

**E 78 GROSSETO - FANO  
TRATTO SELCI - LAMA (E 45) - S.STEFANO DI GAIFA  
Adeguamento a 2 corsie del tratto Mercatello sul Metauro Ovest -  
Mercatello sul Metauro Est (Lotto 4°)**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**AN 245**

**ANAS - DIREZIONE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE LAVORI**

<p><b>COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE</b></p> <p><i>Ing. Giuseppe Resta</i></p> <p>Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 20629</p>	<p><b>I PROGETTISTI SPECIALISTICI</b></p> <p><i>Ing. Ambrogio Signorelli</i></p> <p>Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. A35114</p>	<p><b>PROGETTAZIONE ATI: (Mandataria)</b></p> <p><b>GPI INGEGNERIA</b> GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl</p> <p><b>cooprogetti</b></p> <p><b>engeko</b></p> <p><b>AIM</b> Studio di Architettura e Ingegneria Moderna</p>
<p><b>IL GEOLOGO</b></p> <p><i>Dott. Geol. Salvatore Marino</i></p> <p>Ordine dei geologi della Regione Lazio n. 1069</p>	<p><b>Sezione A</b> <b>INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI PERU'IA</b> <b>N. A2657</b></p> <p><i>Ing. Moreno Panfilì</i></p> <p>Ordine Ingegneri Provincia di Perugia n. A2657</p> <p><b>SETTORE CIVILE E AMBIENTALE</b> <b>SETTORE INDUSTRIALE</b> <b>SETTORE DELL'INFORMAZIONE</b></p> <p><i>Ing. David Cremonesi</i></p> <p>Ordine Ingegneri Provincia di Frosinone n. A1762</p>	<p><b>IL PROGETTISTA E RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE. (DPR207/10 ART 15 COMMA 12):</b></p> <p><i>Dott. Ing. GIORGIO GUIDUCCI</i></p> <p>Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 14035</p> <p><b>Dott. Ing. GIORGIO GUIDUCCI</b> <b>ORDINE INGEGNERI</b> <b>ROMA</b> <b>N° 14035</b></p>
<p><b>VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO</b></p> <p><i>Ing. Vincenzo Catone</i></p>	<p><i>Ing. Giuseppe Resta</i></p> <p>Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 20629</p>	
<p><b>VISTO: IL RESP. DEL PROGETTO</b></p> <p><i>Arch. Pianif. Marco Colazza</i></p>		

**STUDI ED INDAGINI  
IDROLOGIA E IDRAULICA  
Relazione idrologica**

<p><b>CODICE PROGETTO</b></p> <p>PROGETTO      LIV.PROG      ANNO</p> <p><b>D</b> <b>TAN</b> <b>245</b>      <b>D</b>      <b>22</b></p>	<p><b>NOME FILE</b></p> <p><b>T00ID00IDRRE01B</b></p> <p><b>CODICE ELAB.</b>      <b>T</b> <b>0</b> <b>0</b> <b>I</b> <b>D</b> <b>0</b> <b>0</b> <b>I</b> <b>D</b> <b>R</b> <b>R</b> <b>E</b> <b>0</b> <b>1</b></p>	<p><b>REVISIONE</b></p> <p><b>B</b></p>	<p><b>SCALA</b></p> <p><b>-</b></p>
<p><b>D</b></p>			
<p><b>C</b></p>			
<p><b>B</b></p>	<p>Revisione a seguito istruttoria U.0030221 del 16.01.2023</p>	<p>Febbraio '23</p>	<p>Capponi      Panfilì      Guiducci</p>
<p><b>A</b></p>	<p>Emissione</p>	<p>Ottobre '22</p>	<p>Capponi      Panfilì      Guiducci</p>
<p><b>REV.</b></p>	<p><b>DESCRIZIONE</b></p>	<p><b>DATA</b></p>	<p><b>REDATTO</b></p>
<p><b>VERIFICATO</b></p>	<p><b>APPROVATO</b></p>		

## INDICE

<b>1. <u>PREMESSA</u></b> .....	<b>3</b>
<b>2. <u>INQUADRAMENTO IDROGRAFICO</u></b> .....	<b>3</b>
2.1. DESCRIZIONE DEL TRACCIATO IN RELAZIONE ALL'IDROGRAFIA SUPERFICIALE .....	3
2.2. BACINO IDROGRAFICO DEL FIUME METAURO .....	3
<b>3. <u>DEFINIZIONE DEGLI AFFLUSSI METEORICI</u></b> .....	<b>4</b>
3.1. REGIONALIZZAZIONE DELLE PRECIPITAZIONI INTENSE (CIMA) .....	4
3.2. PROCEDURA VAPI.....	6
3.2.1. <i>Piogge giornaliere</i> .....	7
3.2.2. <i>Precipitazione indice</i> .....	9
3.3. SCELTA DELLE CURVE DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICHE DI PROGETTO .....	10
3.4. DEFINIZIONE DELLE ALTEZZE DI PIOGGIA PER GLI EVENTI RELATIVI ALLE ACQUE DI PIATTAFORMA E DI VERSANTE .....	10
3.5. ALTEZZA DI PIOGGIA E COEFFICIENTE DI RIDUZIONE AREALE .....	11
<b>4. <u>INDIVIDUAZIONE E CARATTERIZZAZIONE DEI BACINI IDROGRAFICI</u></b> .....	<b>11</b>
<b>5. <u>DETERMINAZIONE DELLE PORTATE DI PROGETTO</u></b> .....	<b>12</b>
5.1. TORRENTE SANT'ANTONIO .....	12
5.2. BACINI IDROGRAFICI MINORI .....	13
5.2.1. <i>Tempo di corrivazione</i> .....	15
5.2.2. <i>Coefficiente di deflusso</i> .....	16
5.2.3. <i>Metodo razionale</i> .....	20
<b>6. <u>RISULTATI DELL'ANALISI IDROLOGICA</u></b> .....	<b>20</b>
6.1. BACINO TORRENTE SANT'ANTONIO – A_S1 .....	21
6.2. BACINO FOSSO ROMITO – I_S1 .....	22
6.3. BACINO FOSSO PORCARI – P_S1 .....	24
6.4. BACINO F_S1 .....	25
6.5. BACINO G_S1 .....	27
6.6. BACINO N_S1 .....	28
6.7. BACINO O_S1 .....	30
6.8. BACINO D_S1 .....	32
6.9. BACINO C_S1 .....	33
6.10. BACINO E_S1.....	34
6.11. BACINO B_S1.....	35
6.12. BACINO L_S1 .....	37

PROGETTAZIONE ATI:

6.13. BACINO M_S1 .....	38
6.14. BACINO R_S1 .....	40
<b><u>TABELLA RIASSUNTIVA CON I RISULTATI DELL'ANALISI IDROLOGICA: .....</u></b>	<b><u>42</u></b>

PROGETTAZIONE ATI:

## 1. PREMESSA

La presente relazione idrologica è stata redatta a supporto del contratto applicativo stipulato con Anas S.p.A. per la Progettazione Definitiva dell'intervento "E 78 Grosseto – Fano, Tratto Selci - Lama (E45) - S. Stefano di Gaifa, Adeguamento a 2 corsie del tratto Mercatello sul Metauro Ovest – Mercatello sul Metauro Est".

Lo studio è mirato a fornire:

l'inquadramento idrologico del territorio interessato dall'opera e le caratteristiche del reticolo idrografico da questa interferito;

la definizione delle curve di possibilità pluviometrica mediante i più recenti studi di regionalizzazione effettuati dalla fondazione CIMA;

la stima delle portate al colmo di eventi di piena per diversi tempi di ritorno, in corrispondenza delle sezioni di attraversamento ed in generale, di interferenza con il reticolo idrografico necessarie al dimensionamento corretto delle opere di risoluzione idraulica (ponti e tombini);

## 2. INQUADRAMENTO IDROGRAFICO

### 2.1. DESCRIZIONE DEL TRACCIATO IN RELAZIONE ALL'IDROGRAFIA SUPERFICIALE

Il principale bacino idrografico interessato dall'infrastruttura in studio è quello del Fiume Metauro che per metà del tracciato in studio costeggia, attraversando i suoi affluenti.

### 2.2. BACINO IDROGRAFICO DEL FIUME METAURO

Il Metauro è il principale fiume della regione Marche per lunghezza con 121 km totali di corso ed un'estensione di bacino idrografico pari a 1325 km<sup>2</sup>.

Origina da un ampio ventaglio di sorgenti e corsi d'acqua (molti caratterizzati da discreti deflussi idrici anche in estate) a Badia Tedalda, fra l'Alpe della Luna, il monte Nerone (1526 m s.l.m.) e il monte Catria (1702 m s.l.m.).

Il suo nome (in latino Metaurus o Mataurus) deriva dalla semplice fusione per concatenamento dei nomi dei due rami sorgentizi principali che lo originano: i torrenti Meta (che scende dal valico appenninico di Bocca Trabaria, 1044 m s.l.m.) e Auro (che scende invece dal Monte Maggiore, 1384 m s.l.m.).

Il Metauro, lungo il suo articolato tratto medio-alto, bagna svariati centri tra i quali Sant'Angelo in Vado, Urbania, Fermignano e Fossombrone dove, presso la selvaggia Forra di San Lazzaro, riceve da sinistra il Candigliano, suo principale tributario, che drena oltre metà dell'intero bacino dello stesso Metauro, fornendogli ben 13,6 m<sup>3</sup>/s di apporto medio, ovvero oltre 2/3 della sua portata media annua. Scorrendo in una valle ampia e profondamente incassata giunge poi nel nuovo comune sparso di Colli al Metauro, precisamente nelle frazioni di Calcinelli e Villanova dove inizia il suo tratto di pianura. Qui un canale di 3,6 km si separa dal fiume e passa per Cerbara. Più a valle, una traversa artificiale sbarra il corso del Metauro per rifornire d'acqua il canale Albani che attraversa la città di Fano e la zona industriale di Bellocchi. Dopodiché il fiume va a sfociare nell'Adriatico lambendo la periferia sud-est dello stesso centro abitato.

Il Metauro ha un regime marcatamente torrentizio di tipo appenninico, ma con portate minime estive che tuttavia nel medio corso non scendono quasi mai sotto i 2 m<sup>3</sup>/s, grazie ad una certa permeabilità del suo alto bacino.

I massimi valori di portata si registrano in autunno e in primavera con piene che, nel caso di precipitazioni eccezionali, possono sfiorare nel tratto basso valori di 2200 m<sup>3</sup>/s, causando anche danni notevoli.

PROGETTAZIONE ATI:

Alcuni bacini idroelettrici sfruttano le sue acque per la produzione di energia elettrica: la diga del Furlo sul fiume Candigliano, il Bacino di San Lazzaro presso Fossombrone, l'invaso di Tavernelle che influenzano, anche se non pesantemente l'andamento delle portate.

Il torrente S. Antonio è un affluente di destra del fiume Metauro, lungo circa 11 chilometri, che nasce dai rilievi intorno ai 1000 m tra il Montaccio e il M. Moriccie in Umbria e si versa nel Metauro a Mercatello.

### 3. **DEFINIZIONE DEGLI AFFLUSSI METEORICI**

La valutazione delle intensità di precipitazione viene svolta con diversi metodi, in funzione dei dati disponibili. In mancanza di serie di dati di pioggia o di portata registrati, in molti casi è possibile utilizzare i cosiddetti "metodi di regionalizzazione", attraverso i quali è possibile valutare le portate di piena in riferimento a parametri idrologici caratteristici dei bacini in esame.

#### 3.1. **REGIONALIZZAZIONE DELLE PRECIPITAZIONI INTENSE (CIMA)**

La caratterizzazione pluviometrica di una data zona consiste nella definizione, attraverso analisi statistica, delle cosiddette curve di caso critico o curve di possibilità pluviometrica, le quali forniscono, per un assegnato valore del tempo di ritorno, la relazione tra la durata della pioggia e la relativa altezza di precipitazione (o la relativa intensità di precipitazione). Queste relazioni manifestano un andamento caratteristico, con l'altezza di pioggia che cresce meno che proporzionalmente con l'intervallo di riferimento e con l'intensità che tende a un valore finito elevato quando l'intervallo tende a zero e ad un valore piccolo, ma non nullo, quando l'intervallo diventa molto lungo. Questo andamento può essere rappresentato attraverso varie relazioni, tra cui la più utilizzata è la seguente:

$$h = a \cdot d^n$$

Per la determinazione delle curve di possibilità pluviometrica (CCP) o linee segnalatrici di possibilità pluviometrica (LSP) associate ai diversi tempi di ritorno, nel presente studio è stato fatto riferimento alla "REGIONALIZZAZIONE DELLE PRECIPITAZIONI INTENSE" redatta nel 2016 dalla Fondazione CIMA nell'ambito dello studio "LA MODELLAZIONE E DEFINIZIONE DELLE GRANDEZZE IDROLOGICHE UTILI ALLA PROGETTAZIONE PER LA MESSA IN SICUREZZA STRUTTURALE E NON STRUTTURALE DEL RETICOLO IDROGRAFICO PRINCIPALE DELLA REGIONE MARCHE".

L'esperienza nell'ambito del progetto Valutazione delle Piene in Italia (VAPI) del Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI) del CNR, ha mostrato che l'analisi regionale risulta, per l'Italia, il metodo più adatto per la stima affidabile dei quantili dei massimi annuali di precipitazione per elevato periodo di ritorno.

Le scelte adottate per la regionalizzazione delle precipitazioni intense sul territorio della Regione Marche sono state le seguenti:

- analisi di frequenza con approccio regionale: l'approccio di tipo regionale consente di utilizzare contemporaneamente tutta l'informazione pluviometrica disponibile sul territorio. Esso è senz'altro da preferire ad un approccio a sito singolo, in quanto le valutazioni statistiche che ne risultano presentano una disomogeneità spaziale dovuta alla differente lunghezza delle serie storiche osservate ai diversi siti di misura. Inoltre la limitata estensione del campione osservato a sito singolo fa sì che l'incertezza associata alle stime sia inaccettabile, specialmente per gli eventi rari. L'uso di tutta l'informazione disponibile sul territorio consente invece di ridurre tale incertezza al massimo livello possibile.
- utilizzo dei valori massimi annuali di precipitazione per le brevi durate: lo scopo dello studio è quello di arrivare ad una migliore caratterizzazione delle portate al colmo di piena nei bacini di medio-piccole dimensioni, intendendo con tale termine i bacini di scala fino ai 1500 km<sup>2</sup>. I

tempi di risposta di tali bacini ad eventi estremi sono contenuti in poche ore e comunque non superano mai le 24 ore.

Nello studio è descritta la definizione della regionalizzazione delle precipitazioni intense di durata 1, 3, 6, 12 e 24 ore con diversi tempi di ritorno per il territorio marchigiano condotta a partire dall'analisi statistica delle precipitazioni massime annuali.

L'espressione finale della LSPP, in funzione del tempo di ritorno T [anni] e della durata d [ore], è:

$$H(d, T) = 0.5711 \cdot \left[ 5.0286 \left( -\ln \left( \frac{T-1}{T} \right) \right)^{-0.0524} - 4.1950 \right] \cdot a d^n$$

Con riferimento alla figura seguente, lo studio di regionalizzazione consente di valutare le LSPP per qualsiasi punto di coordinate assegnate della regione Marche. È possibile caricare le mappe di Pioggia indice,  $n$  e  $a$  (allo studio è allegato il file "Mappe\_Pindice\_LSPP.zip" contenente le mappe in formato ESRI grid, lat-lon WGS84-EPGS 4326 per i parametri  $a$ ,  $n$  e pioggia indice) in un qualunque software GIS. Dopo aver caricato in ambiente GIS le mappe è sufficiente interrogarle per ricavare i parametri  $a$  e  $n$  della linea segnalatrice di possibilità pluviometrica nel punto di interesse; successivamente, utilizzando tali valori e la formula sopra riportata, è possibile ricavare l'altezza di precipitazione per assegnato tempo di ritorno e assegnata durata.

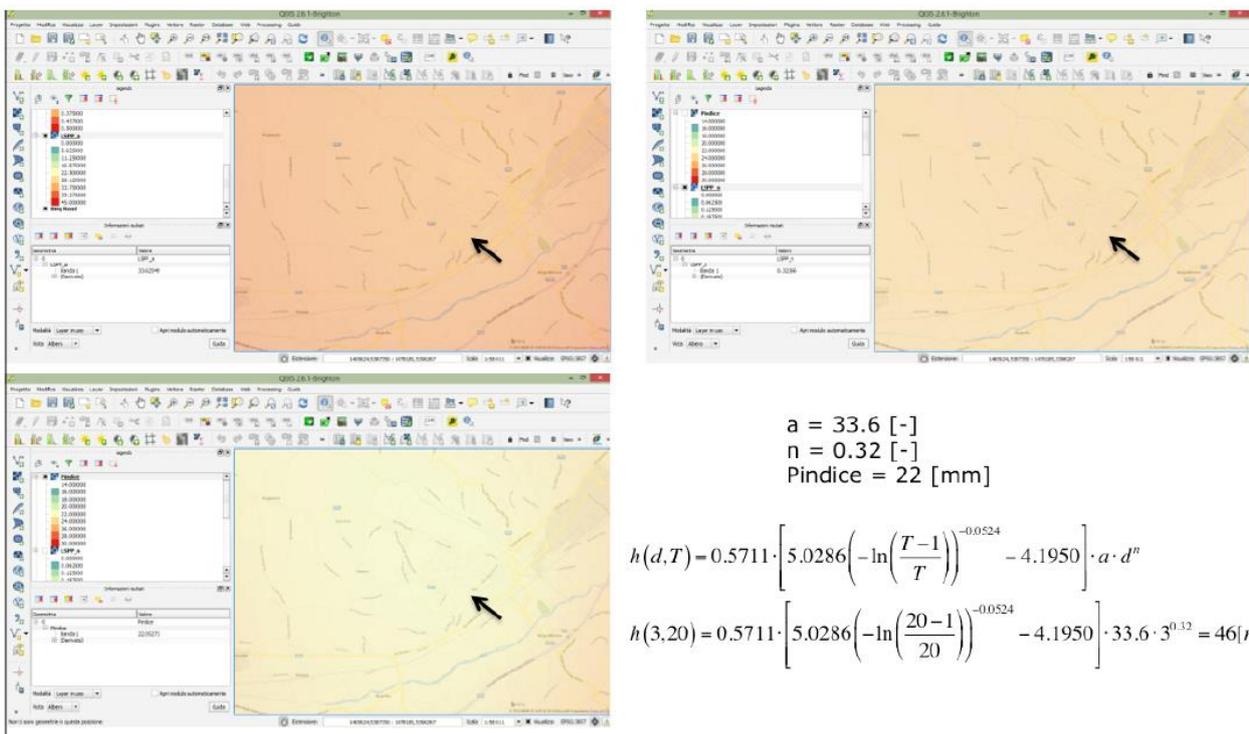


Figura 1: Esempio di applicazione della procedura per la definizione delle curve segnalatrici di possibilità pluviometrica (LSPP) in un sito non strumentato qualsiasi della regione Marche.

Nel caso d'interesse sono stati ricavanti i parametri  $a$  e  $n$  medi relativi ai vari bacini per i diversi tempi di ritorno TR 200, TR 100 e TR 50.

Si riporta, a titolo di esempio, il valore massimo presente lungo tutto il tracciato stradale:  $a = 40.15654$  e  $n = 0.30909$ .

PROGETTAZIONE ATI:

### 3.2. PROCEDURA VAPI

Per la stima delle altezze massime di precipitazione di durata  $d$  per un fissato tempo di ritorno  $T$  è stato fatto riferimento ai risultati del Progetto VAPI, uno studio di regionalizzazione delle portate di piena per i corsi d'acqua italiani, basato su tecniche di analisi statistica su base regionale dell'informazione idropluviometrica raccolta dal Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale (SIMN). La metodologia adottata nel Progetto VAPI fa riferimento ad un approccio di tipo probabilistico per la valutazione dei massimi annuali della grandezza idrologica di interesse (altezze di pioggia di durata  $d$ ,  $h(d)$ ) e, in particolare, indicando con  $X$  il massimo annuale di tale grandezza e con  $X_T$  il valore massimo di  $X$  corrispondente ad un prefissato tempo di ritorno  $T$  in anni, si pone:  $X_T = K_T m(X)$  (1)

dove:

$K_T$  fattore probabilistico di crescita del modello probabilistico;  
 $m(X)$  media della distribuzione dei massimi annuali della variabile  $X$ .

All'interno del Progetto VAPI, per le zone di interesse, è stato considerato il modello probabilistico a doppia componente Two Component Extreme Value (TCEV) (Rossi et al., 1984) che interpreta gli eventi massimi annuali come combinazione di due popolazioni distinte: la prima che corrisponde agli eventi massimi ordinari (più frequenti ma meno intensi) e la seconda agli eventi massimi straordinari (meno frequenti ma più intensi). Formalmente si traduce in una funzione di probabilità data dal prodotto di due funzioni di probabilità distinte di tipo Gumbel: la prima denominata "componente base" e la seconda "componente straordinaria".

La distribuzione di probabilità può essere espressa nella forma:

$$P(K_T) = \exp[-\Lambda_1 \exp(-K_T \beta) - \Lambda_* \Lambda_1^{1/\theta_*} \exp(-\frac{K_T}{\theta_*} \beta)] \quad (1)$$

dove  $\Lambda_1$ ,  $\Lambda_*$ ,  $\theta_1$ ,  $\theta_*$  e  $\beta$  sono parametri della distribuzione e  $K_T$  rappresenta il coefficiente di crescita, dato da:

$$K_T = \frac{h_d}{m_{hd}} \quad (2)$$

con:

$h_d$  massima altezza di pioggia giornaliera;

$m_{hd}$  valore medio delle massime altezze di pioggia giornaliera.

L'equazione (1) non è esplicitabile in forma esatta, ma può essere invertita in forma approssimata, per cui, fissato un valore del periodo di ritorno, si ricava il corrispondente valore del coefficiente di crescita,  $K_T$ .

Per la stima dei parametri del modello probabilistico è stata applicata una procedura di regionalizzazione gerarchica, in cui i diversi parametri vengono valutati a scale regionali differenti, in funzione dell'ordine statistico del parametro stesso.

La tecnica di regionalizzazione si basa quindi sull'individuazione di zone geografiche, a diversa scala, all'interno delle quali si possano ritenere costanti determinati parametri statistici della distribuzione.

Per quanto riguarda le precipitazioni, usualmente si cerca di identificare delle aree pluviometricamente omogenee, in ognuna delle quali valga un'unica legge di probabilità pluviometrica di variazione del massimo annuale di precipitazione con la durata e con altri parametri del bacino (ad es. la quota, la distanza dal mare, ...).

Per il modello TCEV sono stati adottati tre differenti livelli di regionalizzazione:

- al primo livello si individuano le zone che possono essere assunte omogenee rispetto al coefficiente d'asimmetria della distribuzione di probabilità a partire dalle serie storiche disponibili in regioni geografiche anche molto vaste: in questo modo vengono fissati i parametri  $\Lambda_*$  e  $\theta_*$ .
- al secondo livello di regionalizzazione si assume che la regione precedentemente considerata omogenea possa essere suddivisa in sotto-zone, per ciascuna delle quali il

coefficiente di variazione della distribuzione di probabilità è costante: in questo modo viene fissato il parametro  $\Lambda_1$  e quindi  $\beta$  che è funzione dei primi tre parametri.

- il terzo livello di regionalizzazione consente infine di stimare il valore medio dei massimi annuali di pioggia (pioggia indice) per singole località od aree di piccola estensione.

La formulazione delle procedure per il calcolo delle precipitazioni massime è stata effettuata all'interno del Progetto VAPI previa la suddivisione del territorio italiano in compartimenti.

L'area di interesse (Figura 2) ricade interamente nel compartimento Bologna – Pisa - Roma, comprendente l'intera regione Emilia-Romagna e l'intera regione Marche (SIMN Bologna e alcuni bacini idrografici di competenza dell'Ufficio Idrografico del Po di Parma), gran parte della regione Toscana (SIMN Pisa), l'intera regione Umbria e parte della regione Lazio (SIMN Roma). La procedura sviluppata per il compartimento Bologna – Pisa - Roma è riportata nella "Sintesi del rapporto regionale per i compartimenti di Bologna, Pisa Roma e zona emiliana del bacino del Po" (CNRGNDCI, 2000a). La modellazione statistica dei dati pluviometrici relativi agli eventi massimi annuali osservati nel territorio del compartimento BO – PI – RO è stata condotta da Brath et al. (1998). Risultati ulteriormente affinati sono raccolti in Brath et al (1999 a) e Brath e Franchini (1999).

La rete pluviometrica di riferimento, su cui sono sviluppate tutte le analisi statistiche, risulta composta da 1556 stazioni di misura con numerosità variabile da 1 a 72 anni, per 540 delle quali sono disponibili anche le osservazioni relative ai massimi annuali delle altezze di pioggia di durata inferiore al giorno, con numerosità variabile da 1 a 62 anni. L'analisi statistica è stata condotta sulle stazioni con almeno 30 anni di osservazione, individuando così 792 stazioni di misura della precipitazione giornaliera (numerosità media campionaria 48 anni) e 240 delle piogge di durata 1-24 ore (numerosità media campionaria di 43 anni); sono state quindi condotte due differenti analisi: una per le piogge giornaliere e una per le piogge brevi (1-24 ore).

### 3.2.1. PIOGGE GIORNALIERE

L'analisi individua sette zone omogenee nei confronti delle precipitazioni intense (Figura 1Figura 2). Per ogni zona sono stati individuati i parametri relativi ai primi due livelli di regionalizzazione (Tabella 1) da cui deriva la legge di variazione del coefficiente probabilistico di crescita,  $K_T$ , con il tempo di ritorno (Tabella 2).

L'area di interesse ricade all'interno della sottozona C/F.

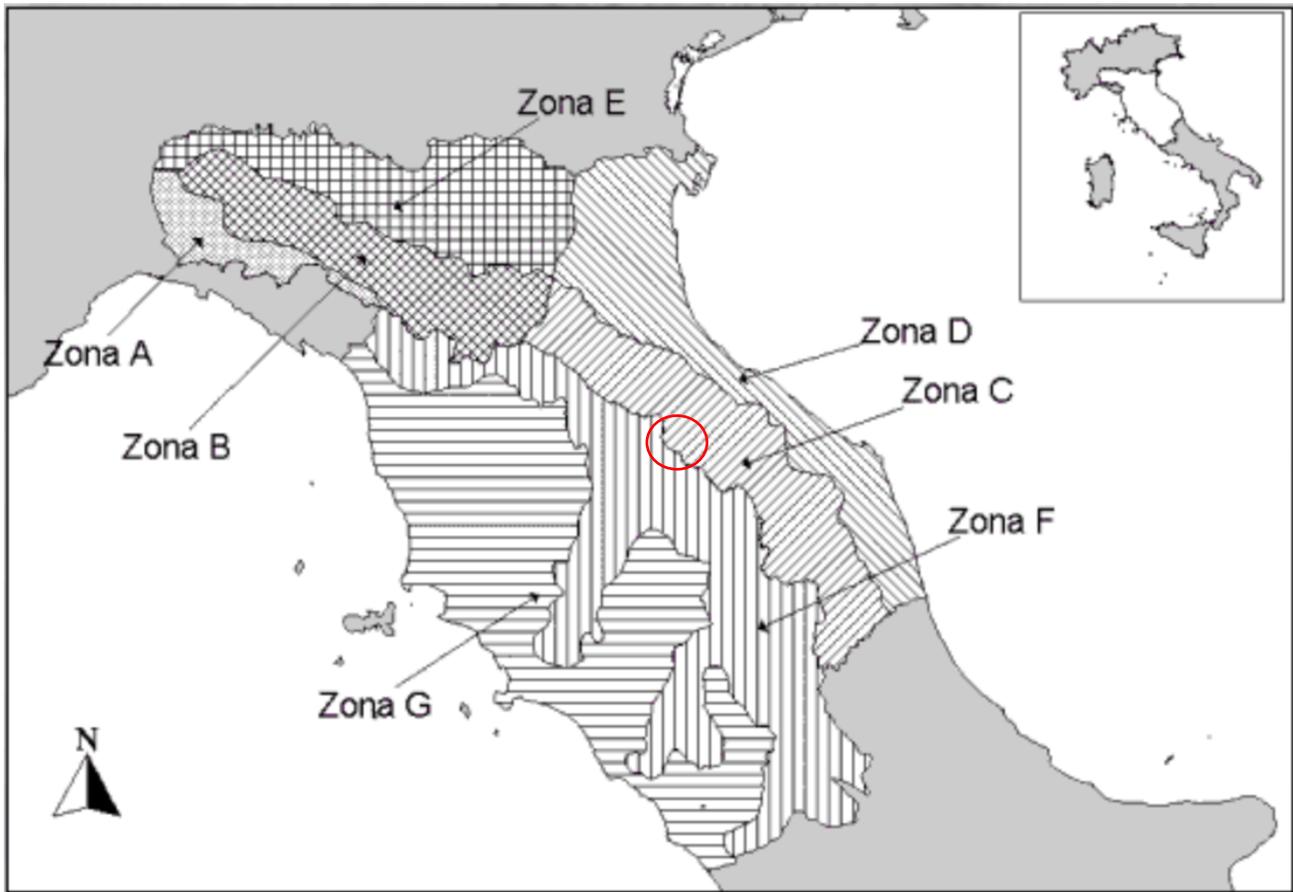


Figura 2: Suddivisione del Compartimento Bologna - Pisa - Roma in sotto zone omogenee con indicazione dell'area d'interesse.

Tabella 1: Parametri della distribuzione di probabilità dei massimi annuali delle piogge giornaliere nelle sette sottozone omogenee.

	$\Lambda^*$	$\Theta^*$	$\Lambda_1$	n
A	0,109	2,361	24,70	4,001
B	1,528	1,558	39,20	5,335
C	1,520	1,558	25,70	4,913
D	0,361	2,363	29,00	4,634
E	0,044	3,607	30,45	4,135
F	0,144	2,402	33,03	4,321
G	0,221	3,322	30,78	4,628

Tabella 2: Valori del coefficiente probabilistico di crescita  $K_T$  per le piogge giornaliere nelle sottozone omogenee.

T (anni)	2	5	10	20	25	40	50	100	200	500	1000
SZO A	0,93	1,24	1,46	1,70	1,78	1,95	2,04	2,34	2,68	3,18	3,57
SZO B	1,01	1,30	1,51	1,71	1,77	1,90	1,97	2,17	2,37	2,63	2,83
SZO C	1,01	1,33	1,55	1,77	1,84	1,98	2,05	2,27	2,48	2,77	2,99
SZO D	0,87	1,19	1,44	1,72	1,82	2,02	2,13	2,45	2,79	3,23	3,57
SZO E	0,93	1,22	1,43	1,64	1,72	1,89	1,98	2,32	2,78	3,53	4,13
SZO F	0,93	1,23	1,43	1,65	1,72	1,87	1,95	2,20	2,47	2,86	3,17
SZO G	0,88	1,22	1,50	1,87	2,01	2,32	2,47	2,96	3,46	4,12	4,61

PROGETTAZIONE ATI:

Nelle pratiche approssimazioni, è possibile anche fare riferimento ad una espressione semplificata del tipo:

$$K_T = \left( \frac{\theta \cdot \ln \Lambda_*}{\mu} + \frac{\ln \Lambda_1}{\eta} \right) + \frac{\theta_*}{\eta} \ln T \quad (4)$$

che, sostituendo gli opportuni valori dei parametri, conduce alle seguenti espressioni approssimanti, il cui uso comporta comunque per periodi di ritorno superiori a 50 anni errori sempre inferiori al 10%:

SZO A:  $K_T = -0.5064 + 0.590 \ln T$

SZO B:  $K_T = 0.8115 + 0.292 \ln T$

SZO C:  $K_T = 0.7952 + 0.317 \ln T$

SZO D:  $K_T = 0.2071 + 0.510 \ln T$

SZO E:  $K_T = -1.8986 + 0.872 \ln T$

SZO F:  $K_T = -0.1064 + 0.473 \ln T$

SZO G:  $K_T = 0.3431 + 0.718 \ln T$

### 3.2.2. PRECIPITAZIONE INDICE

La grandezza indice è stata valutata come il valore medio,  $m_d$ , delle altezze puntuali di precipitazione massime annue di durata  $d$  attraverso una formulazione analoga alla curva di possibilità climatica:

$$m_d = m_1 \cdot d^n \quad (5a)$$

$$n = \frac{\ln m_g - \ln m_1 - \ln r}{\ln 24} \quad (5b)$$

dove:

$m_1$  media del massimo annuale dell'altezza puntuale di precipitazione in 1 ora;

$m_g$  media del massimo annuale dell'altezza puntuale di precipitazione giornaliera;

$r = \frac{m_g}{m_{24}}$  parametro valutato pari a 0,89. (6)

In definitiva la stima di  $m_d$  nel generico punto di interesse si riconduce a quella di  $m_g$  e  $m_1$ , che può essere effettuata sulla base delle carte ad isolinee in formato vettoriale, rappresentate in Figura 3.

La stima dell'altezza di precipitazione puntuale di durata  $d$  e tempo di ritorno  $T$  si ottiene moltiplicando il fattore di crescita opportuno, per la precipitazione indice deducibile tramite la (5a).

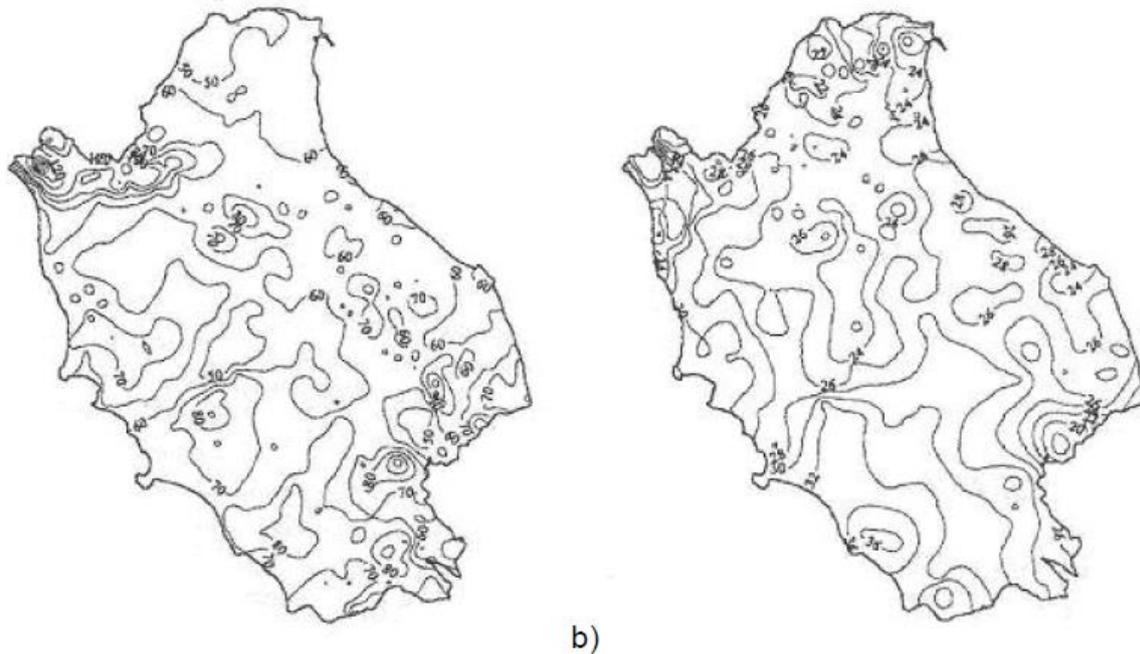


Figura 3: Mappa delle isolinee relative al parametro  $m_g$  (a) e al parametro  $m_1$  (b).

### 3.3. SCELTA DELLE CURVE DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICHE DI PROGETTO

Le curve di possibilità pluviometrica scelte sono quelle determinate nello studio CIMA (2016) in quanto più recenti e relative ad un contesto territoriale più circoscritto rispetto a quello del VAPI (2000).

### 3.4. DEFINIZIONE DELLE ALTEZZE DI PIOGGIA PER GLI EVENTI RELATIVI ALLE ACQUE DI PIATTAFORMA E DI VERSANTE

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. L'utilizzo della legge valida per durate maggiori dell'ora risulta spesso troppo cautelativa e poco rappresentativa.

In assenza di dati sistematici relativi ai massimi annuali di durata inferiore all'ora, quindi nell'impossibilità di procedere agli stessi metodi di regionalizzazione sopra descritti, si è scelto di ricavare le massime altezze di pioggia di durata inferiore all'ora a partire dal dato disponibile delle altezze massime di durata oraria prendendo a riferimento studi effettuati in altre località italiane. È noto infatti da letteratura [Bell, 1969] che i rapporti  $r_\delta$  tra le altezze di durata  $\delta$  molto breve e l'altezza oraria sono relativamente poco dipendenti dalla località. A partire dalla massima pioggia di durata oraria, si ricavano le corrispondenti altezze di pioggia di durata pari a frazioni di ora mediante l'utilizzo di un opportuno coefficiente correttivo, denominato nel seguito  $r_\delta$ . Tale coefficiente può essere assunto sulla base delle indicazioni disponibili in letteratura tecnica e supportate da ricerche svolte su alcune stazioni di misura italiane appartenenti ad aree pluviometriche con diverse caratteristiche, in particolare i pluviografi di Milano Monviso e Roma Macao (vedi "Sistemi di fognatura Manuale di progettazione" del Centro Studi Deflussi Urbani).

**Tabella 3: Coefficienti riduttivi pluviografo di Roma Macao (Calenda et al., 1993)**

Durata (min)	5	10	15	20	25	30
$r_{\delta}$	0.278	0.435	0.537	0.632	0.709	0.758

**Tabella 4: Coefficienti riduttivi pluviografo di Milano Monviso (Piga et al., 1990)**

Durata (min)	5	10	15	30
$r_{\delta}$	0.322	0.489	0.601	0.811

Nel caso oggetto della presente relazione per il calcolo delle curve di probabilità pluviometrica, nel dimensionamento del drenaggio di piattaforma, è stata utilizzata la formula di Bell (Generalized Rainfall Duration Frequency Relationship” – Journal of the Hydraulics Division – Proceedings of American Society of Civil Engineers – volume 95, issue 1 – gennaio 1969).

Bell ha osservato che i rapporti  $r_{\delta}$  tra le altezze di durata  $\tau$  molto breve ed inferiori alle due ore e l'altezza oraria sono relativamente poco dipendenti dalla località in cui si verificano. In relazione alla modesta variazione dei rapporti di intensità durata correlata al tempo di ritorno, ha proposto la seguente relazione che ben si adatta ai dati osservati dove il rapporto tra l'altezza di pioggia  $h$ , con  $t$  minore di 60 minuti, e l'altezza di pioggia  $h$  di durata 60 minuti, a parità di tempo di ritorno  $T$ , è dipendente solo dalla durata  $t$  espressa in minuti:

$$\frac{h_{t,T}}{h_{60,T}} = f(t)$$

Avendo indicato con  $f$  un simbolo funzionale.

Studi successivi hanno dimostrato che il legame funzionale può essere espresso nella semplice forma:

$$\frac{h_{t,T}}{h_{60,T}} = 0.54 \cdot t^{0.25} - 0.50$$

In cui  $t$  è la durata dell'evento meteorico di durata inferiore all'ora, espressa in minuti.

### 3.5. ALTEZZA DI PIOGGIA E COEFFICIENTE DI RIDUZIONE AREALE

È comune esperienza che le piogge di elevata intensità si concentrino in aree piccole, e che, a parità di durata e a parità di tempo di ritorno, l'altezza di precipitazione decresca al crescere dell'area. Tuttavia, stanti le modeste estensioni areali dei bacini in esame, cautelativamente, non è stato applicato alcun coefficiente di riduzione areale.

## 4. INDIVIDUAZIONE E CARATTERIZZAZIONE DEI BACINI IDROGRAFICI

Per la determinazione delle portate di progetto sono stati inizialmente individuati i bacini afferenti alla nuova infrastruttura di progetto in corrispondenza dei punti di intersezione tra quest'ultima ed i corsi d'acqua ad essa interferenti (si vedano elaborati T00.ID.00.IDR.CO.01A “Corografia dei bacini maggiori” e T00.ID.00.IDR.CO.02A “Corografia dei bacini minori – sottobacini e interbacini”).

I dati utilizzati per la definizione dei sottobacini e delle loro caratteristiche vengono di seguito elencati:

Tarquini S., Isola I., Favalli M., Battistini A. (2007) TINITALY, un modello digitale di elevazione dell'Italia con una dimensione della cella di 10 metri (Versione 1.0) [Data set]. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). <https://doi.org/10.13127/TINITALY/1.0>;

tematismo del Curve Number (CN) in formato numerico fornito dalla Regione Marche e predisposto nel 2015 dalla Fondazione CIMA nell'ambito della "definizione, raccolta e sistematizzazione delle informazioni e dei dati necessari per la definizione delle grandezze idrologiche e la modellazione oggetto delle successive attività" di cui alla convenzione "LA MODELLAZIONE E DEFINIZIONE DELLE GRANDEZZE IDROLOGICHE UTILI ALLA PROGETTAZIONE PER LA MESSA IN SICUREZZA STRUTTURALE E NON STRUTTURALE DEL RETICOLO IDROGRAFICO PRINCIPALE DELLA REGIONE MARCHE".

Per tutti i bacini oggetto del presente studio le caratteristiche sono state determinate, attraverso l'uso di un software Gis Open Source (QGIS) e ARCGIS 10.1, in grado di processare dati territoriali ed eseguirne analisi di tipo spaziale, le distribuzioni rispetto alle superfici dei bacini stessi delle principali caratteristiche morfologiche, fisiche ed idrologiche utili o necessarie allo studio idrologico oggetto del presente elaborato, riportate nei seguenti paragrafi.

## 5. DETERMINAZIONE DELLE PORTATE DI PROGETTO

### 5.1. TORRENTE SANT'ANTONIO

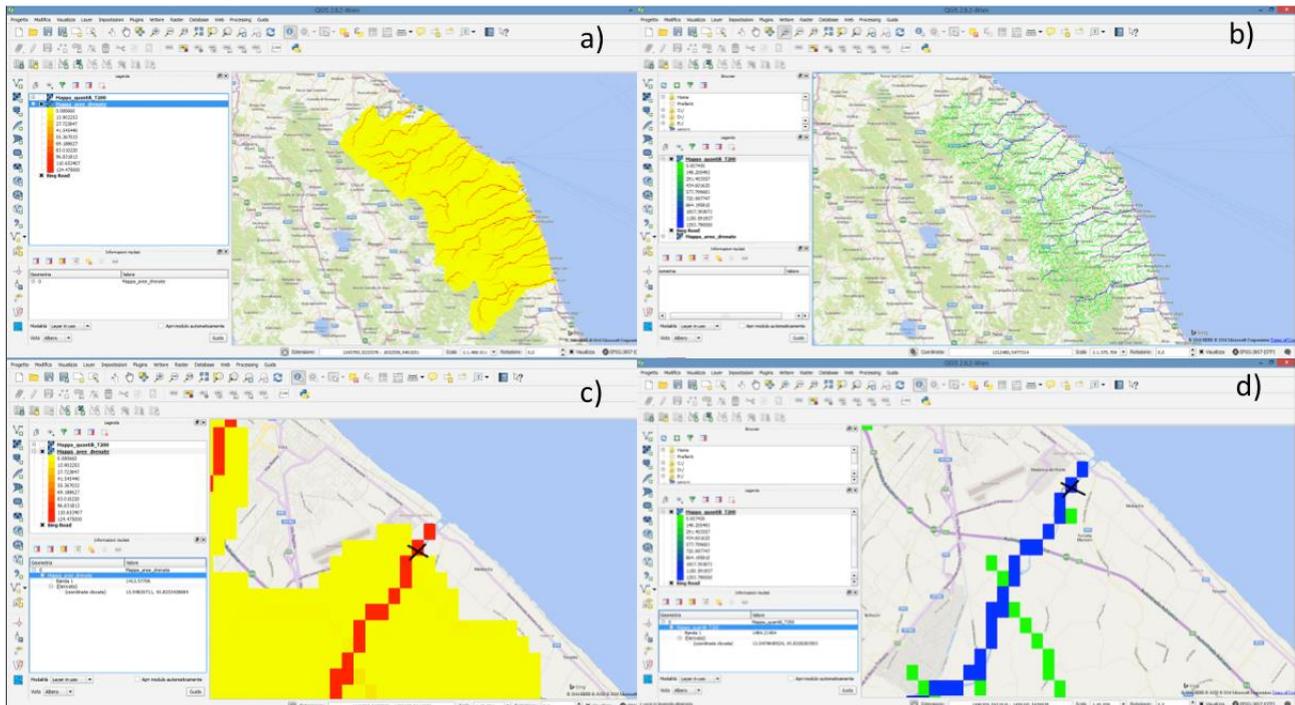
La portata di progetto duecentennale relativa al bacino idrografico del Torrente Sant'Antonio, parte del più esteso bacino del Fiume Metauro è stata desunta dallo studio "*Regionalizzazione delle portate massime annuali al colmo di piena per la stima dei tempi di ritorno delle grandezze idrologiche. Revisione 1.1*" predisposto nel 2016 dalla Fondazione CIMA nell'ambito della convenzione "LA MODELLAZIONE E DEFINIZIONE DELLE GRANDEZZE IDROLOGICHE UTILI ALLA PROGETTAZIONE PER LA MESSA IN SICUREZZA STRUTTURALE E NON STRUTTURALE DEL RETICOLO IDROGRAFICO PRINCIPALE DELLA REGIONE MARCHE", a cui si rimanda per i dettagli relativi alle procedure adottate.

Lo studio, che descrive le diverse modalità di stima delle portate al colmo duecentennali per bacini di estensione maggiore o minore di 50 km<sup>2</sup>, è corredato da due tematismi in formato raster contenenti rispettivamente:

la mappa della portata al colmo di piena per tempo di ritorno 200 anni;

la mappa delle aree drenate.

La Figura 4 mostra un esempio di applicazione del metodo in ambiente GIS con visualizzate la mappa della portata al colmo di piena per tempo di ritorno 200 anni (a) e la mappa delle aree drenate (b) con lo sfondo "Bing Road" (caricabile dal menù di QGIS: Web-> OpenLayers Plugin-> Bing Road).



**Figura 4: Esempio di estrazione dei dati dai tematismi dello studio "Regionalizzazione delle portate massime annuali al colmo di piena per la stima dei tempi di ritorno delle grandezze idrologiche".**

Relativamente al Torrente Sant'Antonio:

Mappa_quantili_T50	110.115	m <sup>3</sup> /s
Mappa_quantili_T100	122.185	m <sup>3</sup> /s
Mappa_quantili_T200	131.195	m <sup>3</sup> /s

## 5.2. BACINI IDROGRAFICI MINORI

La determinazione delle portate di progetto relative ai bacini minori interferenti con il tracciato di progetto si basa sulla costruzione di un modello matematico di trasformazione afflussi - deflussi capace di correlare l'intensità dell'evento meteorico con l'idrogramma di piena generato. L'utilizzo di un modello matematico possiede anche il vantaggio di restituire non solo la massima portata al colmo, ma anche il completo andamento temporale del fenomeno, la forma dell'idrogramma e il volume complessivo.

Il problema della trasformazione afflussi - deflussi viene generalmente scomposto in due fasi successive. La prima si propone di determinare la precipitazione efficace ovvero la frazione di pioggia totale (coefficiente di deflusso) che defluisce effettivamente attraverso la rete idrografica mentre la seconda simula la propagazione dei deflussi così ottenuti lungo la rete idrografica fino alla determinazione dell'andamento temporale delle portate transitate attraverso la sezione di chiusura del bacino.

Attualmente esiste un numero elevato di modelli concettuali in grado di simulare il comportamento idrologico del suolo. La pioggia efficace viene determinata attraverso la valutazione del coefficiente di deflusso che può essere ipotizzato costante nel tempo, nei modelli più semplificati come nel metodo razionale, o variabile con il procedere dell'evento meteorico.

Molto utilizzati sono i modelli basati sulla ricostruzione dell'idrogramma unitario istantaneo (IUH) caratteristico che rappresenta la risposta del bacino ad impulso di precipitazione efficace perfettamente distribuita sull'intera superficie del bacino e avente volume unitario. Una volta definito

l'IUH la ricostruzione dell'idrogramma reale avviene discretizzando lo ietogramma in ingresso in impulsi elementari e sommando le risposte ottenute da ciascuno di essi (integrale di convoluzione). Una volta definito il valore dei parametri richiesti dal modello la sua attendibilità viene verificata, quando possibile, attraverso la procedura di taratura.

Nel caso in esame l'impossibilità di procedere con questa procedura, a causa dell'assenza di misurazioni contemporanee pluvio-idrometriche che non ha permesso la ricostruzione di eventi di piena reali, ha consigliato di escludere l'utilizzo di quei modelli basati su grandezze non misurabili direttamente o indirettamente e la cui determinazione può avvenire esclusivamente dal confronto delle simulazioni con l'andamento degli eventi reali. Pertanto, si è data preferenza ai modelli cosiddetti "fisicamente basati" che consentono di sfruttare le caratteristiche morfometriche, litologiche e pedologiche del bacino per la determinazione delle grandezze fisiche significative.

Nel presente studio per quanto riguarda la determinazione della pioggia efficace ci si è avvalsi della metodologia proposta dal Soil Conservation Service nota come il metodo del Curve Number.

Nel caso dei bacini dei corpi idrici minori (fossi) interferenti con l'infrastruttura in progetto i calcoli delle portate sono stati effettuati mediante il metodo razionale che a sua volta è stato utilizzato per differenti metodologie di stima del tempo di corrivazione dopo aver stimato il coefficiente di deflusso.

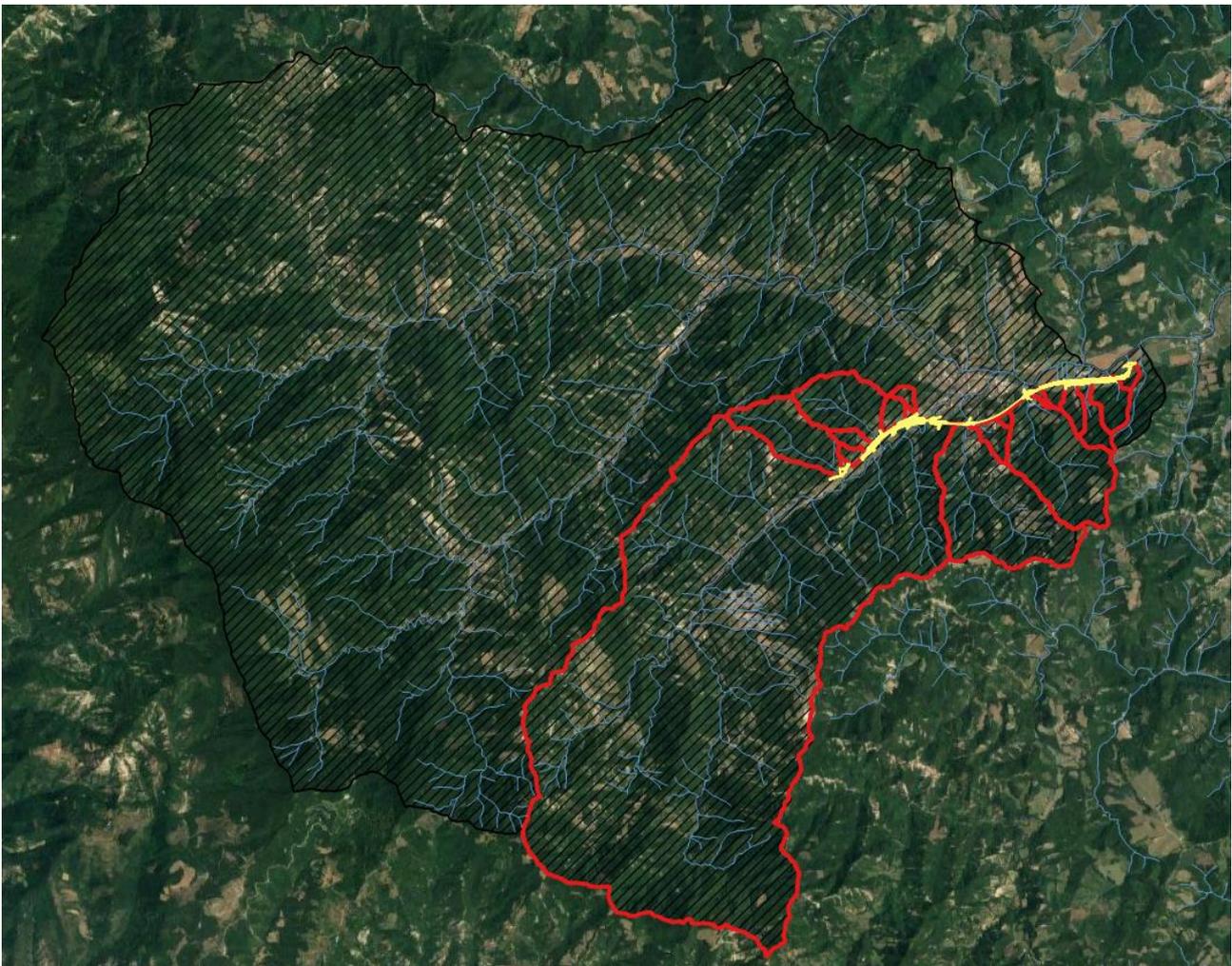


Figura 5: Mappa dei sottobacini appartenenti al macro-bacino del Fiume Metauro dei corsi d'acqua appartenenti al reticolo idrografico regionale ed interferenti con l'infrastruttura stradale di progetto.

PROGETTAZIONE ATI:

### 5.2.1. TEMPO DI CORRIVAZIONE

Trattandosi di bacini non strumentati, il tempo di corrivazione per ciascun bacino è stato calcolato come valore medio tra quelli ottenuti attraverso l'applicazione delle varie formulazioni disponibili, in base al rispettivo campo di applicabilità dipendente dalle caratteristiche fisiografiche del singolo bacino. Nel presente studio, sono state utilizzate le formulazioni di Giandotti, Kirpich, Viparelli, Ventura, Pezzoli, Pasini, Watt & Chow, Chow, di seguito illustrate:

**Giandotti** per bacini con superficie superiore a 10 km<sup>2</sup>:

$$t_c = \frac{4 \cdot \sqrt{A} + 1.5 \cdot L}{0.8 \cdot \sqrt{H_{med} - H_{min}}}$$

in cui L è la lunghezza dell'asta principale (Km), i è la pendenza media dell'asta principale (%), A è la superficie del bacino (km<sup>2</sup>), H<sub>med</sub> è l'altezza media del bacino sul livello medio mare (m) e H<sub>min</sub> è l'altezza della sezione di chiusura sul livello medio mare.

**Kirpich**, analizzando sei piccoli bacini americani di area compresa tra 0.0051 e 0.433 km<sup>2</sup>, ha ricavato la seguente relazione, successivamente corretta da Rowe e Thomas:

$$t_c = 0.000325 \left( \frac{L}{\sqrt{i_a}} \right)^{0.77}$$

in cui t<sub>c</sub> è espresso in ore, L è la lunghezza dell'asta principale, a partire dallo spartiacque, espressa in metri e i<sub>a</sub> è la sua pendenza.

**Viparelli** calcola il tempo di corrivazione t<sub>c</sub> come il rapporto tra la lunghezza del percorso idraulicamente più lungo che deve seguire la particella d'acqua per raggiungere la sezione di chiusura e stabilire una velocità media di trasferimento V della particella nel suddetto percorso:

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

e suggerisce di utilizzare valori della velocità V caratteristica per correnti di piena variabili tra 1 e 1.3 m/s, specie per corsi d'acqua pedemontani.

**Ventura** calcola il tempo di corrivazione per bacini con area compresa tra 0.5 e 77 km<sup>2</sup>.

$$t_c = 0.1272 \sqrt{\frac{A}{I}}$$

con I pendenza media del versante in % e A superficie del bacino in km<sup>2</sup>.

**Pezzoli** propone invece la seguente espressione del tempo di corrivazione, dedotta da misure su piccoli bacini piemontesi:

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

PROGETTAZIONE ATI:

in cui  $t_c$  è espresso in ore,  $L$  è la lunghezza dell'asta principale espressa in km e  $i_a$  è la pendenza media (m/m) dell'asta principale.

**Pasini** calcola il tempo di corrivazione per bacini con area compresa tra 0.5 e 77 km<sup>2</sup>

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

con  $L$  la lunghezza dell'asta principale (km),  $i_a$  la pendenza media e  $A$  l'area (km<sup>2</sup>).

Una formula analoga è quella di **Watt e Chow**, ottenuta utilizzando dati relativi a 44 bacini canadesi di area compresa tra 0.01 e 5840 Km<sup>2</sup> e caratterizzati da valori della pendenza  $i_a$  variabili tra 0.00121 e 0.0978:

$$t_c = a \left( \frac{L}{\sqrt{i_a}} \right)^b$$

in cui  $t_c$  è espresso in ore,  $L$  è la lunghezza dell'asta principale espressa in m, e le costanti  $a$  e  $b$  assumono rispettivamente il valore 0.000326 e 0.79.

**Chow** ha proposto anche la stessa formula con i coefficienti  $a=0.00116$  e  $b=0.64$ , studiando venti piccoli bacini americani di superficie variabile tra 0.0012 e 18.5 Km<sup>2</sup>.

Infine, la formula di **Puglisi e Zanframundo** per bacini con superficie compresa tra 0.5 e 77 km<sup>2</sup>, propone:

$$t_c = C_p \frac{L^{\frac{2}{3}}}{d^{\frac{1}{3}}}$$

in cui  $t_c$  è espresso in ore,  $d$  è il dislivello dell'asta principale valutato come differenza tra l'altitudine massima del bacino e la quota della sezione di chiusura, espresso in m,  $L$  è la lunghezza dell'asta principale espressa in km, mentre  $C_p$  è una costante numerica pari a 5.13.

Alla luce delle precedenti considerazioni, nel caso in oggetto, quando si ottiene un tempo di corrivazione inferiore a 15 minuti per bacini di ridotte dimensioni si considera pari a 0.25 ore (15 minuti).

### 5.2.2. COEFFICIENTE DI DEFLUSSO

Il coefficiente di deflusso relativo a ciascun bacino idrografico di interesse è stimato mediante il metodo del Curve Number, proposto dal Soil Conservation Service (1972), il quale si basa sull'assunzione che il volume specifico (altezza) di pioggia netta (efficace)  $P_{net}$  risulta legato al volume specifico (altezza) di pioggia lorda  $P$  (pioggia effettiva) caduta nel medesimo intervallo temporale dalla relazione:

$$P_{net} = \frac{(P - I_a)^2}{P - I_a + S} [mm]$$

nella quale  $S$  è il massimo volume specifico di acqua che il terreno può trattenere in condizione di saturazione ed  $I_a$  è la cosiddetta perdita iniziale, vale a dire quel valore limite di altezza di pioggia

PROGETTAZIONE ATI:

che il terreno può trattenere nella fase iniziale del fenomeno senza che si abbia creazione di deflusso; il parametro  $S$  corrisponde al volume idrico trattenuto dal terreno e dalla vegetazione, e quindi sottratto al deflusso superficiale dopo l'istante in cui si ha  $P > I_a$ ; fino all'istante in cui non si ha  $P < I_a$  il deflusso superficiale è da ritenersi praticamente assente.

In realtà con l'introduzione della perdita iniziale  $I_a$  si vuole tenere conto anche di quel complesso di fenomeni, quali l'intercettazione da parte della vegetazione e l'accumulo nelle depressioni superficiali del terreno, che ritardano il verificarsi del deflusso superficiale. Le perdite iniziali  $I_a$  vengono di norma assunte pari ad una frazione di  $S$  come riportato nella seguente formulazione classica:

$$I_a = 0.2 \cdot S [mm]$$

che risulta verificata in buona approssimazione.

La valutazione del valore di  $S$  può invece essere ricondotta a quella dell'indice CN (Curve Number), cui esso risulta legato dalla relazione:

$$S = 254 \left( \frac{100}{CN} - 1 \right) [mm]$$

L'indice CN è un numero adimensionale, compreso fra 0 e 100, funzione della permeabilità della litologia superficiale, dell'uso del suolo e del grado di saturazione del terreno prima dell'evento meteorico. Il Soil Conservation Service (SCS) sulla base della capacità di assorbimento del terreno nudo a seguito di prolungato adacquamento, ha classificato i vari tipi di suolo in quattro gruppi (A, B, C, D):

- A. suoli a basso potenziale di scorrimento, caratterizzati da un tasso di infiltrazione elevato anche quando completamente bagnati. Sono costituiti prevalentemente da sabbie o ghiaie di notevole spessore, con drenaggio da buono ad eccessivo;
- B. suoli caratterizzati da un tasso di infiltrazione moderato quando sono completamente bagnati. Sono costituiti prevalentemente suoli di spessore moderatamente elevato o elevato, con drenaggio da moderatamente buono a buono e con tessitura da moderatamente fine a moderatamente grossolana;
- C. suoli caratterizzati da un tasso di infiltrazione basso quando completamente bagnati. Sono suoli con uno strato che impedisce il movimento discendente dell'acqua, oppure suoli con costituiti prevalentemente da sabbie o ghiaie di notevole spessore, con tessitura da moderatamente fine a fine;
- D. suoli ad alto potenziale di scorrimento, caratterizzati da un tasso di infiltrazione bassissimo quando completamente bagnati. Sono costituiti prevalentemente suoli argillosi con un alto potenziale di rigonfiamento, suoli con una falda prevalentemente alta, suoli con uno strato di argilla alla superficie o presso la superficie e suoli sottili giacenti sopra materiale pressoché impermeabile.

Tabella 5: Classificazione del suolo nei quattro gruppi

Tipo idrologico di suolo	Descrizione
A	Scarsa potenzialità di deflusso. Comprende sabbie profonde con scarsissimo limo e argilla; anche ghiaie profonde, molto permeabili.
B	Potenzialità di deflusso moderatamente bassa. Comprende la maggior parte dei suoli sabbiosi meno profondi che nel gruppo A, ma il gruppo nel suo insieme mantiene alte capacità di infiltrazione anche a saturazione.
C	Potenzialità di deflusso moderatamente alta. Comprende suoli sottili e suoli contenenti considerevoli quantità di argilla e colloidali, anche se meno che nel gruppo D. Il gruppo ha scarsa capacità di infiltrazione a saturazione.
D	Potenzialità di deflusso molto alta. Comprende la maggior parte delle argille con alta capacità di rigonfiamento, ma anche suoli sottili con orizzonti pressoché impermeabili in vicinanza delle superfici.

Per tali gruppi si riportano i valori del parametro CN corrispondenti a diverse tipologie di utilizzo del suolo.

Tabella 6: Valori del Curve Number CN per i diversi tipi di suolo in funzione dell'uso del suolo per condizioni di umidità iniziale (antecedent moisture conditions - AMC) medie (classe II)

Tipologia di Uso del Territorio	Tipo idrologico Suolo			
	A	B	C	D
<b>Terreno coltivato</b>				
in presenza di pratiche di conservazione del suolo	62	71	78	81
in assenza di pratiche di conservazione del suolo	72	81	88	91
<b>Terreno a pascolo</b>				
in cattive condizioni	68	79	86	89
in buone condizioni	39	61	74	80
<b>Terreni boscosi o forestati</b>				
in presenza di copertura rada e senza sottobosco	45	66	77	83
in presenza di copertura fitta e con sottobosco	25	55	70	77
<b>Spazi aperti, prati rasati, parchi</b>				
con copertura erbosa superiore al 75% dell'area	39	61	74	80
con copertura erbosa compresa tra il 50 ed il 75% dell'area	49	69	79	84
con copertura erbosa inferiore al 50% dell'area	68	79	86	89
<b>Aree commerciali (area impermeabile 85%)</b>	89	92	94	95
<b>Distretti industriali (area impermeabile 72%)</b>	81	88	91	93
<b>Aree residenziali</b>				
impermeabilità media 65%	77	85	90	92
impermeabilità media 38%	61	75	83	87
impermeabilità media 30%	57	72	81	86
impermeabilità media 25%	54	70	80	85
impermeabilità media 20%	51	68	79	84
impermeabilità media 12%	46	65	77	82
<b>Parcheggi, tetti, autostrade</b>	98	98	98	98
<b>Strade</b>				
pavimentate o asfaltate, dotate di drenaggio	98	98	98	98
con letto in ghiaia	76	85	89	91
battute in terra	72	82	87	89

I valori del CN riportati nella tabella precedente si riferiscono ad una condizione di umidità del suolo all'inizio dell'evento meteorico di tipo standard, precisamente quella intermedia indicata come AMC II (Antecedent Moisture Condition II).

Poiché il rifiuto del terreno è un fenomeno dinamico, che dipende dallo stato del sistema, ovvero dallo stato di imbibimento del bacino, si assume che il valore di CN possa variare in relazione alle condizioni iniziali di imbibimento all'atto della piena. Lo stato di imbibimento viene espresso, in modo quali-quantitativo, in base ad un indice di pioggia, dato dall'altezza totale di pioggia caduta nei cinque giorni che precedono l'evento di piena, API<sub>5</sub>. A seconda del valore di API<sub>5</sub>, vengono identificate le tre

PROGETTAZIONE ATI:

classi AMC I, II e III, che rappresentano rispettivamente terreno inizialmente asciutto, mediamente imbibito e fortemente imbibito.

Tabella 7: Definizione della classe di umidità in base al parametro  $API_5$

CLASSE AMC	Altezza di pioggia nei 5 giorni precedenti (mm)	
	Stagione di riposo	Stagione di crescita
I - asciutta	< 12.7	< 35.5
II - media	12.7 - 28.0	35.5 - 53.3
III - umida	> 28.0	> 53.3

Nota il valore di CN per le condizioni medie di imbibimento, per passare a condizioni di umidità iniziale asciutte (classe AMC I) o umide (classe AMC III), si utilizzano le curve riportate di seguito.

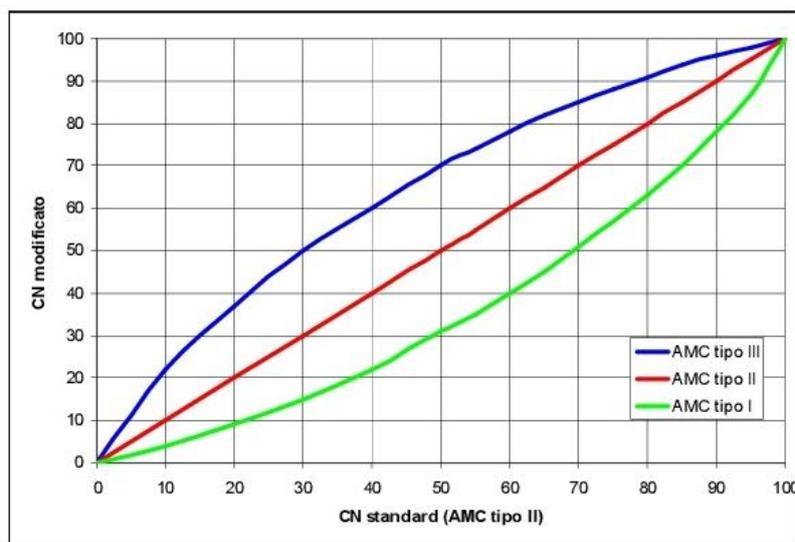


Figura 6: Curve di conversione dei valori di CN per le diverse condizioni di umidità del suolo antecedenti l'evento

Tali curve possono essere interpolate mediante le seguenti relazioni:

$$CN(I) = \frac{4.2 \cdot CN(II)}{10 - 0.058 \cdot CN(II)}$$

$$CN(III) = \frac{23 \cdot CN(II)}{10 + 0.13 \cdot CN(II)}$$

Nel caso di terreni variegati possono essere identificate alcune categorie fondamentali per definire un valore globale del CN, pesato in ragione dell'estensione delle sottozone con le quali si è suddiviso il bacino.

Una volta calcolata la pioggia netta (efficace)  $P_{net}$ , il coefficiente di deflusso è pari a:

$$c = \frac{P_{net}}{P}$$

Nel caso in esame, la stima del parametro CN per le varie porzioni dei bacini in studio si è basata sul tematismo del Curve Number (CN) in formato numerico fornito dalla Regione Marche e predisposto nel 2015 dalla Fondazione CIMA nell'ambito della "definizione, raccolta e sistematizzazione delle informazioni e dei dati necessari per la definizione delle grandezze idrologiche e la modellazione oggetto delle successive attività" di cui alla convenzione "LA MODELLAZIONE E DEFINIZIONE

DELLE GRANDEZZE IDROLOGICHE UTILI ALLA PROGETTAZIONE PER LA MESSA IN SICUREZZA STRUTTURALE E NON STRUTTURALE DEL RETICOLO IDROGRAFICO PRINCIPALE DELLA REGIONE MARCHE”.

Per quello che concerne la stima del rapporto tra le perdite iniziali ed il volume specifico di saturazione  $I_a/S$  (Initial Abstraction ratio), si è utilizzato il classico valore pari a 0.2.

Per tutti i bacini in studio si è supposta, in favore di sicurezza, una condizione iniziale di imbibimento corrispondente a valori di CN (III).

Inoltre per i corsi d’acqua che non appartengono al reticolo idraulico regionale esistente e che contemporaneamente non sono presenti a livello catastale, cautelativamente, si è considerato un coefficiente di deflusso pari a 0.70.

### 5.2.3. METODO RAZIONALE

Alla base della procedura vi sono le seguenti assunzioni:

- la massima piena avviene per precipitazioni meteoriche con durata pari al tempo di corrivazione del bacino;
- il picco di piena ha il medesimo tempo di ritorno della precipitazione che lo ha generato;
- la formazione delle piene ed il suo trasferimento lungo il reticolo idrografico avvengono senza la formazione di invasi significativi; nel caso si formino invasi significativi il colmo di piena calcolato con questa metodologia sarà sovrastimato.

La portata al colmo di piena è espressa dalla formula:

$$Q = \frac{chS}{3.6tc} [m^3/s]$$

dove:

- c coefficiente di deflusso del bacino;
- h altezza massima di pioggia per una durata pari al tempo di corrivazione (mm);
- S superficie del bacino (km<sup>2</sup>);
- t<sub>c</sub> tempo di corrivazione del bacino (ore).

La procedura si articola nei seguenti passi:

- delimitazione del bacino idrografico di interesse su una base cartografica in opportuna scala;
- definizione dei parametri morfologici e fisiografici del bacino;
- definizione dei tempi di corrivazione in base a diverse formule teorico-sperimentali e attribuzione dei valori di riferimento;
- analisi dei dati di copertura per la valutazione del coefficiente di deflusso;
- calcolo della portata di massima piena per il tempo di ritorno di progetto in funzione della tipologia dell’opera (tombini, sistema di drenaggio acque meteoriche piattaforma stradale, ecc.)

Nello specifico, il metodo razionale è stato adottato per la stima delle portate di progetto dei bacini dei corpi idrici minori (fossi) interferenti con l’infrastruttura in progetto, finalizzata al dimensionamento delle relative opere.

## 6. RISULTATI DELL’ANALISI IDROLOGICA

PROGETTAZIONE ATI:

Di seguito si riportano i parametri idrologici e le portate di progetto dei bacini dei corsi d'acqua appartenenti al reticolo idrografico, dei quali si riporta il codice identificativo.

**6.1. BACINO TORRENTE SANT'ANTONIO – A\_S1**

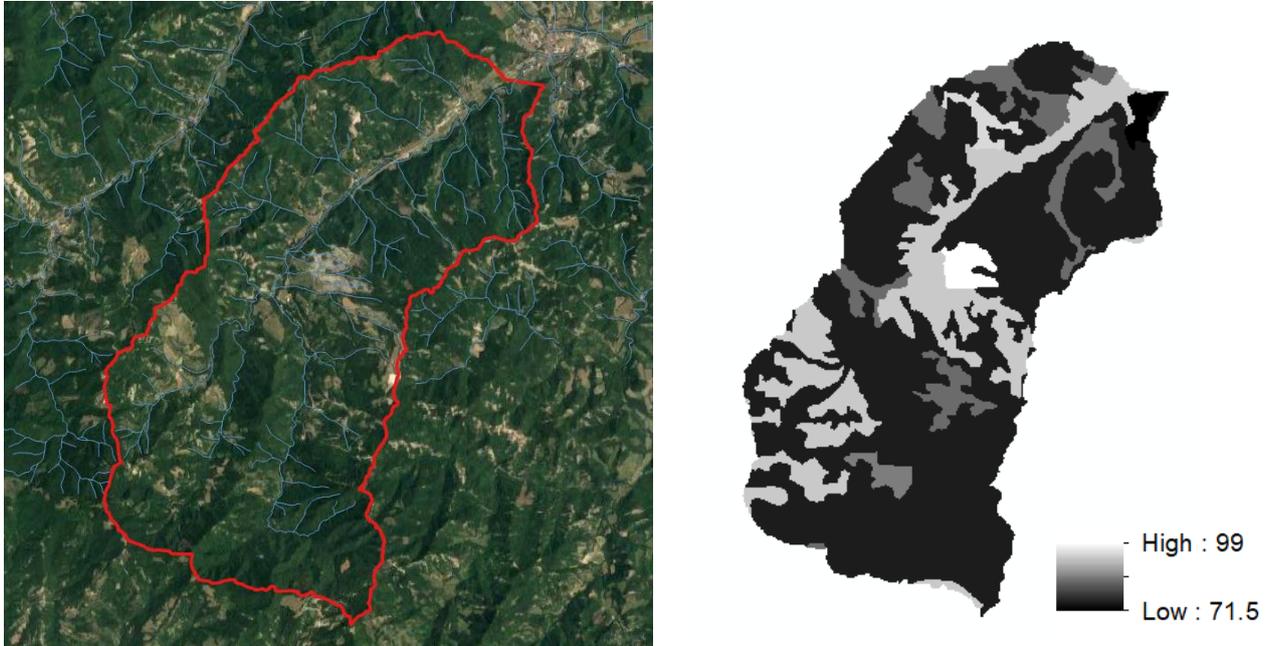


Figura 7: A sinistra: vista planimetrica del bacino in esame. A destra: andamento spaziale del parametro CN nell'area d'interesse.

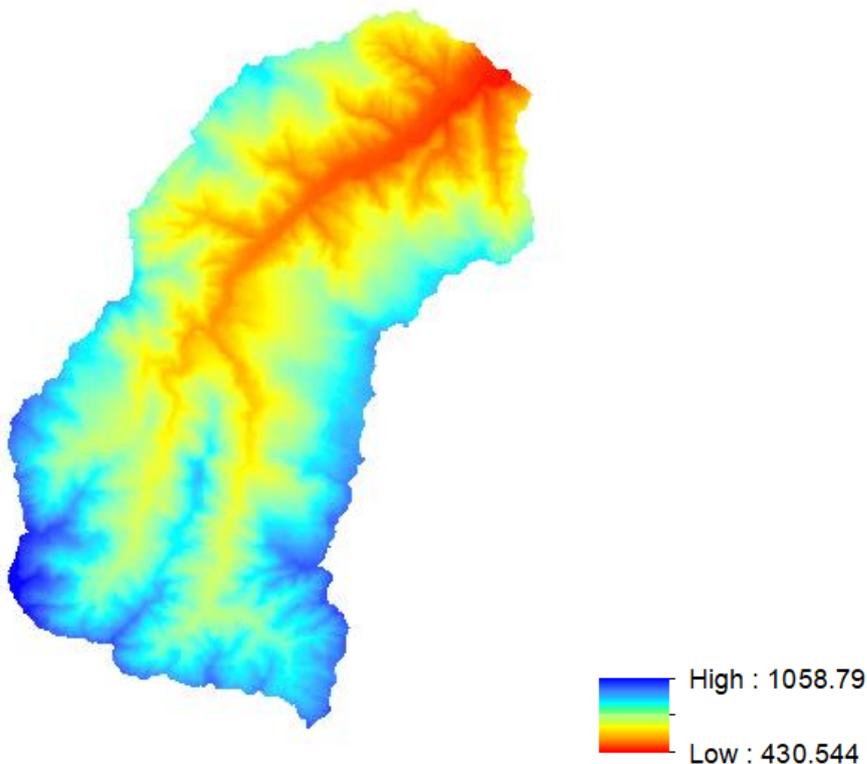


Figura 8: Andamento delle quote del bacino in esame

PROGETTAZIONE ATI:

Parametri geomorfologici del bacino d'interesse

Bacino	S	H max	H media	H min	i	L asta principale	i asta principale
	[km <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[m]	[%]	[m]	[%]
A_S1	26.15	1058.79	716.05	430.54	44.12	11184.01	0.039

Valori del tempo di corrivazione per il bacino d'interesse determinati con vari metodi

Bacino	Tempo di corrivazione [ore]						
	Tc,	Tc,	Tc,	Tc,	Tc,	Tc, Watt e	Tc medio
	Giandotti	Ventura	Pugliesi	Pasini	Viparelli	Chow	
A_S1	2.75	0.98	3.50	3.615	2.07	1.85	2.46

Valori del coefficiente di deflusso, CN III e portata

Tr (anni)	n	a	h=
200	0.25	47.54	
100	0.25	42.91	
50	0.26	54.16	

Bacino	$\varphi$	CN III	Q piccolo TR200 [m <sup>3</sup> /s]
A_S1	0.54	78.81	131.20

6.2. BACINO FOSSO ROMITO – I\_S1

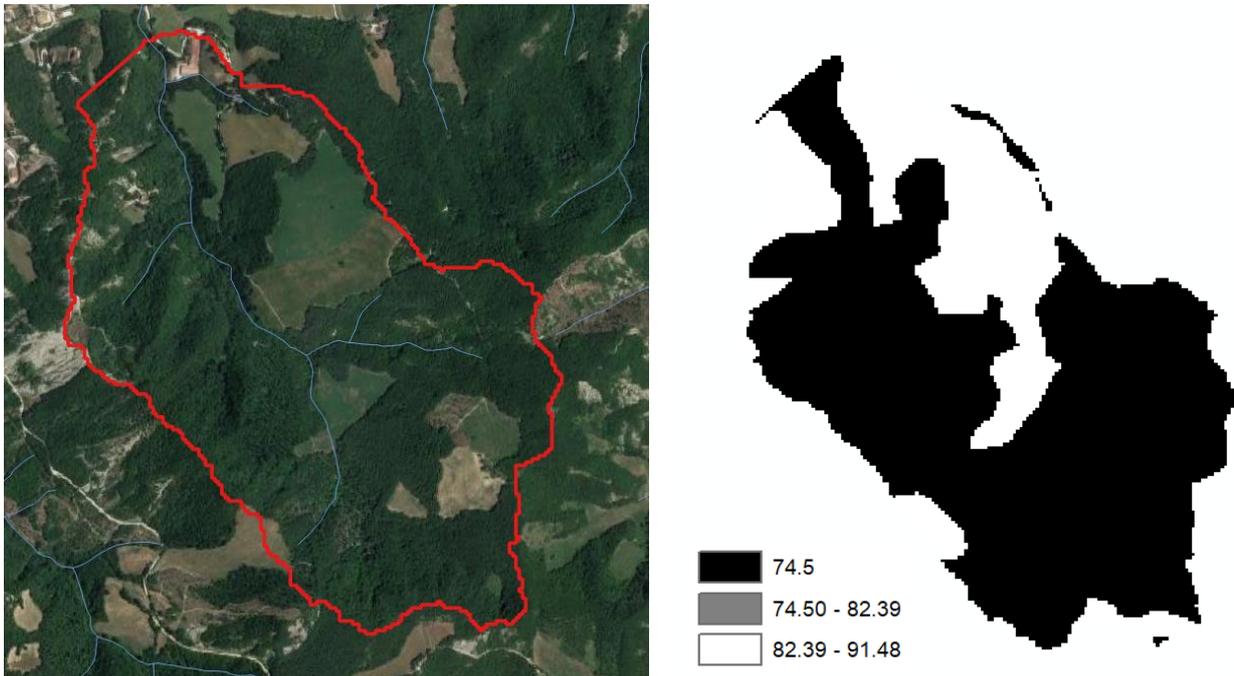


Figura 9: A sinistra: vista planimetrica del bacino in esame. A destra: andamento spaziale del parametro CN nell'area d'interesse.

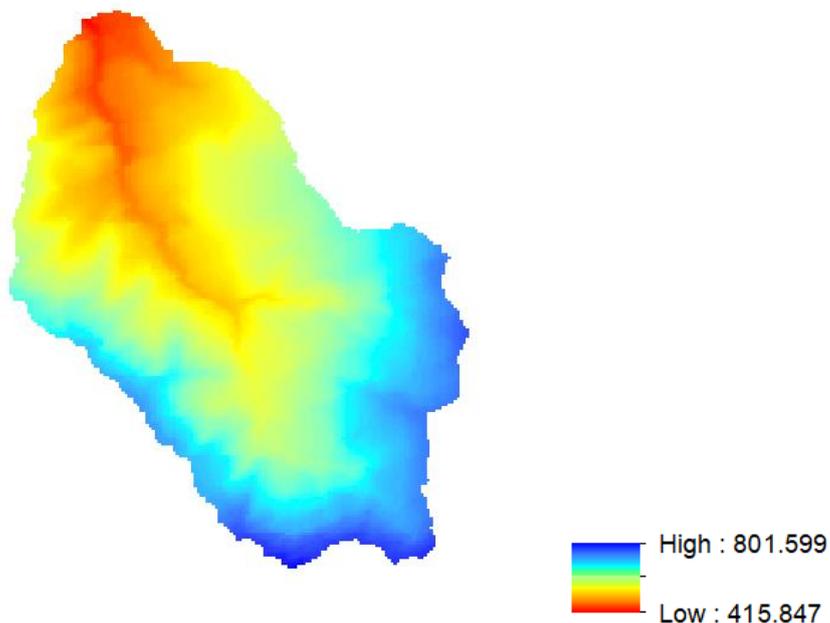


Figura 10: Andamento delle quote del bacino in esame

Parametri geomorfologici del bacino d'interesse

Bacino	S	H max	H media	H min	i	L asta principale	i asta principale
	[km <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[m]	[%]	[m]	[%]
I_S1	1.69	801.56	602.84	415.85	43.42	2198.88	0.127

Valori del tempo di corrivazione per il bacino d'interesse determinati con vari metodi

Bacino	Tempo di corrivazione [ore]								
	Tc, Pezzoli	Tc, Ventura	Tc, Kirpich	Tc, Pugliesi	Tc, Pasini	Tc, Viparelli	Tc, Watt e Chow	Tc, Chow	Tc, medio
I_S1	0.34	0.25	0.17	1.39	0.47	0.41	0.32	0.31	0.46

Valori del coefficiente di deflusso, CN III e portata

Bacino	$\phi$	CN III	Q piccolo TR200 [m <sup>3</sup> /s]
I_S1	0.53	78.64	20.64

6.3. BACINO FOSSO PORCARI – P\_S1

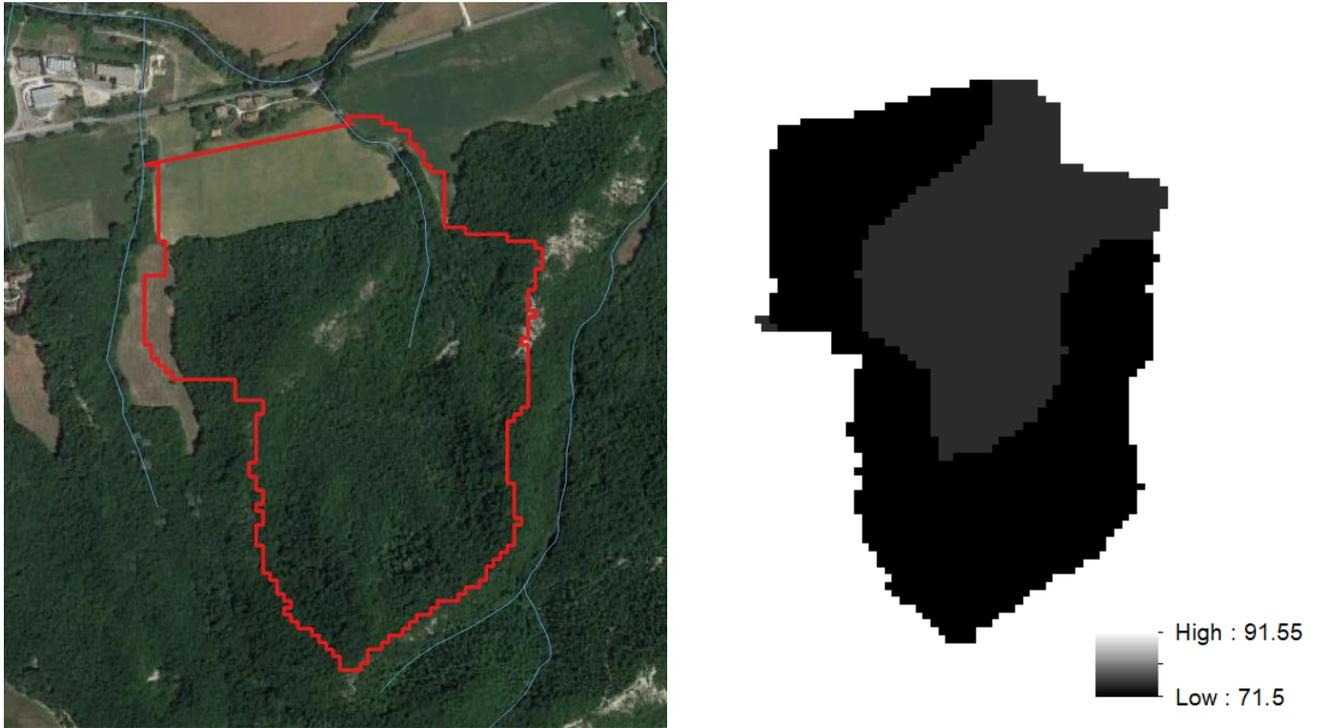


Figura 11: A sinistra: vista planimetrica del bacino in esame. A destra: andamento spaziale del parametro CN nell'area d'interesse.

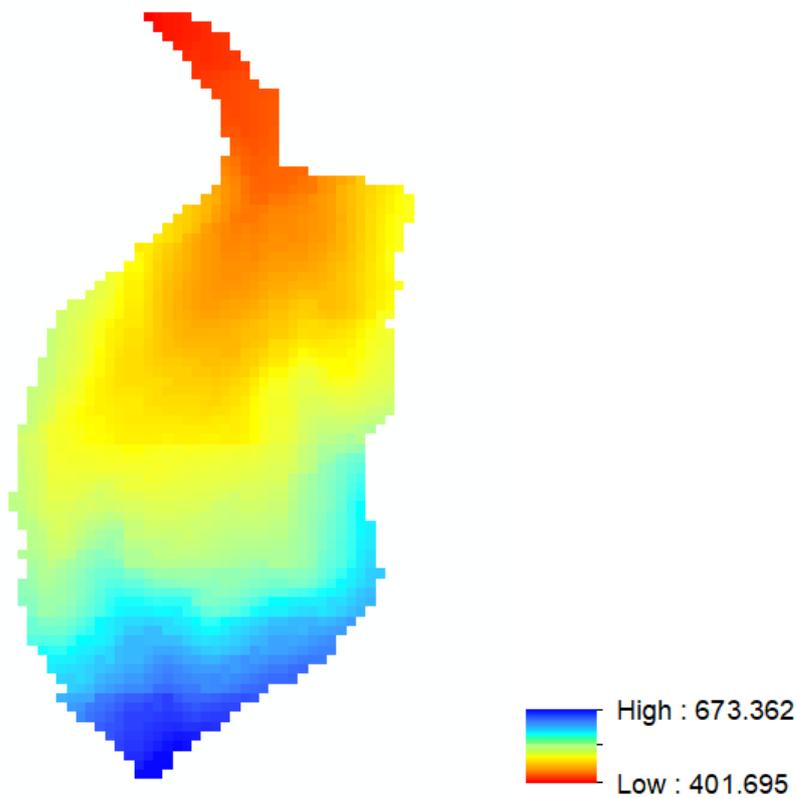


Figura 12: Andamento delle quote del bacino in esame

PROGETTAZIONE ATI:

**Parametri geomorfologici del bacino d'interesse**

Bacino	S	H max	H media	H min	i	L asta principale	i asta principale
	[km <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[m]	[%]	[m]	[%]
P_S1	0.29	673.36	491.72	401.69	45.66	525.24	0.144

**Valori del tempo di corrivazione per il bacino d'interesse determinati con vari metodi**

Bacino	Tempo di corrivazione [ore]				
	Tc,	Tc,	Tc, Watt e	Tc,	Tc,
	Pezzoli	Kirpich	Chow	Chow	assegnato
P_S1	0.18	0.06	0.10	0.12	0.25

**Valori del coefficiente di deflusso, CN III e portata**

Bacino	$\phi$	CN III	Q piccolo TR200 [m <sup>3</sup> /s]
P_S1	0.51	74.39	6.01

**6.4. BACINO F\_S1**

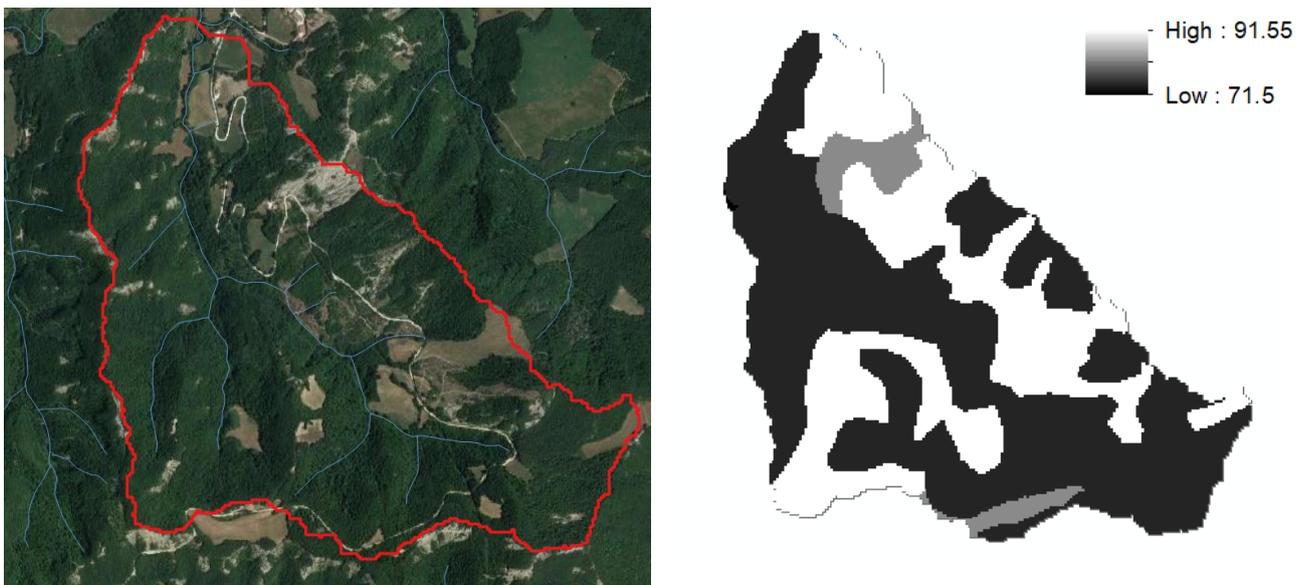


Figura 13: A sinistra: vista planimetrica del bacino in esame. A destra: andamento spaziale del parametro CN nell'area d'interesse.

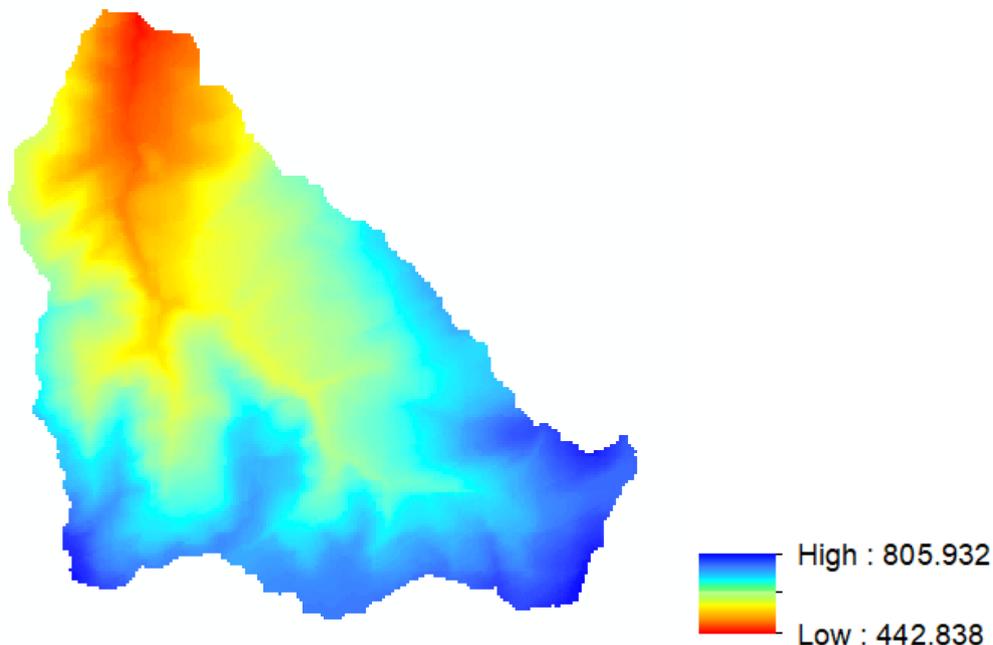


Figura 14: Andamento delle quote del bacino in esame

**Parametri geomorfologici del bacino d'interesse**

Bacino	S	H max	H media	H min	i	L asta principale	i asta principale
	[km <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[m]	[%]	[m]	[%]
F_S1	2.33	805.93	644.55	442.84	37.19	2830.63	0.107

**Valori del tempo di corrvazione per il bacino d'interesse determinati con vari metodi**

Bacino	Tempo di corrvazione [ore]								
	Tc, Pezzoli	Tc, Ventura	Tc, Kirpich	Tc, Pugliesi	Tc, Pasini	Tc, Viparelli	Tc, Watt e Chow	Tc, Chow	Tc, medio
F_S1	0.48	0.32	0.22	1.68	0.62	0.52	0.42	0.38	0.58

**Valori del coefficiente di deflusso, CN III e portata**

Bacino	$\phi$	CN III	Q piccolo TR200 [m <sup>3</sup> /s]
F_S1	0.54	80.94	28.10

PROGETTAZIONE ATI:

6.5. BACINO G\_S1

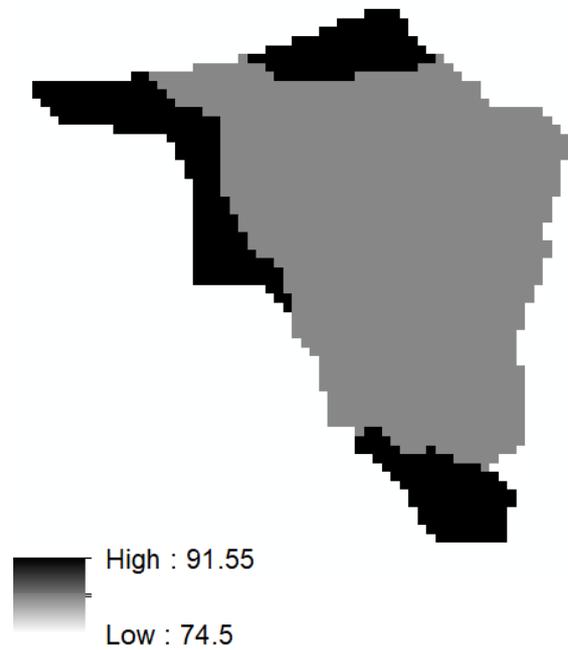


Figura 15: A sinistra: vista planimetrica del bacino in esame. A destra: andamento spaziale del parametro CN nell'area d'interesse.

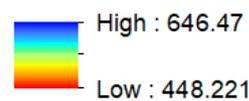
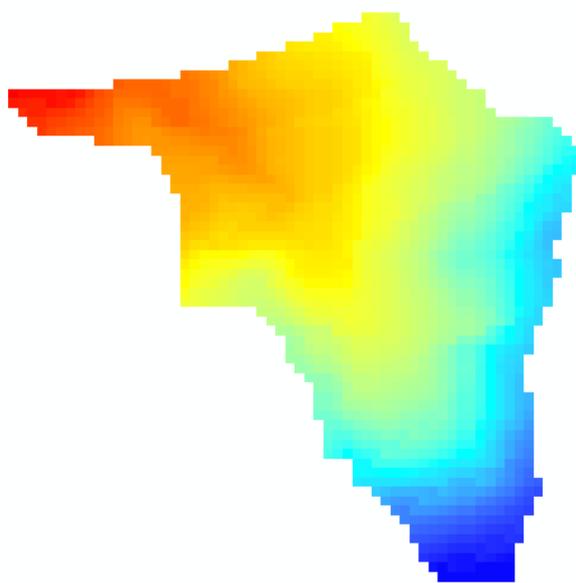


Figura 16: Andamento delle quote del bacino in esame

PROGETTAZIONE ATI:

Parametri geomorfologici del bacino d'interesse

Bacino	S	H max	H media	H min	i	L asta principale	i asta principale
	[km <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[m]	[%]	[m]	[%]
G_S1	0.17	646.47	534.51	448.22	35.19	412.13	0.177

Valori del tempo di corrivazione per il bacino d'interesse determinati con vari metodi

Bacino	Tempo di corrivazione [ore]				
	Tc,	Tc,	Tc, Watt e	Tc,	Tc,
	Pezzoli	Kirpich	Chow	Chow	assegnato
G_S1	0.17	0.05	0.08	0.10	0.25

Valori del coefficiente di deflusso, CN III e portata

Bacino	$\phi$	CN III	Q piccolo TR200 [m <sup>3</sup> /s]
G_S1	0.64	84.51	4.39

6.6. BACINO N\_S1

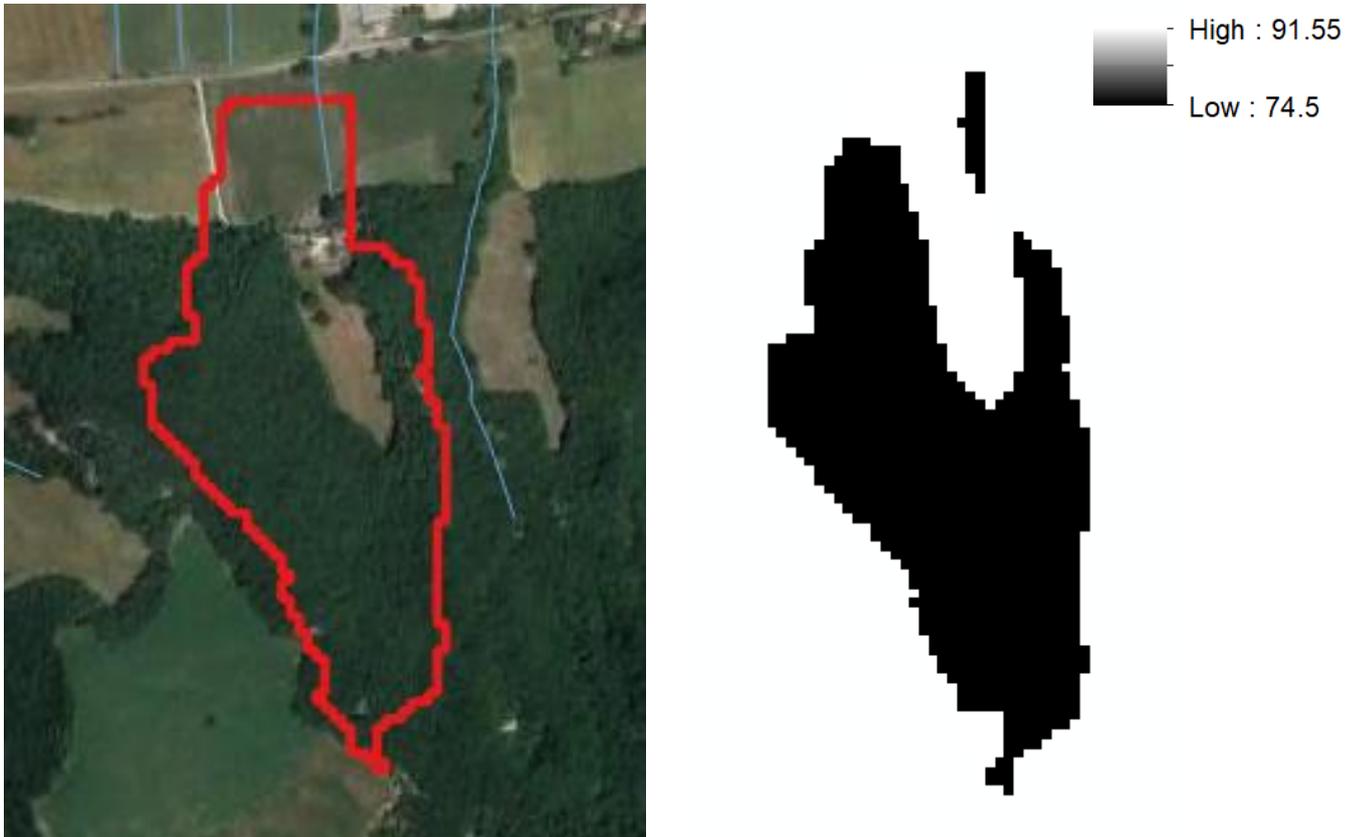


Figura 17: A sinistra: vista planimetrica del bacino in esame. A destra: andamento spaziale del parametro CN nell'area d'interesse.

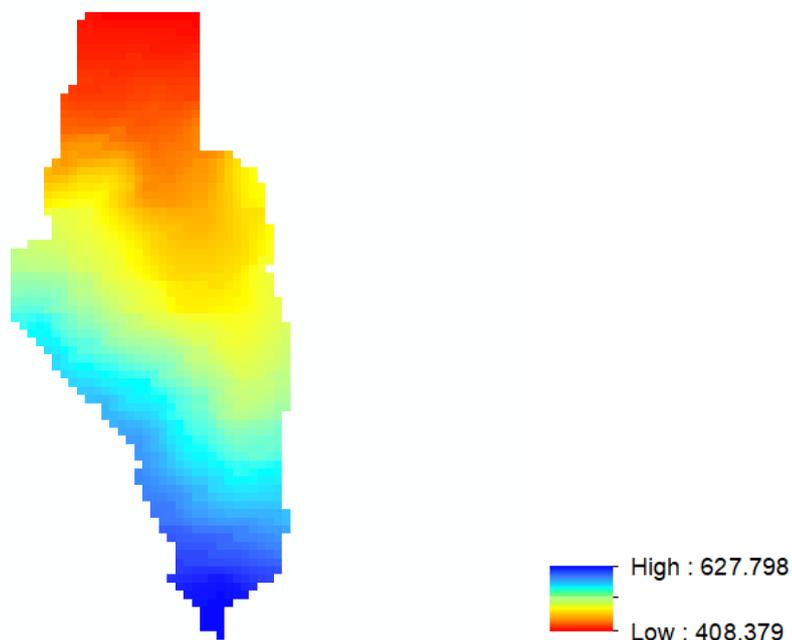


Figura 18: Andamento delle quote del bacino in esame

Parametri geomorfologici del bacino d'interesse

Bacino	S	H max	H media	H min	i	L asta principale	i asta principale
	[km <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[m]	[%]	[m]	[%]
N_S1	0.16	627.80	501.73	408.38	42.98	467.15	0.169

Valori del tempo di corrivazione per il bacino d'interesse determinati con vari metodi

Bacino	Tempo di corrivazione [ore]				
	Tc,	Tc,	Tc, Watt e	Tc,	Tc,
	Pezzoli	Kirpich	Chow	Chow	assegnato
N_S1	0.17	0.05	0.09	0.11	0.25

Valori del coefficiente di deflusso, CN III e portata

Bacino	$\varphi$	CN III	Q piccolo TR200 [m <sup>3</sup> /s]
N_S1	0.52	78.19	4.42

PROGETTAZIONE ATI:

**6.7. BACINO O\_S1**



**Figura 19: A sinistra: vista planimetrica del bacino in esame. A destra: andamento spaziale del parametro CN nell'area d'interesse.**

PROGETTAZIONE ATI:

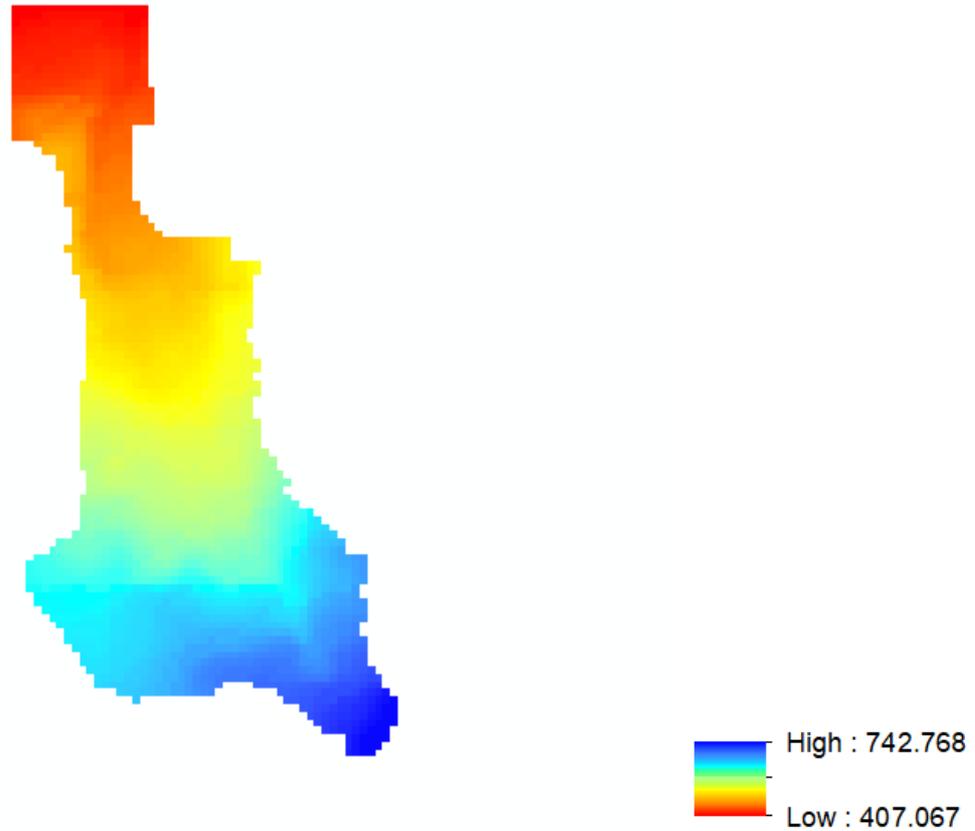


Figura 20: Andamento delle quote del bacino in esame

Parametri geomorfologici del bacino d'interesse

Bacino	S	H max	H media	H min	i	L asta principale	i asta principale
	[km <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[m]	[%]	[m]	[%]
O_S1	0.24	742.77	562.44	407.07	41.01	736.62	0.201

Valori del tempo di corrivazione per il bacino d'interesse determinati con vari metodi

Bacino	Tempo di corrivazione [ore]				
	Tc, Pezzoli	Tc, Kirpich	Tc, Watt e Chow	Tc, Chow	Tc, assegnato
O_S1	0.17	0.08	0.11	0.12	0.25

Valori del coefficiente di deflusso, CN III e portata

Bacino	$\phi$	CN III	Q piccolo TR200 [m <sup>3</sup> /s]
O_S1	0.51	74.70	4.81

PROGETTAZIONE ATI:

6.8. BACINO D\_S1

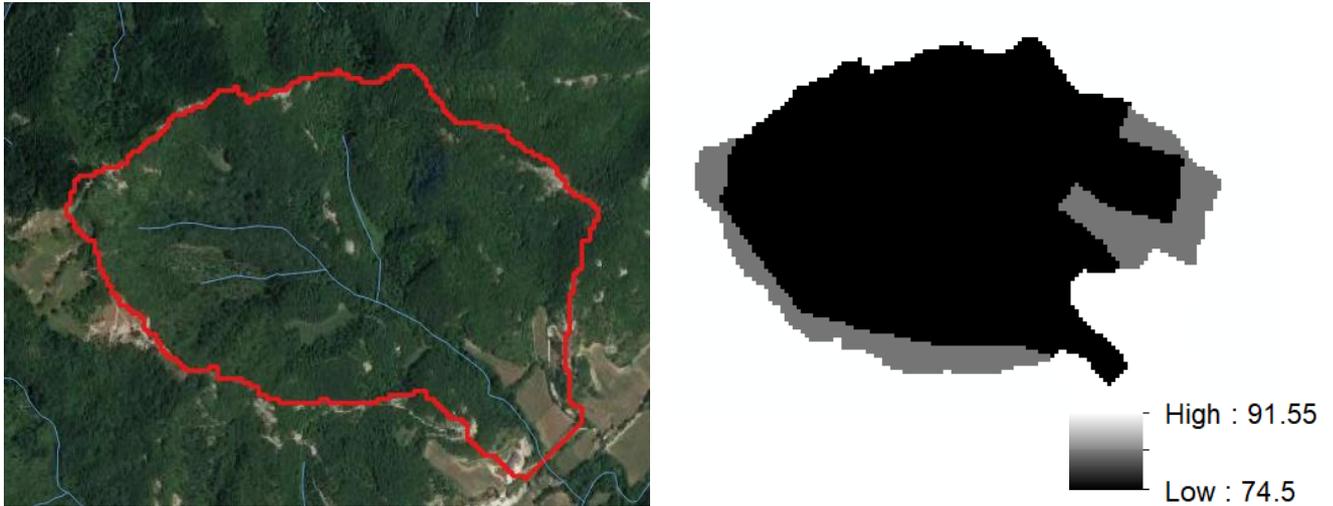


Figura 21: A sinistra: vista planimetrica del bacino in esame. A destra: andamento spaziale del parametro CN nell'area d'interesse.

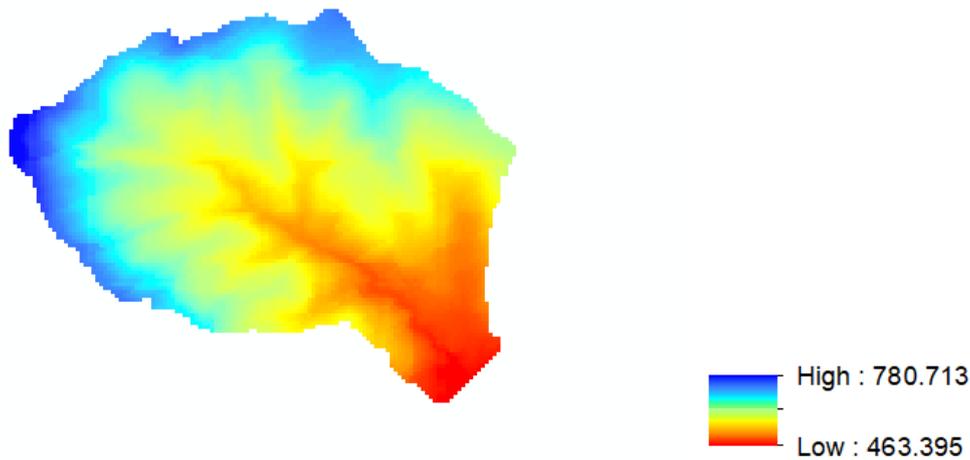


Figura 22: Andamento delle quote del bacino in esame

Parametri geomorfologici del bacino d'interesse

Bacino	S	H max	H media	H min	i	L asta principale	i asta principale
	[km <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[m]	[%]	[m]	[%]
D_S1	0.82	780.71	599.61	463.39	50.41	1246.06	0.116

Valori del tempo di corrivazione per il bacino d'interesse determinati con vari metodi

Bacino	Tempo di corrivazione [ore]								
	Tc, Pezzoli	Tc, Ventura	Tc, Kirpich	Tc, Pugliesi	Tc, Pasini	Tc, Viparelli	Tc, Watt e Chow	Tc, Chow	Tc, medio
D_S1	0.20	0.16	0.10	1.02	0.32	0.23	0.21	0.22	0.31

Valori del coefficiente di deflusso, CN III e portata

Bacino	$\phi$	CN III	Q piccolo TR200 [m <sup>3</sup> /s]
D_S1	0.53	77.83	15.38

PROGETTAZIONE ATI:

### 6.9. BACINO C\_S1

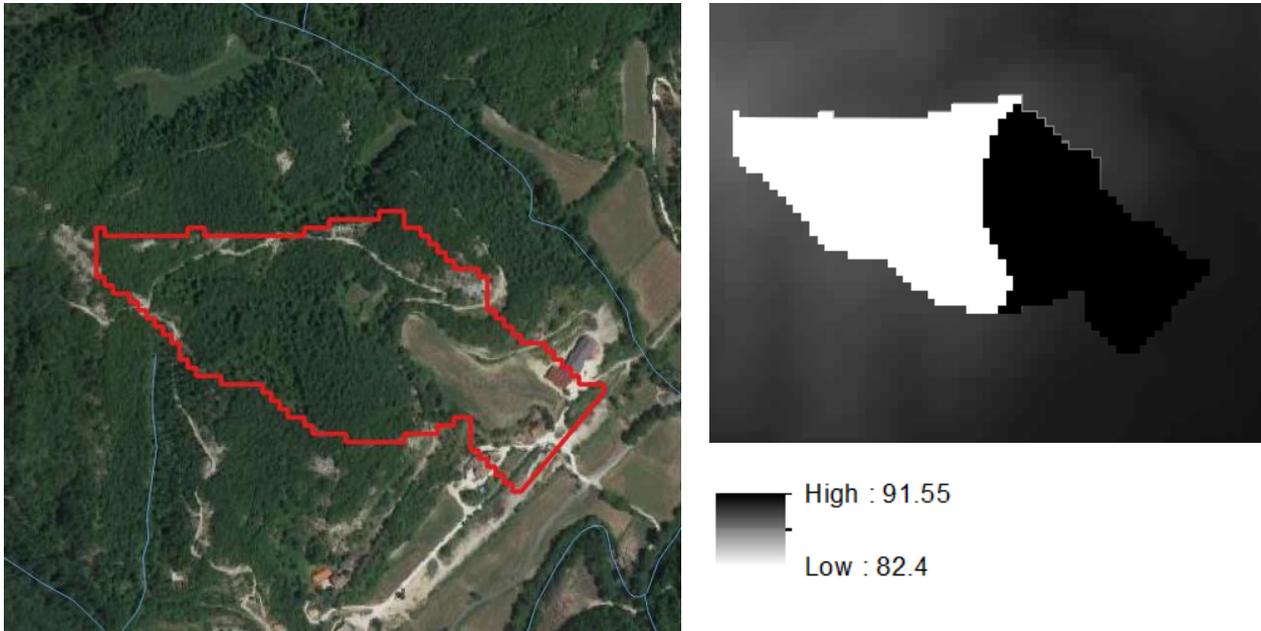


Figura 23: A sinistra: vista planimetrica del bacino in esame. A destra: andamento spaziale del parametro CN nell'area d'interesse.

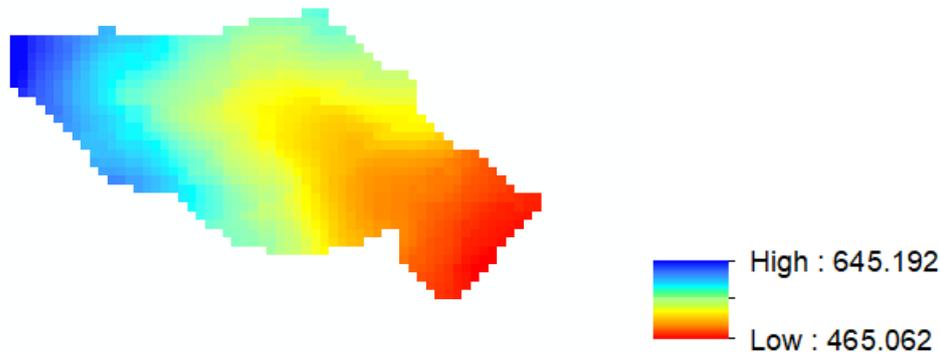


Figura 24: Andamento delle quote del bacino in esame

#### Parametri geomorfologici del bacino d'interesse

Bacino	S	H max	H media	H min	i	L asta principale	i asta principale
	[km <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[m]	[%]	[m]	[%]
C_S1	0.11	645.19	538.56	465.06	41.97	250.24	0.163

#### Valori del tempo di corrivazione per il bacino d'interesse determinati con vari metodi

Bacino	Tempo di corrivazione [ore]				
	Tc,	Tc,	Tc, Watt e	Tc,	Tc,
	Pezzoli	Kirpich	Chow	Chow	assegnato
C_S1	0.17	0.03	0.05	0.07	0.25

PROGETTAZIONE ATI:

Valori del coefficiente di deflusso, CN III e portata

Bacino	$\varphi$	CN III	$Q_{picco TR200} [m^3/s]$
C_S1	0.63	86.52	3.03

### 6.10. BACINO E\_S1



Figura 25: A sinistra: vista planimetrica del bacino in esame. A destra: andamento spaziale del parametro CN nell'area d'interesse.

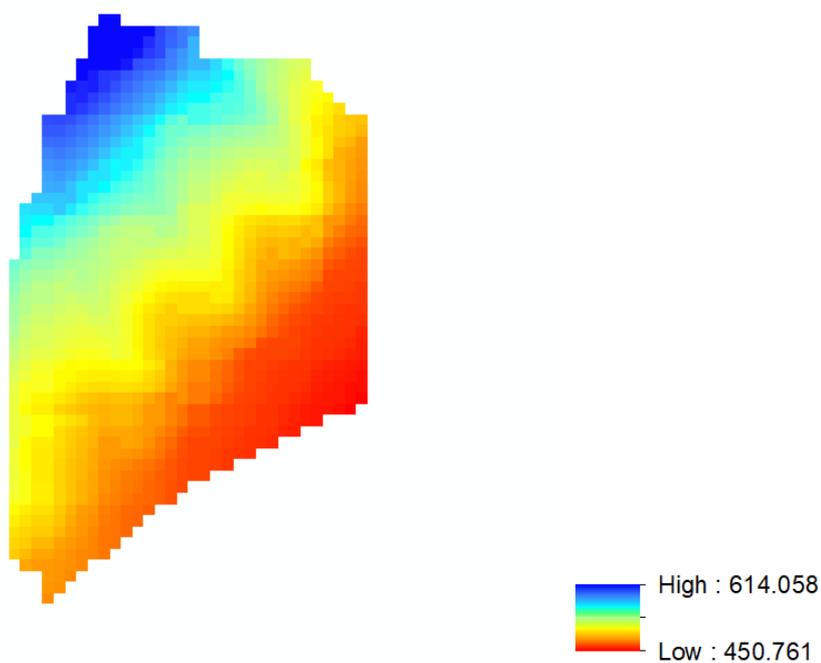


Figura 26: Andamento delle quote del bacino in esame

PROGETTAZIONE ATI:

Parametri geomorfologici del bacino d'interesse

Bacino	S	H max	H media	H min	i	L asta principale	i asta principale
	[km <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[m]	[%]	[m]	[%]
E_S1	0.12	614.06	506.48	450.76	41.97	422.19	0.020

Valori del tempo di corrivazione per il bacino d'interesse determinati con vari metodi

Bacino	Tempo di corrivazione [ore]				
	Tc,	Tc,	Tc, Watt e	Tc,	Tc,
	Pezzoli	Kirpich	Chow	Chow	assegnato
E_S1	0.17	0.05	0.18	0.19	0.25

Valori del coefficiente di deflusso, CN III e portata

Bacino	$\varphi$	CN III	Q piccolo TR200 [m <sup>3</sup> /s]
E_S1	0.62	87.46	3.44

6.11. BACINO B\_S1

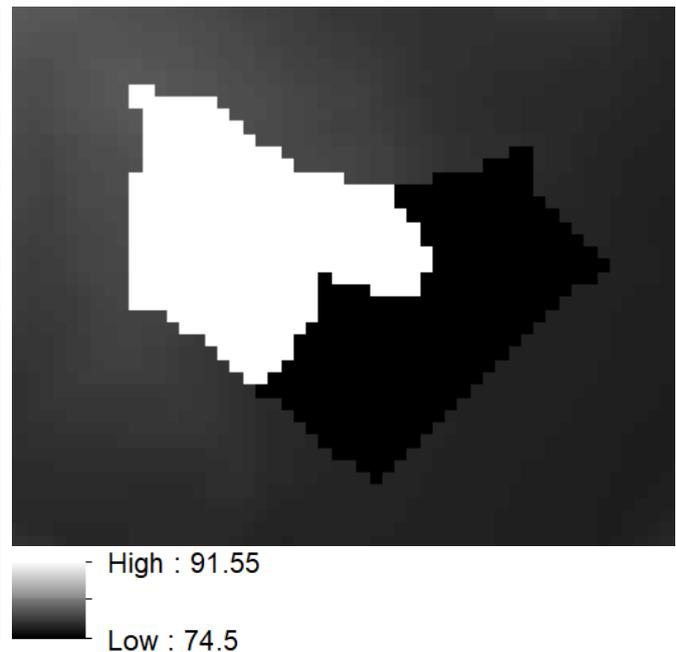


Figura 27: A sinistra: vista planimetrica del bacino in esame. A destra: andamento spaziale del parametro CN nell'area d'interesse.

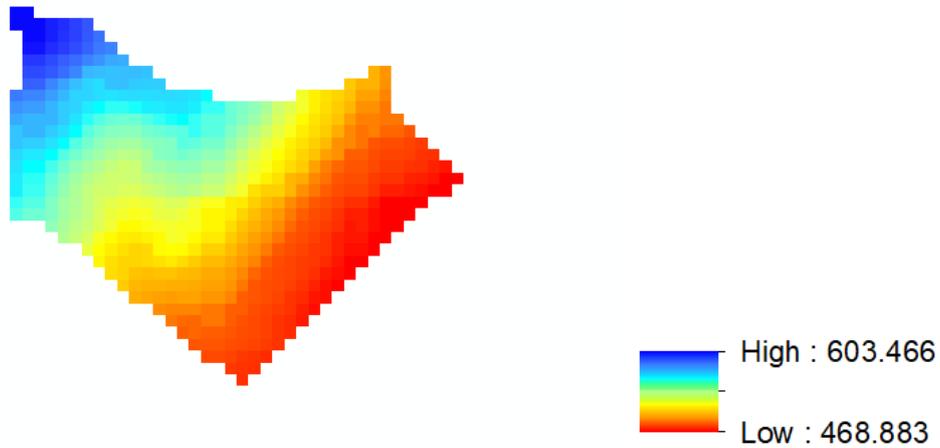


Figura 28: Andamento delle quote del bacino in esame

**Parametri geomorfologici del bacino d'interesse**

Bacino	S	H max	H media	H min	i	L asta principale	i asta principale
	[km <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[m]	[%]	[m]	[%]
B_S1	0.07	603.47	516.19	468.88	42.00	414.72	0.325

**Valori del tempo di corrivazione per il bacino d'interesse determinati con vari metodi**

Bacino	Tempo di corrivazione [ore]				
	Tc,	Tc,	Tc, Watt e	Tc,	Tc,
	Pezzoli	Kirpich	Chow	Chow	assegnato
B_S1	0.17	0.05	0.06	0.08	0.25

**Valori del coefficiente di deflusso, CN III e portata**

Bacino	$\varphi$	CN III	Q piccolo TR200 [m <sup>3</sup> /s]
B_S1	0.63	86.97	1.91

6.12. BACINO L\_S1

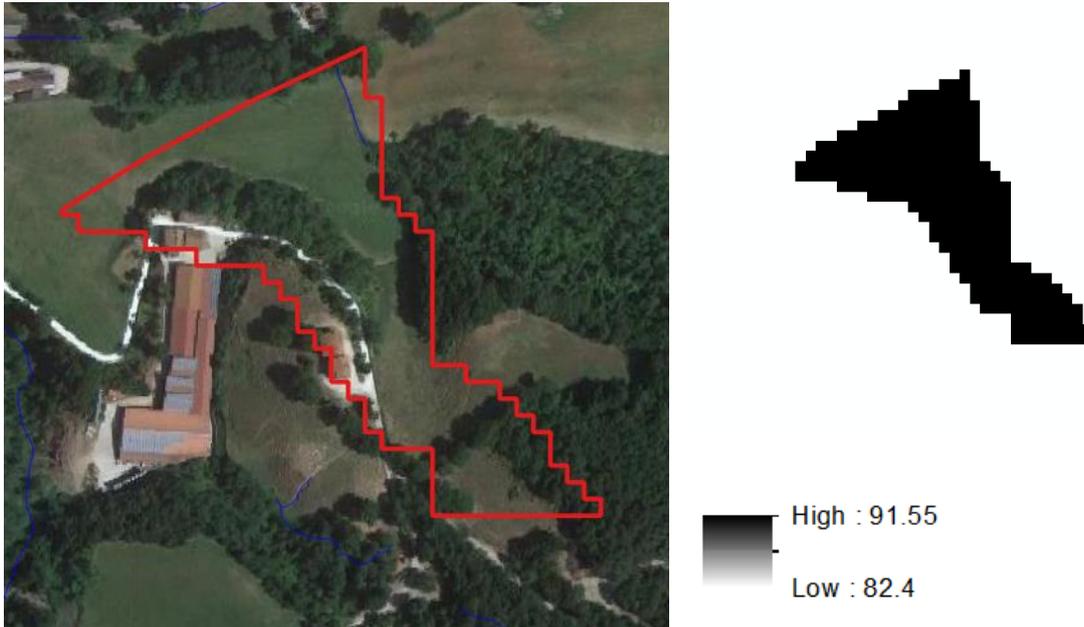


Figura 29: A sinistra: vista planimetrica del bacino in esame. A destra: andamento spaziale del parametro CN nell'area d'interesse.

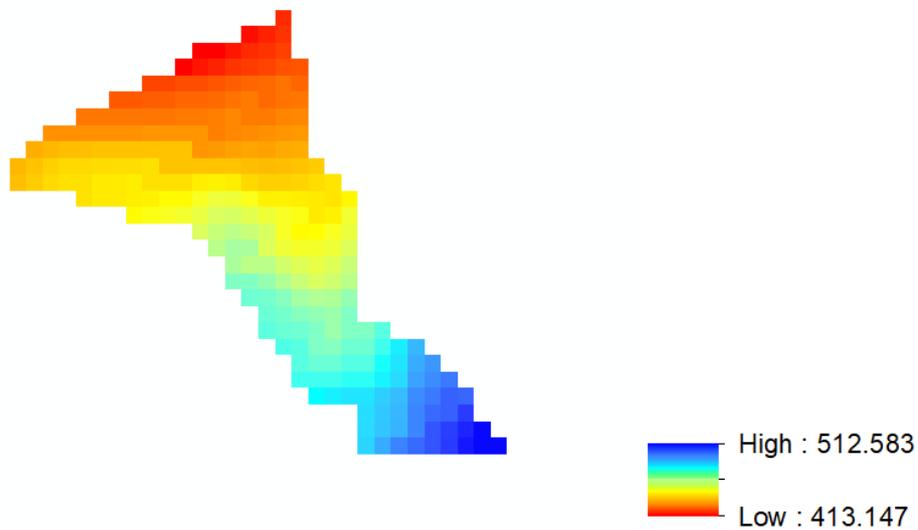


Figura 30: Andamento delle quote del bacino in esame

Parametri geomorfologici del bacino d'interesse

Bacino	S	H max	H media	H min	i	L asta principale	i asta principale
	[km <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[m]	[%]	[m]	[%]
L_S1	0.03	512.58	451.21	413.15	42.00	335.17	0.297

PROGETTAZIONE ATI:

Valori del tempo di corrivazione per il bacino d'interesse determinati con vari metodi

Bacino	Tempo di corrivazione [ore]				
	Tc, Pezzoli	Tc, Kirpich	Tc, Watt e Chow	Tc, Chow	Tc, assegnato
L_S1	0.17	0.04	0.05	0.07	0.25

Valori del coefficiente di deflusso, CN III e portata

Bacino	$\phi$	CN III	$Q_{picco TR200} [m^3/s]$
L_S1	0.60	91.42	0.80

### 6.13. BACINO M\_S1



Figura 31: A sinistra: vista planimetrica del bacino in esame. L'andamento spaziale del parametro CN nell'area d'interesse essendo il bacino di ridotte dimensioni non è stato rappresentato.

PROGETTAZIONE ATI:

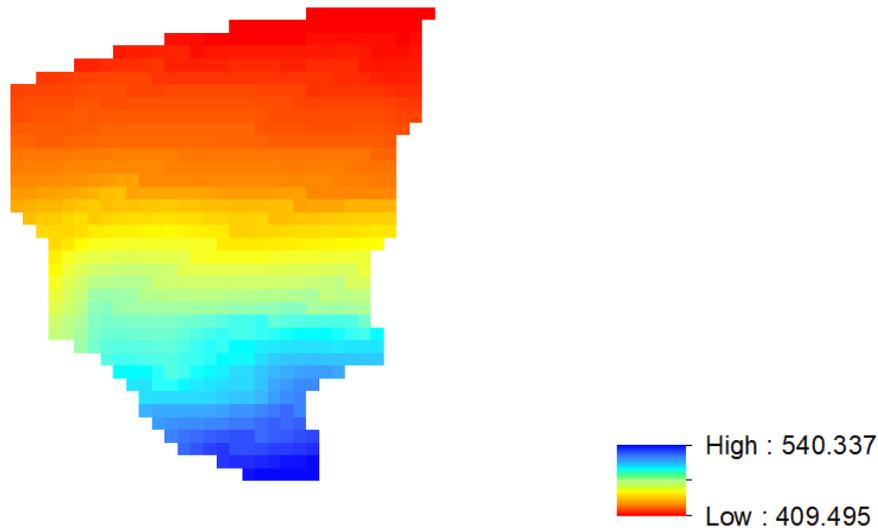


Figura 32: Andamento delle quote del bacino in esame

Parametri geomorfologici del bacino d'interesse

Bacino	S	H max	H media	H min	i	L asta principale	i asta principale
	[km <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[m]	[%]	[m]	[%]
M_S1	0.08	540.34	450.26	409.49	42.00	428.91	0.305

Valori del tempo di corrivazione per il bacino d'interesse determinati con vari metodi

Bacino	Tempo di corrivazione [ore]				
	Tc, Pezzoli	Tc, Kirpich	Tc, Watt e Chow	Tc, Chow	Tc, assegnato
M_S1	0.17	0.05	0.06	0.08	0.25

Valori del coefficiente di deflusso, CN III e portata

Bacino	$\phi$	CN III	Q piccolo TR200 [m <sup>3</sup> /s]
M_S1	0.53	79.66	2.35

PROGETTAZIONE ATI:

6.14. BACINO R\_S1

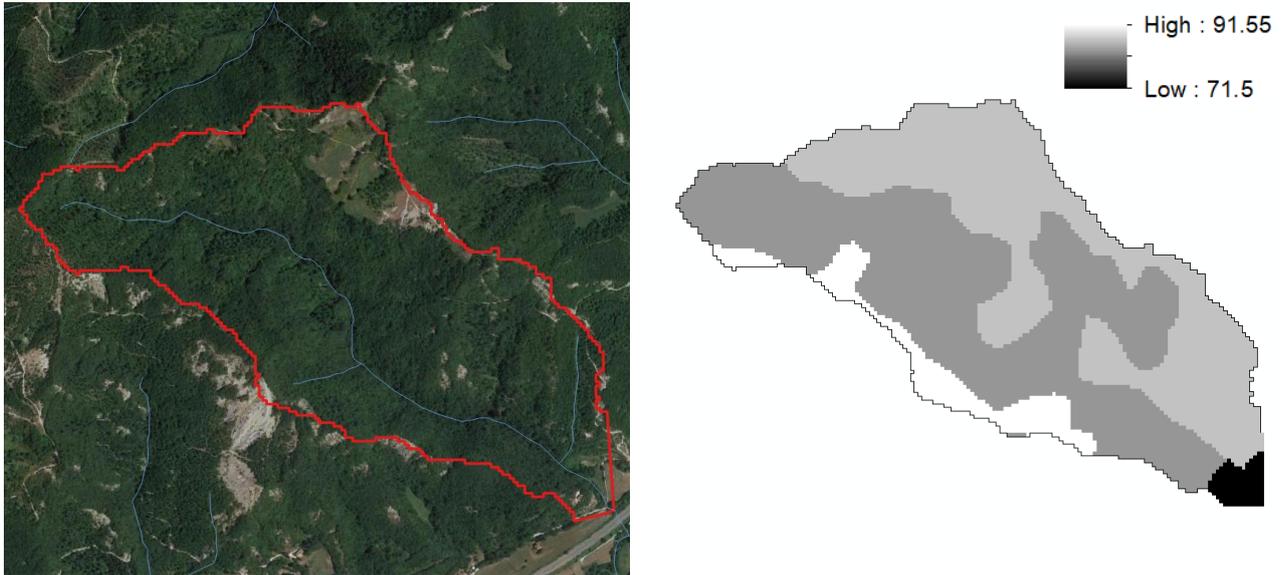


Figura 33: A sinistra: vista planimetrica del bacino in esame. A destra: andamento spaziale del parametro CN nell'area d'interesse.

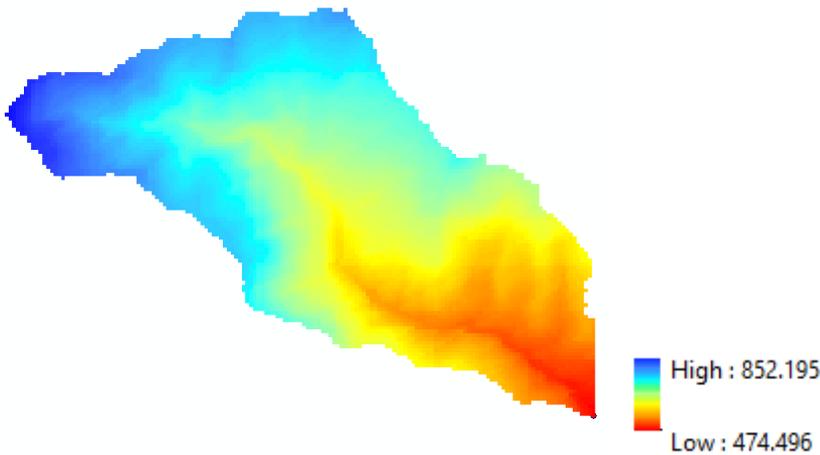


Figura 34: Andamento delle quote del bacino in esame

Parametri geomorfologici del bacino d'interesse

Bacino	S	H max	H media	H min	i	L asta principale	i asta principale
	[km <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[m]	[%]	[m]	[%]
R_S1	0.85	852.19	633.18	474.50	46.23	1887.47	0.175

Valori del tempo di corrivazione per il bacino d'interesse determinati con vari metodi

Bacino	Tempo di corrivazione [ore]								
	Tc, Pezzoli	Tc, Ventura	Tc, Kirpich	Tc, Pugliesi	Tc, Pasini	Tc, Viparelli	Tc, Watt e Chow	Tc, Chow	Tc, medio
R_S1	0.25	0.17	0.15	1.27	0.30	0.35	0.25	0.25	0.37

PROGETTAZIONE ATI:

Valori del coefficiente di deflusso, CN III e portata

Bacino	$\varphi$	CN III	$Q_{picco TR200} [m^3/s]$
R_S1	0.57	77.47	15.19

PROGETTAZIONE ATI:

**TABELLA RIASSUNTIVA CON I RISULTATI DELL'ANALISI IDROLOGICA:**

Bacino	Superficie	H max	H media	H min	i	L asta principale	i asta principale	Tc	$\varphi$ adottato	$\varphi$ calcolato	CN III	Q <sub>TR200</sub>	q	Coeff. Udometrico
	[km <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[m]	[%]	[m]	[%]	[ore]	[-]	[-]	[-]	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /(s km <sup>2</sup> )]	[l/(s ha)]
A_S1	26.15	1058.79	716.05	430.54	44.12	11184.01	0.039	2.46	0.54	0.54	78.81	131.20	5.02	50.18
I_S1	1.69	801.56	602.84	415.85	43.42	2198.88	0.127	0.46	0.53	0.53	78.64	20.64	12.25	122.47
P_S1	0.29	673.36	491.72	401.69	45.66	525.24	0.144	0.25	0.51	0.51	74.39	6.01	20.51	205.12
F_S1	2.33	805.93	644.55	442.84	37.19	2830.63	0.107	0.58	0.54	0.54	80.94	28.10	12.06	120.61
G_S1	0.17	646.47	534.51	448.22	35.19	412.13	0.177	0.25	0.64	0.64	84.51	4.39	25.71	257.06
N_S1	0.16	627.80	501.73	408.38	42.98	467.15	0.169	0.25	0.70	0.52	78.19	4.42	28.24	282.45
O_S1	0.24	742.77	562.44	407.07	41.01	736.62	0.201	0.25	0.51	0.51	74.70	4.81	20.41	204.09
D_S1	0.82	780.71	599.61	463.39	50.41	1246.06	0.116	0.31	0.53	0.53	77.83	15.38	18.72	187.23
C_S1	0.11	645.19	538.56	465.06	41.97	250.24	0.163	0.25	0.70	0.63	86.52	3.03	28.44	284.41
E_S1	0.12	614.06	506.48	450.76	41.97	422.19	0.020	0.25	0.70	0.62	87.46	3.44	28.19	281.95
B_S1	0.07	603.47	516.19	468.88	42.00	414.72	0.325	0.25	0.70	0.63	86.97	1.91	28.45	284.46
L_S1	0.03	512.58	451.21	413.15	42.00	335.17	0.297	0.25	0.70	0.60	91.42	0.80	28.07	280.71
M_S1	0.08	540.34	450.26	409.49	42.00	428.91	0.305	0.25	0.70	0.53	79.66	2.35	28.09	280.89
R_S1	0.85	852.19	633.18	474.50	46.23	1887.47	0.175	0.37	0.57	0.57	77.47	15.19	17.77	177.68

PROGETTAZIONE ATI: