in funzione di media e scarto, attraverso l'espressione:

$$x_T = \mu \left\{ 1 - Cv_x \left[ 0.45 + \frac{\sqrt{6}}{\pi} \ln \ln \left( \frac{T}{T-1} \right) \right] \right\}$$

dove  $Cv_x$  rappresenta il coefficiente di variazione dei dati.

L'espressione della legge di Gumbel può essere quindi rappresentata attraverso il prodotto della media per una quantità che rappresenta la crescita della media stessa in funzione del tempo di ritorno, quantità che è chiamata fattore di crescita con il tempo di ritorno ( $K_T$ ), e che consente di rappresentare la relazione di frequenza delle precipitazioni secondo il prodotto:

$$x_T = \mu K_T$$

Questa rappresentazione risulta particolarmente utile nella determinazione su base regionale delle leggi di frequenza, in quanto molto spesso  $K_T$  risulta essere costante in ampie regioni.

APPALTATORE: Conorzio HIRPINIA - ORSARA AV	Soci WEBUILD ITALIA	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PIZZAROTTI						
PROGETTAZIONE: Mandataria ROCKSOIL S.P.A	Mandanti NET ENGINEERING ELETTRI-FER	PINI	GCF			
PROGETTO ESECUTIVO Relazione Idrologica	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0001 000	REV. B	FOGLIO 14 di 79

## 4.2 MODELLO PROBABILISTICO TCEV

Il modello a doppia componente denominato TCEV (Rossi et al., 1984) ipotizza che i massimi annuali delle portate al colmo di piena non provengano tutti dalla stessa popolazione ma da due popolazioni distinte legate a differenti fenomeni meteorologici. Tale ipotesi è peraltro giustificata dalla presenza in quasi tutte le serie storiche delle portate al colmo di uno o più valori (outliers) nettamente maggiori degli altri al punto da sembrare non provenienti dalla stessa popolazione dei rimanenti dati (v.: Penta et al., 1978, Penta et al., 1980).

La funzione di probabilità cumulata (CDF dall'acronimo inglese Cumulative Distribution Function) del modello TCEV può essere espressa nella forma:

$$F_X(x) = \exp\left\{-\Lambda_1 \exp\left(-\frac{x}{\Theta_1}\right) - \Lambda_2 \exp\left(-\frac{x}{\Theta_2}\right)\right\} \quad x \geq 0$$

La funzione ha quattro parametri,  $\Lambda_1$ ,  $\Theta_1$ ,  $\Lambda_2$  e  $\Theta_2$ . I parametri contraddistinti dal pedice 1 sono relativi agli eventi più frequenti (componente base) mentre quelli con pedice 2 si riferiscono ad eventi più gravosi e rari (componente straordinaria). Ognuna delle due componenti è, a tutti gli effetti, una legge di Gumbel.

I parametri  $\Lambda_1$  e  $\Lambda_2$  esprimono, rispettivamente per le due componenti, il numero medio annuo di eventi indipendenti superiori ad una soglia. I parametri  $\Theta_1$  e  $\Theta_2$  esprimono invece la media di tali eventi.

Spesso è utile fare riferimento, anziché alla  $X$ , alla variabile standardizzata:

$$Y = \frac{X}{\Theta_1} - \ln \Lambda_1$$

caratterizzata dalla CDF:

$$F_Y(y) = \exp\left\{-\exp(-y) - \Lambda_* \exp\left(-\frac{y}{\Theta_*}\right)\right\}$$

nella quale risulta

$$\Theta_* = \Theta_2 / \Theta_1$$

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

L'espressione completa della CDF della TCEV può essere ulteriormente semplificata facendo riferimento alla variabile adimensionale  $X'$  dove con  $\bar{x}$  si è indicato il valore indice (la media della variabile). La CDF di questa nuova variabile  $X'$  è la cosiddetta curva di crescita la quale dipende dai parametri  $\Lambda^*$ ,  $\Theta^*$ ,  $\Lambda_1$  e  $\Theta_1$  l'ultimo dei quali è rappresentabile analiticamente in funzione della media.

Tale curva risulta avere validità nell'ambito di sottozone omogenee, per cui rappresenta uno strumento di uso particolarmente comodo. Infatti, nell'ambito delle suddette sottozone, è sufficiente determinare la media della variabile ( $\bar{x}$ ) per avere, a partire dalla  $F_X(x')$ , la distribuzione di probabilità finale

$$F_X(x) = F_X(x')$$

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione Idrologica	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0001 000	REV. FOGLIO B 15 di 79

### 4.3 APPROCCIO GERARCHICO ALLA STIMA REGIONALE DEI PARAMETRI

Si sono già evidenziate le relazioni che intercorrono tra momenti teorici e parametri della distribuzione TCEV. Su queste relazioni si basa la strutturazione regionale della stima dei parametri del modello TCEV, in particolare con riferimento ai momenti del secondo e del terzo ordine.

Va innanzitutto detto che mediante l'espressione dei momenti teorici del modello TCEV, si dimostra che il coefficiente di variazione teorico dipende da  $\Lambda^*$ ,  $\Theta^*$  e  $\Lambda_1$  ed è quindi indipendente da  $\Theta_1$ , mentre il coefficiente di asimmetria teorico dipende da  $\Lambda^*$  e  $\Theta^*$  ed è quindi indipendente da  $\Lambda_1$  e  $\Theta_1$ .

La stima su base regionale di parametri dipendenti da momenti di ordine elevato si rende necessaria in quanto i coefficienti di asimmetria e di variazione campionari, espressi rispettivamente dalle relazioni:

$$C_A = \sqrt{N} \cdot \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^3}{\left[ \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2 \right]^{3/2}} \quad C_V = \frac{N}{\sqrt{N-1}} \cdot \frac{\left[ \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2 \right]^{3/2}}{\sum_{i=1}^N x_i}$$

stimati dalle serie storiche dei massimi annuali delle portate istantanee, o delle piogge di fissata durata, presentano una variabilità spaziale che nell'ambito di vaste aree non è superiore alla variabilità campionaria. In altri termini, presentano variabilità campionaria molto elevata, ma bassa variabilità spaziale.

Ciò consente di ipotizzare l'esistenza di regioni nelle quali si può ammettere che i valori teorici di tali momenti siano costanti. Per le relazioni di cui si è detto in precedenza si ha come conseguenza la costanza dei parametri del modello TCEV direttamente legati ai suddetti momenti campionari.

La procedura di regionalizzazione adottata nello studio regionale è di tipo gerarchico strutturata su tre livelli:

#### 4.3.1 I° Livello di regionalizzazione:

Si assume che il coefficiente di asimmetria  $C_A$  sia costante in una regione molto ampia (l'intera Italia Appenninica ed insulare ad eccezione della Sardegna). Ciò implica, per quanto detto in precedenza, la costanza dei parametri  $\Lambda^*$  e  $\Theta^*$  del modello TCEV nella medesima zona.

Inoltre, in una regione omogenea rispetto a  $\Lambda^*$  e  $\Theta^*$ , risulta unica la CDF della variabile standardizzata  $Y$ , in quanto essa dipende soltanto dai due suddetti parametri del modello. In assenza di dati sufficienti a mettere in discussione localmente la validità di questa assunzione, si pone che ovunque  $\Lambda^*$  e  $\Theta^*$  assumano i valori calcolati nell'ambito della zona unica.

#### 4.3.2 II° Livello di regionalizzazione

Al secondo livello di regionalizzazione si assume che la regione omogenea rispetto a  $\Lambda^*$  e  $\Theta^*$  possa suddividersi in sottozona in cui il coefficiente di variazione  $C_V$  risulti costante, nel senso che vari con piccoli scarti di disturbo spaziale intorno a valori medi differenti da una zona all'altra.

Per il modello TCEV questo si traduce nella costanza del parametro  $\Theta_1$ , nella sottozona omogenea, oltre che di  $\Lambda^*$  e  $\Theta^*$ . Il valore di  $\Lambda_1$  relativo alla sottozona va stimato utilizzando tutti i dati disponibili nella zona.

Se si individua una sottozona omogenea rispetto a  $\Lambda_1$  la variabile  $X' = X/\bar{x}$  risulta identicamente distribuita, si ha cioè una curva di crescita unica per l'intera sottozona.

APPALTATORE: Consortio HIRPINIA - ORSARA AV	Soci WEBUILD ITALIA	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria ROCKSOIL S.P.A	Mandanti NET ENGINEERING ELETTRI-FER					PINI
PROGETTO ESECUTIVO Relazione Idrologica	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E Z Z RI	DOCUMENTO ID0001 000	REV. B	FOGLIO 16 di 79

### 4.3.3 III° Livello di regionalizzazione

Il terzo livello di regionalizzazione consiste nell'individuazione di aree omogenee nelle quali sia possibile determinare le relazioni che legano la media  $\bar{X}$  (valore indice) alle caratteristiche fisiche di interesse. Infatti, la variabilità della pioggia (o della piena) indice  $\bar{X}$  con le caratteristiche morfologiche (es. quota) e climatiche è tale che l'ipotesi basata sulla ricerca di aree con  $\bar{X}$  costante è applicabile solo per le piogge e spesso non è verificata.

## 5 ANALISI STATISTICA REGIONALE DELLE PRECIPITAZIONI INTENSE

### 5.1 DATI UTILIZZATI

Al fine di procedere alle valutazioni statistiche sulle precipitazioni intense nella zona in esame sono state integrate le stazioni pluviometriche analizzate nella fase di progettazione definitiva per un totale di 10 stazioni con dati aggiornati al 2018. L'integrazione delle stazioni ha riguardato l'inserimento delle stazioni appartenenti al Centro Funzionale Multi rischi della regione Campania e nello specifico, le stazioni di Flumeri, Ariano Irpino e Castelfranco in Miscano. Questo ha permesso di avere una copertura completa delle aree scolanti, e quindi un'ottimizzazione, della pluviometria del sistema di bacini del Cervaro considerato nel presente studio. Tale integrazione e ottimizzazione è stata condotta allo scopo di implementare il metodo dei topoi, metodo che è descritto in dettaglio nei paragrafi successivi.

I dati idrologici disponibili ed utilizzati per l'analisi pluviometrica sono stati rilevati dagli Annali Idrologici (Parte I) dell'Ufficio Idrografico di Napoli e dal CFMR della regione Campania per quanto riguarda le stazioni integrate e appartenenti al territorio campano, mentre, i dati di pioggia delle restanti stazioni sono stati rilevati dalla Regione Puglia settore Protezione Civile.

Tabella 5-1 – Stazioni pluviometriche considerate

STAZIONE PLUVIOMETRICA	Provincia	Quota	Regione
CASTELFRANCO IN MISCANO	AV	527.7	Campania
ANZANO DI PUGLIA	FG	760	Campania
MONTELEONE DI PUGLIA	FG	844	Puglia
ARIANO IRPINO METEO	AV	527.5	Campania
BOVINO	FG	620	Puglia
SAVIGNANO IRPINO	AV	718	Puglia
ORSARA DI PUGLIA	FG	683	Puglia
FLUMERI	AV	597.6	Campania
FAETO	FG	776	Puglia
CASTELLUCCIO DEI SAURI	FG	284	Puglia

APPALTATORE: Conorzio HIRPINIA - ORSARA AV	Soci WEBUILD ITALIA	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PIZZAROTTI						
PROGETTAZIONE: Mandataria ROCKSOIL S.P.A	Mandanti NET ENGINEERING ELETTRI-FER	PINI	GCF	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>		
M-INGEGNERIA						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione Idrologica	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0001 000	REV. B	FOGLIO 17 di 79

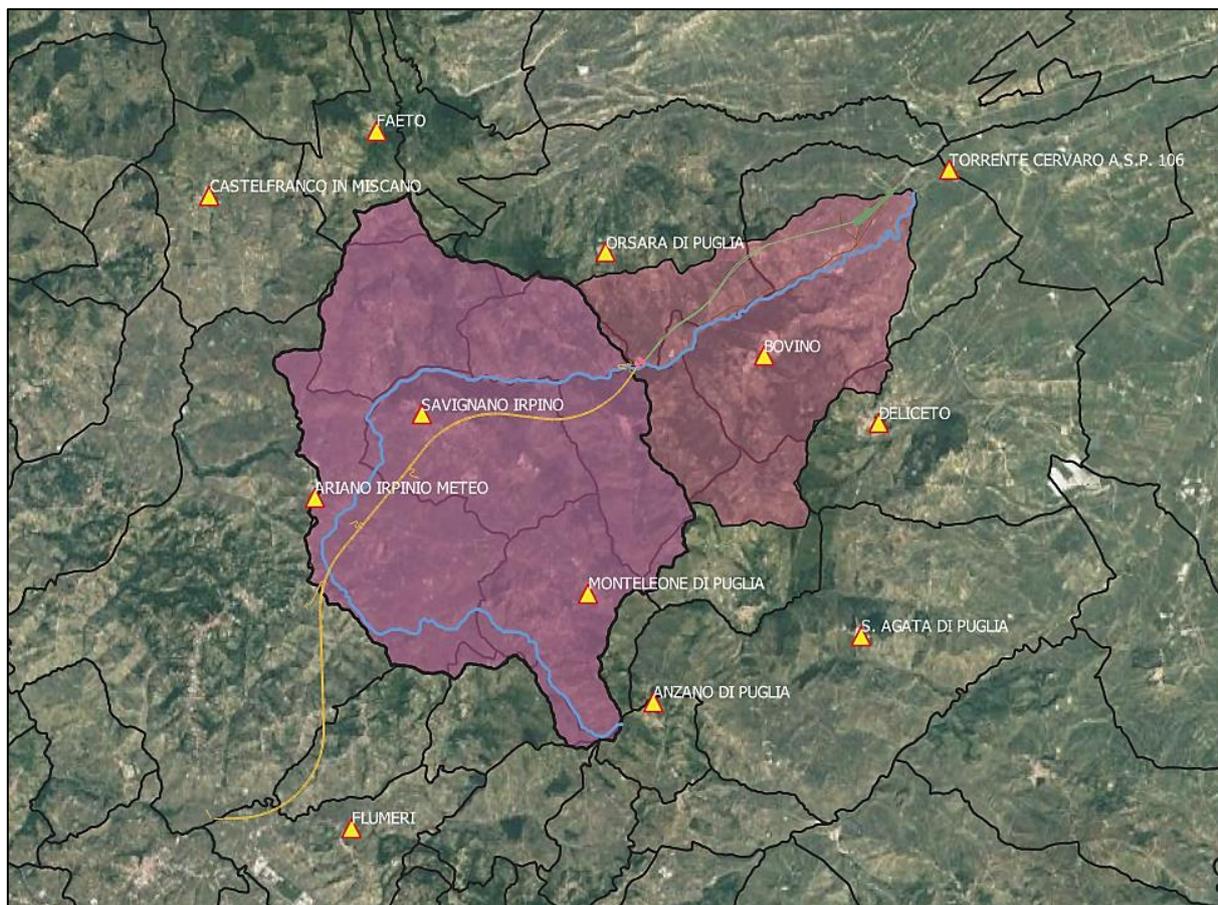


Figura 5-1. Inquadramento stazioni pluviometriche

## 5.2 ANALISI PRELIMINARE DEI DATI DI PIOVOSITA'

La fase preliminare di analisi delle serie storiche dei massimi di precipitazione ha il duplice obiettivo di consentire l'individuazione di dati anomali, specie con riferimento ai valori estremi e per le stazioni di maggiore interesse, e di selezionare le stazioni guida per i sottobacini interessati da questa analisi. La prima parte di questa fase è stata appoggiata alla rappresentazione, in carta di Gumbel, dei dati per le diverse durate ed all'esame delle curve così ottenute.

Successivamente sono state valutate le leggi altezza di pioggia - durata con legge di potenza a due parametri, per tutte le stazioni, onde valutare l'andamento dei parametri con la quota e determinare le stazioni guida per le analisi successive.

Non si sono apprezzate significative correlazioni tra la quota ed i parametri delle curve di probabilità pluviometriche così come rappresentate in legge di potenza.

Altri parametri che posti a confronto con la quota sono: il valore del coefficiente  $a$  e dell'esponente  $n$  della curva di probabilità pluviometrica, il valor medio dei massimi a 5 minuti ed il rapporto tra le medie in 1 ora ed in 5 minuti. In tutti i casi si è molto lontani dall'individuare una qualche possibile relazione tra parametri e quota.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione Idrologica	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E Z Z RI	DOCUMENTO ID0001 000	REV. B	FOGLIO 18 di 79

### 5.3 LE CURVE DI PROBABILITA' PLUVIOMETRICA

La rappresentazione di  $x_T$  secondo il modello probabilistico scelto (Gumbel o TCEV) si ritiene valida per massimi annui di pioggia in un qualsiasi intervallo di durata inferiore al giorno, considerando che la modalità di 'crescita' del valore indice non cambia con la durata delle precipitazioni. Pertanto, la massima pioggia di generica durata corrispondente ad un tempo di ritorno  $T$ , sintetizzata nell'espressione:

$$h_{t,T} = \mu_t KT$$

rappresenta la famiglia di curve di probabilità pluviometrica.

Nel paragrafo seguente si tratterà della rappresentazione e stima della relazione altezza di pioggia-durata per le precipitazioni estreme annue ( $\mu$ , che è lo stesso, della relazione intensità-durata), con riferimento ai valori medi della grandezza.

#### 5.3.1 LA RELAZIONE INTESITA' DURATA DELLE PRECIPITAZIONI

La legge di dipendenza della media dei massimi di precipitazione con la durata può esprimersi, nel caso più semplice, come:

$$\mu_t = a t^n$$

con i coefficienti  $a$  ed  $n$  da stimarsi tramite un modello di regressione sui dati disponibili, sugli Annali Idrologici, per le durate 1, 3, 6, 12 e 24 ore.

Trattandosi di una legge di potenza,  $a$  ed  $n$  possono essere stimati tramite regressione lineare sui logaritmi di  $\mu$  e  $t$ .

#### 5.3.2 FORMULA DI BELL PER DURATE INFERIORI A 1h

In bacini di limitata estensione e di relativa rapidità dei deflussi, i tempi di concentrazione sono brevi e di conseguenza le precipitazioni che interessano sono le piogge intense di durata breve con tempi inferiori all'ora. Tale aspetto assume una notevole importanza nel dimensionamento del drenaggio di piattaforma. Nel caso oggetto della presente relazione per il calcolo delle curve di probabilità pluviometrica, per tempi inferiori ad un'ora e per le stazioni prive di registrazioni valide per la suddetta durata, è stata utilizzata la formula di Bell.

$$\frac{h_{\tau,Tr}}{h_{60,Tr}} = (0.54 \cdot \tau^{0.25} - 0.50)$$

- $h_{\tau,Tr}$  indica l'altezza di pioggia relativa ad un evento pari al tempo  $\tau$  riferita al periodo di ritorno  $Tr$ ;
- $h_{60,Tr}$  è l'altezza di pioggia relativa ad un evento di durata pari ad un'ora, con periodo di ritorno  $Tr$ ;
- $\tau$  è il tempo di pioggia espresso in minuti.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione Idrologica	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E Z Z RI	DOCUMENTO ID0001 000	REV. FOGLIO B 19 di 79

#### 5.4 CALCOLO DELLE CURVE DI PROBABILITA' PLUVIOMETRICA MEDIANTE LA PROCEDURA VAPI

L'analisi delle serie storiche dei massimi di precipitazione ha evidenziato come siano disponibili valori inferiori all'ora per gran parte delle stazioni considerate ma con un numero di anni di osservazione estremamente ridotto.

Pertanto, per la determinazione delle precipitazioni per il calcolo delle portate dei bacini minori con tempi critici inferiori all'ora e per il dimensionamento della rete di drenaggio di piattaforma si utilizza un'espressione iperbolica con i valori dei parametri stimati nello studio del GNDCl, forniti per zone pluviometriche omogenee.

L'espressione per il calcolo dell'altezza di precipitazione media annua è la seguente:

$$m[h(d)] = a d^n$$

I parametri di tale equazione sono costanti all'interno di singole aree pluviometriche omogenee, e variano

nel passare dall'una all'altra.

L'identificazione delle aree omogenee viene effettuata con riferimento al valor medio del massimo annuale dell'altezza di pioggia giornaliera,  $m(hg)$ : è stato infatti osservato che è possibile suddividere l'area indagata in quattro aree pluviometriche omogenee in funzione del legame caratteristico tra  $m(hg)$  e la

quota Z, nelle stazioni di misura. Questo permette di generalizzare la (7) per tener conto della variabilità di  $m[h(d)]$  con la quota Z, attraverso un'espressione del tipo:

$$m[h(d,Z)] = a d^{n(Z)}$$

$$n(Z) = \frac{CZ + D + \ln \alpha - \ln a}{\ln 24}$$

in cui  $\alpha = x_g/x_{24}$  è il rapporto fra le medie delle piogge giornaliere e di durata 24 ore per serie storiche relative ad uno stesso periodo di misure. Per la Puglia il valore del coefficiente  $\alpha$  è risultato praticamente costante sull'intera regione e pari a 0.89.

Per identificare in quale area omogenea rientra il bacino in studio, si riporta, in figura, l'inquadramento dei bacini oggetti di studio sulle APO regionali mentre i parametri vengono riportati in tabella.

Si evidenzia come, nel caso delle aree omogenee 2 e 4, non essendo stata rinvenuta una significativa variabilità di  $m[h(d)]$  con la quota, è stato fornito il valor medio regionale del coefficiente di potenza n

Tabella 5-2 – Parametri statistici delle leggi di probabilità pluviometriche regionali per ogni area pluviometrica omogenea.

Area omogenea	$\alpha$	a (mm/ora)	C*10 <sup>4</sup>	D	n
1	0.89	28.70	50.30	3.96	-
2	0.89	22.20	-	-	0.247
3	0.89	25.30	5.31	3.81	-
4	0.89	24.70	-	-	0.256

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione Idrologica	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0001 000	REV. FOGLIO B 20 di 79



Figura 5-2. Inquadramento bacini Cervaro su Aree Pluviometriche omogenee regione Puglia

Dall'inquadramento dei bacini sulle APO della regione si evince come i bacini considerati ricadono nelle aree 3 e 4.

La stima delle precipitazioni per fissata durata in corrispondenza di un dato tempo di ritorno avviene tramite il calcolo dei valori della media dei massimi delle precipitazioni stesse  $\mu_t$  relative ad una generica durata  $t$ , e la successiva amplificazione delle stesse attraverso il fattore di crescita (della media con il tempo di ritorno)  $K_T$ .

$$h_{t,T} = \mu_t K_T$$

Le curve di crescita hanno carattere regionale e sono valutate con tecniche statistiche sofisticate, usando serie storiche relative a stazioni poste in un intorno molto ampio rispetto alla zona di interesse.

Negli studi del GNDCII. (1994, aggiornamento Copertino et al. (2001).), sono stati forniti i parametri della distribuzione. La curva di crescita assume pertanto l'espressione:

$$K_T = -0.4007 + 0.904 \ln T$$

I valori di  $K_T = x / \mu$  corrispondenti a diversi tempi di ritorno sono riportati nella tabella seguente.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione Idrologica	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0001 000	REV. B	FOGLIO 21 di 79

Tabella 5-3 – valori di KT

T (anni)	KT (Puglia)
2	0.91
5	1.26
10	1.53
15	1.71
20	1.81
25	1.9
30	1.99
40	2.1
50	2.19
100	2.48
200	2.77
300	2.93
500	3.15

In allegato vengono riportati i valori dei parametri ottenuti applicando il metodo VAPI per ciascuna stazione pluviometrica analizzata e per ciascun tempo di ritorno.

Dall'applicazione di quanto appena descritto, per ciascuna stazione, si sono ottenuti i valori di a ed n per diversi tempi di ritorno. I valori ottenuti sono riportati nella seguente tabella.

Tabella 5-4 – VAPI – Valori a, n per T=5, 15, 25, 30

STAZIONE PLUVIOMETRICA	Provincia	Quota	Regione	APO	a5	n5	a15	n15	a25	n25	a30	n30
CASTELFRANCO IN MISCANO	AV	527.7	Campania	5 VAPI CAMPANIA	17.559	0.23	30.11	0.23	36.01	0.23	38	0.23
ANZANO DI PUGLIA	FG	760	Campania	4	31.12	0.256	42.14	0.256	46.93	0.256	49.11	0.256
MONTELEONE DI PUGLIA	FG	844	Puglia	4	31.12	0.256	42.14	0.256	46.93	0.256	49.11	0.256
ARIANO IRPINO METEO	AV	527.5	Campania	5 VAPI CAMPANIA	17.559	0.23	30.11	0.23	36.01	0.23	38	0.23
BOVINO	FG	620	Puglia	3	31.91	0.2489	43.2	0.2489	48.12	0.2489	50.36	0.2489
SAVIGNANO IRPINO	AV	718	Puglia	4	31.12	0.256	42.14	0.256	46.93	0.256	49.11	0.256
ORSARA DI PUGLIA	FG	683	Puglia	3	31.91	0.33	43.2	0.33	48.12	0.33	50.36	0.33
FLUMERI	AV	597.6	Campania	5 VAPI CAMPANIA	17.96	0.24	30.8	0.24	36.84	0.24	38.88	0.24
FAETO	FG	776	Puglia	4	31.12	0.256	42.14	0.256	46.93	0.256	49.11	0.256

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV    WEBUILD ITALIA                      PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI                      GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione Idrologica</b>	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0001 000	REV. B	FOGLIO 22 di 79

**Tabella 5-5 – VAPI – Valori a, n per T=100, 200, 300, 500**

STAZIONE PLUVIOMETRICA	Provincia	Quota	Regione	APO	a100	n100	a200	n200	a300	n300	a500	n500
CASTELFRANCO IN MISCANO	AV	527.7	Campania	5 VAPI CAMPANIA	51.7	0.23	59.649	0.23	64.29	0.23	70.26	0.23
ANZANO DI PUGLIA	FG	760	Campania	4	61.26	0.256	68.42	0.256	72.3	0.256	77.81	0.256
MONTELEONE DI PUGLIA	FG	844	Puglia	4	61.26	0.256	68.42	0.256	72.3	0.256	77.81	0.256
ARIANO IRPINO METEO	AV	527.5	Campania	5 VAPI CAMPANIA	51.7	0.23	59.649	0.23	64.29	0.23	70.26	0.23
BOVINO	FG	620	Puglia	3	62.81	0.2489	70.15	0.2489	74.13	0.2489	79.77	0.2489
SAVIGNANO IRPINO	AV	718	Puglia	4	61.26	0.256	68.42	0.256	72.3	0.256	77.81	0.256
ORSARA DI PUGLIA	FG	683	Puglia	3	62.81	0.33	70.15	0.33	74.13	0.33	79.77	0.33
FLUMERI	AV	597.6	Campania	5 VAPI CAMPANIA	52.89	0.24	61.03	0.24	65.769	0.24	71.879	0.24
FAETO	FG	776	Puglia	4	61.26	0.256	68.42	0.256	72.3	0.256	77.81	0.256

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione Idrologica	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0001 000	REV. B	FOGLIO 23 di 79

## 5.5 CALCOLO DELLE CURVE DI PROBABILITA' PLUVIOMETRICA MEDIANTE LA DISTRIBUZIONE DI PROBABILITÀ DI GUMBEL

Come descritto nel paragrafo 4.1, l'espressione della probabilità cumulata della legge di Gumbel è espresso come

$$F(x) = e^{-e(\alpha(x-\varepsilon))}$$

Nel presente studio i parametri sono stati calcolati, per ciascuna stazione, con il metodo dei momenti.

Dall'applicazione di tale metodo, e sulla base dei dati pluviometrici aggiornati, si sono ottenuti i seguenti valori di a ed n:

Tabella 5-6 –Gumbel – Valori a, n per T=5, 15, 25, 30, 100, 200, 300, 500

STAZIONE PLUVIOMETRICA	a5	n5	a15	n15	a25	n25	a30	n30	a100	n100	a200	n200	a300	n300	a500	n500
CASTELFRANCO IN MISCANO	35.53	0.25	46.10	0.24	50.82	0.24	52.49	0.24	63.43	0.23	69.99	0.23	73.34	0.23	77.95	0.23
ANZANO DI PUGLIA	36.47	0.24	46.68	0.22	51.26	0.21	52.88	0.21	63.52	0.19	69.61	0.19	73.17	0.18	77.65	0.18
MONTELEONE DI PUGLIA	34.68	0.24	45.73	0.22	50.67	0.22	52.41	0.21	63.86	0.21	70.41	0.20	74.23	0.20	79.05	0.20
ARIANO IRPINO METEO	38.54	0.23	50.41	0.23	55.72	0.23	57.60	0.23	69.89	0.22	76.92	0.22	81.03	0.22	86.20	0.22
BOVINO	31.50	0.30	40.06	0.30	43.89	0.30	45.24	0.30	54.11	0.30	59.18	0.30	62.15	0.30	65.88	0.30
SAVIGNANO IRPINO	31.79	0.25	41.96	0.24	46.50	0.24	48.11	0.24	58.65	0.23	64.68	0.23	68.21	0.23	72.64	0.23
ORSARA DI PUGLIA	31.36	0.33	39.05	0.33	42.48	0.34	43.70	0.34	51.67	0.34	56.22	0.34	58.89	0.35	62.24	0.35
FLUMERI	36.94	0.22	48.62	0.21	53.84	0.21	55.69	0.21	67.77	0.20	74.69	0.20	78.72	0.20	83.81	0.20
FAETO	36.07	0.28	49.26	0.26	55.17	0.26	57.26	0.26	70.94	0.25	78.78	0.25	83.35	0.25	83.35	0.25

## 5.6 SCELTA DELLE CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA CONFRONTO CDF DI GUMBEL - VAPI

Sulla base dell'analisi di consistenza dei campioni di dati pluviometrici aggiornati al 2020, si è condotta un'analisi statistica mediante la CDF di Gumbel per avere un confronto e scegliere quale delle due formulazioni, tra Gumbel e VAPI, sia più cautelativa, ovvero, fornisce valori di a ed n maggiori e quindi altezze di pioggia maggiori.

Il confronto ha interessato le stazioni con un campione di dati superiore a 15-20 anni di osservazioni in quanto la CDF di Gumbel per campioni di dati inferiore mostra un rapporto di correlazione campionaria insufficiente. Le stazioni oggetto di confronto sono, nel caso in esame:

Tabella 5-7 –stazioni pluviometriche confronto Gumbel - VAPI

STAZIONE PLUVIOMETRICA
ANZANO DI PUGLIA
MONTELEONE DI PUGLIA
BOVINO
SAVIGNANO IRPINO
ORSARA DI PUGLIA
FAETO

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione Idrologica	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0001 000	REV. B	FOGLIO 24 di 79

Dal confronto, tra i valori della “Tabella 5-4 – VAPI – Valori a, n per T=5, 15, 25, 30” e “Tabella 5-5 – VAPI – Valori a, n per T=100, 200, 300, 500” e “Tabella 5-6 – Gumbel – Valori a, n per T=5, 15, 25, 30, 100, 200, 300, 500”, emerge che per quasi tutte le stazioni il VAPI fornisce valori più cautelativi, questo ha portato a considerare per il successivo calcolo delle altezze di pioggia di progetto le CPP calcolate con quest’ultimo metodo. In allegato inoltre vengono riportati i confronti su diagrammi.

## 5.7 CALCOLO DELLE CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA PER DURATE INFERIORI A 1 ORA – APPLICAZIONE DELLA FORMULA DI BELL

Come già descritto nel paragrafo 5.3.2, per i bacini di piccole estensioni e che quindi presentano tempi di corrivazione inferiori all’ora è stata applicata la formula di Bell. Si specifica che la formula di Bell è stata applicata a partire dai valori delle CPP per t=1h ottenuta applicando il metodo VAPI. Di seguito, in tabella, vengono riportati i valori dei parametri a ed n ottenuti

Tabella 5-8 – Bell – Valori a, n per T=5, 15, 25, 30

STAZIONE PLUVIOMETRICA	Provincia	Quota	Regione	APO	a5	n5	a15	n15	a25	n25	a30	n30
CASTELFRANCO IN MISCANO	AV	527.7	Campania	5 VAPI CAMPANIA	18.27	0.44	31.33	0.44	37.48	0.44	39.55	0.44
ANZANO DI PUGLIA	FG	760	Campania	4	32.39	0.48	43.85	0.48	48.84	0.48	51.11	0.48
MONTELEONE DI PUGLIA	FG	844	Puglia	4	32.39	0.48	43.85	0.48	48.84	0.48	51.11	0.48
ARIANO IRPINO METEO	AV	527.5	Campania	5 VAPI CAMPANIA	18.27	0.44	31.33	0.44	37.48	0.44	39.55	0.44
BOVINO	FG	620	Puglia	3	32.54	0.44	44.06	0.44	49.07	0.44	51.36	0.44
SAVIGNANO IRPINO	AV	718	Puglia	4	32.39	0.48	43.85	0.48	48.84	0.48	51.11	0.48
ORSARA DI PUGLIA	FG	683	Puglia	3	33.21	0.48	44.96	0.48	50.08	0.48	52.41	0.48
FLUMERI	AV	597.6	Campania	5 VAPI CAMPANIA	18.70	0.48	32.06	0.48	38.34	0.48	40.46	0.48
FAETO	FG	776	Puglia	4	32.39	0.48	43.85	0.48	48.84	0.48	51.11	0.48

Tabella 5-9 – Bell – Valori a, n per T=100, 200, 300 e 500

STAZIONE PLUVIOMETRICA	Provincia	Quota	Regione	APO	a100	n100	a200	n200	a300	n300	a500	n500
CASTELFRANCO IN MISCANO	AV	527.7	Campania	5 VAPI CAMPANIA	53.80	0.44	62.08	0.44	66.91	0.44	73.12	0.44
ANZANO DI PUGLIA	FG	760	Campania	4	63.75	0.48	71.20	0.48	75.24	0.48	80.97	0.48
MONTELEONE DI PUGLIA	FG	844	Puglia	4	63.75	0.48	71.20	0.48	75.24	0.48	80.97	0.48
ARIANO IRPINO METEO	AV	527.5	Campania	5 VAPI CAMPANIA	53.80	0.44	62.08	0.44	66.91	0.44	73.12	0.44
BOVINO	FG	620	Puglia	3	64.05	0.44	71.54	0.44	75.60	0.44	81.36	0.44
SAVIGNANO IRPINO	AV	718	Puglia	4	63.75	0.48	71.20	0.48	75.24	0.48	80.97	0.48
ORSARA DI PUGLIA	FG	683	Puglia	3	65.36	0.48	73.01	0.48	77.14	0.48	83.02	0.48
FLUMERI	AV	597.6	Campania	5 VAPI CAMPANIA	55.04	0.48	63.51	0.48	68.45	0.48	74.80	0.48
FAETO	FG	776	Puglia	4	63.75	0.48	71.20	0.48	75.24	0.48	80.97	0.48

## 5.8 STIMA DEI PARAMETRI DELLE CURVE DI PROBABILITÀ PLUVIOMETRICHE PER I BACINI DI INTERESSE MEDIANTE IL METODO DEI TOPOIETI

L’analisi dei dati di pioggia di una rete pluviometrica di 10 stazioni ha consentito di ottenere la stima dei parametri a ed n delle CPP in modo puntuale. Al fine di caratterizzare tali parametri per ogni sottobacino, e per ogni area come: piazzali, nuove viabilità e rilevato ferroviario di progetto, si è reso necessario ragguagliare i parametri, ovvero, distribuire i valori dei due parametri su una superficie in cui ricade

APPALTATORE: Consortio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione Idrologica	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E Z Z RI	DOCUMENTO ID0001 000	REV. FOGLIO B 25 di 79

l'intera area di studio considerata. A tale scopo si è fatto ricorso al metodo dei topoieti, ovvero, utilizzando le piogge registrate nelle stazioni ricadenti all'interno del bacino e nelle stazioni esterne il cui topoieto copre una parte della superficie del bacino, il parametro areale "a" e/o "n" si stimano calcolando la media ponderale degli n valori di parametri calcolati. Il peso ai di ciascuna stazione è dato dal rapporto:

$$a_i = \frac{\text{area topoieto } (A_i)}{\text{area bacino } (A_{tot})}$$

Essendo  $\sum_{i=1}^n A_i = A_{tot}$ .

Quindi ad esempio il parametro "n" per il singolo bacino o area da caratterizzare sarà pari a:

$$n = \sum_{i=1}^n a_i n_i = \sum_{i=1}^n \frac{A_i}{A_{tot}} n_i$$

Per i valori ottenuti per ciascun sottobacino si rimanda all'apposito allegato della presente relazione. La delimitazione e calcolo parametri caratteristici del sistema di sottobacini considerato saranno descritti in dettaglio nei paragrafi successivi.

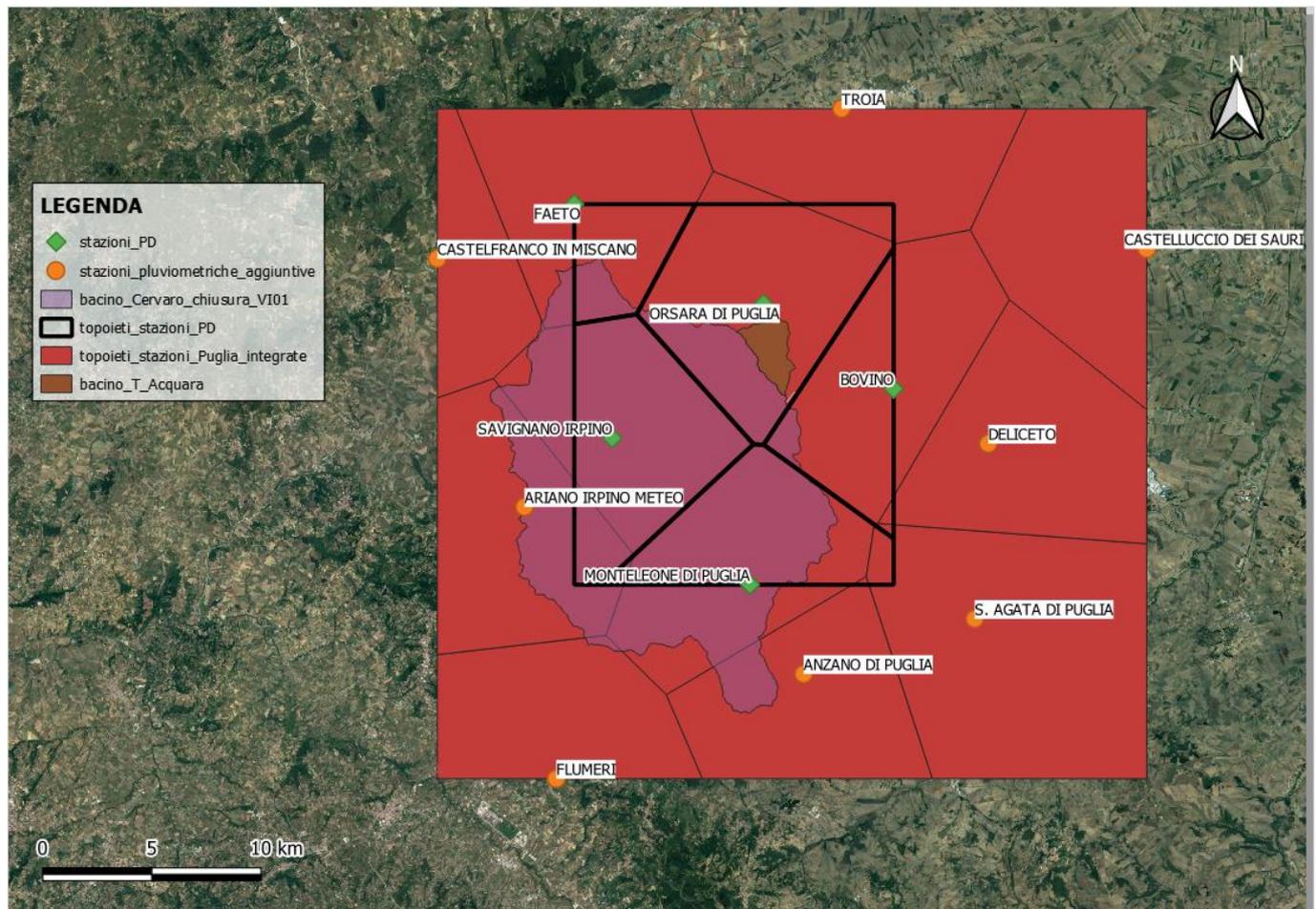


Figura 5-3. Topoiets considerati – confronto topoiets PD (in nero) e topoiets PE

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione Idrologica	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0001 000	REV. B	FOGLIO 26 di 79

In tabella si riportano i valori ottenuti applicando il metodo dei topoi per i due bacini principale del Cervaro.

Tabella 5-10 – valori per T=5, 15, 25 e 30 anni per ciascun topoi per t>1h

Bacino	A Bacino	A topoi	STAZIONE	N_APO	a5	n5	a15	n15	a25	n25	a30	n30
<b>BACINO T. ACQUARA</b>	4.76	4.76	Orsara di Puglia	3	31.91	0.33	43.2	0.33	48.12	0.33	50.36	0.33
<b>BACINO CERVARO CHIUSURA VI01</b>	196.28	31.52	Ariano Irpino	5 VAPI CAMPANIA	17.56	0.23	30.11	0.23	36.01	0.23	38.00	0.23
	196.28	0.57	Flumeri	5 VAPI CAMPANIA	17.96	0.24	30.80	0.24	36.84	0.24	38.88	0.24
	196.28	6.14	Anzano di Puglia	4	31.12	0.26	42.14	0.26	46.93	0.26	49.11	0.26
	196.28	8.25	Faeto	4	31.12	0.26	42.14	0.26	46.93	0.26	49.11	0.26
	196.28	17.79	Orsara di Puglia	3	31.91	0.33	43.20	0.33	48.12	0.33	50.36	0.33
	196.28	0.08	Castefranco in Miscano	5 VAPI CAMPANIA	17.56	0.23	30.11	0.23	36.01	0.23	38.00	0.23
	196.28	2.67	Bovino	3	31.91	0.25	43.20	0.25	48.12	0.25	50.36	0.25
	196.28	68.55	Savignano Irpino	4	31.12	0.26	42.14	0.26	46.93	0.26	49.11	0.26
	196.28	60.71	Monteleone di Puglia	4	31.12	0.26	42.14	0.26	46.93	0.26	49.11	0.26

Tabella 5-11 – valori per T=100, 200, 300 e 500 anni per ciascun topoi per t>1h

Bacino	A Bacino	A topoi	STAZIONE	N_APO	a100	n100	a200	n200	a300	n300	a500	n500
<b>BACINO T. ACQUARA</b>	4.76	4.76	Orsara di Puglia	3	62.81	0.33	70.15	0.33	74.13	0.33	79.77	0.33
<b>BACINO CERVARO CHIUSURA VI01</b>	196.28	31.52	Ariano Irpino	5 VAPI CAMPANIA	51.70	0.23	59.65	0.23	64.29	0.23	70.26	0.23
	196.28	0.57	Flumeri	5 VAPI CAMPANIA	52.89	0.24	61.03	0.24	65.77	0.24	71.88	0.24
	196.28	6.14	Anzano di Puglia	4	61.26	0.26	68.42	0.26	72.30	0.26	77.81	0.26
	196.28	8.25	Faeto	4	61.26	0.26	68.42	0.26	72.30	0.26	77.81	0.26
	196.28	17.79	Orsara di Puglia	3	62.81	0.33	70.15	0.33	74.13	0.33	79.77	0.33
	196.28	0.08	Castefranco in Miscano	5 VAPI CAMPANIA	51.70	0.23	59.65	0.23	64.29	0.23	70.26	0.23
	196.28	2.67	Bovino	3	62.81	0.25	70.15	0.25	74.13	0.25	79.77	0.25
	196.28	68.55	Savignano Irpino	4	61.26	0.26	68.42	0.26	72.30	0.26	77.81	0.26
	196.28	60.71	Monteleone di Puglia	4	61.26	0.26	68.42	0.26	72.30	0.26	77.81	0.26

Tabella 5-12 – valori per T=5, 15, 25 e 30 anni per ciascun topoi per t<1h

Bacino	A Bacino	A topoi	STAZIONE	N_APO	a5	n5	a15	n15	a25	n25	a30	n30
<b>BACINO T. ACQUARA</b>	4.76	4.76	Orsara di Puglia	3	33.21	0.48	44.96	0.48	50.08	0.48	52.41	0.48
<b>BACINO CERVARO CHIUSURA VI01</b>	196.28	31.52	Ariano Irpino	5 VAPI CAMPANIA	18.70	0.48	32.06	0.48	38.34	0.48	40.46	0.48
	196.28	0.57	Flumeri	5 VAPI CAMPANIA	32.39	0.48	43.85	0.48	48.84	0.48	51.11	0.48
	196.28	6.14	Anzano di Puglia	4	32.39	0.48	43.85	0.48	48.84	0.48	51.11	0.48
	196.28	8.25	Faeto	4	18.27	0.44	31.33	0.44	37.48	0.44	39.55	0.44
	196.28	17.79	Orsara di Puglia	3	32.54	0.44	44.06	0.44	49.07	0.44	51.36	0.44
	196.28	0.08	Castefranco in Miscano	5 VAPI CAMPANIA	32.39	0.48	43.85	0.48	48.84	0.48	51.11	0.48
	196.28	2.67	Bovino	3	33.21	0.48	44.96	0.48	50.08	0.48	52.41	0.48
	196.28	68.55	Savignano Irpino	4	18.27	0.44	31.33	0.44	37.48	0.44	39.55	0.44
	196.28	60.71	Monteleone di Puglia	4	32.39	0.48	43.85	0.48	48.84	0.48	51.11	0.48

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione Idrologica	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0001 000	REV. FOGLIO B 27 di 79

Tabella 5-13 – valori per T=100, 200, 300 e 500 anni per ciascun topoioto per t<1h

Bacino	A Bacino	A topoioto	STAZIONE	N_APO	a100	n100	a200	n200	a300	n300	a500	n500
<b>BACINO T. ACQUARA</b>	4.76	4.76	Orsara di Puglia	3	65.36	0.48	73.01	0.48	77.14	0.48	83.02	0.48
	196.28	31.52	Ariano Irpino	5 VAPI CAMPANIA	55.04	0.48	63.51	0.48	68.45	0.48	74.80	0.48
<b>BACINO CERVARO CHIUSURA VI01</b>	196.28	0.57	Flumeri	5 VAPI CAMPANIA	63.75	0.48	71.20	0.48	75.24	0.48	80.97	0.48
	196.28	6.14	Anzano di Puglia	4	63.75	0.48	71.20	0.48	75.24	0.48	80.97	0.48
	196.28	8.25	Faeto	4	53.80	0.44	62.08	0.44	66.91	0.44	73.12	0.44
	196.28	17.79	Orsara di Puglia	3	64.05	0.44	71.54	0.44	75.60	0.44	81.36	0.44
	196.28	0.08	Castefranco in Miscano	5 VAPI CAMPANIA	63.75	0.48	71.20	0.48	75.24	0.48	80.97	0.48
	196.28	2.67	Bovino	3	65.36	0.48	73.01	0.48	77.14	0.48	83.02	0.48
	196.28	68.55	Savignano Irpino	4	53.80	0.44	62.08	0.44	66.91	0.44	73.12	0.44
	196.28	60.71	Monteleone di Puglia	4	63.75	0.48	71.20	0.48	75.24	0.48	80.97	0.48

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione Idrologica	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0001 000	REV. FOGGIO B 28 di 79

## 5.9 ANALISI DELLE REGISTRAZIONI IDROMETRICHE

Sono stati considerati i valori delle portate giornaliere massime annuali, negli anni 1951 – 2012, registrati presso la stazione idrometrica di Incoronata, situata ad una distanza di circa 20 km da Bovino e circa 30 km da Orsara.

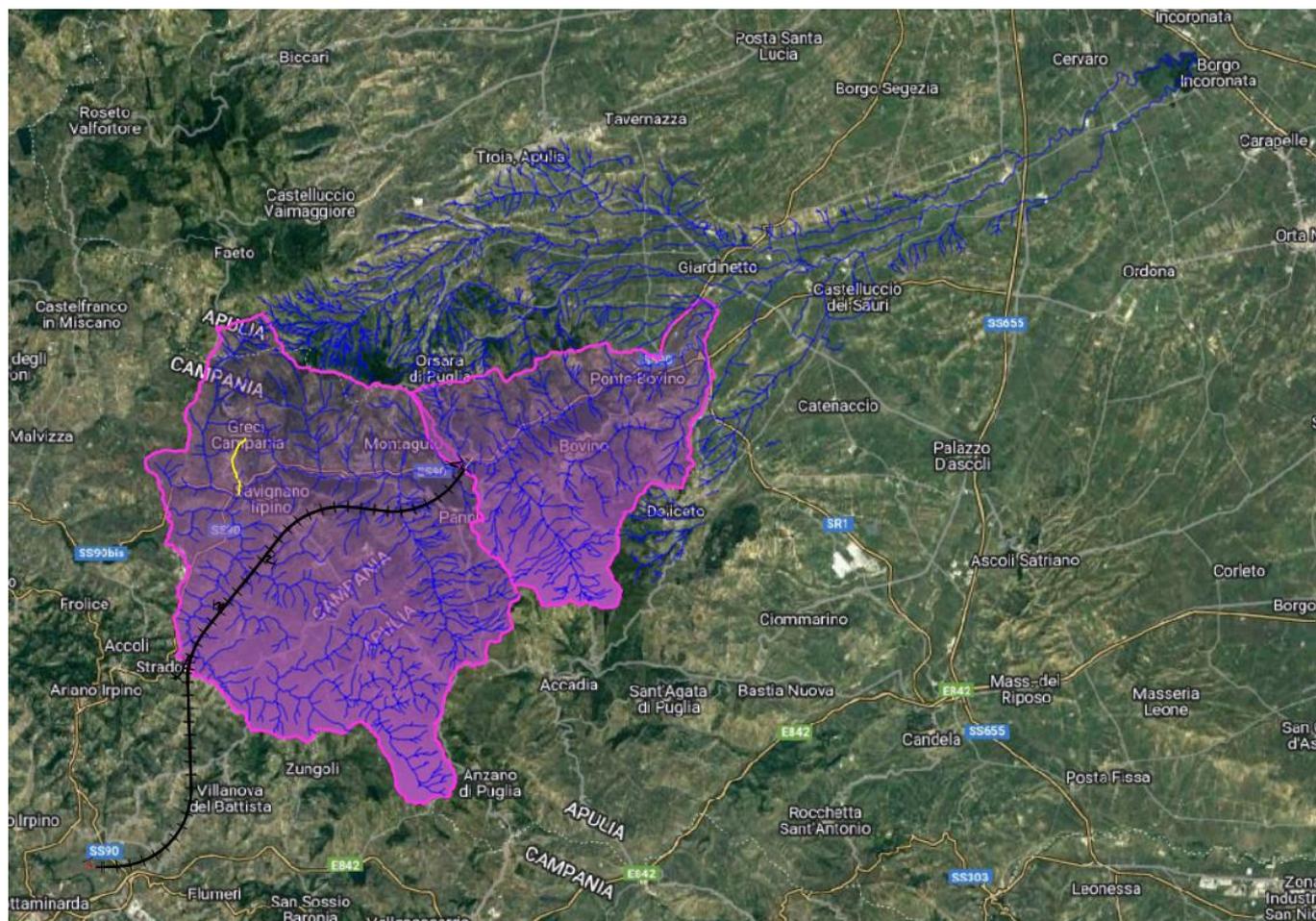


Figura 5-4. Torrente Cervaro: stazione idrometrica di Incoronata.

Di seguito, i dati idrometrici presi in esame in forma tabellare e grafica (fonte: Annali Idrologici pubblicati dal Servizio Idrografico del Ministero dei LL.PP.).

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione Idrologica		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E Z Z RI	DOCUMENTO ID0001 000	REV. B	FOGLIO 29 di 79

Tabella 5-14 – Stazione idrometrica di Incoronata: valori di portata giornaliera massima annuale (periodo: 1951-2012).

ANNO	$Q_{maxg}$ [m <sup>3</sup> /s]						
1951	44.50	1964	101.00	1977	32.00	1992	173.00
1952	13.80	1965	148.00	1978	163.00	1994	26.80
1953	95.70	1966	38.30	1979	159.00	1996	27.80
1954	56.10	1967	26.10	1980	110.00	1997	45.80
1955	116.00	1968	162.00	1981	65.10	1998	31.00
1956	134.00	1969	96.20	1982	56.00	1999	58.70
1957	244.00	1970	44.70	1983	44.50	2000	49.50
1958	71.30	1971	72.60	1984	182.00	2001	14.50
1959	80.30	1972	56.50	1985	142.00	2002	24.00
1960	57.70	1973	62.80	1988	51.50	2011	120.50
1961	228.00	1974	69.60	1989	11.00	2012	34.30
1962	77.80	1975	92.70	1990	10.40		
1963	114.00	1976	135.00	1991	152.00		

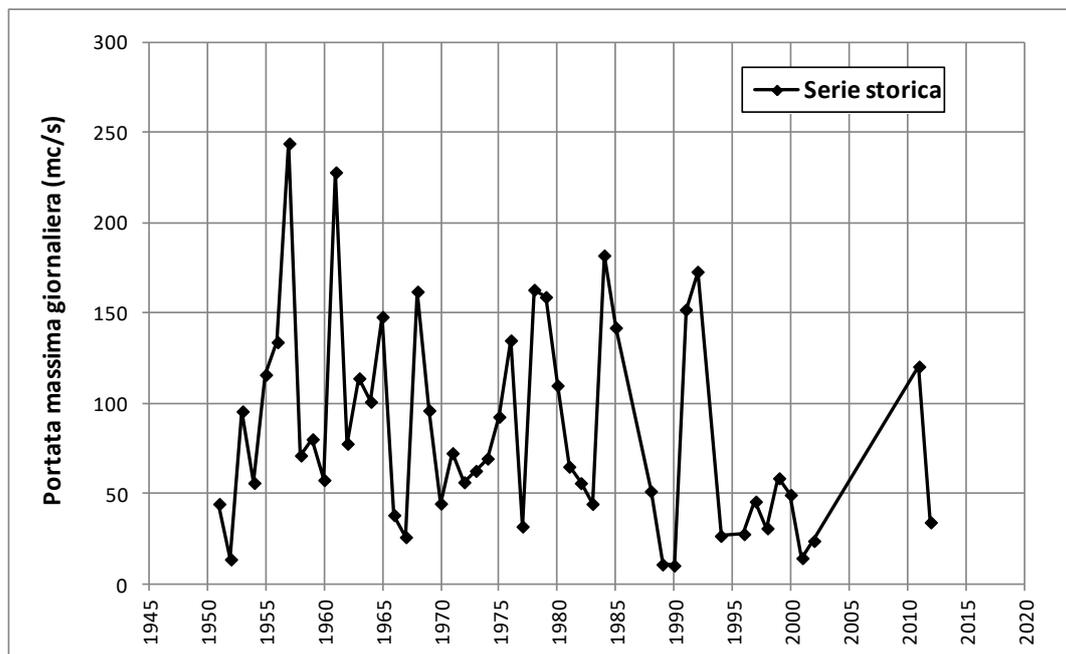


Figura 5-5. Torrente Cervaro

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione Idrologica	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E Z Z RI	DOCUMENTO ID0001 000	REV. FOGLIO B 30 di 79

Per l'analisi statistica delle portate, sono stati quindi calcolati dapprima la media ( $\mu$ ) e lo scarto quadratico medio ( $\sigma$ ) del campione dei dati:  $\mu = 84.50$  mc/s;  $\sigma = 56.7$ .

Sono state quindi considerate le seguenti distribuzioni di probabilità:

- *Gumbel*

$$Q_{\max, g} = \xi - \frac{1}{\alpha} \left\{ \ln \left[ \ln \left( \frac{TR}{TR - 1} \right) \right] \right\}$$

con  $Q_{\max, g}$  = portata massima giornaliera, corrispondente ad un determinato tempo di ritorno TR (non la portata che mediamente viene uguagliata o superata ogni TR anni, ma la media di tutte le portate che possono superare quest'ultima);  $\xi = \mu - 0.45 \cdot \sigma$ ,  $\alpha = 1.283/\sigma$ .

- *Fuller & Coutagne*

$$Q_{\max, g} = q \cdot \left\{ 1 + \frac{1}{b \cdot q} \log_{10} [TR] \right\}$$

con  $q = \mu \cdot \sigma$ ,  $b = 0.434/\sigma$ .

Sono stati dunque ricavati i valori di portata ( $Q_{\max, g}$ ), per differenti tempi di ritorno, secondo le distribuzioni di probabilità considerate, in corrispondenza della sezione di chiusura presso la stazione di Incoronata, che sottende un bacino di 657 km<sup>2</sup>. La portata al colmo corrispondente ad un determinato tempo di ritorno (QTR) può essere valutata ricorrendo a formule empiriche, disponibili nella letteratura tecnica, che in dipendenza della superficie del bacino (S) sottesa alle sezioni di chiusura, permettono di valutare il cosiddetto coefficiente di punta:  $C = Q_{TR}/Q_{\max, g}$ . In particolare, sono state considerate le seguenti formulazioni:

- *Fuller & Tonini*

$$C = \frac{Q_{TR}}{Q_{\max, g}} = 1 + 68 \cdot S^{-0.5}$$

- *Cotecchia*

$$C = \frac{Q_{TR}}{Q_{\max, g}} = \begin{cases} 32 \cdot S^{-0.313}, & \text{per } S > 120 - 140 \text{ km}^2 \\ 16 \cdot S^{-0.19}, & \text{per } S < 120 - 140 \text{ km}^2 \end{cases}$$

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione Idrologica	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0001 000	REV. FOGLIO B 31 di 79

da cui  $C = 3.65$ , secondo la formula di Fuller & Tonini;  $C = 4.20$ , secondo la formula di Cotecchia.

Tabella 5-15 – Stazione idrometrica di Incoronata: valori di portata  $Q_{max,g}$ , per differenti tempi di ritorno, secondo le distribuzioni di probabilità di Gumbel e Fuller.

TR	Gumbel	Fuller
(anni)	$Q_{max,g}$ (mc/s)	$Q_{max,g}$ (mc/s)
5	125.3	119.10
<b>30</b>	<b>208.6</b>	<b>220.81</b>
50	231.5	249.81
100	262.3	289.15
<b>200</b>	<b>293.1</b>	<b>328.50</b>
<b>300</b>	<b>311.1</b>	<b>351.52</b>
<b>500</b>	<b>333.7</b>	<b>380.52</b>
600	341.7	390.87
800	354.5	407.20
1000	364.3	419.86

In definitiva, come coefficiente di punta è stato assunto un valore pari alla media dei valori ottenuti con le predette espressioni, ossia  $C = 3.93$ .

Il valore della portata QTR per diversi tempi di ritorno è stato calcolato (per ogni tempo di ritorno) considerando i valori di  $Q_{max,g}$  calcolati secondo le distribuzioni di Gumbel e Fuller e moltiplicando questi ultimi per il coefficiente di punta C sopra determinato. I valori ottenuti, unitamente al valore della portata specifica, sono riportati nelle tabelle seguenti.

Tabella 5-16 – Stazione idrometrica di Incoronata: valori di portata massima giornaliera, al colmo e specifica, per differenti tempi di ritorno, secondo la distribuzione di Fuller.

TR (anni)	Portata al colmo (Fuller)		
	$Q_{max,g}$ mc/s	$Q_{TR}$ mc/s	$q = Q_{max}/S$ mc/s Km <sup>2</sup>
5	119.1	467.62	0.71
<b>30</b>	<b>220.8</b>	<b>867.0</b>	<b>1.31</b>
50	249.8	980.86	1.49
100	289.2	1135.35	1.72
<b>200</b>	<b>328.5</b>	<b>1289.85</b>	<b>1.96</b>
<b>300</b>	<b>351.5</b>	<b>1380.23</b>	<b>2.10</b>
<b>500</b>	<b>380.5</b>	<b>1494.09</b>	<b>2.27</b>

APPALTATORE: Consortio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione Idrologica	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0001 000	REV. FOGLIO B 32 di 79

**Tabella 5-17 – Stazione idrometrica di Inoronata: valori di portata massima giornaliera, al colmo e specifica, per differenti tempi di ritorno, secondo la distribuzione di Gumbel.**

<b>TR (anni)</b>	<b>Portata al colmo (Gumbel)</b>		
	<b><math>Q_{max,g}</math> mc/s</b>	<b><math>Q_{TR}</math> mc/s</b>	<b><math>q = Q_{max}/S</math> mc/s Km<sup>2</sup></b>
5	125.3	491.80	0.75
<b>30</b>	<b>208.6</b>	<b>818.95</b>	<b>1.25</b>
50	231.5	908.82	1.38
100	262.3	1030.03	1.57
<b>200</b>	<b>293.1</b>	<b>1150.81</b>	<b>1.75</b>
<b>300</b>	<b>311.1</b>	<b>1221.35</b>	<b>1.86</b>
<b>500</b>	<b>333.7</b>	<b>1310.15</b>	<b>1.99</b>

I valori ottenuti da quest'ultima analisi saranno utilizzati per la taratura del modello idrologico tenendo conto anche dello studio del Cervaro condotto l'Autorità di Bacino della Puglia (AdB Puglia) nell'ambito del P.O. FESR 2007-2013.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione Idrologica	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0001 000	REV. FOGLIO B 33 di 79

## 6 STUDIO IDROLOGICO E CALCOLO IDROGRAMMI DI PROGETTO MEDIANTE IL SOFTWARE HEC-HMS

Allo scopo di valutare le condizioni di rischio idraulico dell'area oggetto di studio, è risultato necessario condurre preliminarmente un'indagine idrologica dei bacini idrografici che afferiscono all'area di studio unitamente ad una indagine idraulica per la determinazione delle criticità idrauliche che caratterizzano il tracciato con le aree a rischio idraulico.

Uno studio idrologico di un sistema di sottobacini, oltre alla caratterizzazione delle piogge mediante l'analisi statistica descritta nei paragrafi precedenti, richiede una serie di studi preliminari che sono i seguenti:

- Delimitazione dei sottobacini sulla base di un modello digitale del terreno;
- Studio delle caratteristiche del suolo;
- Stima dei parametri morfologici;
- Scelta del metodo afflussi – deflussi per la stima della pioggia netta e quindi degli idrogrammi di piena
- Stima dei parametri del metodo scelto

Nei successivi paragrafi vengono descritte in dettaglio gli studi appena citati che si finalizzano all'implementazione del modello idrologico mediante il codice di calcolo HEC-HMS.

### 6.1 ANALISI GEOMORFOLOGICA

L'individuazione delle aree contribuenti alla generazione dei deflussi superficiali costituisce un passaggio fondamentale al fine di giungere alla determinazione del dominio di studio. I parametri individuati da questo tipo di analisi costituiscono una parte dell'input dei modelli idrologici e idraulici applicati nel seguito. La base dati principale sulla quale è basata l'analisi morfologica è rappresentata dal modello digitale del terreno. Questo consente di effettuare valutazioni sull'altimetria dei luoghi, sulle pendenze, sul deflusso delle acque, ecc.; pertanto maggiore è la precisione del modello, intesa anche come densità di punti disponibili, e più attendibili sono le valutazioni che si possono fare. Vista l'estensione dell'area, per lo studio del sistema dei sottobacini principali è stato utilizzato un modello digitale del terreno con risoluzione di cella 10x10 della regione Puglia, mentre, per lo studio dei bacini secondari che presentano aree piuttosto ridotte, è stato utilizzato un modello digitale del terreno con una risoluzione di cella 1x1 ottenuto sulla base dei rilievi lidar forniti dal Ministero dell'Ambiente.

Nel presente studio, dall'analisi del modello digitale del terreno mediante software HEC – HMS versione 4.8 per i bacini principali e mediante il software Global Mapper versione 22.1 per i bacini secondari, si sono ricavati sottobacini reticolo idrografico principale e secondario. Entrambi i software si basano sull'algoritmo Tau DEM che viene descritto in dettaglio nel successivo paragrafo. La delimitazione dei sottobacini oggetti di studio è stata definita impostando come sezioni di chiusura i punti di interferenza tra opere in progetto e reticolo.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione Idrologica	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0001 000	REV. FOGLIO B 34 di 79

### 6.1.1 ALGORITMO TAU-DEM

Le operazioni che usualmente sono utilizzate per la definizione dei bacini idrografici in ambiente GIS, una volta preparato il DEM attraverso operazioni di depiattaggio, sono generalmente il comando denominato flow-direction e flow-accumulation. In letteratura scientifica vi sono svariati algoritmi destinati al calcolo di queste grandezze, nel caso in esame si è fatto riferimento all'algoritmo denominato TAU-DEM.

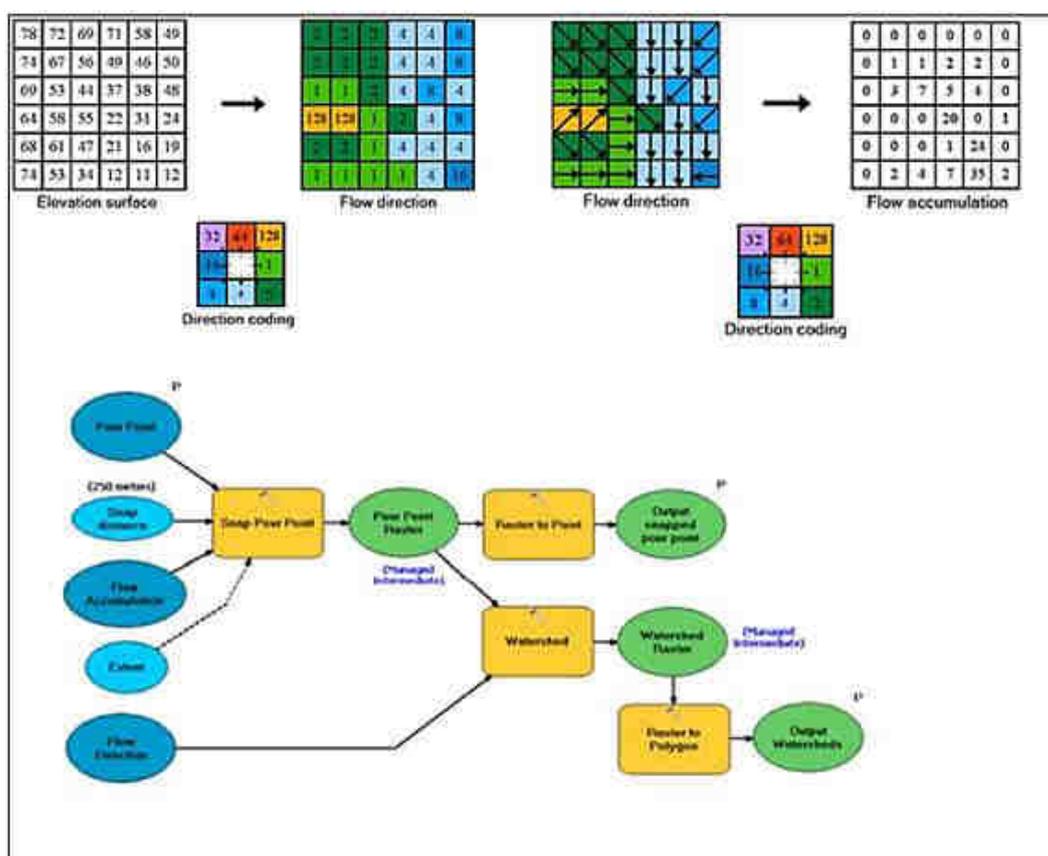


Figura 6-1. Schema algoritmo TAU-DEM

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>M-INGEGNERIA</b>		<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione Idrologica</b>		COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E Z Z RI</b>	DOCUMENTO <b>ID0001 000</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>35 di 79</b>

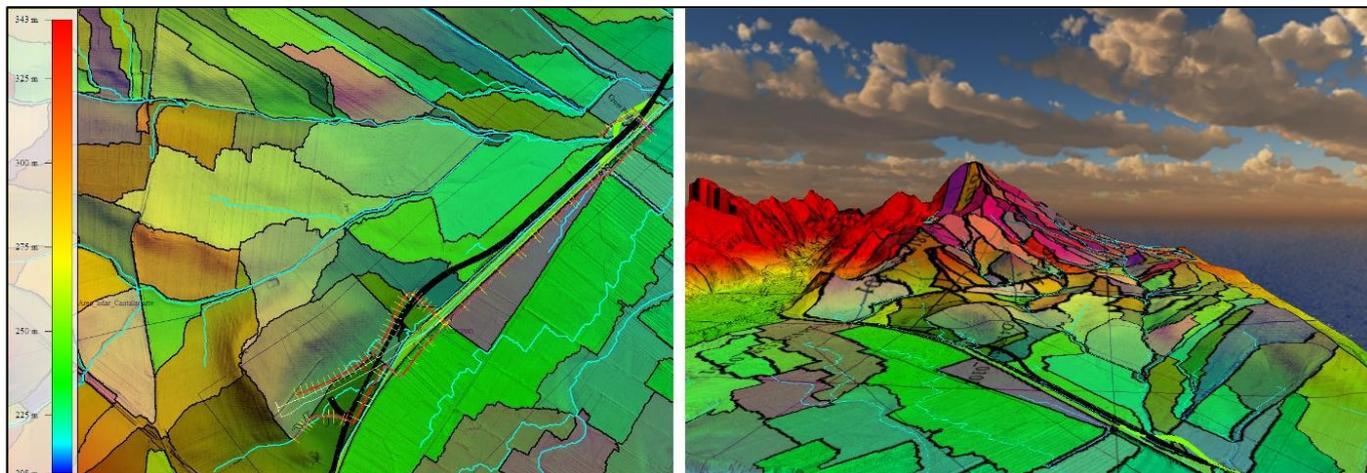


Figura 6-2. Delimitazione bacini minori mediante software Global Mapper

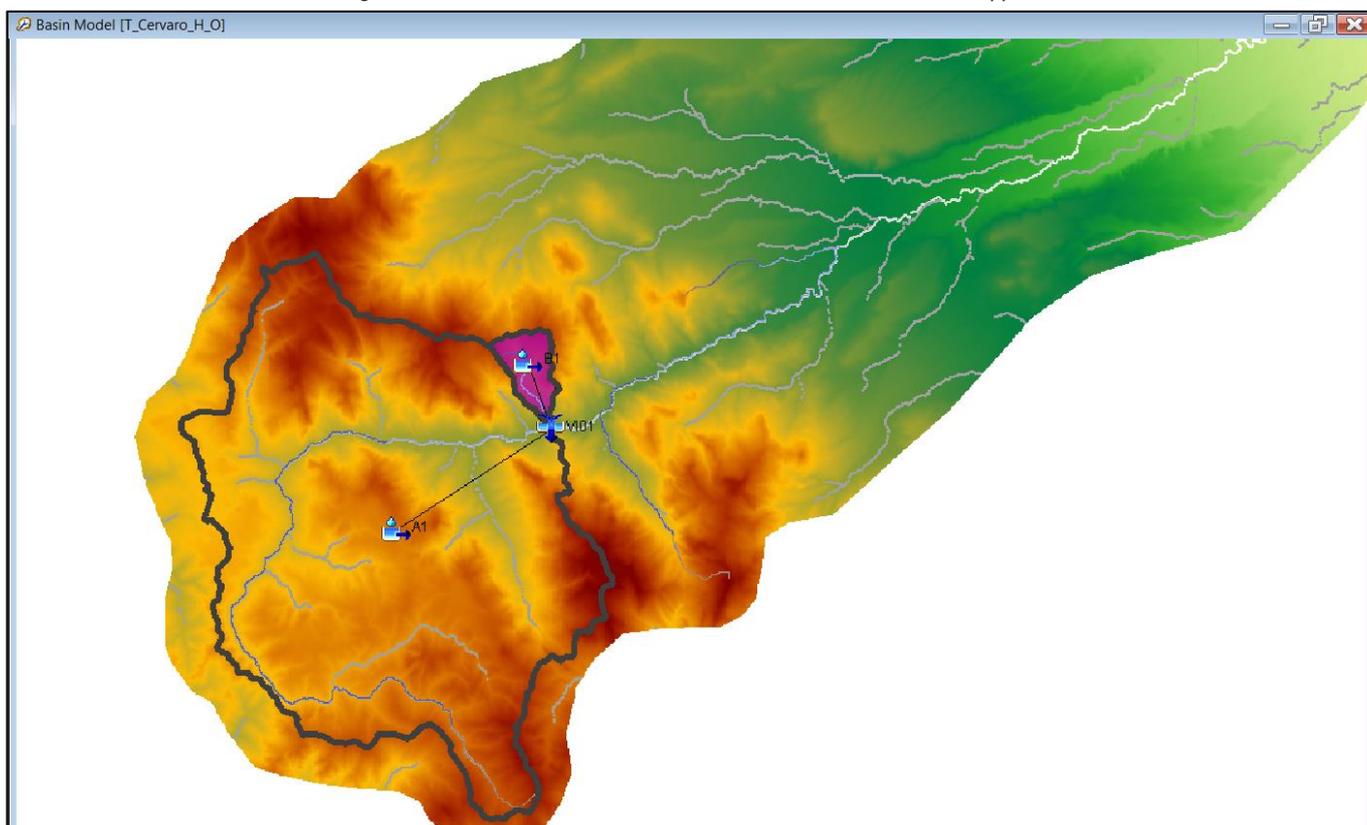


Figura 6-3. Delimitazione bacini maggiori e creazione modello idrologico

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV    WEBUILD ITALIA                      PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI                      GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione Idrologica	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E Z Z R I	DOCUMENTO ID0001 000	REV. B	FOGLIO 36 di 79

## 6.1.2 INQUADRAMENTO PEDOLOGICO

I dati pedologici sono stati determinanti per valutare il deflusso superficiale. L'area oggetto di studio è caratterizzata dai seguenti sottosistemi pedologici, riassunti in tabella.

Tabella 6-1 –sottosistemi pedologici

Sigla	Descrizione
BIC1	Medi e bassi versanti caratterizzati da reticolo sub-parallelo e moderatamente inciso. Pendenze moderatamente elevate (15-35%). Substrato geolitologico: Argille, marne siltose e calcari compatti (Miocene)
BIC1-PAG2	Alti e medi versanti, caratterizzati da reticolo di drenaggio dendritico ed inciso. Pendenze elevate (30-60%) e frequenti fenomeni di soil-slip e movimenti di massa. Substrato geolitologico: Argille, marne siltose e calcari compatti (Miocene)
CAB1	Aree pianeggianti o sub-pianeggianti riferibili a superfici di discontinuità del paesaggio collinare tipico dell'Appennino Dauno. Substrato geolitologico: Argille, marne siltose e calcari compatti (Miocene)
CAP 6.5	Collina argillosa e marnosa dell'Irpinia Complesso di suoli moderatamente profondi, profondità utile alle radici moderatamente elevata, limitata da orizzonti arricchiti in carbonati secondari, tessitura da moderatamente fine a fine, scheletro scarso, da calcarei a molto calcarei, debolmente alcalini, CSC alta, TSB alto, AWC bassa (67.0 mm), Ksat bassa, moderatamente ben drenati, e suoli profondi, profondità utile alle radici molto elevata, tessitura moderatamente fine, scheletro da scarso ad assente con la profondità, reazione neutra, non calcarei, CSC alta, TSB alto, drenaggio interno: ben drenati, permeabilità: moderatamente bassa, AWC alta (241.0 mm), Ksat moderatamente bassa, ben drenati
CAP 6.6	Collina arenacea dell'Irpinia Consociazione di suoli profondi, profondità utile alle radici moderatamente elevata, limitata da orizzonti vertici e di accumulo di carbonati secondari, tessitura moderatamente fine, scheletro assente, reazione moderatamente alcalina, calcarei, CSC alta, saturati, moderatamente ben drenati, Ksat bassa, AWC moderata (148.0 mm).
CAT1/CAT2	Recenti e poco rilevate sul piano dell'alveo attuale. Substrato geolitologico: depositi alluvionali (Olocene)

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>																	
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>M-INGEGNERIA</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF3A</td> <td>02</td> <td>E Z Z RI</td> <td>ID0001 000</td> <td>B</td> <td>37 di 79</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E Z Z RI	ID0001 000	B	37 di 79
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF3A	02	E Z Z RI	ID0001 000	B	37 di 79													
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione Idrologica</b>																		
<b>FFT 7.1</b>	<p>Fondovalle fluviali del Sele e dei corsi d'acqua minori          Complesso di suoli da poco a moderatamente profondi, profondità utile alle radici scarsa, limitata da orizzonti ricchi in scheletro e sabbiosi, tessitura da media a moderatamente grossolana, scheletro da comune ad abbondante, reazione da neutra a debolmente alcalina, calcarei, CSC media, saturati, AWC molto bassa (39.0 mm), Ksat alta, talvolta eccessivamente drenati, e suoli moderatamente profondi, profondità utile alle radici moderatamente elevata, limitata dalla presenza di orizzonti ricchi in scheletro e sabbiosi, tessitura media, scheletro assente, abbondante in profondità, reazione moderatamente alcalina, calcarei, CSC alta, saturati, ben drenati, Ksat moderatamente alta, AWC alta (166.0 mm).</p>																	
<b>LAM1/PAG1/PAG2</b>	<p>Alti e medi versanti, caratterizzati da reticolo di drenaggio dendritico ed inciso. Pendenze elevate (30-60%) e frequenti fenomeni di soil-slip e movimenti di massa.          Substrato geolitologico: Argille, marne siltose e calcari compatti (Miocene)</p>																	
<b>MAR1 e SER2-MAR1</b>	<p>Versanti di collegamento tra i pianalti e le aree di fondovalle.          Substrato geolitologico: calcareniti (Pleistocene)</p>																	
<b>PAR1/VER1</b>	<p>Superfici sviluppate lungo corsi d'acqua attivi perlomeno durante la stagione umida.          Substrato geolitologico: depositi alluvionali (Olocene)</p>																	
<b>SGZ3</b>	<p>Paleo-superfici sommitali a depositi grossolani, strette ed allungate nella direzione del deflusso dei corsi d'acqua principali.          Substrato geolitologico: depositi conglomeratici (Pleistocene)</p>																	

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione Idrologica</b>	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0001 000	REV. B	FOGLIO 38 di 79

Come si può notare dall'immagine seguente, i due sottosistemi pedologici prevalenti sono: CAP 6.5 che corrisponde alla Collina argillosa e marnosa dell'Irpina e BIC1-PAG1 corrispondente ad argille, marne siltose e calcari compatti del Miocene su pendenze elevate.

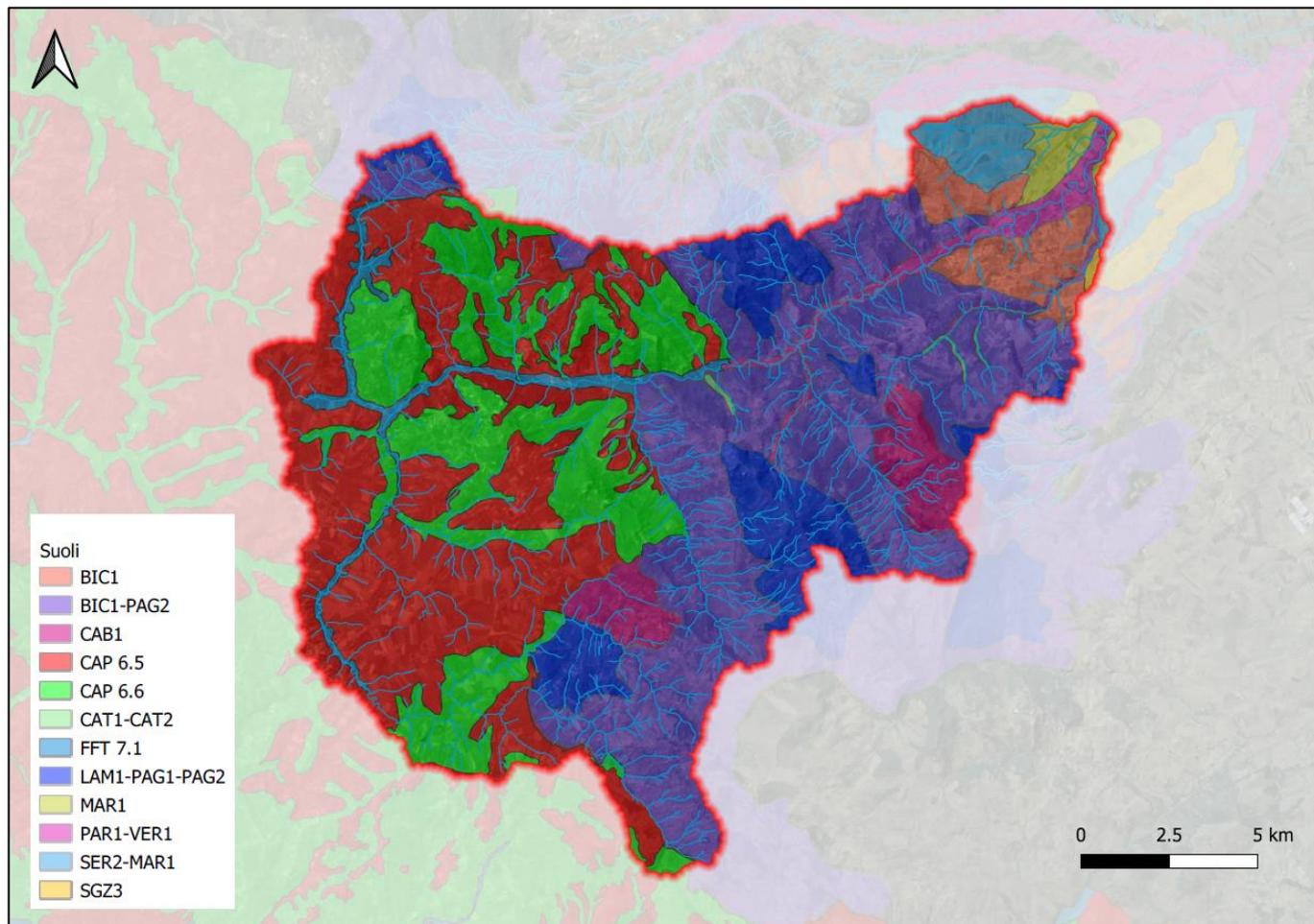


Figura 6-4. Sottosistemi pedologici

APPALTATORE: Conorzio HIRPINIA - ORSARA AV	Soci WEBUILD ITALIA	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PIZZAROTTI						
PROGETTAZIONE: Mandataria ROCKSOIL S.P.A	Mandanti NET ENGINEERING ELETTRI-FER	PINI	GCF			
PROGETTO ESECUTIVO Relazione Idrologica	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0001 000	REV. B	FOGLIO 39 di 79

### 6.1.3 STIMA DELLA PERMEABILITA'

Sulla base delle caratteristiche del suolo si è potuto attribuire una classe di permeabilità ad ogni tipo di sottosistema pedologico. Le classi di permeabilità e le caratteristiche sono rappresentate di seguito

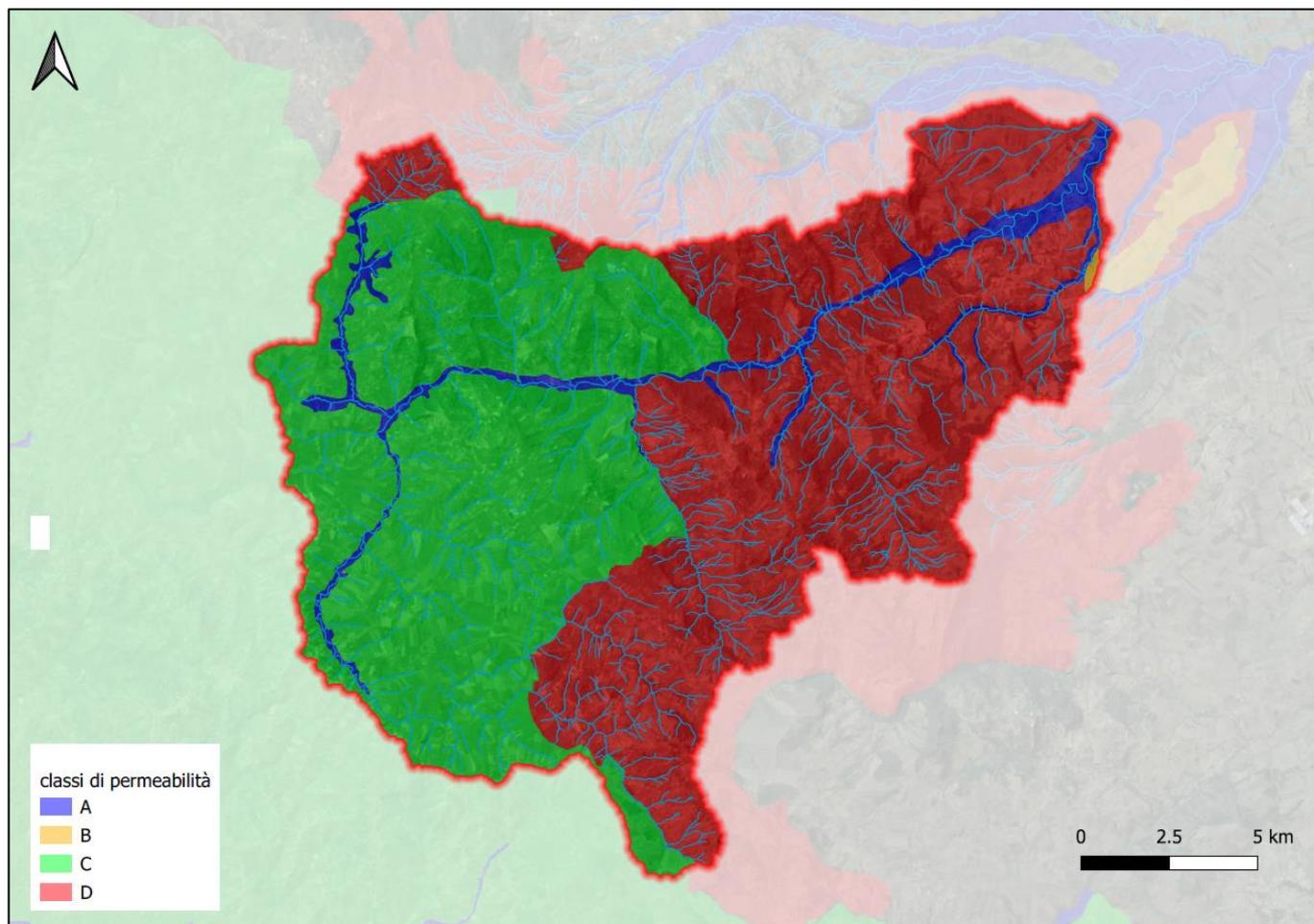


Figura 6-5. Classi di permeabilità

La classe di permeabilità prevalente è la D corrispondente a suoli con potenzialità di deflusso molto elevata e scarsissima capacità di infiltrazione a saturazione (Argile con elevata capacità di rigonfiamento, ma anche suoli con sottoli orizzonti pressoché impermeabili in vicinanza della superficie). Seguita dal gruppo C che corrisponde a suoli aventi potenzialità di deflusso moderatamente alta, suoli contenenti considerevoli quantità d'argilla e colloidali e con scarsa capacità di infiltrazione e saturazione.

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione Idrologica</b>	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ RI</b>	DOCUMENTO <b>ID0001 000</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>40 di 79</b>

### 6.1.4 USO DEL SUOLO

Per la caratterizzazione del bacino dal punto di vista dell'uso del suolo è stato utilizzato lo strato informativo Corine Land Cover al III livello.

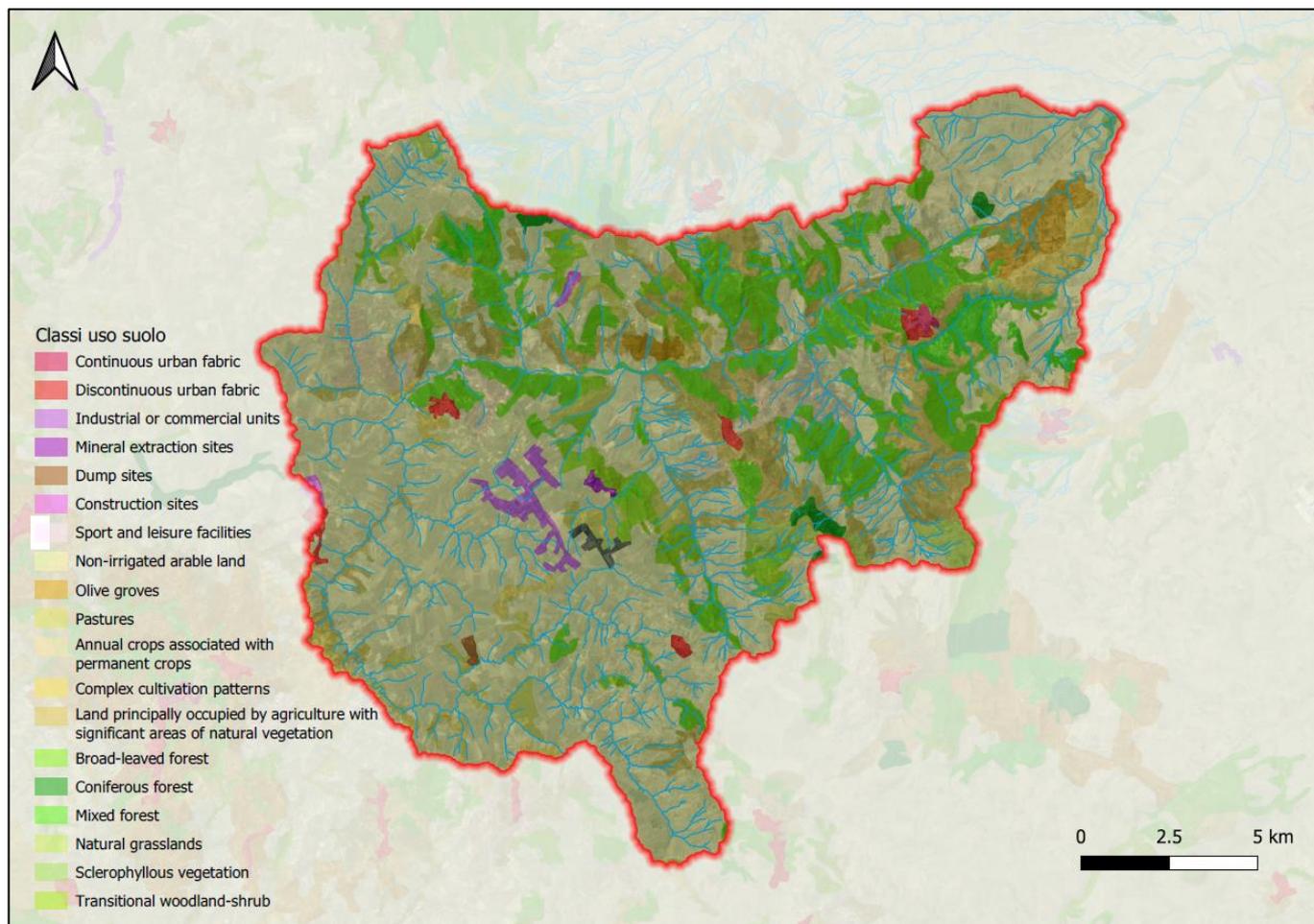


Figura 6-6. Inquadramento su carta dell'Uso del Suolo

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI				<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA				<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione Idrologica				COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0001 000	REV. B	FOGLIO 41 di 79

### 6.1.5 STIMA DEI PARAMETRI MORFOLOGICI

La caratterizzazione geomorfologica di un bacino idrografico avviene attraverso il calcolo di parametri atti a de-scrivere la planimetria e l'altimetria. In primo luogo, sulla base del modello digitale del terreno a disposizione, si è provveduto al calcolo dell'area in kmq di ciascun bacino idrografico, i valori di quota caratteristici, le pendenze dei versanti e i valori caratteristici del reticolo principale. I valori ottenuti sono riassunti nella tabella seguente.

Tabella 6-2 – parametri morfologici sistema sottobacini principale

COD E	Bacino	A [km <sup>2</sup> ]	L <sub>asta princ</sub> [km]	H <sub>max</sub> [m s.l.m.]	H <sub>min</sub> [m s.l.m.]	H <sub>med</sub> [m s.l.m.]	H <sub>0</sub> [m s.l.m.]	i versanti [%]	i asta [%]
B1	BACINO ACQUARA	4.76	4.31	858.24	352.41	639.45	352.41	15.93	7.50
A1	CERVARO CHIUSURA VI01	196.28	34.88	1102.14	350.02	675.79	350.02	9.43	1.50

È stata caratterizzata la plano-altimetria dei sottobacini mediante il calcolo della curva ipsografica che mette in relazione la quota altimetrica con l'area sottesa alla medesima quota

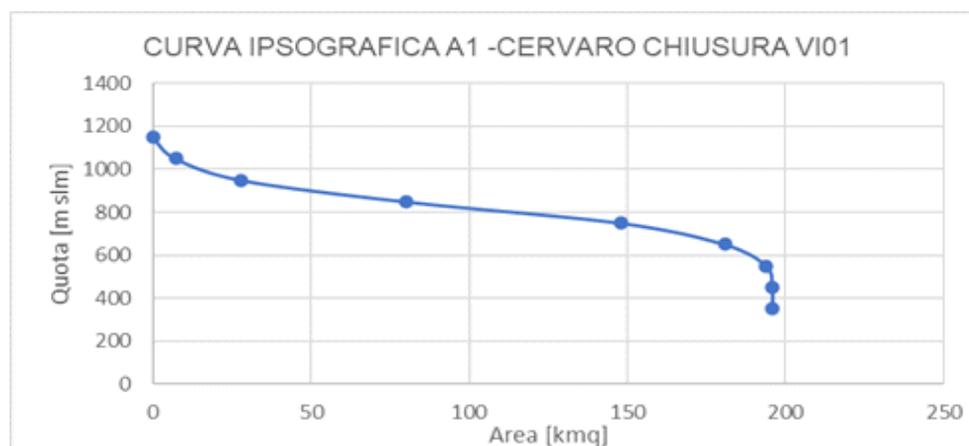


Figura 6-7 Curva ipsografica Cervaro chiusura VI01

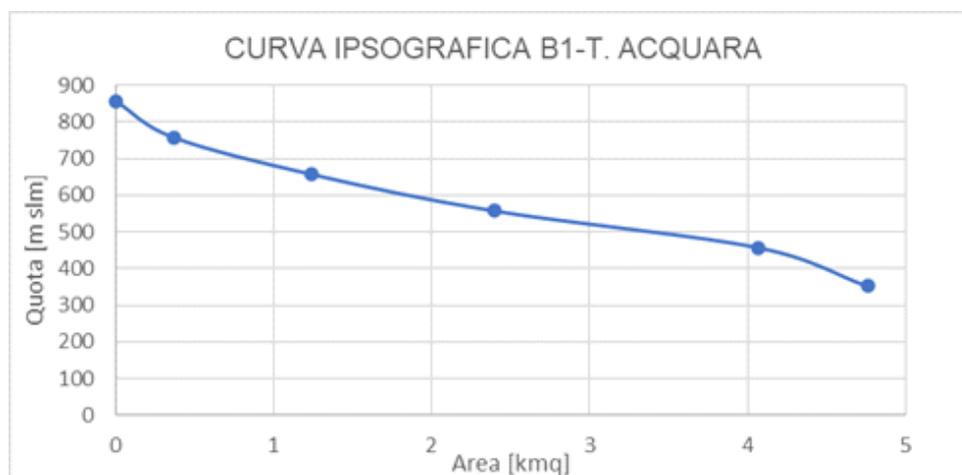


Figura 6-8 Curva ipsografica B1 – T. Acquara

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione Idrologica</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E Z Z R I</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>ID0001 000</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>42 di 79</b>

## 6.2 MODELLISTICA UTILIZZATA – CARATTERISTICHE GENERALI

È stato condotto uno studio idrologico per la determinazione della pioggia netta per lo schema di sottobacini ottenuto dall'analisi geomorfologica per i tempi di ritorno pari a 5, 15, 30, 100, 200 300 e 500 anni. Il fenomeno della trasformazione afflussi-deflussi che avviene in un bacino idrografico investito da un evento pluviometrico può essere studiato con vari metodi a secondo dei dati disponibili e del grado di dettaglio ed accuratezza del risultato che si intende ottenere. Tutti questi metodi sono riconducibili alle seguenti tipologie:

- concettuali: quando 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 componente stessa (es: metodo dell'idrogramma unitario o il metodo cinematico);
- statistici: quando si fa unicamente un'analisi statistica dei deflussi e quindi le portate di piena del bacino idrografico vengono valutate sulla base di equazioni matematiche che possono dipendere anche da caratteristiche morfologiche del bacino stesso (es.: metodi di regionalizzazione delle piene del VaPi);
- formule empiriche: quando le portate massime vengono calcolate sulla base di semplici relazioni tarate sulla base di dati sperimentali (es: formule di Gherardelli-Marchetti, Mongiardini, Forti, De Marchi e Pagliaro).

Nel presente studio ci occuperemo esclusivamente dei metodi concettuali che sono quelli implementati nel software HEC-HMS utilizzato per condurre le simulazioni idrologiche. Tali metodi analizzano separatamente le varie fasi in cui il fenomeno di trasformazione afflussi-deflussi può essere scomposto e che sono:

- separazione delle piogge;
- formazione della piena;
- propagazione della piena;
- deflusso di base.

Per il calcolo della pioggia netta si ricorre al metodo Curve Number (CN) del Soil Conservation Service (SCS). Nei paragrafi successivi si fornisce la descrizione teorica dei metodi utilizzati per la schematizzazione di ognuna delle fasi di separazione della pioggia e formazione della piena. Sono forniti inoltre i valori dei parametri utilizzati.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione Idrologica	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0001 000	REV. FOGLIO B 43 di 79

### 6.2.1 STIMA DELLA PIOGGIA NETTA – METODO SCS - CN

Il massimo volume specifico di acqua che il terreno può trattenere in condizioni di saturazione o capacità di ritenzione del suolo (S) deriva dalla seguente relazione:

$$S = 254 \times (100/CN - 1)$$

Dall'analisi del risultato di molte osservazioni sperimentali ne deriva che la perdita iniziale (Ia) è legata alla capacità di ritenzione del suolo (S) dalla relazione;

$$Ia = 0.2 \times S$$

che è quindi il valore da utilizzare in mancanza di altri dati disponibili.

Il valore del Curve Number (CN) va ricavato in funzione di tabelle che incrociano le informazioni relative alla copertura e uso del suolo con quelle del tipo di suolo, ovvero della permeabilità.

Tabella 6-3 – classi di permeabilità

CLASSI DI SUOLI PERMEABILITA'
GRUPPO A - Suoli aventi scarsa potenzialità di deflusso. Comprende sabbie profonde, con scarsissimo limo ed argilla e ghiaie profonde, molto permeabili. Capacità di infiltrazione in condizioni di saturazione molto elevata.
GRUPPO B - Suoli aventi moderata potenzialità di deflusso. Comprende la maggior parte dei suoli sabbiosi meno profondi che nel gruppo A. Elevanti capacità di infiltrazione anche in condizioni di saturazione.
GRUPPO C - Suoli aventi potenzialità di deflusso moderatamente alta. Suoli contenenti considerevoli quantità di argilla e colloidi. Scarsa capacità di infiltrazione e saturazione.
GRUPPO D - Potenzialità di deflusso molto elevata. Argille con elevata capacità di rigonfiamento, ma anche suoli sottili con orizzonti pressoché impermeabili in vicinanza della superficie. Scarsissima capacità di infiltrazione a saturazione.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione Idrologica	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E Z Z RI	DOCUMENTO ID0001 000	REV. B FOGLIO 44 di 79

Tabella 6-4valori del Curve Number in funzione dell'Uso del Suolo e classi di permeabilità

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

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione Idrologica	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E Z Z RI	DOCUMENTO ID0001 000	REV. B	FOGLIO 45 di 79

bungalows o simili					
Canali e idrovie	Superfici al 100 % impermeabili	100	100	100	100
Cantieri e spazi in costruzione e scavi	Aree residenziali (65 % impermeabili)	77	85	90	92
Cespuglieti e arbusteti	Boschi con copertura rada	45	66	77	83
Cimiteri	Aree residenziali (38 % impermeabili)	61	75	83	87
Colture orticole in pieno campo in serra e sotto plastica in aree irrigue	Colture in filari, dritti in cattive condizioni	72	81	88	91
Colture orticole in pieno campo in serra e sotto plastica in aree non irrigue	Colture in filari, dritti in cattive condizioni	72	81	88	91
Colture temporanee associate a colture permanenti	Terre coltivate con trattamenti di conservazione del suolo	62	71	78	81
Depositi di rottami a cielo aperto, cimiteri di autoveicoli	Aree commerciali (85 % impermeabili)	89	92	94	95
Discariche e depositi di cave, miniere, industrie	Terreno incolto	77	86	91	94
Estuari	Superfici al 100 % impermeabili	100	100	100	100
Fiumi, torrenti e fossi	Superfici al 100 % impermeabili	100	100	100	100
Frutteti e frutti minori	Colture in filari dritti in buone condizioni	67	78	85	89
Grandi impianti di concentrazione e smistamento merci	Aree commerciali (85 % impermeabili)	89	92	94	95
Insedimenti ospedalieri	Aree commerciali (72 % impermeabili)	81	88	91	93
Insedimenti produttivi agricoli	Aree residenziali (65 % impermeabili)	77	85	90	92
Insedimento commerciale	Aree commerciali (85 % impermeabili)	89	92	94	95
Insedimento degli impianti tecnologici	Aree commerciali (72 % impermeabili)	81	88	91	93
Insedimento dei grandi impianti di servizi pubblici e privati	Aree commerciali (85 % impermeabili)	89	92	94	95
Insedimento in disuso	Aree residenziali (38 % impermeabili)	61	75	83	87
Insedimento industriale o artigianale con spazi annessi	Aree commerciali (72 % impermeabile)	81	88	91	93
Lagune, laghi e stagni costieri	Superfici al 100 % impermeabili	100	100	100	100

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione Idrologica	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E Z Z RI	DOCUMENTO ID0001 000	REV. B	FOGLIO 46 di 79

Paludi interne	Superfici al 100 % impermeabili	100	100	100	100
Paludi salmastre	Superfici al 100 % impermeabili	100	100	100	100
Parchi di divertimento (acquapark, zoosafari e simili)	Spazi aperti e parchi in condizioni medie	49	69	79	84
Prati alberati, pascoli alberati	Pascolo in condizioni medie	49	69	79	84
Reti ed aree per la distribuzione, la produzione e il trasporto dell'energia	Aree commerciali (85 % impermeabili)	89	92	94	95
Reti ferroviarie comprese le superfici annesse	Strade in ghiaia	76	85	89	91
Reti stradali e spazi accessori	Strade pavimentate con cordoli e fognature	98	98	98	98
Rocce nude, falesie e affioramenti	Terreno incolto	77	86	91	94
Saline	Superfici al 100 % impermeabili	100	100	100	100
Seminativi semplici in aree irrigue	Grano in buone condizioni (filari dritti)	63	75	83	87
Seminativi semplici in aree non irrigue	Grano in cattive condizioni (filari dritti)	65	76	84	88
Sistemi colturali e particellari complessi	Terre coltivate senza trattamenti di conservazione del suolo	72	81	88	91
Spiagge, dune, sabbie	Spazi aperti e parchi in condizioni medie	49	69	79	84
Suoli rimaneggiati e artefatti	Terreno incolto	77	86	91	94
Superfici a copertura erbacea densa	Pascolo in condizioni medie	49	69	79	84
Tessuto residenziale continuo antico e denso	Aree commerciali (85 % impermeabili)	89	92	94	95
Tessuto residenziale continuo, denso più recente e basso	Aree commerciali (85 % impermeabili)	89	92	94	95
Tessuto residenziale continuo, denso, recente e alto	Aree commerciali (85 % impermeabili)	89	92	94	95
Tessuto residenziale discontinuo	Aree residenziali (65 % impermeabile)	77	85	90	92
Tessuto residenziale rado e nucleiforme	Aree residenziali (38 % impermeabili)	61	75	83	87
Tessuto residenziale sparso	Aree residenziali (30 % impermeabili)	57	72	81	86
Uliveti	Colture in filari dritti in buone condizioni	67	78	85	89
Vigneti	Colture in filari dritti in buone condizioni	67	78	85	89



APPALTATORE: Conorzio HIRPINIA - ORSARA AV	Soci WEBUILD ITALIA	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>			
PROGETTAZIONE: Mandataria ROCKSOIL S.P.A	Mandanti NET ENGINEERING ELETTRI-FER				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione Idrologica	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0001 000	REV. B
					FOGLIO 48 di 79

Tabella 6-5 classi di umidità AMC

Classe AMC	Precipitazione nei 5 giorni precedenti [mm]	
	Stagione di riposo	Stagione di crescita
I	<13	<36
II	13-28	36-54
III	>28	>54

Per ottenere il valore di CN relativo alle altre due condizioni di saturazione si usano le relazioni seguenti:

$$CN(I) = \frac{4,2 \text{ CN(II)}}{10 - 0,058 \text{ CN(II)}}$$

$$CN(III) = \frac{23 \text{ CN(II)}}{10 + 0,13 \text{ CN(II)}}$$

Dalla sovrapposizione dell'uso del suolo con le classi di permeabilità si deriva il Curve Number (CN) parametro che caratterizza la risposta idrologica di un terreno.

### 6.2.2 FORMAZIONE DELL'ONDA DI PIENA – IUH SCS

Per impostare l'idrogramma unitario del Soil Conservation Service come metodo per la formazione della piena occorre inserire il parametro SCS Lag in cui

- $T_r$  = tempo di ritardo (Lag Time)

che è ricavato dalla seguente espressione:

- $T_r = 0.6 T_c$

con

$T_c$  = Tempo di corrivazione.

In generale il tempo di corrivazione è espresso attraverso la seguente relazione:

$T_c = t_{\text{sheet}} + t_{\text{shallow}} + t_{\text{channel}}$

che indica che il tempo di corrivazione è la somma di tre componenti, e precisamente:

- $t_{\text{sheet}}$ : tempo impiegato dal deflusso delle acque per scorrere superficialmente in modo laminare fino alla formazione dei primi rigagnoli;
- $t_{\text{shallow}}$ : tempo impiegato per percorrere i rigagnoli fino ad arrivare alla vera e propria rete idrografica;
- $t_{\text{channel}}$ : tempo impiegato per percorrere la rete idrografica.

### 6.2.3 MODELLO HEC-HMS

Ai fini della modellazione idrologica è stato implementato un unico modello per tutti i sottobacini analizzati.

Questo tipo di approccio consente di valutare la convoluzione, nelle varie sezioni di chiusura, degli idrogrammi generati dai deflussi superficiali, in funzione dei tempi di risposta e delle capacità di generare deflusso ciascuno con il proprio tempo di picco.

Di seguito si riporta lo schema del modello.

APPALTATORE: Conorzio HIRPINIA - ORSARA AV	Soci WEBUILD ITALIA	PIZZAROTTI				<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>
PROGETTAZIONE: Mandataria ROCKSOIL S.P.A	Mandanti NET ENGINEERING ELETTRI-FER	PINI	GCF			
PROGETTO ESECUTIVO Relazione Idrologica	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0001 000	REV. B	FOGLIO 49 di 79

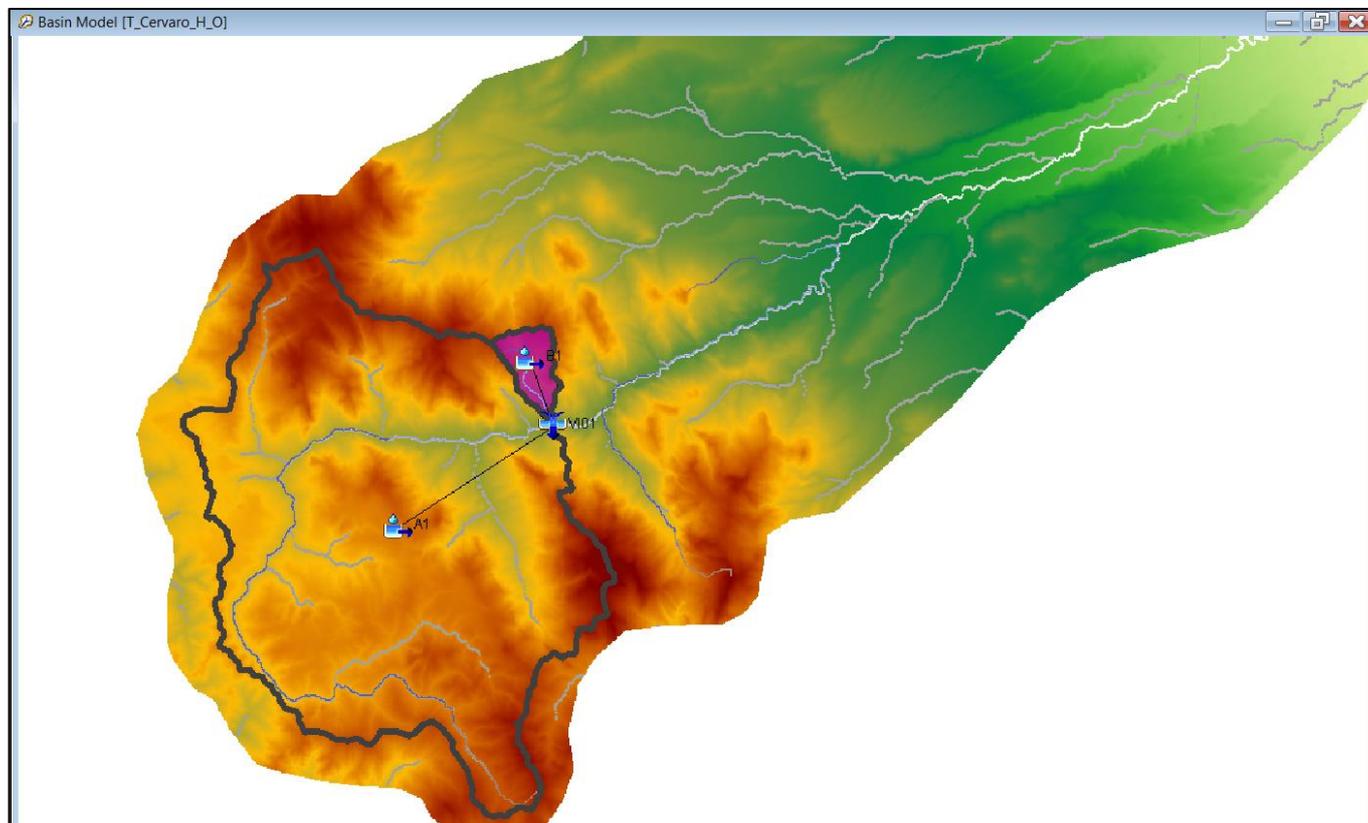


Figura 6-10. Modello idrologico – HEC HMS

#### 6.2.4 STIMA PARAMETRI MODELLO IDROLOGICO

Come in precedenza illustrato, dalla sovrapposizione dell'uso del suolo con le classi di permeabilità si deriva il Curve Number (CN) parametro che caratterizza la risposta idrologica di un terreno. Sulla base dello strato informativo dell'Uso del Suolo, mediante software GIS si è ottenuta una mappa raster del CN e si sono calcolati i valori caratteristici per i bacini considerati applicando anche in questo caso l'algoritmo Zonal Statistic definendo come valore in out pur la media pesata dei CN.

E' stato stimato il tempo di ritardo sulla base dei tempi di corrivazione dei sottobacini considerati ai fini della modellazione. Nello specifico per ogni sottobacino il tempo di corrivazione è stato calcolato mediante diverse formule empiriche in modo da valutare quella che meglio intepreta il comportamento dei bacini oggetti di studio. Di seguito si riportano i valori ottenuti. Vengono inoltre riportati altri parametri caratteristici da cui dipende il tempo di corrivazione. Di seguito vengono riportati i valori dei parametri stimati per ciascun sottobacino.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione Idrologica	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0001 000	REV. B FOGLIO 50 di 79

Tabella 6-6 parametri metodo SCS-CN

CODE	Bacino	%IMP	CN I	CN II	CN III	S	la	Tlag [min]
B1	BACINO ACQUARA	0.0	67.98	83	91.91	22.37	4.47	42.13
A1	CERVARO CHIUSURA VI01	0.0	71.13	85	92.95	19.27	3.85	270.15

Tabella 6-7 tempi di corrivazione

S>10 kmq - Giandotti				PRESCRIZIONI ITALFER						
S<10 kmq - Pezzoli, Viparelli, Tournon, Pasini, Ventura										
CODE	Bacino	Giandotti	Pezzoli	Viparelli	Tournon	Pasini	Ventura	t <sub>c medio</sub> [h]	t <sub>c medio</sub> [min]	
B1	BACINO ACQUARA	1.12	0.87	1.80	1.10	1.08	1.01	1.17	70.21	
A1	CERVARO CHIUSURA VI01	7.50	15.67	14.53	7.26	16.75	14.56	7.50	450.25	

## 6.2.5 IETOGRAMMA DI PROGETTO

Dallo studio statistico delle serie storiche dei massimi di precipitazione di durata 1, 3, 6, 12 e 24 ore si sono stimate le curve di probabilità pluviometriche da cui si ricava, in funzione della durata dell'evento pluviometrico l'altezza di pioggia h di progetto. Dall'altezza di pioggia si definisce un ietogramma di progetto che definisce l'intensità di pioggia nel tempo i(t) espressa in mm/h. Nel presente studio è stato considerato come ietogramma di progetto quello di tipo Chicago caratterizzato dalla seguente relazione:

$$i(t) = na \left( \frac{rt_p - t}{r} \right)^{n-1} \quad t < rt_p \quad (\text{prima del picco})$$

$$i(t) = na \left( \frac{t - rt_p}{1 - r} \right)^{n-1} \quad t > rt_p \quad (\text{dopo il picco})$$

La scelta dello ietogramma Chicago per di massimizzare la sollecitazione pluviometriche del bacino in quanto concentra la massima intensità in un intervallo temporale breve e coerente con una pioggia di breve durata come quelle analizzate.

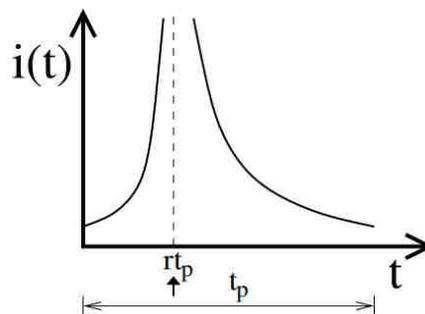


Figura 6-11 andamento ietogramma Chicago

Per la costruzione dello ietogramma Chicago si scelto di discretizzare, con un passo temporale di 15 min, l'equazione prima e dopo il picco di pioggia.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI				<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA									
PROGETTO ESECUTIVO Relazione Idrologica				COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0001 000	REV. B	FOGLIO 51 di 79

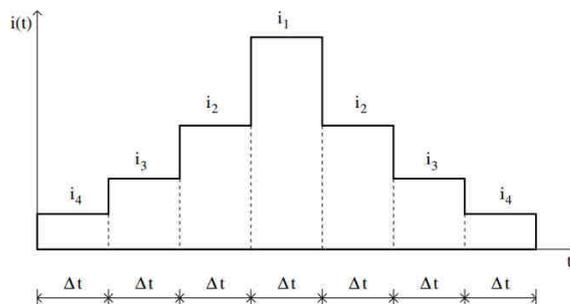


Figura 6-12 ietogramma Chicago discretizzato

Come tempo di pioggia è stato considerato il tempo di corrivazione caratteristico del sottobacino e una posizione del picco  $r$  in 0.5 tp. Le CPP e gli scenari di pioggia sono stati elaborati e archiviati in archivi .dss, archivi gestiti mediante il software HEC-DSS. Gli archivi .dss consentono di implementare direttamente gli input pluviometrici nel modello di calcolo HEC-HMS che a sua volta archivia gli output in appositi archivi sempre di tipo .dss, di seguito si riporta un esempio dell'archivio implementato nel modello appena descritto.

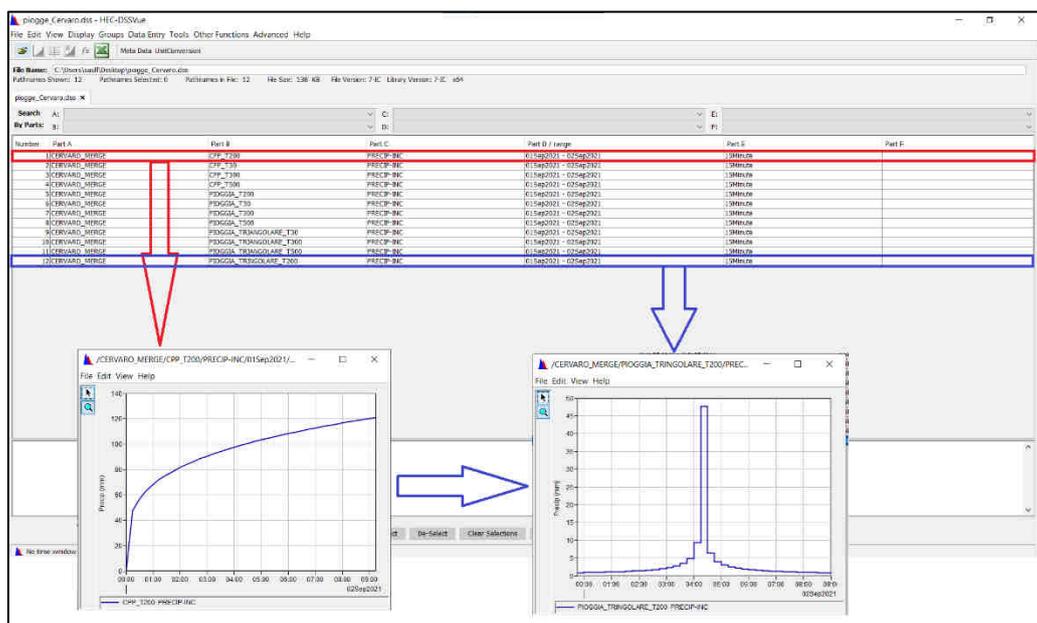


Figura 6-13 archivio dss – pioggia Cervaro

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione Idrologica	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0001 000	REV. FOGLIO B 52 di 79

## 6.2.6 RISULTATI MODELLO IDROLOGICO

Nel modello Hec-HMS è stata predisposta una simulazione per ciascun tempo di ritorno ottenendo per ciascun elemento i valori di pioggia netta e gli idrogrammi in uscita. Di seguito vengono riportati i valori di picchi di portata ottenuti.

Si riporta anche un confronto con alcuni valori di portata del PD e dello studio dell'AdB al fine di testare la congruenza dell'approccio per lo studio della pluviometria e la taratura dei parametri. In merito a tale confronto, si specifica che le aree dei bacini mostrano una differenza di estensione in quanto, nella presente fase di progettazione, la delimitazione dei bacini è stata condotta sulla base di un modello digitale del terreno di maggiore dettaglio.

Per tutti i risultati di dettaglio si rimanda al report di calcolo allegato alla presente relazione.

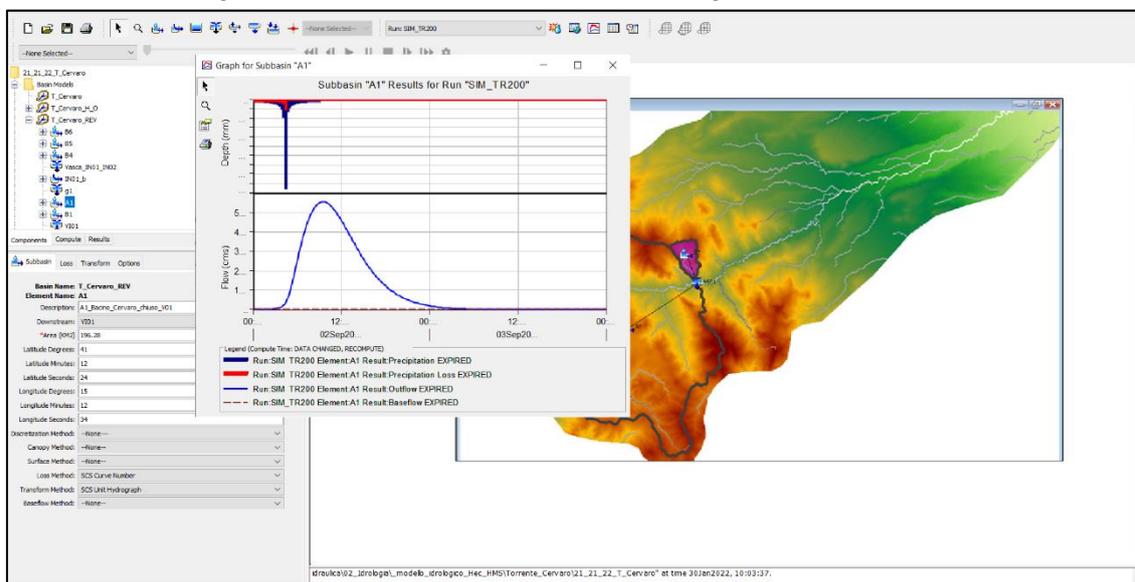


Figura 6-14 esempio di visualizzazione dei risultati su HEC-HMS

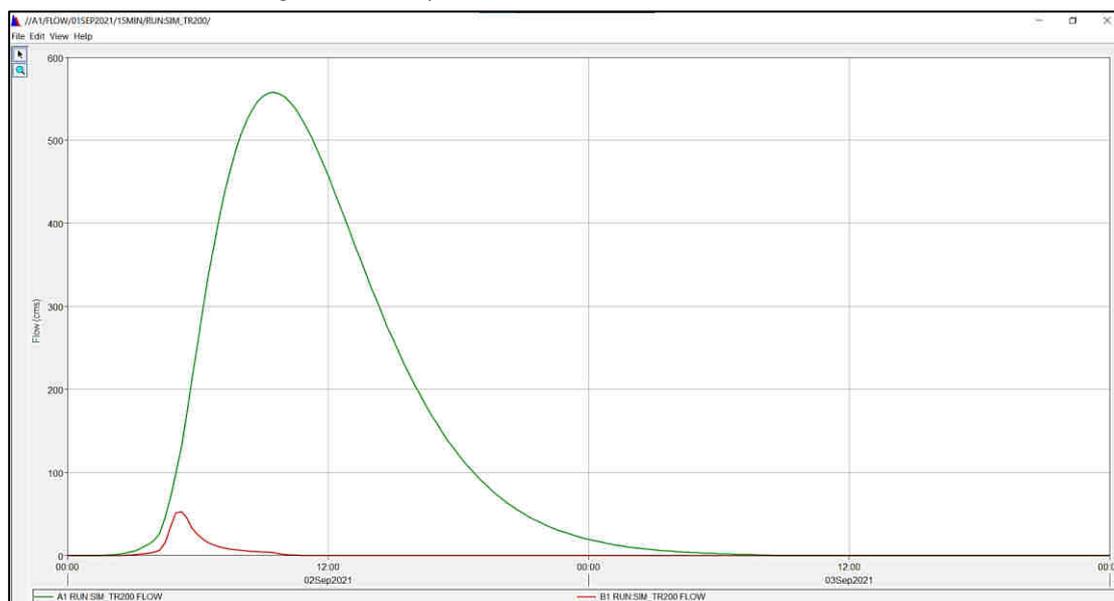


Figura 6-15 risultati per TR200 da archivio DSS

APPALTATORE: Conorzio HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria ROCKSOIL S.P.A	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione Idrologica	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0001 000	REV. FOGLIO B 53 di 79

Tabella 6-8 Risultati modello Hec-HMS – Picchi di portata

Picchi di portata Tr30			
Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak
A1	196.28	362.8	02Sep2021, 09:30
B1	4.76	32.3	02Sep2021, 05:15
VI01	201.09	365.3	02Sep2021, 09:30

Picchi di portata Tr200			
Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak
A1	196.28	557.7	02Sep2021, 09:30
B1	4.76	53.3	02Sep2021, 05:15
VI01	201.09	561.4	02Sep2021, 09:30

Picchi di portata Tr300			
Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak
A1	196.28	598.4	02Sep2021, 09:30
B1	4.76	57.5	02Sep2021, 05:15
VI01	201.09	602.4	02Sep2021, 09:30

Picchi di portata Tr500			
Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak
A1	196.28	653.8	02Sep2021, 09:30
B1	4.76	63.9	02Sep2021, 05:15
VI01	201.09	658.2	02Sep2021, 09:30

Tabella 6-9 Confronto portate PE – PD – AdB Bacino Cervaro

Picchi di portata Tr200						
BACINO	Q <sub>PE</sub> (M3/S)	Area PE [kmq]	Q <sub>PD</sub> (M3/S)	Area PD [kmq]	Q <sub>AdB</sub> (M3/S)	Area AdB [kmq]
Cervaro	561.4	201.09	569.16	204.8	560.5	202.16

Tabella 6-10 Confronto portate PE – PD – T. Acquara

Picchi di portata Tr200		
BACINO	Q <sub>PE</sub> (M3/S)	Q <sub>PD</sub> (M3/S)
B1	53.3	55.2

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione Idrologica	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E Z Z RI	DOCUMENTO ID0001 000	REV. FOGLIO B 54 di 79

Per il confronto delle portate del bacino del torrente Cervaro con i valori dello studio condotto dall'AdB regione Puglia si è fatto riferimento alla sezione di chiusura n°13 i cui valori sono riportati nell'Allegato 4.0 del suddetto studio

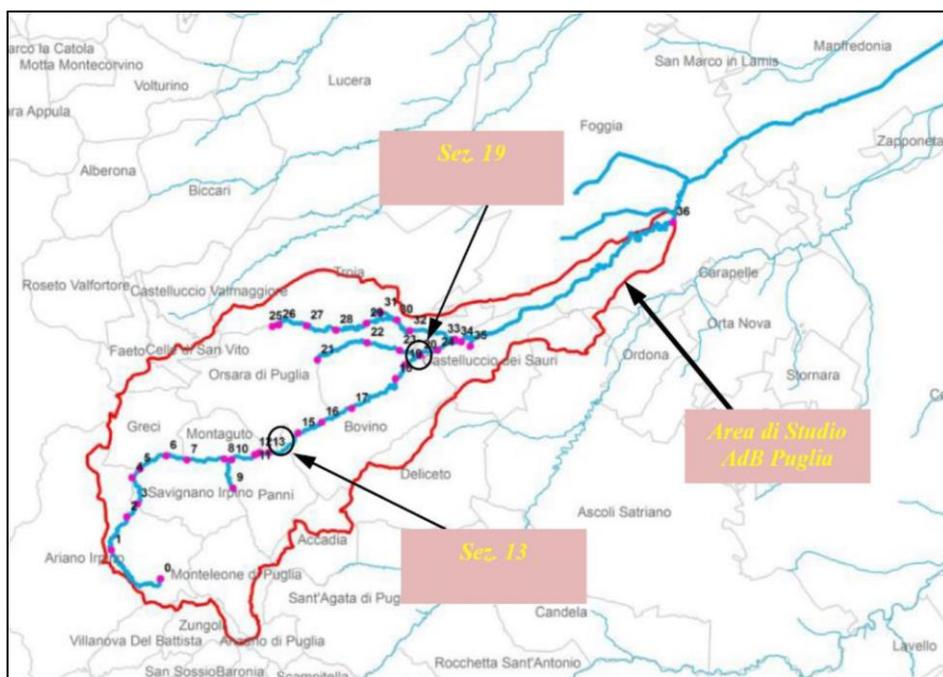


Figura 6-16 sezioni di chiusura studio AdB

APPALTATORE: Consortio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione Idrologica	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0001 000	REV. FOGLIO B 55 di 79

## 7 STUDIO IDROLOGICO E CALCOLO PORTATE DI PROGETTO BACINO IN04

Per la determinazione delle portate dei corsi d'acqua minori, interferenti con la nuova linea ferroviaria, si sono determinate prima di tutto le superfici S (km<sup>2</sup>) dei bacini contribuenti il deflusso per le sezioni di chiusura che è necessario verificare.

Il bacino considerato è stato identificato con il codice della WBS, nel caso specifico con il codice IN04. Sulla base del modello digitale del terreno con risoluzione 1m sono stati determinati i sottobacini mediante algoritmo TAU-DEM e le rispettive caratteristiche morfologiche qui di seguito indicate:

- S (km<sup>2</sup>) : bacino imbrifero con una superficie chiusa in corrispondenza della linea ferroviaria;
- L: Lunghezza dell'asta fluviale fino alla sezione di chiusura coincidente con l'intersezione con la linea ferroviaria di progetto;
- H med (m s.l.m.): quota media del bacino.
- H max (m s.l.m.): quota massima del bacino.
- H min (m s.l.m.): quota minima del bacino.
- iasta (%): pendenza media asta fluviale.
- iversanti (%): pendenza media dei versanti del sottobacino.



Figura 7-1 delimitazione bacino IN04

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione Idrologica	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E Z Z RI	DOCUMENTO ID0001 000	REV. FOGLIO B 56 di 79

Con queste grandezze è possibile determinare i tempi di corrivazione per  $S < 10 \text{ km}^2$ , come previsto dal manuale RFI, secondo le formule di:

Pezzoli

$$T_c = 0.055 \cdot \frac{L}{i^{0.5}}$$

Viparelli

$$T_c = \frac{L}{3.6 \cdot v_v}$$

Merlo-Tournon (tarato su bacini piemontesi di estensione molto piccola)

$$T_c = 0.396 \cdot \frac{L}{\sqrt{i}} \cdot \left( \frac{S \cdot \sqrt{i}}{L^2 \cdot \sqrt{i_m}} \right)$$

Pasini

$$T_c = \frac{24 \cdot 0.045 \cdot \sqrt[3]{S \cdot L}}{\sqrt{i} \cdot 100}$$

Ventura

$$T_c = 0.1272 \cdot \sqrt{\frac{S}{i}}$$

dove:

- $T_c$  : è il tempo di corrivazione (ore),
- $S$  : è l'area del bacino idrografico ( $\text{km}^2$ ),
- $L$  : è la lunghezza dell'asta principale estesa fino allo spartiacque (km),
- $i$  : è la pendenza media dell'asta principale,
- $i_m$  : è la pendenza media del bacino.

Di seguito si riportano i parametri ottenuti dall'analisi morfologica condotta.

APPALTATORE: Conorzio HIRPINIA - ORSARA AV	Soci WEBUILD ITALIA	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria ROCKSOIL S.P.A	Mandanti NET ENGINEERING ELETTRI-FER					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione Idrologica	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E Z Z RI	DOCUMENTO ID0001 000	REV. B	FOGLIO 57 di 79

Tabella 7-1 Risultati modello Hec-HMS – Picchi di portata

A	216000.00	m <sup>2</sup>
L <sub>asta</sub>	1367.00	m
H <sub>max</sub>	392.00	m s.l.m.
H <sub>0</sub>	358.00	m s.l.m.
i <sub>asta</sub>	0.027	-
i <sub>versante</sub>	0.034	-

Sulla base di tali parametri si sono definiti i valori dei tempi di corrivazione, considerando come tempo caratteristico di risposta del bacino il valore medio escludendo il valore ottenuto mediante la formula di Viparelli in quanto presente un valore del tutto discostante dalle altre equazioni. Di seguito si riportano i valori ottenuti sulla base delle formule previste dal manuale di progettazione RFI per bacini con S<10kmq.

Tabella 7-2 Risultati modello Hec-HMS – Picchi di portata

	Pezzoli	Viparelli	Kirpich	Ventura	Pasini	Tournon	Valore medio
Tc [h]	0.46	0.91	0.31	0.36	0.44	0.34	0.38
Tc [min]	27.45	54.68	18.62	21.59	26.26	20.36	22.86

Allo scopo di stimare il valore di portata di progetto per Tr=200 anni, si è adottato, come metodo afflussi-deflussi, in coerenza con tutto lo studio condotto, il metodo del SCS Curve Number per la stima della pioggia netta, mentre, per la stima della portata la formula razionale.

$$Q_t = \frac{C \cdot h_c \cdot A}{3.6 \cdot t_c}$$

Con:

- Qt: portata in funzione del tempo di ritorno t;
- hc/tc: intensità di pioggia per una durata pari a tempo di corrivazione;
- A: area del bacino

Di seguito si riportano i risultati ottenuti per Tr=200 anni.

APPALTATORE: Consortio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione Idrologica	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0001 000	REV. FOGLIO B 58 di 79

Tabella 7-3 Risultati bacino IN04

CPP Tr200			
t<1 ora		t >1 ora	
a	n	a'	n'
65.28	0.46	59.83	0.24

CN medio	74	
S'	89.24	mm
la	0.89	mm

$\theta$ [min]	22.86	min
$\theta$ [ore]	0.38	ore
A	21.60	ha

h totale [mm]	42.04
h netta [mm]	12.99
coeff deflusso	0.31
i netta [mm/h]	34.09
Q netta [m3/s]	2.05
<b>Q200[m<sup>3</sup>/s]</b>	<b>2.05</b>

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>																
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>M-INGEGNERIA</b>	<table border="0" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;"><b>COMMESSA</b></td> <td style="width: 15%;"><b>LOTTO</b></td> <td style="width: 15%;"><b>CODIFICA</b></td> <td style="width: 15%;"><b>DOCUMENTO</b></td> <td style="width: 15%;"><b>REV.</b></td> <td style="width: 15%;"><b>FOGLIO</b></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><b>IF3A</b></td> <td style="text-align: center;"><b>02</b></td> <td style="text-align: center;"><b>E Z Z R I</b></td> <td style="text-align: center;"><b>ID0001 000</b></td> <td style="text-align: center;"><b>B</b></td> <td style="text-align: center;"><b>59 di 79</b></td> </tr> </table>					<b>COMMESSA</b>	<b>LOTTO</b>	<b>CODIFICA</b>	<b>DOCUMENTO</b>	<b>REV.</b>	<b>FOGLIO</b>	<b>IF3A</b>	<b>02</b>	<b>E Z Z R I</b>	<b>ID0001 000</b>	<b>B</b>	<b>59 di 79</b>
<b>COMMESSA</b>	<b>LOTTO</b>	<b>CODIFICA</b>	<b>DOCUMENTO</b>	<b>REV.</b>	<b>FOGLIO</b>												
<b>IF3A</b>	<b>02</b>	<b>E Z Z R I</b>	<b>ID0001 000</b>	<b>B</b>	<b>59 di 79</b>												
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione Idrologica</b>																	

# ALLEGATI

APPALTATORE: Conorzio                      Soci HIRPINIA - ORSARA AV    WEBUILD ITALIA                      PIZZAROTTI		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria                      Mandanti ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI                      GCF ELETTRI-FER                      M-INGEGNERIA		<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione Idrologica		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0001 000	REV. B	FOGLIO 60 di 79

## DATI STAZIONI PLUVIOMETRICHE

ANZANO DI PUGLIA					
ANNO	1 ORA	3 ORE	6 ORE	12 ORE	24 ORE
<b>12</b>	mm	mm	mm	mm	mm
ANNO	1	3	6	12	24
2009	19	29.6	30.2	47.4	59.6
2010	24.4	26.4	36.6	42.8	57
2011	46.4	70.4	70.6	70.6	75.6
2012	24.8	30.2	32.4	34.6	50.8
2013	36.6	44.8	59.2	67	93.2
2014	26.2	43.8	58	58	58.2
2015	18.6	45.8	71.4	76	86.6
2016	18	32	38.8	57.6	80.2
2017	20	25.4	37.8	50.2	55.4
2018	41.8	48	48.2	48.2	51.6
2019					
2020					

MONTELEONE DI PUGLIA					
ANNO	1 ORA	3 ORE	6 ORE	12 ORE	24 ORE
<b>68</b>	mm	mm	mm	mm	mm
ANNO	1	3	6	12	24
1936	31	36.2	46	46	46
1937	14.2	16.2	20.4	32.8	38.2
1938	26.6	32.4	32.4	48	89
1939	13.8	17.4	19	30	34.6
1940	11	20.6	23	34	41.6
1941	11.6	17	22.6	31.8	41.6
1948	40.4	45.6	45.6	45.6	52.2
1949	55.8	69.2	107.8	134	136.8
1952	23	42.4	45.6	55.4	61.2
1953	17	20	26.6	40.4	65.4
1954	16.8	26.4	35.6	42.6	63.2
1955	39.8	48.6	55.2	58.2	68
1956	15.4	21.9	40.8	71.6	94.6
1958	20.2	25.6	31.8	37.4	41.8
1959	17	28	42.4	49	53.6
1960	25	36.8	40.2	45.6	51.6
1961	21.8	54	79	92.2	95
1962	18.4	24	27.6	27.6	38.4

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI				<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA									
PROGETTO ESECUTIVO Relazione Idrologica				COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0001 000	REV. B	FOGLIO 61 di 79

1964	49.4	50	50	50	65
1965	9.6	15.4	23	30.2	65
1966	16	23.6	33.2	38.8	49.6
1967	18.8	21.6	21.6	34.4	43.6
1968	32.6	34.6	37	63.4	70.4
1969	33.6	35.6	35.6	35.6	40
1970	26.2	27.2	35.2	48	74.8
1971	9.6	16.8	32.2	48	56.4
1972	38	41.2	41.4	41.4	46
1975	16.8	30.6	34.4	51.8	58
1976	12	16.2	17.8	26.8	33.8
1977	28.4	35.6	36	36.2	36.6
1978	56.4	58.8	58.8	58.8	58.8
1979	26	29.4	35	40	70.4
1980	27	31.8	35.2	50.8	72.8
1981	26.6	30.4	30.4	30.6	30.6
1982	16.6	20	27.6	30.6	36
1983	16	25	41	78	94.2
1985	15	25.4	46	80.6	100.2
1987	39	56.6	56.6	57.6	57.8
1988	17	20.8	40.8	53.8	54.2
1989	45	47	47.4	47.4	47.4
1990	13.8	29.8	52.2	72.4	100.2
1991	12	24.6	39.4	62.8	67.2
1993	29	47.4	47.4	47.4	49.2
1995	18.6	20.2	32.2	35	39.2
1996	12.2	23.6	40.2	42.6	42.6
1998	16.2	20	28.2	50.6	54.8
1999	30	43.8	47.8	50.4	55.8
2000	18.2	27.2	42.6	55.2	55.4
2001	32.4	40.2	40.4	43.8	49.4
2002	24.2	28.4	30.2	31.2	47.4
2003	40.4	66	78.2	79.2	105
2004	40.8	52.8	53.6	53.6	66.2
2005	47.6	49.4	49.4	49.4	54
2006	41.4	43.8	45.6	45.6	51.2
2007					
2008					
2009					
2010	18.2	26	29.8	37.6	58.6
2011	26	31.6	34.8	44.2	44.4
2012	26	34.6	36	36.2	53.8

APPALTATORE: Conorzio                      Soci HIRPINIA - ORSARA AV    WEBUILD ITALIA                      PIZZAROTTI				<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria                      Mandanti ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI                      GCF ELETTRI-FER                      M-INGEGNERIA				<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione Idrologica				COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0001 000	REV. B	FOGLIO 62 di 79

2013	62.4	66.2	68	68	79.8
2014	44.6	55.4	65.2	65.4	65.4
2015	31.4	39.6	67	73	82.6
2016	33	36	40.6	65.8	91.8
2017	12.8	31.8	49	56.8	66.8
2018	22	31.6	33.8	34	47.2
2019	34.8	41.2	47	47	55.6
2020					

ARIANO IRPINIO METEO					
ANNO	1 ORA	3 ORE	6 ORE	12 ORE	24 ORE
<b>22</b>	mm	mm	mm	mm	mm
2008	24.4	26.2	26.2	32.8	56.4
2009	19.2	24	26.8	44.4	61.4
2010	19.4	20.8	23.8	34.6	39.2
2011	16.2	30.8	32.2	32.4	37
2012	20	24.4	26.8	26.8	46.8
2013	23.6	25.4	32.6	44.2	55.4
2014	40	74	74	74	74
2015	41	75.2	128.8	137.2	141.2
2016	49.6	54.6	55.6	55.6	55.6
2017	16.8	23.8	27.2	29	31
2018	45.8	59.8	68.4	68.4	68.6
2008	24.4	26.2	26.2	33.6	57.2
2009	20.2	24	27.2	45.8	63.8
2010	19.8	21	24.2	36	38.8
2011	16.8	31.8	33.2	33.4	38.4
2012	20.6	25.2	27.6	27.8	47.8
2013	23	25	33.6	45.2	57.4
2014	40.2	74.6	74.6	74.8	74.8
2015	41.8	76.2	130	138.4	142.6
2016	49.2	54.2	55	55	55.2
2017	17.2	23.8	27.6	29.4	31
2018	46.2	59.8	68.6	68.6	68.8

BOVINO					
ANNO	1 ORA	3 ORE	6 ORE	12 ORE	24 ORE
<b>76</b>	mm	mm	mm	mm	mm
ANNO	1	3	6	12	24
1929	50	64	64.2	64.2	64.2
1932	20.8	35.8	36.8	36.8	40
1933	24.6	28	29.6	41.8	50.2

APPALTATORE: Consortio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI				<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA									
PROGETTO ESECUTIVO Relazione Idrologica				COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0001 000	REV. B	FOGLIO 63 di 79

1934	14	19	27.6	36	54
1935	17.8	17.8	29.6	36.2	38.8
1936	22	32	39.8	53	80.6
1942	34	38.4	39	50.4	64.8
1943	16.6	28.2	40.4	60	64.2
1945	12.6	16	29	53	90.6
1946	33.6	36.6	37	38	51.6
1951	39	43	46.2	46.2	54.4
1952	37.6	39	39	39	47
1953	15.4	20.6	33.4	47.4	56
1954	20.2	28.4	31.6	40	59.4
1955	28.6	42.2	57.8	77.8	130.2
1956	19.4	30	47.6	74.2	98.2
1957	19.8	33.8	53	69.8	98.4
1958	21.8	25.8	29.4	50.2	56.2
1959	32.4	32.8	36	49.4	52.8
1960	24.2	26.2	29	34.4	38.2
1961	16.8	25	47	58.8	89.6
1962	20.2	32.4	46.2	48.4	51.6
1963	18.4	31.8	38.2	44.6	73.6
1964	21.8	28.4	36	44.4	64.8
1965	19.2	23.8	30.6	42.6	55.6
1966	25.2	29.4	30.2	30.2	43.8
1967	40	83.8	84.2	84.6	85.2
1968	24.2	30.4	38.8	55.2	70.8
1969	26.4	28	33.2	51	71.8
1970	32.6	34.6	41.2	53.8	74.6
1971	11.6	17	26.2	39.6	52.8
1973	32.4	55.2	61	64.6	64.6
1974	18.6	29.2	30.2	38.2	43.8
1975	32.2	46.4	75.8	89.8	106.2
1976	38.2	48	48	49	62
1977	12.2	15.8	18.2	21.2	25.4
1978	23.4	25.2	45	54	67.6
1979	21.4	33.2	40.8	54	56.8
1980	68.2	72.4	72.6	72.6	72.6
1981	29.8	31.8	31.8	31.8	35.6
1982	37	50.6	50.6	50.6	50.6
1983	16.6	25	45	62.8	82.4
1984	17.6	26.8	39.6	62.2	94.4
1985	17.4	28.4	51.6	86	104.2
1986	23.8	30.6	39.2	68.2	73.4

APPALTATORE: Consortio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI				<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA									
PROGETTO ESECUTIVO Relazione Idrologica				COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0001 000	REV. B	FOGLIO 64 di 79

1988	17.4	18.2	36.2	48	48.4
1991	18.4	27	29.4	39.6	55.6
1992	16.6	21.6	27.6	39	48.2
1993	33.8	33.8	36.4	45	49
1994	26	31	31.2	34	42.8
1995	25	25.4	25.4	39.8	44.2
1996	28	36.6	36.6	36.6	46
1997	35.6	38.4	38.4	43.8	58.2
1998	29.6	63	63	63	63.6
1999	43.6	46.2	46.4	46.4	58.2
2000	19	25.8	40.8	59.4	59.4
2001	12	25.2	35.6	55.4	66
2002	33	36.4	36.4	36.4	51.4
2003	33.8	39.8	57.6	83.4	135.6
2004	24.6	39.4	46.6	52.2	61.4
2005	17.4	32.8	52.2	70	80.4
2006	12.8	23.2	38.6	54.8	85.6
2007	15.8	16.6	17.4	23.6	34.6
2008	34.2	39	39.2	40.6	50.2
2009	12	18.8	26.6	39.6	47.4
2010	17.6	21.8	34.2	42.2	54.4
2011	28	30	32.2	42.4	49
2012	20	24.4	33.4	63.4	85.8
2013	40.6	52	84.2	145	189.4
2014	20.8	23.8	25.8	33.8	41.2
2015	20.2	45.2	72.6	75.2	80.4
2016	23.6	38.2	56.8	79.2	98.8
2017	29	42.8	54.2	64.8	83.2
2018	37.6	45.8	46.4	47.2	53.4
2019	33	38.4	41.4	41.4	41.6
2020	18.8	39.6	59.2	76	85.4

SAVIGNANO IRPINO					
ANNO	1 ORA	3 ORE	6 ORE	12 ORE	24 ORE
<b>51</b>	mm	mm	mm	mm	mm
ANNO	1	3	6	12	24
1932	20.4	20.4	21.8	24.2	37.4
1933	20	31	31	31	31
1934	39.2	41	41.6	43.2	47.2
1935	17	21.2	22.2	32.6	43.8
1936	31.8	44.4	45.4	48.2	56.4
1949	20	36	60	85.2	87.6



<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione Idrologica</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RI</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>ID0001 000</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>66 di 79</b>

2018	33.4	39.2	47	48	53.8
2019	22.6	23.4	23.6	32.8	44.2
2020	16	20.4	36.4	54	67



APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV    WEBUILD ITALIA                      PIZZAROTTI		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI                      GCF ELETTRI-FER                      M-INGEGNERIA		<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione Idrologica		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0001 000	REV. B	FOGLIO 68 di 79

2010	23.8	28	28.2	33.6	46
2011	27.2	27.8	41	42.4	45.8
2012	13.2	24.8	34.2	56.4	82.6
2013	58.4	59.4	82.4	142	180.4
2014	30.6	43.2	43.8	44.4	51.4
2015	31.2	59.8	108.2	113.8	117.8
2016	16.6	25.4	33.2	54.8	83.2
2017	34	34.2	43.2	52	62.8
2018	36.2	38.4	39.2	45.2	64.4
2019	29	33.2	33.6	37	54
2020	27.4	43.6	64.8	83	94.2

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>			
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>			
PROGETTO ESECUTIVO Relazione Idrologica		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0001 000
		REV. B	FOGLIO 69 di 79		

FLUMERI					
ANNO	1 ORA	3 ORE	6 ORE	12 ORE	24 ORE
<b>9</b>	mm	mm	mm	mm	mm
1975	13	22	31	46.2	51
1976	26	40	40	40	70.4
1977	23	34	34	34	34
1978	21.2	27.6	45.6	45.6	45.6
1979	13.6	14.4	24.4	28.8	28.8
1982	77	77	87.8	87.8	87.8
1983	22	27	27	27	28
1984	38	55	62	62.6	71.8
1985	25.4	26	45.6	70.8	91

FAETO					
ANNO	1 ORA	3 ORE	6 ORE	12 ORE	24 ORE
<b>51</b>	mm	mm	mm	mm	mm
ANNO	1	3	6	12	24
1941	13	25	41.6	54.6	63.4
1942	11.2	21	30.4	48.4	64.2
1943	14	37	58	96	147.2
1950	24.4	25.2	32	32	32.2
1958	16.4	25.4	33	45.8	53.6
1960	47.6	58.8	62.2	62.2	63.4
1961	20.4	35.4	35.4	41.6	68.4
1963	19	29.8	36.2	37	54.6
1964	27.6	27.6	30.6	42.8	52.2
1966	24.2	24.4	29.2	43.6	60.4
1967	19.2	19.2	27	30.4	45.8
1970	32	36.6	36.8	37	58.2
1971	24.2	51.6	67.8	89.2	108.6
1974	24.4	33.2	36.6	37.4	37.8
1975	10	19.2	27.6	35	47
1979	18.4	22.8	27.6	45	64
1981	14.8	18.2	24	31.6	32.2
1982	24.6	24.6	34	46.8	50.2
1984	12.6	17.4	29.2	49.4	82.2
1985	16	24	41	64.4	81
1988	19	20.6	40	44.2	44.4
1989	27.4	31	36.2	42.6	51
1990	34.6	39.6	59.4	85.2	118.6
1991	29	34.8	41.4	49.2	69.8
1992	29.2	34.4	39	62.2	70.6

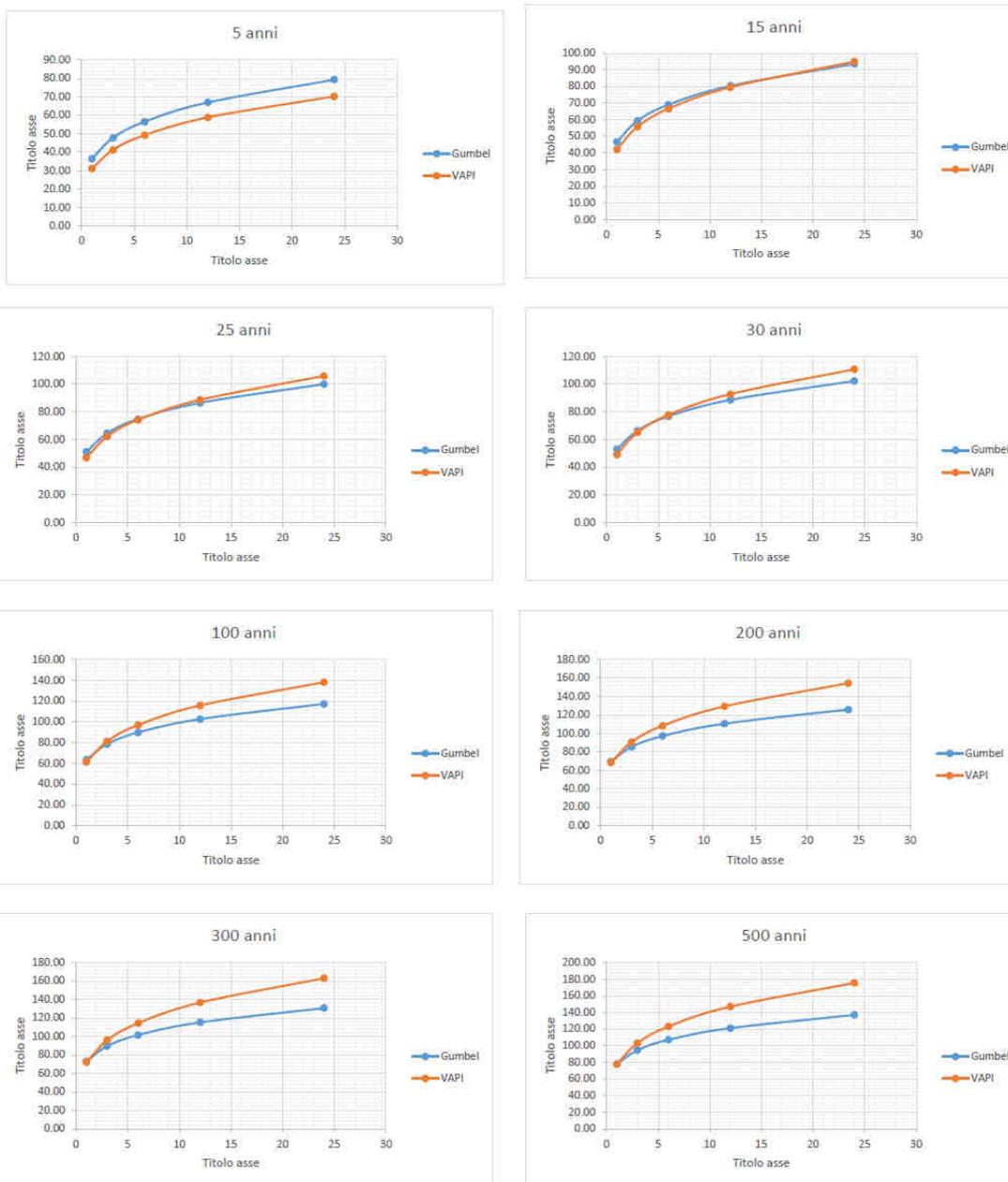
APPALTATORE: Consortio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione Idrologica		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0001 000	REV. B	FOGLIO 70 di 79

1993	18	20	37.4	52.4	57
1994	12.8	30.8	44.6	48.6	64.4
1997	18.4	29.2	33.2	36	40.8
1998	30.4	44	44	53	56.8
1999	26.8	31.2	32.6	33.2	38.3
2000	18.2	22	25.2	35.4	46
2001	13	21	32.8	34.2	
2002	24.2	34.2	43	50.2	
2003					
2004					
2005					
2006					
2007					
2008	35.8	35.8	36	49.4	62.8
2009	58.2	133	138.2	138.2	138.2
2010	63	72.8	73.4	73.6	74
2011	23.2	37.4	37.8	44	50.2
2012	18.6	32.4	39	41.8	57.8
2013					
2014	63.2	63.2	65.6	68.4	78.2
2015	47.2	79.4	126.8	131	137
2016					
2017	21.8	39.2	56.4	56.6	59
2018	40.8	51	51.8	52	61.2
2019	17.6	22	34	40.4	49.4
2020	20.8	38.4	57	77.6	98

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione Idrologica		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0001 000	REV. B	FOGLIO 71 di 79

## CONFRONTI CPP GUMBEL - VAPI

### CONFRONTO ANZANO DI PUGLIA



APPALTATORE:  
Consorzio                      Soci  
**HIRPINIA - ORSARA AV**   **WEBUILD ITALIA**                      **PIZZAROTTI**

# ITINERARIO NAPOLI – BARI

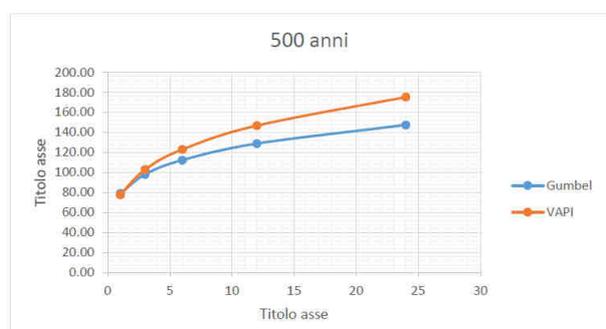
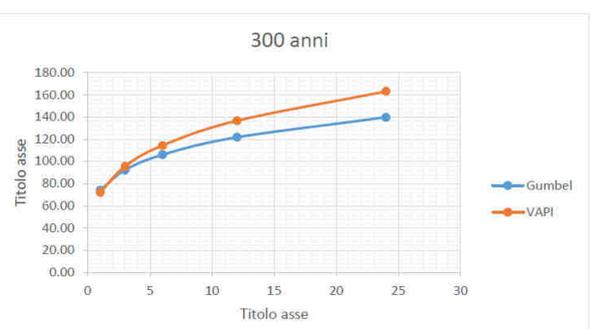
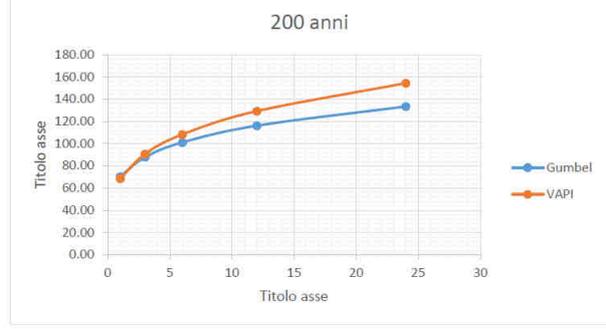
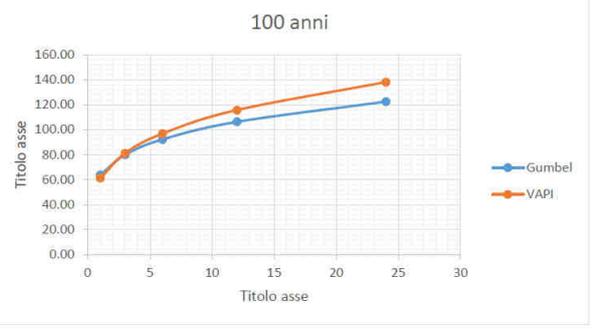
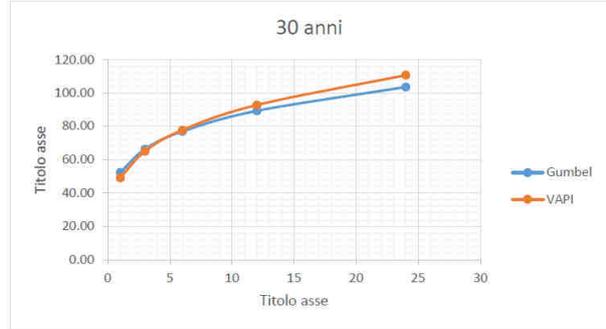
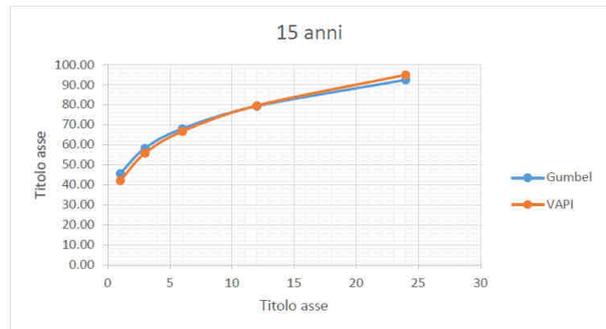
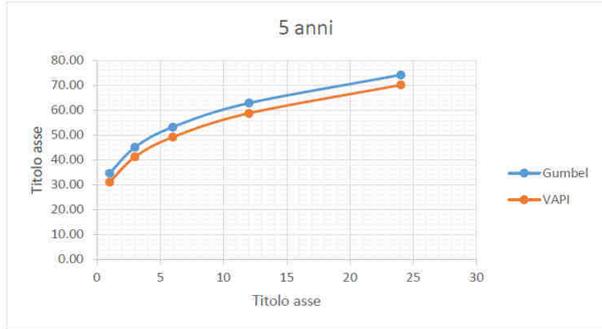
## RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA

PROGETTAZIONE:  
Mandataria                      Mandanti  
**ROCKSOIL S.P.A**                      **NET ENGINEERING**                      **PINI**                      **GCF**  
**ELETTRI-FER**                      **M-INGEGNERIA**

PROGETTO ESECUTIVO  
**Relazione Idrologica**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
<b>IF3A</b>	<b>02</b>	<b>E ZZ RI</b>	<b>ID0001 000</b>	<b>B</b>	<b>72 di 79</b>

### MONTELEONE DI PUGLIA



APPALTATORE:  
Consorzio                      Soci  
**HIRPINIA - ORSARA AV**    **WEBUILD ITALIA**                      **PIZZAROTTI**

# ITINERARIO NAPOLI – BARI

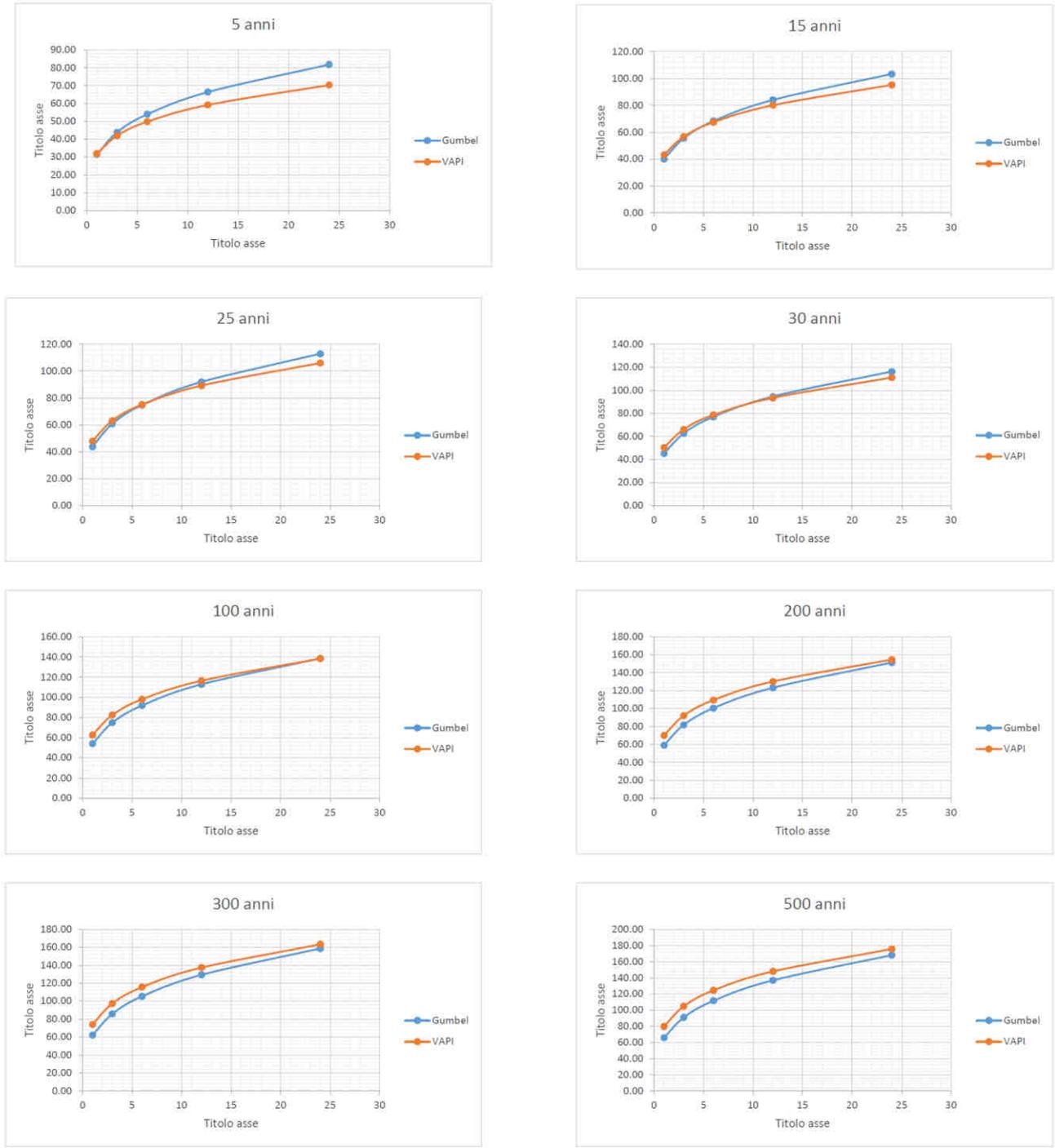
## RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA

PROGETTAZIONE:  
Mandataria                      Mandanti  
**ROCKSOIL S.P.A**                      **NET ENGINEERING**                      **PINI**                      **GCF**  
**ELETTRI-FER**                      **M-INGEGNERIA**

PROGETTO ESECUTIVO  
**Relazione Idrologica**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF3A	02	E ZZ RI	ID0001 000	B	73 di 79

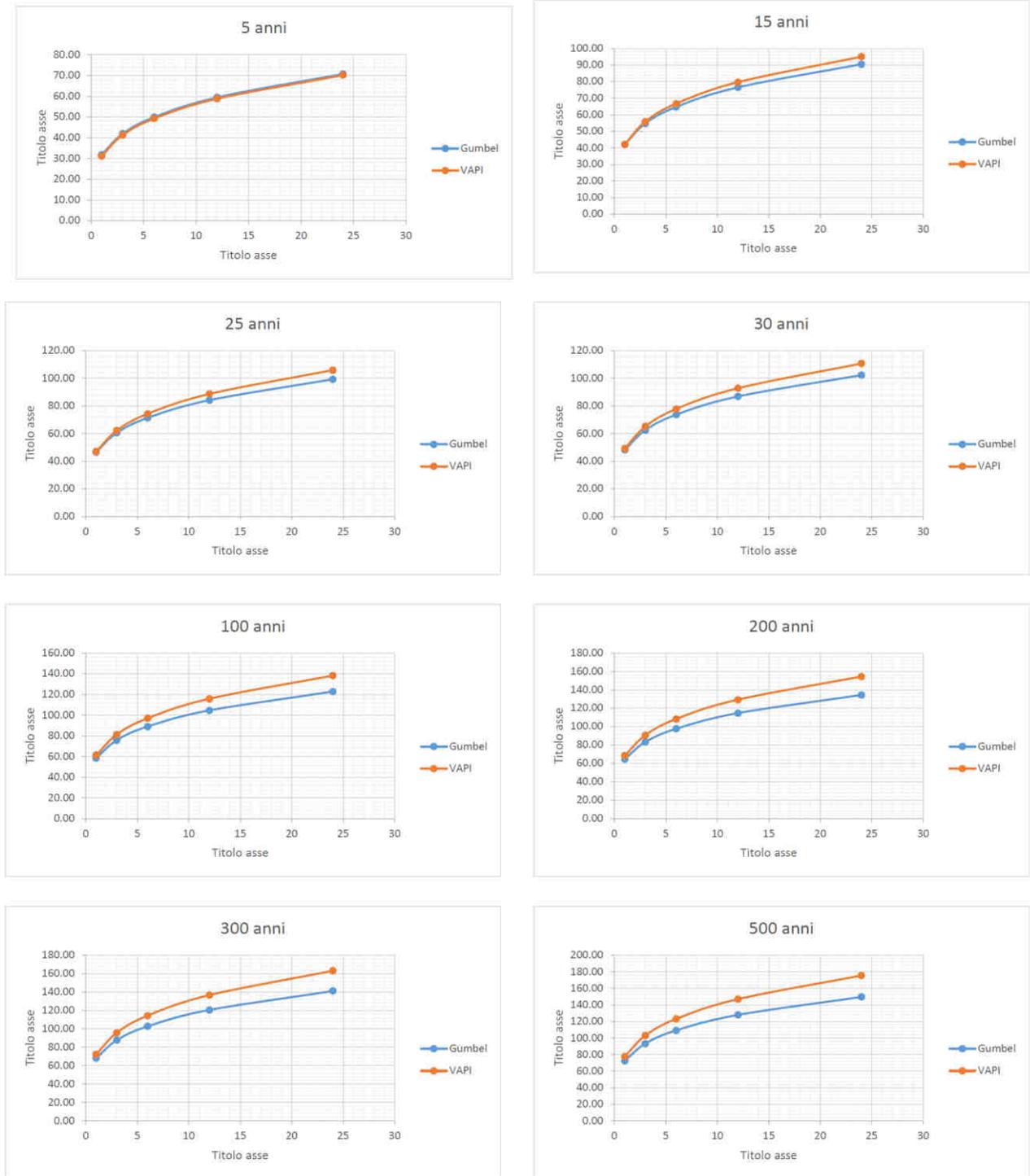
### CONFRONTO BOVINO



APPALTATORE:			
Consorzio	Soci		
HIRPINIA - ORSARA AV	WEBUILD ITALIA	PIZZAROTTI	
PROGETTAZIONE:			
Mandataria	Mandanti		
ROCKSOIL S.P.A	NET ENGINEERING	PINI	GCF
	ELETTRI-FER	M-INGEGNERIA	
PROGETTO ESECUTIVO			
Relazione Idrologica			

<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
IF3A	02	E ZZ RI	ID0001 000	B
				FOGLIO
				74 di 79

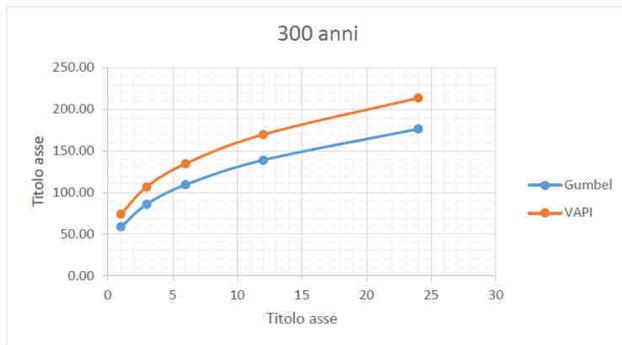
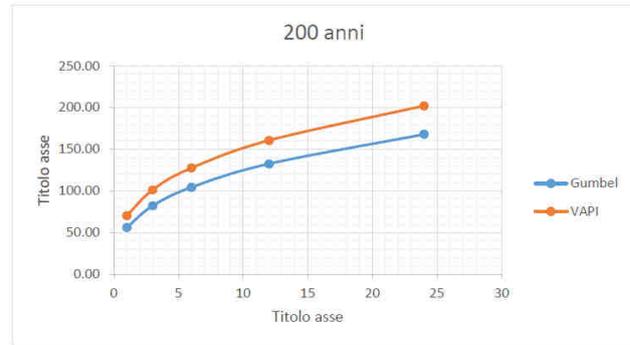
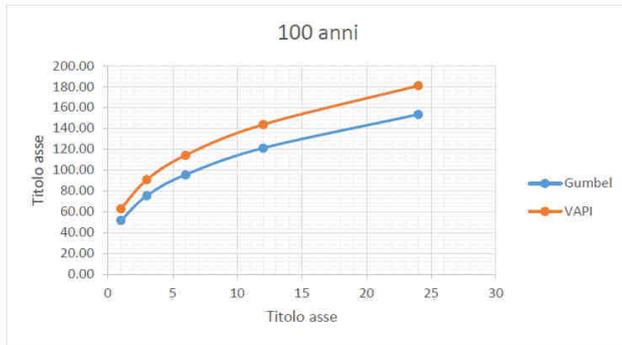
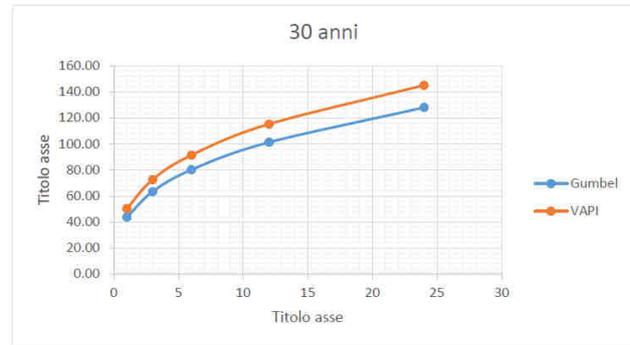
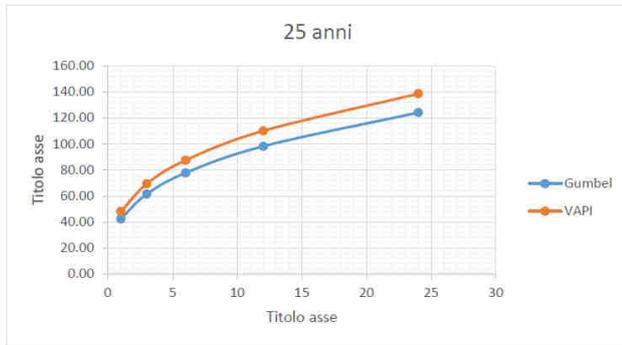
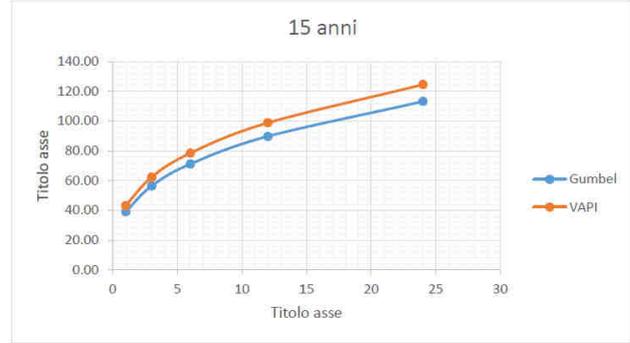
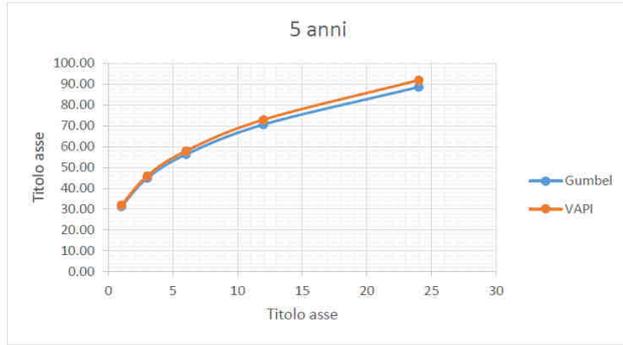
**CONFRONTO SAVIGNANO IRPINO**



APPALTATORE:			
Consorzio	Soci		
HIRPINIA - ORSARA AV	WEBUILD ITALIA	PIZZAROTTI	
PROGETTAZIONE:			
Mandataria	Mandanti		
ROCKSOIL S.P.A	NET ENGINEERING	PINI	GCF
	ELETTRI-FER	M-INGEGNERIA	
PROGETTO ESECUTIVO			
Relazione Idrologica			

<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF3A	02	E Z Z RI	ID0001 000	B	75 di 79

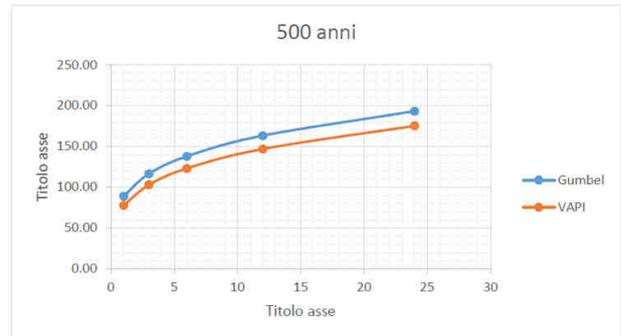
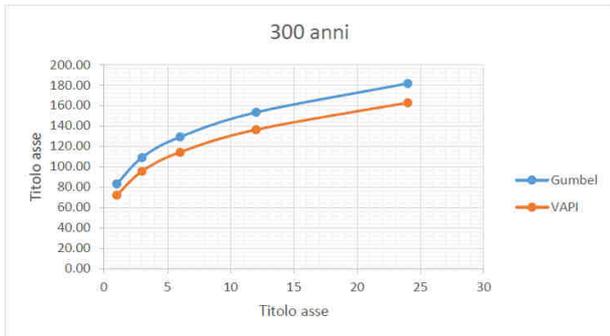
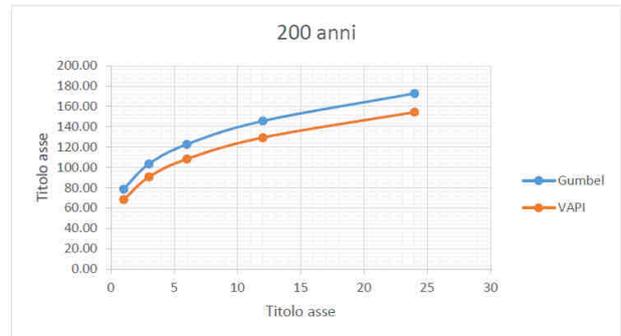
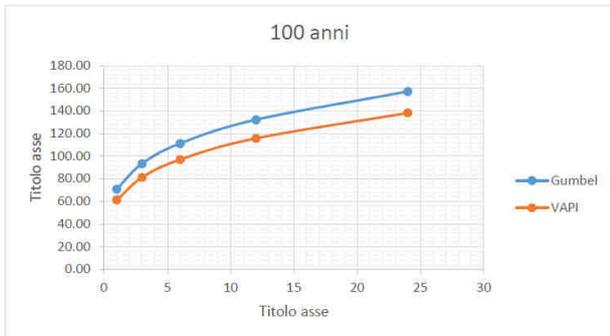
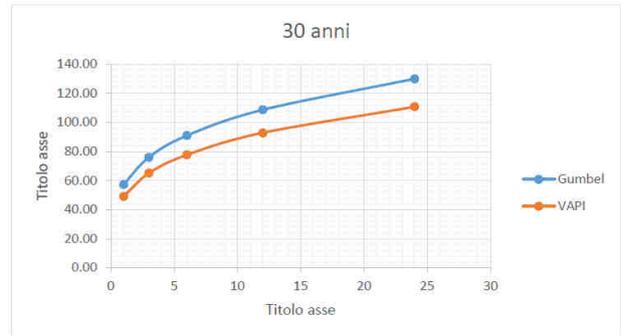
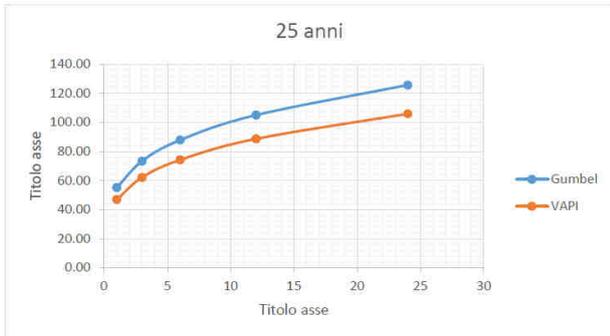
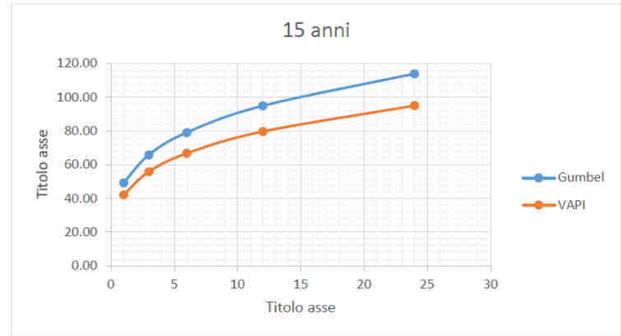
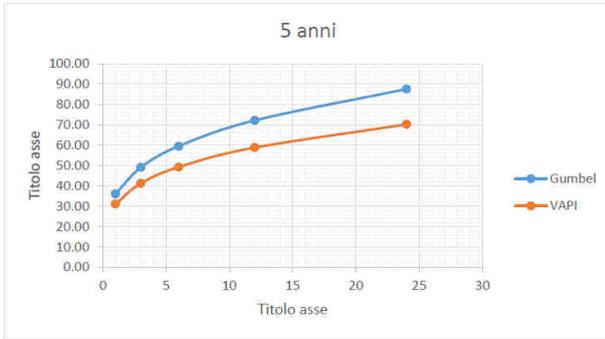
**CONFRONTO ORSARA DI PUGLIA**



APPALTATORE:			
Consorzio	Soci		
HIRPINIA - ORSARA AV	WEBUILD ITALIA	PIZZAROTTI	
PROGETTAZIONE:			
Mandataria	Mandanti		
ROCKSOIL S.P.A	NET ENGINEERING	PINI	GCF
	ELETRI-FER	M-INGEGNERIA	
PROGETTO ESECUTIVO			
Relazione Idrologica			

<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
IF3A	02	E ZZ RI	ID0001 000	B
				FOGLIO
				76 di 79

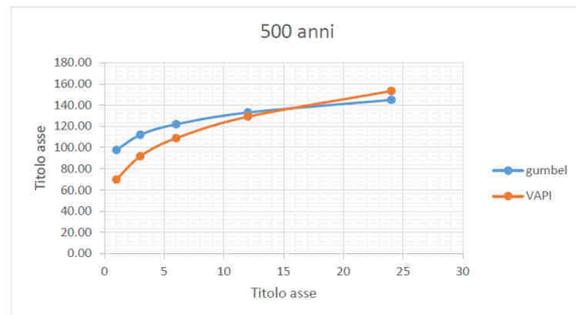
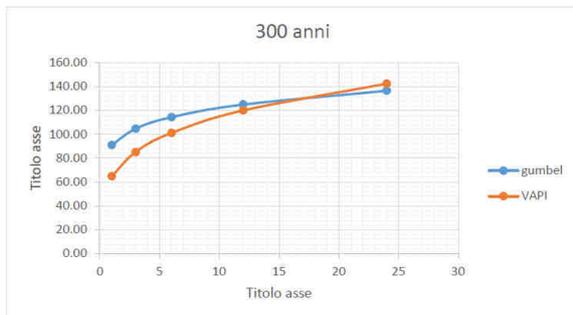
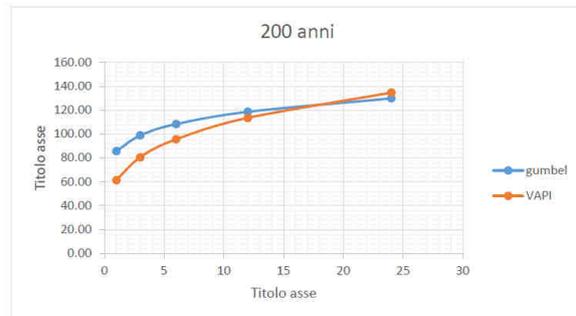
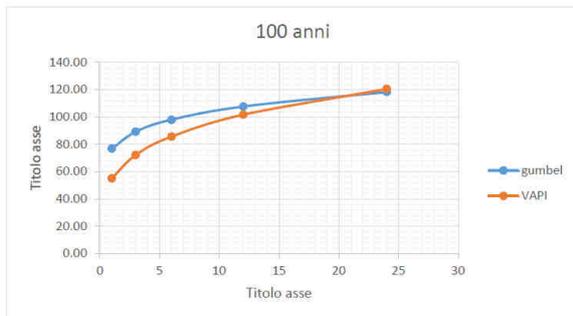
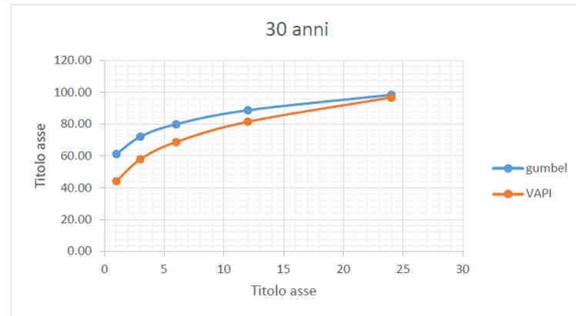
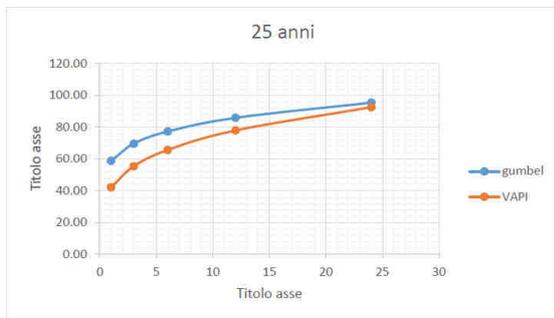
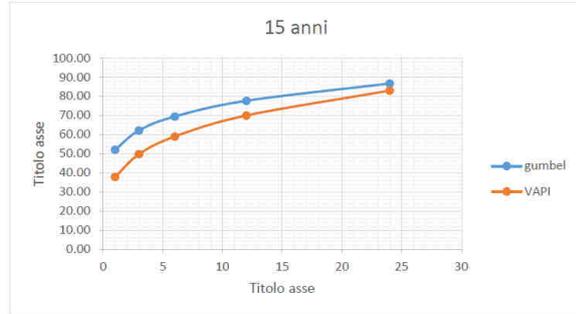
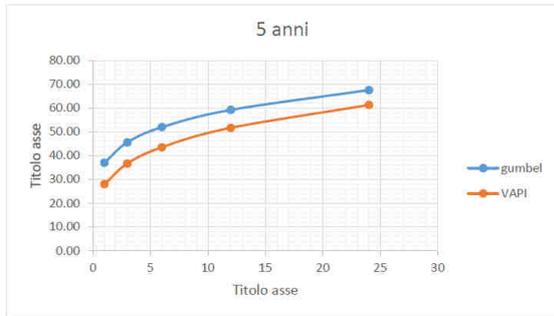
**CONFRONTO FAETO**



APPALTATORE:			
Consorzio	Soci		
HIRPINIA - ORSARA AV	WEBUILD ITALIA	PIZZAROTTI	
PROGETTAZIONE:			
Mandataria	Mandanti		
ROCKSOIL S.P.A	NET ENGINEERING	PINI	GCF
	ELETTRI-FER	M-INGEGNERIA	
PROGETTO ESECUTIVO			
Relazione Idrologica			

<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
IF3A	02	E ZZ RI	ID0001 000	B
				FOGLIO
				77 di 79

**CONFRONTO CASTELLUCCIO DEI SAURI**



APPALTATORE: Consortio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione Idrologica	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO ID0001 000	REV. B	FOGLIO 78 di 79

## PARAMETRI CPP E ALTEZZE DI PIOGGIA BACINI

CODE	Bacino	a5	n5	a15	n15	a25	n25	a30	n30
B1	BACINO ACQUARA	33.21	0.48	44.96	0.48	50.08	0.48	52.41	0.48
A1	CERVARO CHIUSURA VI01	28.98	0.26	36.88	0.26	45.27	0.26	47.42	0.26

CODE	Bacino	a100	n100	a200	n200	a300	n300	a500	n500
B1	BACINO ACQUARA	65.36	0.48	73.01	0.48	77.14	0.48	83.02	0.48
A1	CERVARO CHIUSURA VI01	59.86	0.26	67.17	0.26	71.18	0.26	76.78	0.26

CODE	Bacino	h <sub>5</sub>	h <sub>15</sub>	h <sub>25</sub>	h <sub>30</sub>	h <sub>100</sub>	h <sub>200</sub>	h <sub>300</sub>	h <sub>500</sub>
B1	BACINO ACQUARA	28.95	39.20	43.66	45.69	56.98	63.64	67.25	72.38
A1	CERVARO CHIUSURA VI01	43.51	55.36	67.96	71.20	89.87	100.84	106.87	115.28

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>																
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>M-INGEGNERIA</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF3A</td> <td style="text-align: center;">02</td> <td style="text-align: center;">E Z Z RI</td> <td style="text-align: center;">ID0001 000</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">79 di 79</td> </tr> </table>					COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E Z Z RI	ID0001 000	B	79 di 79
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO												
IF3A	02	E Z Z RI	ID0001 000	B	79 di 79												
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione Idrologica</b>																	

## REPORT MODELLO HEC HMS

**Project:** 2I\_2I\_22\_T\_Cervaro

**Simulation Run:** SIM\_TRI5\_HO

**Simulation Start:** 1 September 2021, 24:00

**Simulation End:** 3 September 2021, 24:00

**HMS Version:** 4.8

**Executed:** 30 January 2022, 10:18

## Global Parameter Summary - Subbasin

Element Name	Location	
	Longitude Degrees	Latitude Degrees
B 2	15.21	41.21
B 8	41.26	15.27
B 1	41.29	15.37
B 4	15.34	41.24

Element Name	Area (m <sup>2</sup> )
	Area (m <sup>2</sup> )
B 2	196.28
B 8	4.76
B 1	3.43
B 4	83.88

Element Name	Downstream
	Downstream
B 2	VioI
B 8	VioI
B 1	G I
B 4	Sink - I

**Loss Rate: Scs**

Element Name	Percent Impervious Area	Curve Number	Initial Abstraction
B 2	0	85	3.85
B 8	0	83	4.47
B 1	0	90	1.5
B 4	0	83	4.47

**Transform: Scs**

Element Name	Lag	Unitgraph Type
B 2	270.15	Prf250
B 8	42.13	Prf350
B 1	50	Standard
B 4	152.16	Delmarva

**Global Parameter Summary - Reach****Downstream**

Element Name	Downstream
Cervaro_6	Cervaro_5
Cervaro_5	Cervaro_4
Cervaro_4	Cervaro_3
Cervaro_3	Cervaro_2
Cervaro_2	G 1
Cervaro_1	Sink - 1

**Route: Lag**

Element Name	Method	Initial Variable	Lag
Cervaro_6	Lag	Combined Inflow	10
Cervaro_5	Lag	Combined Inflow	10
Cervaro_4	Lag	Combined Inflow	10
Cervaro_3	Lag	Combined Inflow	10
Cervaro_2	Lag	Combined Inflow	10
Cervaro_1	Lag	Combined Inflow	10

**Global Results Summary**

Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (MM)
Vio1	201.09	297.48	02Sep2021, 09:45	49.68

## Subbasin: B\_2

Area (m<sup>2</sup>): 196.28

Latitude Degrees : 41.21

Longitude Degrees : 15.21

Downstream : Vi01

### Loss Rate: Scs

Percent Impervious Area	0
Curve Number	85
Initial Abstraction	3.85

### Transform: Scs

Lag	270.15
Unitgraph Type	Prf250

## Subbasin: B\_8

Area (m<sup>2</sup>): 4.76

Latitude Degrees : 15.27

Longitude Degrees : 41.26

Downstream : ViOI

### Loss Rate: Scs

Percent Impervious Area	0
Curve Number	83
Initial Abstraction	4.47

### Transform: Scs

Lag	42.13
Unitgraph Type	Prf350

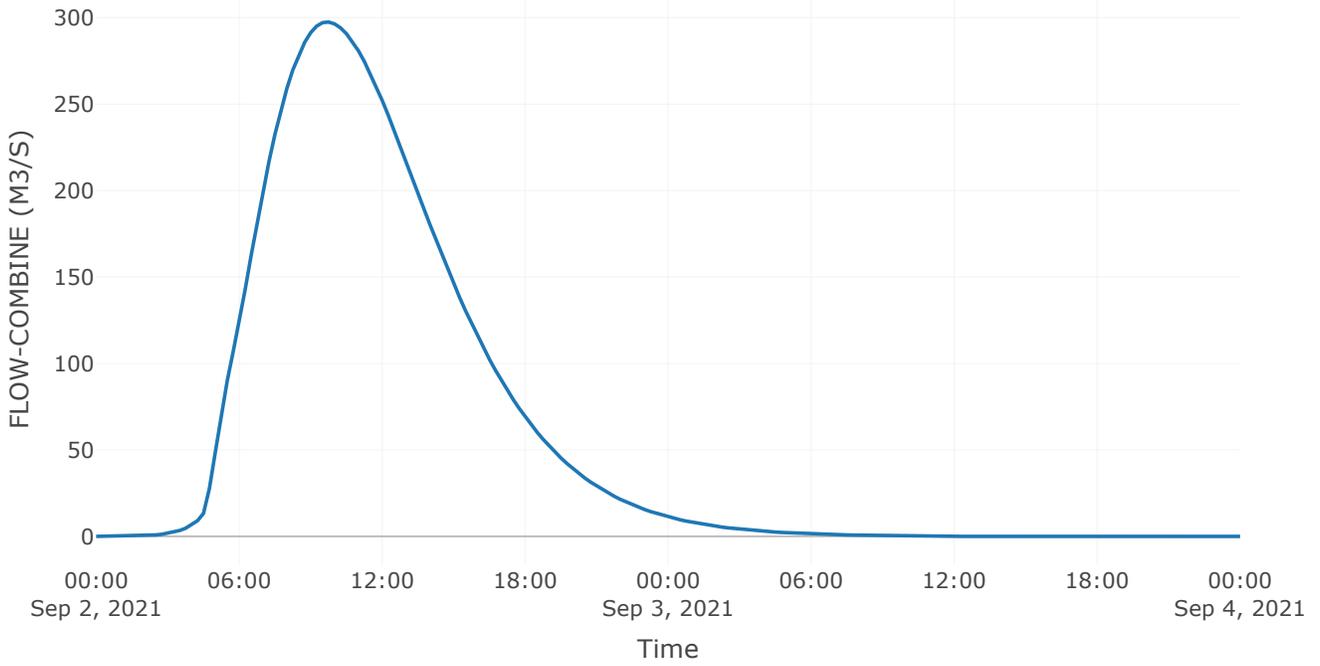
# Junction: V101

Downstream : Cervaro\_6

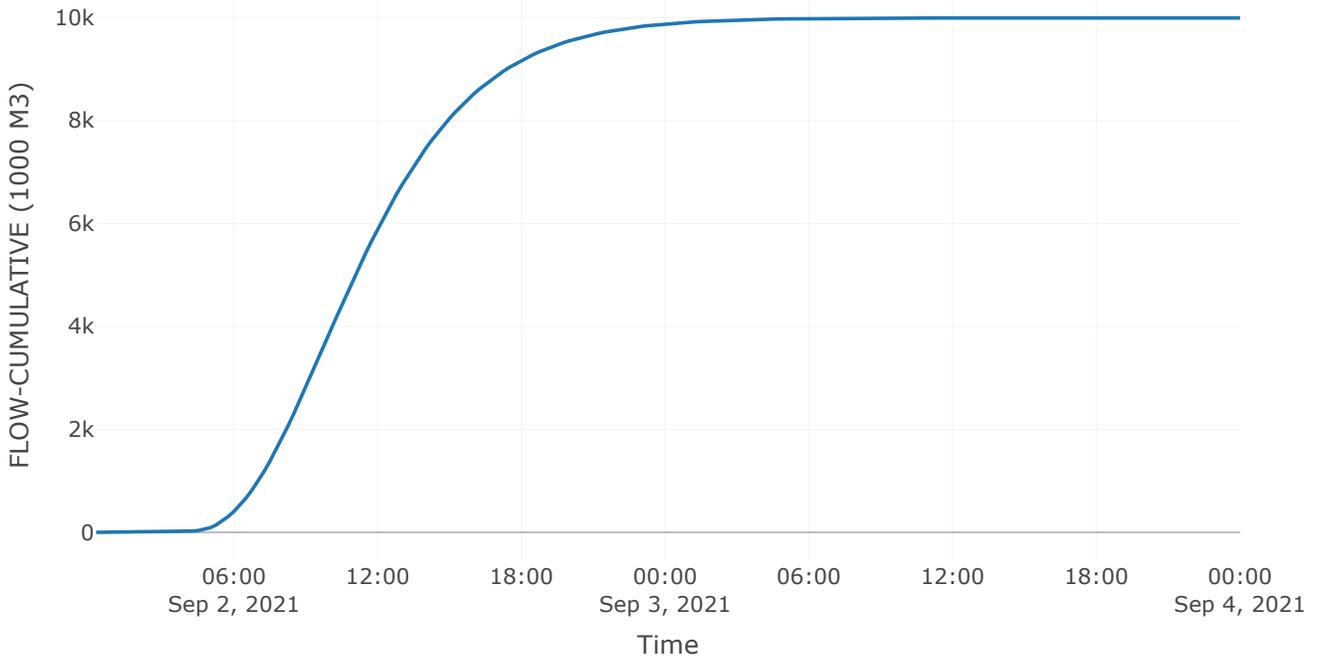
## Results: V101

Peak Discharge (M3/S)	297.48
Time of Peak Discharge	02Sep2021, 09:45
Volume (MM)	49.68

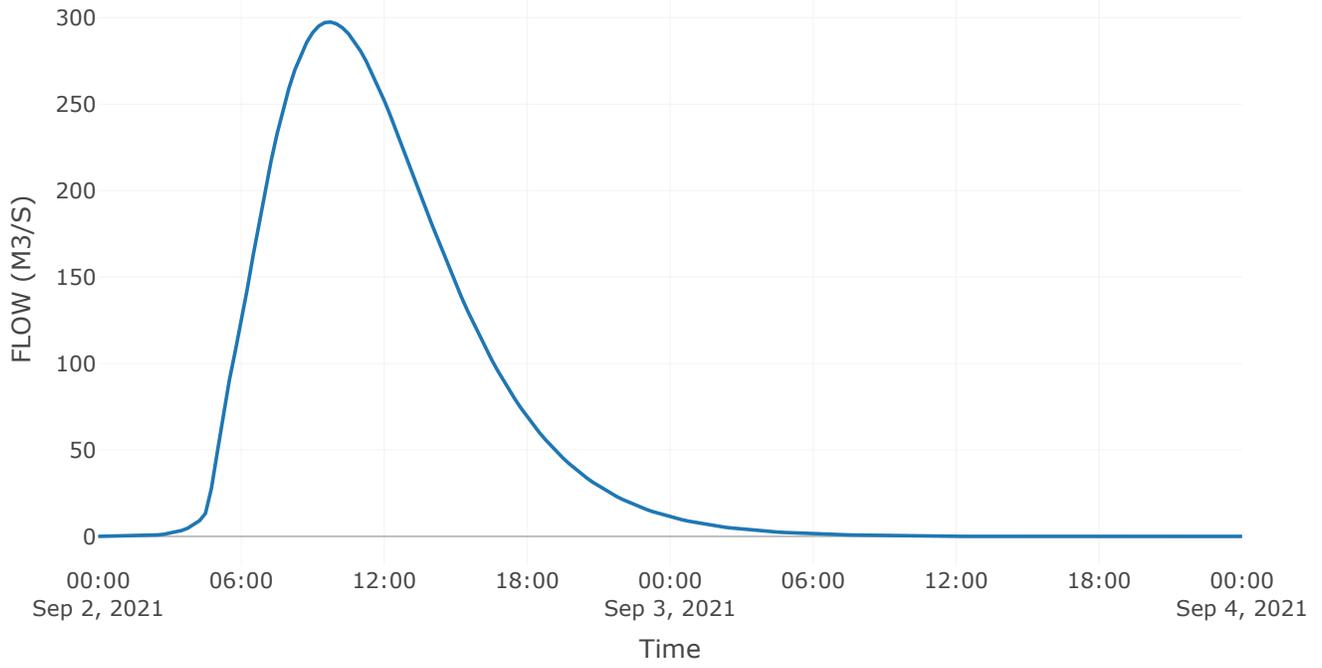
### Combined Inflow



### Cumulative Outflow



# Outflow



# Reach: Cervaro\_6

Downstream : Cervaro\_5

## Route: Lag

Method	Lag
Initial Variable	Combined Inflow
Lag	10

# Reach: Cervaro\_5

Downstream : Cervaro\_4

## Route: Lag

Method	Lag
Initial Variable	Combined Inflow
Lag	10

# Reach: Cervaro\_4

Downstream : Cervaro\_3

## Route: Lag

Method	Lag
Initial Variable	Combined Inflow
Lag	10

# Reach: Cervaro\_3

Downstream : Cervaro\_2

## Route: Lag

Method	Lag
Initial Variable	Combined Inflow
Lag	10

# Reach: Cervaro\_2

Downstream : G I

## Route: Lag

Method	Lag
Initial Variable	Combined Inflow
Lag	10

## Subbasin: B\_I

Area (m<sup>2</sup>): 3.43

Latitude Degrees : 15.37

Longitude Degrees : 41.29

Downstream : G I

### Loss Rate: Scs

Percent Impervious Area	0
Curve Number	90
Initial Abstraction	1.5

### Transform: Scs

Lag	50
Unitgraph Type	Standard

**Junction: gI**

**Downstream : Cervaro\_I**

# Reach: Cervaro\_I

Downstream : Sink - 1

## Route: Lag

Method	Lag
Initial Variable	Combined Inflow
Lag	10

## Subbasin: B\_4

Area (m<sup>2</sup>): 83.88

Latitude Degrees : 41.24

Longitude Degrees : 15.34

Downstream : Sink - 1

### Loss Rate: Scs

Percent Impervious Area	0
Curve Number	83
Initial Abstraction	4.47

### Transform: Scs

Lag	152.16
Unitgraph Type	Delmarva

**Project:** 2I\_2I\_22\_T\_Cervaro

**Simulation Run:** SIM\_TR30\_HO

**Simulation Start:** 1 September 2021, 24:00

**Simulation End:** 3 September 2021, 24:00

**HMS Version:** 4.8

**Executed:** 30 January 2022, 10:19

## Global Parameter Summary - Subbasin

Element Name	Location	
	Longitude Degrees	Latitude Degrees
B 2	15.21	41.21
B 8	41.26	15.27
B 1	41.29	15.37
B 4	15.34	41.24

Element Name	Area (m <sup>2</sup> )
	Area (m <sup>2</sup> )
B 2	196.28
B 8	4.76
B 1	3.43
B 4	83.88

Element Name	Downstream
	Downstream
B 2	VioI
B 8	VioI
B 1	G I
B 4	Sink - I

**Loss Rate: Scs**

Element Name	Percent Impervious Area	Curve Number	Initial Abstraction
B 2	0	85	3.85
B 8	0	83	4.47
B 1	0	90	1.5
B 4	0	83	4.47

**Transform: Scs**

Element Name	Lag	Unitgraph Type
B 2	270.15	Prf250
B 8	42.13	Prf350
B 1	50	Standard
B 4	152.16	Delmarva

**Global Results Summary**

Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (MM)
Vio1	201.09	365.27	02Sep2021, 09:30	61.38

## Subbasin: B\_2

Area (m<sup>2</sup>): 196.28

Latitude Degrees : 41.21

Longitude Degrees : 15.21

Downstream : Vi01

### Loss Rate: Scs

Percent Impervious Area	0
Curve Number	85
Initial Abstraction	3.85

### Transform: Scs

Lag	270.15
Unitgraph Type	Prf250

## Subbasin: B\_8

Area (m<sup>2</sup>): 4.76

Latitude Degrees : 15.27

Longitude Degrees : 41.26

Downstream : ViOI

### Loss Rate: Scs

Percent Impervious Area	0
Curve Number	83
Initial Abstraction	4.47

### Transform: Scs

Lag	42.13
Unitgraph Type	Prf350

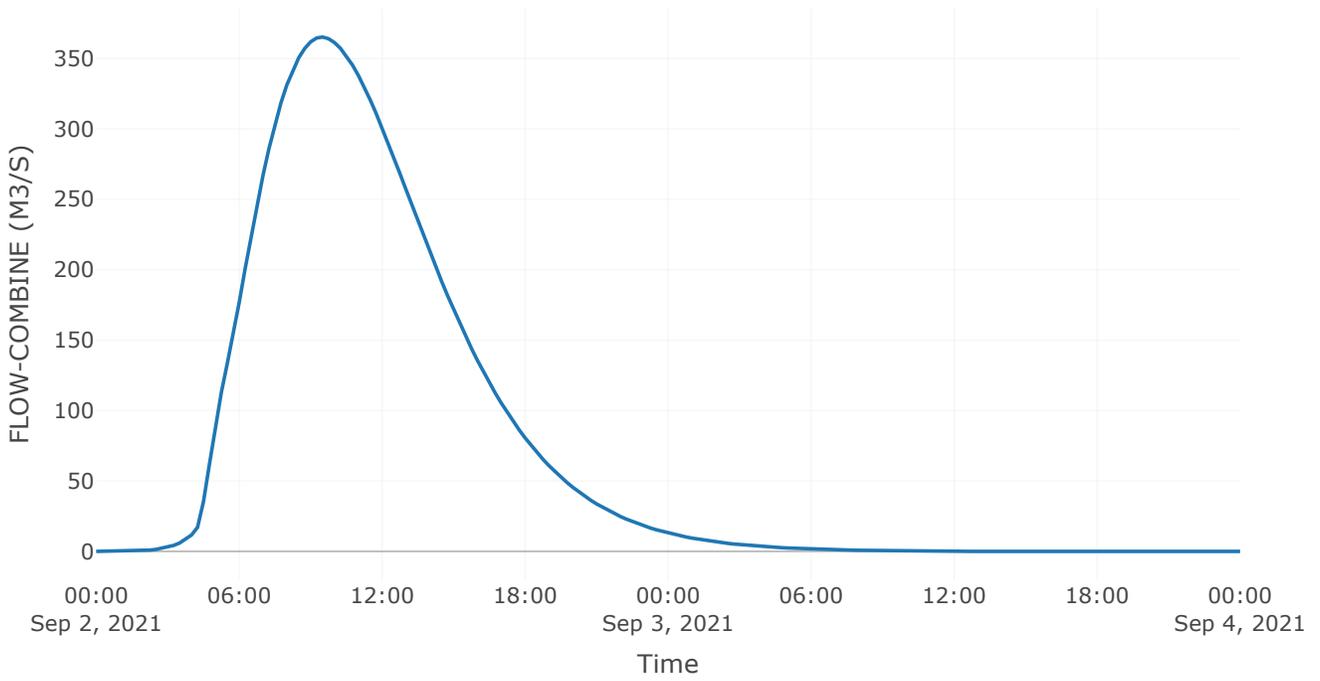
# Junction: V101

Downstream : Cervaro\_6

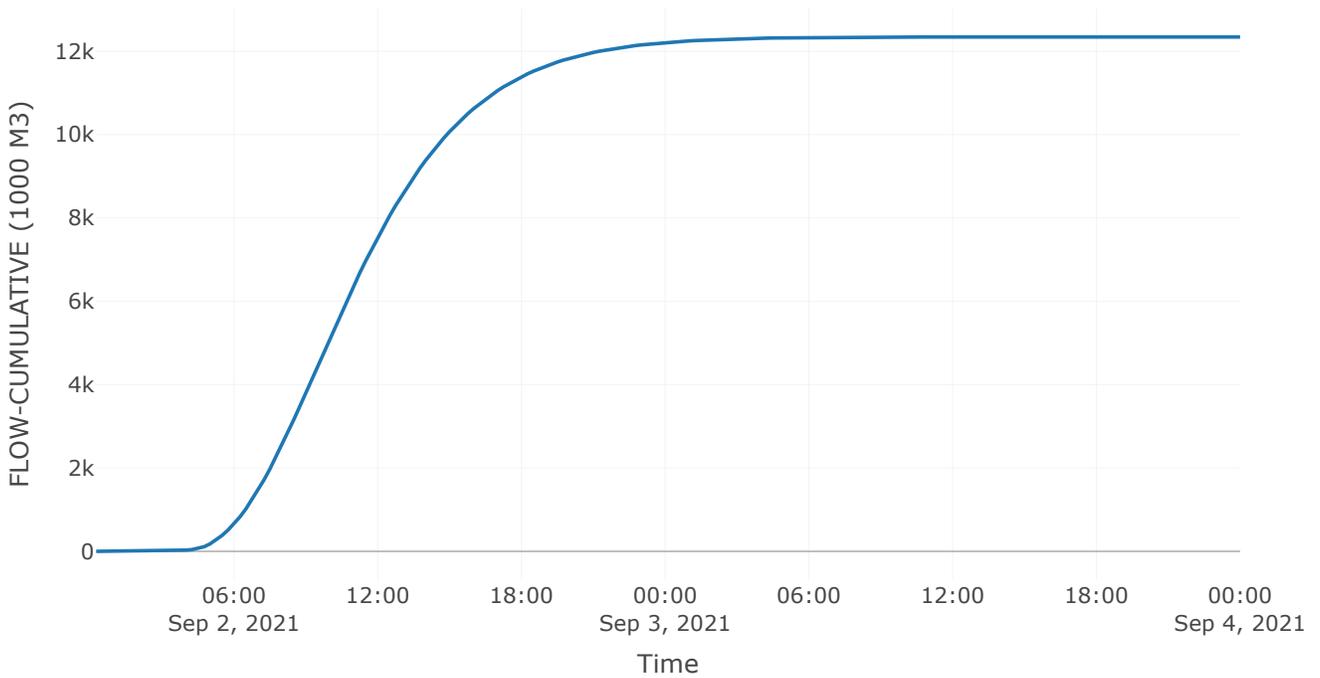
## Results: V101

Peak Discharge (M3/S)	365.27
Time of Peak Discharge	02Sep2021, 09:30
Volume (MM)	61.38

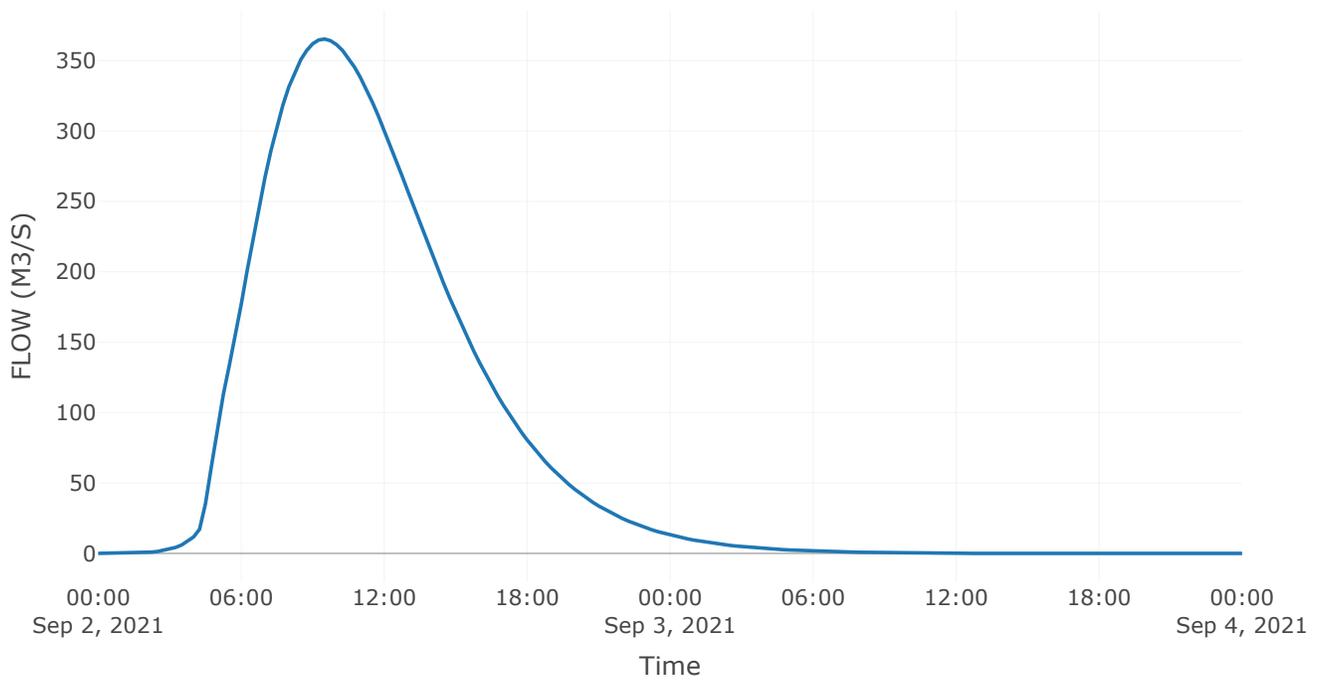
### Combined Inflow



### Cumulative Outflow



# Outflow



## Subbasin: B\_I

Area (m<sup>2</sup>): 3.43

Latitude Degrees : 15.37

Longitude Degrees : 41.29

Downstream : G I

### Loss Rate: Scs

Percent Impervious Area	0
Curve Number	90
Initial Abstraction	1.5

### Transform: Scs

Lag	50
Unitgraph Type	Standard

**Junction: gI**

**Downstream : Cervaro\_I**

## Subbasin: B\_4

Area (m<sup>2</sup>): 83.88

Latitude Degrees : 41.24

Longitude Degrees : 15.34

Downstream : Sink - 1

### Loss Rate: Scs

Percent Impervious Area	0
Curve Number	83
Initial Abstraction	4.47

### Transform: Scs

Lag	152.16
Unitgraph Type	Delmarva

**Project:** 2I\_2I\_22\_T\_Cervaro

**Simulation Run:** SIM\_TR200\_HO

**Simulation Start:** 1 September 2021, 24:00

**Simulation End:** 3 September 2021, 24:00

**HMS Version:** 4.8

**Executed:** 30 January 2022, 10:19

## Global Parameter Summary - Subbasin

Element Name	Location	
	Longitude Degrees	Latitude Degrees
B 2	15.21	41.21
B 8	41.26	15.27
B 1	41.29	15.37
B 4	15.34	41.24

Element Name	Area (m <sup>2</sup> )
	Area (m <sup>2</sup> )
B 2	196.28
B 8	4.76
B 1	3.43
B 4	83.88

Element Name	Downstream
	Downstream
B 2	VioI
B 8	VioI
B 1	G I
B 4	Sink - I

**Loss Rate: Scs**

Element Name	Percent Impervious Area	Curve Number	Initial Abstraction
B 2	0	85	3.85
B 8	0	83	4.47
B 1	0	90	1.5
B 4	0	83	4.47

**Transform: Scs**

Element Name	Lag	Unitgraph Type
B 2	270.15	Prf250
B 8	42.13	Prf350
B 1	50	Standard
B 4	152.16	Delmarva

**Global Results Summary**

Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (MM)
Vio1	201.09	561.39	02Sep2021, 09:30	94.48

## Subbasin: B\_2

Area (m<sup>2</sup>): 196.28

Latitude Degrees : 41.21

Longitude Degrees : 15.21

Downstream : ViOI

### Loss Rate: Scs

Percent Impervious Area	0
Curve Number	85
Initial Abstraction	3.85

### Transform: Scs

Lag	270.15
Unitgraph Type	Prf250

## Subbasin: B\_8

Area (m<sup>2</sup>): 4.76

Latitude Degrees : 15.27

Longitude Degrees : 41.26

Downstream : ViOI

### Loss Rate: Scs

Percent Impervious Area	0
Curve Number	83
Initial Abstraction	4.47

### Transform: Scs

Lag	42.13
Unitgraph Type	Prf350

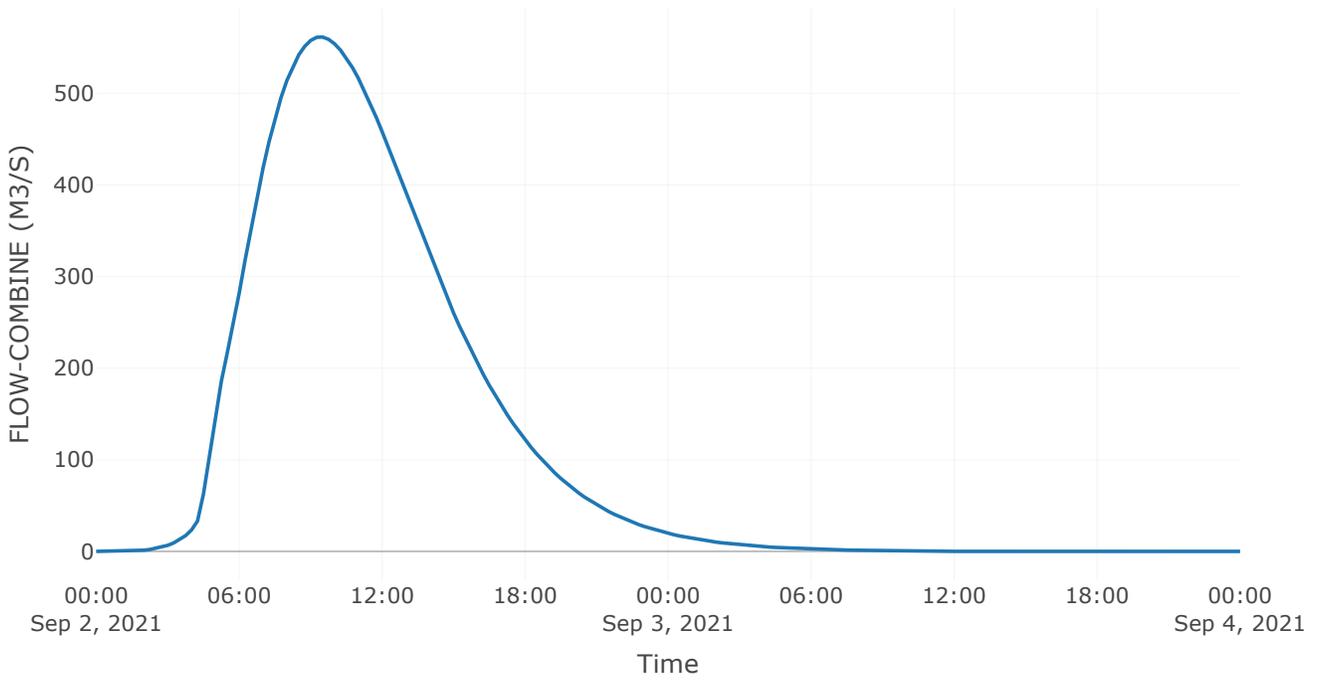
# Junction: V101

Downstream : Cervaro\_6

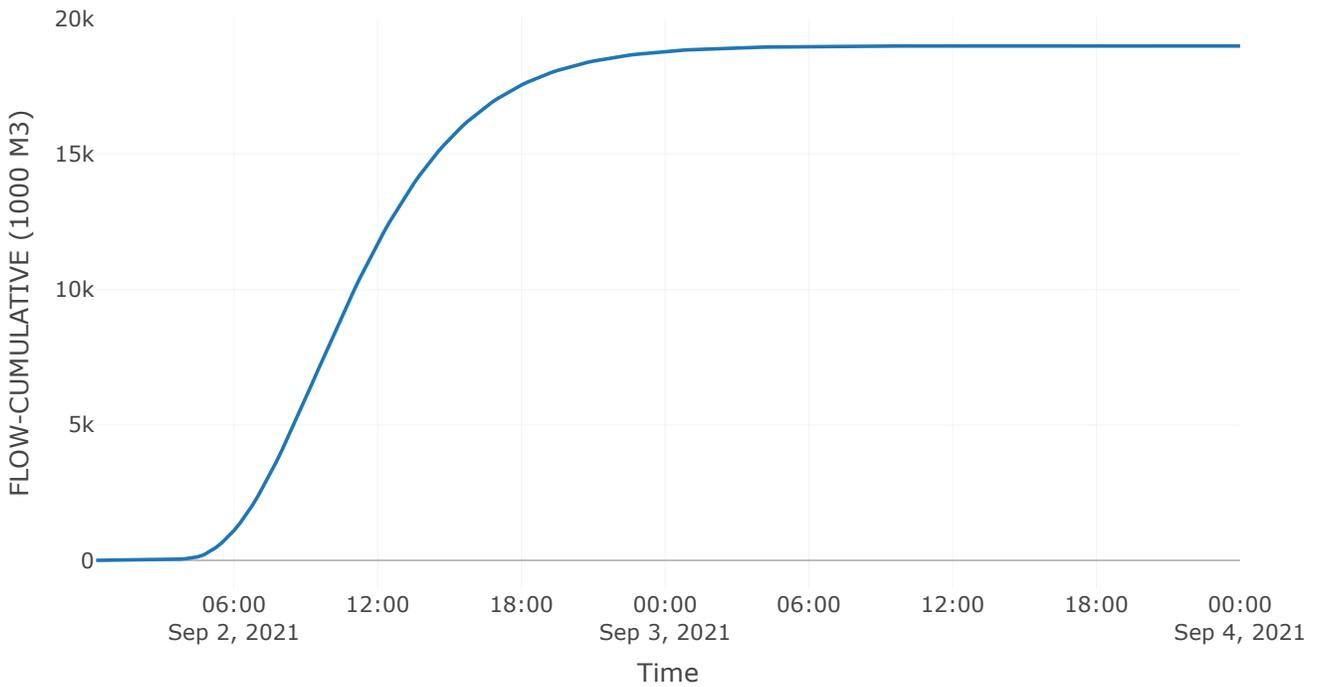
## Results: V101

Peak Discharge (M3/S)	561.39
Time of Peak Discharge	02Sep2021, 09:30
Volume (MM)	94.48

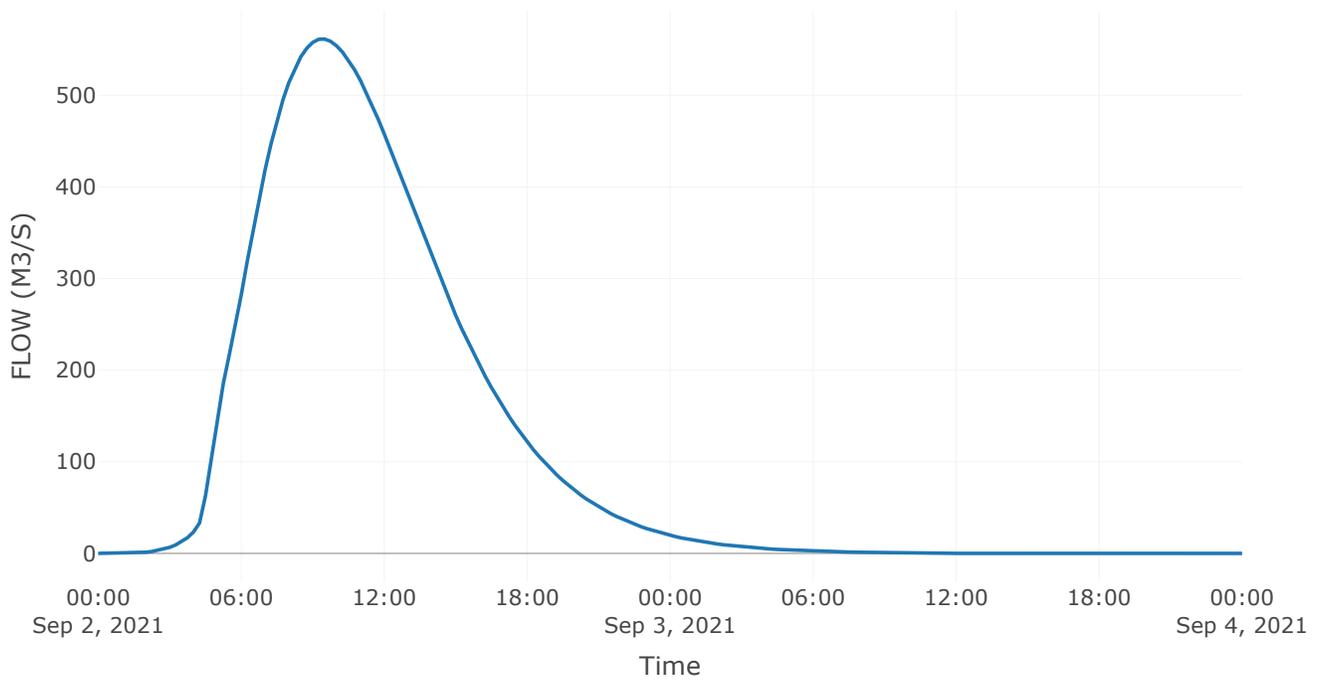
### Combined Inflow



### Cumulative Outflow



# Outflow



## Subbasin: B\_I

Area (m<sup>2</sup>): 3.43

Latitude Degrees : 15.37

Longitude Degrees : 41.29

Downstream : G I

### Loss Rate: Scs

Percent Impervious Area	0
Curve Number	90
Initial Abstraction	1.5

### Transform: Scs

Lag	50
Unitgraph Type	Standard

**Junction: gI**

**Downstream : Cervaro\_I**

## Subbasin: B\_4

Area (m<sup>2</sup>): 83.88

Latitude Degrees : 41.24

Longitude Degrees : 15.34

Downstream : Sink - 1

### Loss Rate: Scs

Percent Impervious Area	0
Curve Number	83
Initial Abstraction	4.47

### Transform: Scs

Lag	152.16
Unitgraph Type	Delmarva

**Project:** 2I\_2I\_22\_T\_Cervaro

**Simulation Run:** SIM\_TR300\_HO

**Simulation Start:** 1 September 2021, 24:00

**Simulation End:** 3 September 2021, 24:00

**HMS Version:** 4.8

**Executed:** 30 January 2022, 10:19

## Global Parameter Summary - Subbasin

Element Name	Location	
	Longitude Degrees	Latitude Degrees
B 2	15.21	41.21
B 8	41.26	15.27
B 1	41.29	15.37
B 4	15.34	41.24

Element Name	Area (m <sup>2</sup> )
	Area (m <sup>2</sup> )
B 2	196.28
B 8	4.76
B 1	3.43
B 4	83.88

Element Name	Downstream
	Downstream
B 2	VioI
B 8	VioI
B 1	G I
B 4	Sink - I

**Loss Rate: Scs**

Element Name	Percent Impervious Area	Curve Number	Initial Abstraction
B 2	0	85	3.85
B 8	0	83	4.47
B 1	0	90	1.5
B 4	0	83	4.47

**Transform: Scs**

Element Name	Lag	Unitgraph Type
B 2	270.15	Prf250
B 8	42.13	Prf350
B 1	50	Standard
B 4	152.16	Delmarva

**Global Results Summary**

Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (MM)
Vio1	201.09	602.42	02Sep2021, 09:30	101.3

## Subbasin: B\_2

Area (m<sup>2</sup>): 196.28

Latitude Degrees : 41.21

Longitude Degrees : 15.21

Downstream : ViOI

### Loss Rate: Scs

Percent Impervious Area	0
Curve Number	85
Initial Abstraction	3.85

### Transform: Scs

Lag	270.15
Unitgraph Type	Prf250

## Subbasin: B\_8

Area (m<sup>2</sup>): 4.76

Latitude Degrees : 15.27

Longitude Degrees : 41.26

Downstream : Vior

### Loss Rate: Scs

Percent Impervious Area	0
Curve Number	83
Initial Abstraction	4.47

### Transform: Scs

Lag	42.13
Unitgraph Type	Prf350

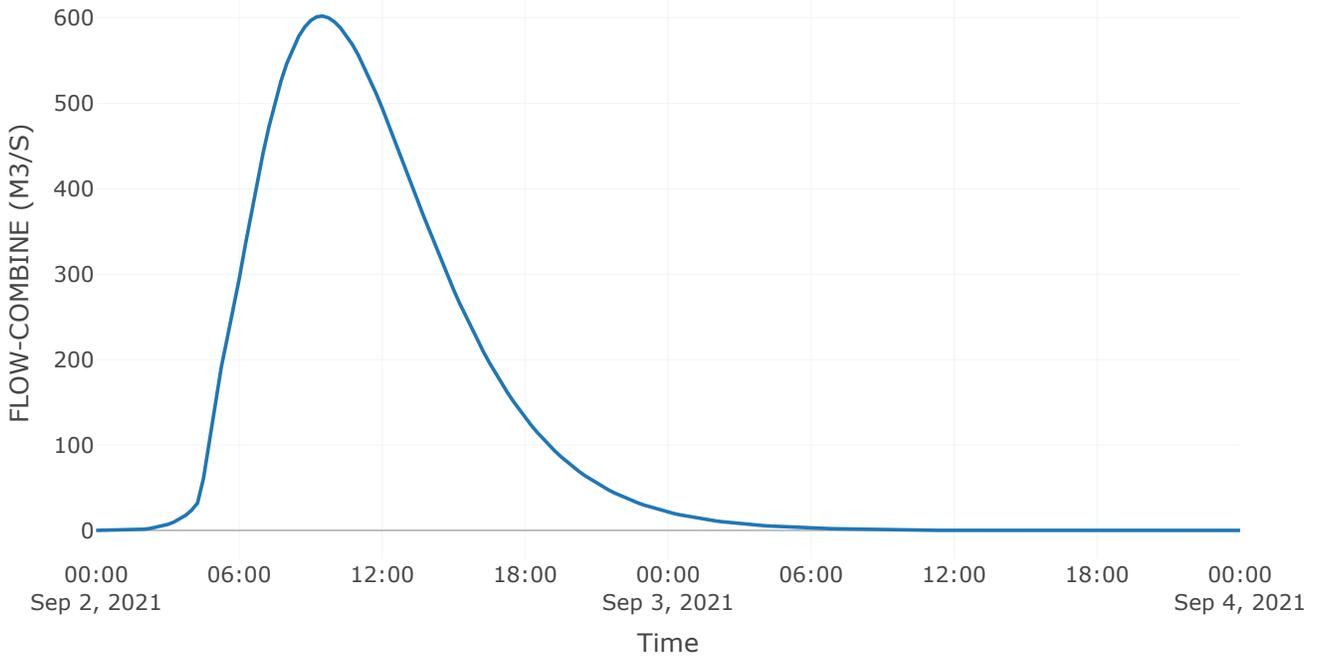
# Junction: V101

Downstream : Cervaro\_6

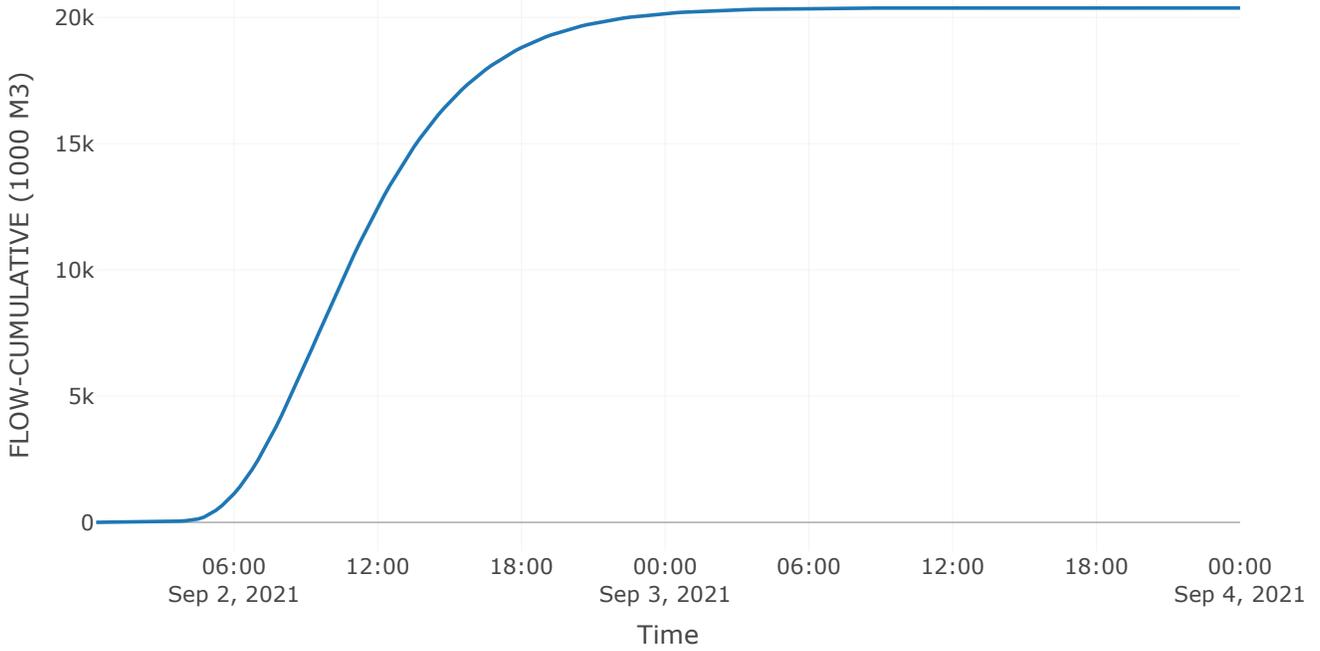
## Results: V101

Peak Discharge (M3/S)	602.42
Time of Peak Discharge	02Sep2021, 09:30
Volume (MM)	101.3

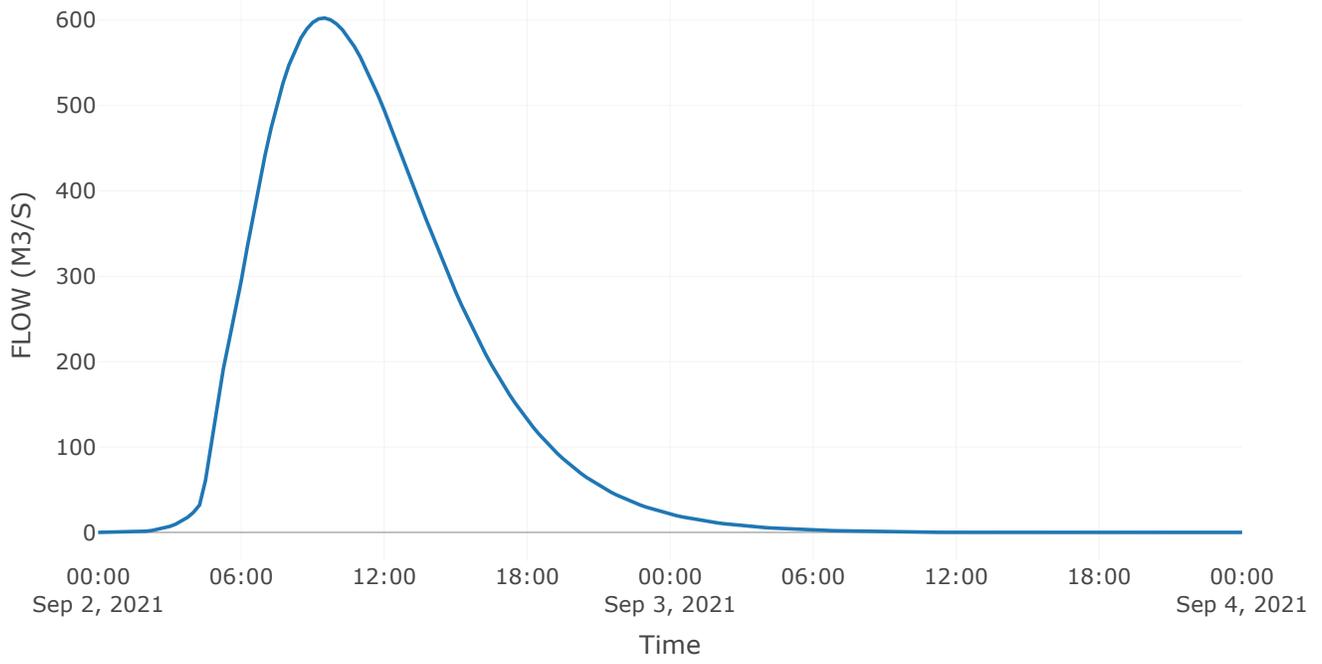
### Combined Inflow



### Cumulative Outflow



# Outflow



## Subbasin: B\_I

Area (m<sup>2</sup>): 3.43

Latitude Degrees : 15.37

Longitude Degrees : 41.29

Downstream : G I

### Loss Rate: Scs

Percent Impervious Area	0
Curve Number	90
Initial Abstraction	1.5

### Transform: Scs

Lag	50
Unitgraph Type	Standard

**Junction: gI**

**Downstream : Cervaro\_I**

## Subbasin: B\_4

Area (m<sup>2</sup>): 83.88

Latitude Degrees : 41.24

Longitude Degrees : 15.34

Downstream : Sink - 1

### Loss Rate: Scs

Percent Impervious Area	0
Curve Number	83
Initial Abstraction	4.47

### Transform: Scs

Lag	152.16
Unitgraph Type	Delmarva

**Project:** 2I\_2I\_22\_T\_Cervaro

**Simulation Run:** SIM\_TR500\_HO

**Simulation Start:** 1 September 2021, 24:00

**Simulation End:** 3 September 2021, 24:00

**HMS Version:** 4.8

**Executed:** 30 January 2022, 10:19

## Global Parameter Summary - Subbasin

Element Name	Location	
	Longitude Degrees	Latitude Degrees
B 2	15.21	41.21
B 8	41.26	15.27
B 1	41.29	15.37
B 4	15.34	41.24

Element Name	Area (m <sup>2</sup> )
	Area (m <sup>2</sup> )
B 2	196.28
B 8	4.76
B 1	3.43
B 4	83.88

Element Name	Downstream
	Downstream
B 2	VioI
B 8	VioI
B 1	G I
B 4	Sink - I

**Loss Rate: Scs**

Element Name	Percent Impervious Area	Curve Number	Initial Abstraction
B 2	0	85	3.85
B 8	0	83	4.47
B 1	0	90	1.5
B 4	0	83	4.47

**Transform: Scs**

Element Name	Lag	Unitgraph Type
B 2	270.15	Prf250
B 8	42.13	Prf350
B 1	50	Standard
B 4	152.16	Delmarva

**Global Results Summary**

Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (MM)
Vio1	201.09	658.17	02Sep2021, 09:30	110.86

## Subbasin: B\_2

Area (m<sup>2</sup>): 196.28

Latitude Degrees : 41.21

Longitude Degrees : 15.21

Downstream : ViOI

### Loss Rate: Scs

Percent Impervious Area	0
Curve Number	85
Initial Abstraction	3.85

### Transform: Scs

Lag	270.15
Unitgraph Type	Prf250

## Subbasin: B\_8

Area (m<sup>2</sup>): 4.76

Latitude Degrees : 15.27

Longitude Degrees : 41.26

Downstream : ViOI

### Loss Rate: Scs

Percent Impervious Area	0
Curve Number	83
Initial Abstraction	4.47

### Transform: Scs

Lag	42.13
Unitgraph Type	Prf350

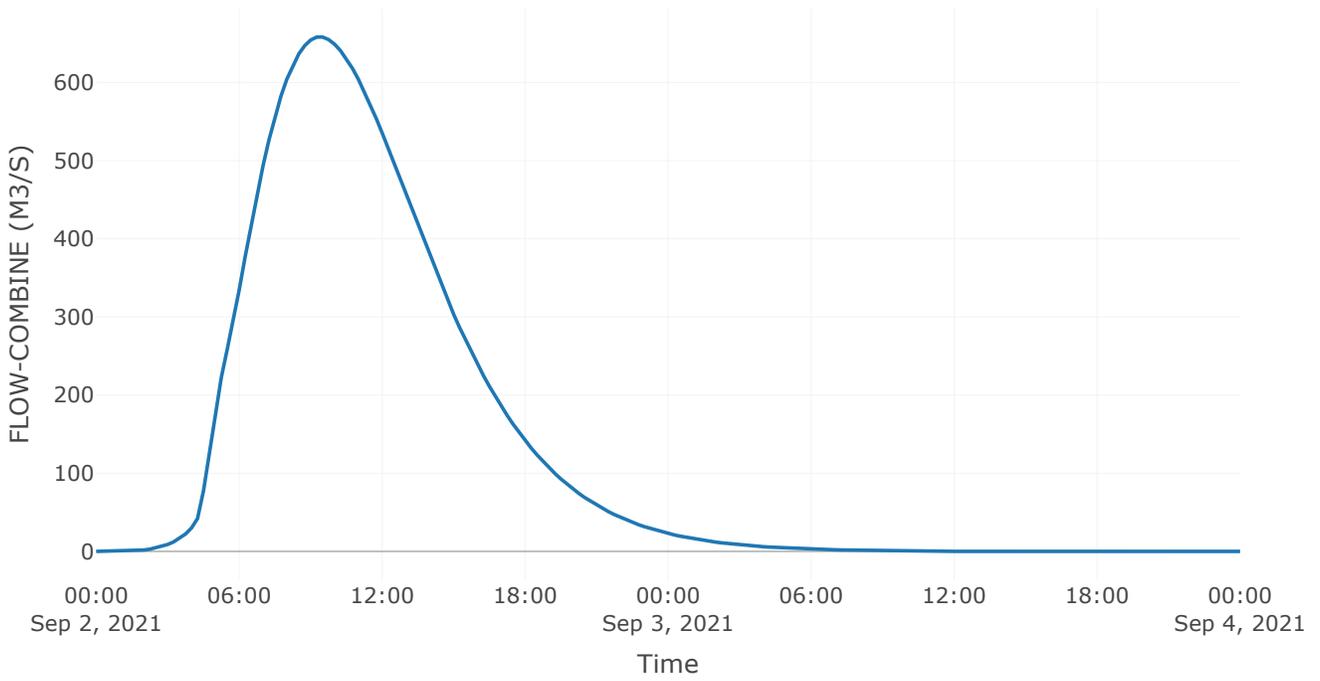
# Junction: V101

Downstream : Cervaro\_6

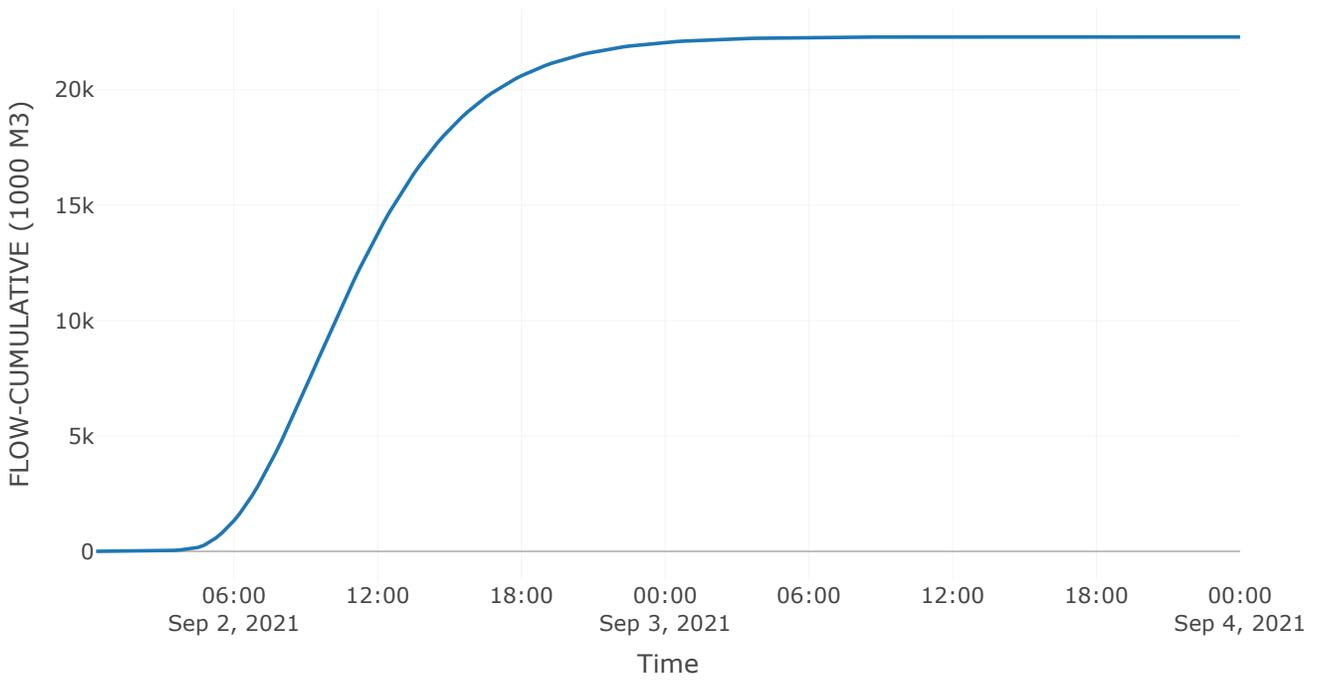
## Results: V101

Peak Discharge (M3/S)	658.17
Time of Peak Discharge	02Sep2021, 09:30
Volume (MM)	110.86

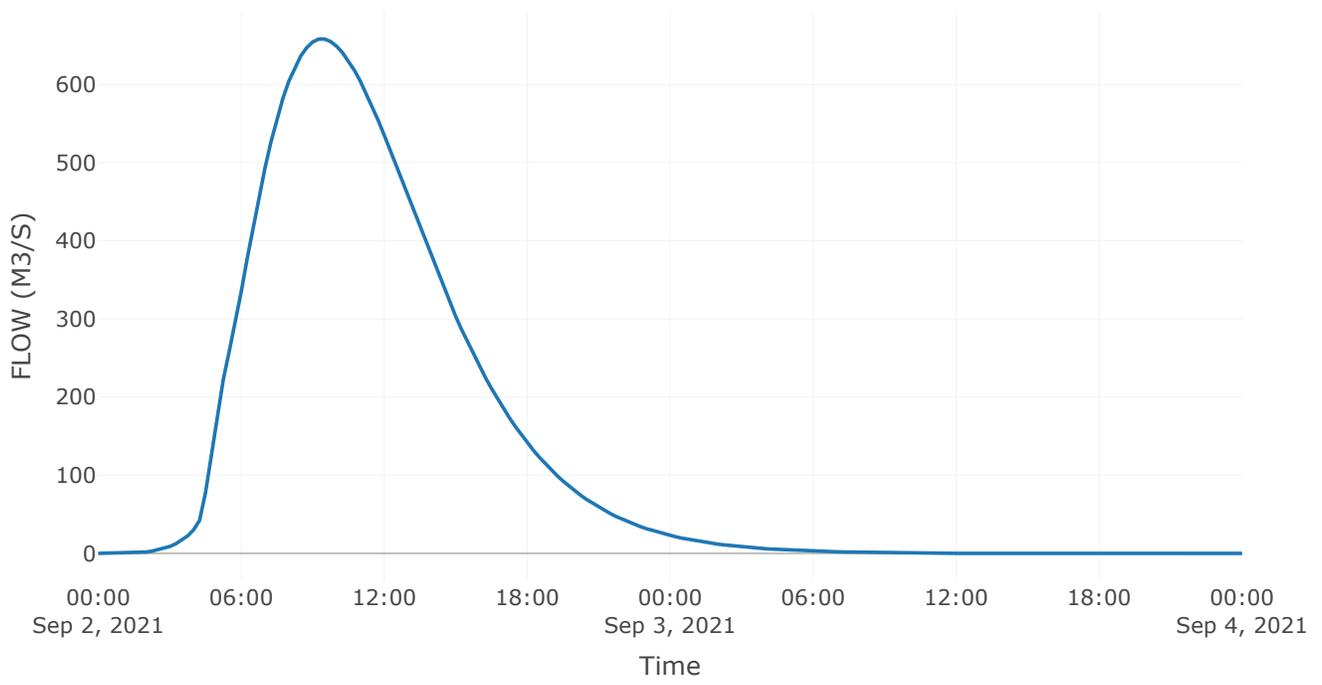
### Combined Inflow



### Cumulative Outflow



# Outflow



## Subbasin: B\_I

Area (m<sup>2</sup>): 3.43

Latitude Degrees : 15.37

Longitude Degrees : 41.29

Downstream : G I

### Loss Rate: Scs

Percent Impervious Area	0
Curve Number	90
Initial Abstraction	1.5

### Transform: Scs

Lag	50
Unitgraph Type	Standard

**Junction: gI**

**Downstream : Cervaro\_I**

## Subbasin: B\_4

Area (m<sup>2</sup>): 83.88

Latitude Degrees : 41.24

Longitude Degrees : 15.34

Downstream : Sink - 1

### Loss Rate: Scs

Percent Impervious Area	0
Curve Number	83
Initial Abstraction	4.47

### Transform: Scs

Lag	152.16
Unitgraph Type	Delmarva