



Regione Calabria
Dipartimento Infrastrutture Lavori Pubblici
Mobilità Settore 13 Infrastrutture di Trasporto

Accordo Quadro quadriennale per servizi di ingegneria ed architettura:
progetto di fattibilità tecnica ed economica e la progettazione definitiva/esecutiva, coordinamento della sicurezza in fase di
progettazione e affidamento delle attività dell'Ufficio di Direzione dei Lavori per l'espletamento della Direzione Lavori, delle
attività tecnico-amministrative connesse alla Direzione Lavori nonché del Coordinamento della Sicurezza in fase di Esecuzione
per la realizzazione di interventi stradali

RUP: Ing. Roberto Luigi Ruffolo

DEC : Ing. Giovanna Petrungaro



Contratto Attuativo: Lotto 8 - Mileto

Collegamento tra lo svincolo di Mileto e la viabilità esistente - Paravati

CUP: J52C19000080001

Responsabile del procedimento: Ing. Roberto Luigi Ruffolo

PROGETTO DEFINITIVO

Mandataria



Raggruppamento temporaneo di Progettisti

Mandante



Mandante



Redazione dell'elaborato

Dott. Ing. Luigino Capponi



Responsabile della integrazione fra le diverse prestazioni specialistiche

TECHNITAL S.p.A.
Dott. Ing. Filippo Busola

TITOLO ELABORATO:
IDROLOGIA IDRAULICA

Relazione idrologica

Identificazione elaborato

Progetto	Progettista	Fase	Lotto	Disciplina	Ambito	Tipologia Elaborato	Rev.
S I 1 2 4 F	C	D	8	I D R	0 1	R T 0 1	A

Data: Maggio 2022

Scala: -

File: SI124F-C-D-8-IDR-01-RT01-A.DWG

A	Maggio 2022	EMISSIONE	Monteleone	Capponi	Busola
EM./REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
A TERMINE DI LEGGE CI RISERVIAMO LA PROPRIETA' DI QUESTO ELABORATO CON DIVIETO DI RIPRODURLO RENDENDOLO NOTO A TERZI ANCHE PARZIALMENTE SENZA NOSTRA AUTORIZZAZIONE.					



Sommario

1.	PREMESSA	2
2.	INQUADRAMENTO TERRITORIALE	2
3.	DESCRIZIONE DELL'OROGRAFIA DELL'AREA DI INTERESSE	4
4.	LA FONTE DEI DATI PLUVIOMETRICI	9
5.	TRASFORMAZIONE AFFLUSSI-DEFLUSSI	13
5.1	I risultati per le piogge brevi e intense di durata minore dell'ora	23
5.2	I dati morfologici e pluviometrici dei bacini	26
5.3	La descrizione del modello SCS-CN	26
5.4	Il metodo della corrivazione	28
5.5	La portata di piena	28
6.	ALLEGATO: PLUVIOGRAMMI E IDROGRAMMI DI PIENA	29



1. PREMESSA

Il presente studio è finalizzato alla definizione delle caratteristiche idrologiche dei bacini idrografici dei corsi d'acqua che intersecano il tracciato stradale esistente, per come modificato dalle opere di progetto.

Gli studi sono stati redatti secondo quanto prescritto dalle "LINEE GUIDA SULLE VERIFICHE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA DELLE INFRASTRUTTURE INTERFERENTI CON I CORSI D'ACQUA, SUGLI INTERVENTI DI MANUTENZIONE, SULLE PROCEDURE PER LA CLASSIFICAZIONE DELLE AREE D'ATTENZIONE E L'AGGIORNAMENTO DELLE AREE A RISCHIO INONDAZIONE" approvate dal Comitato Istituzionale dell'ABR della Regione Calabria - seduta del 31.07.2002 e tutt'ora vigenti.

Nel presente studio idrologico sono state determinate le caratteristiche pluviometriche del bacino imbrifero sotteso, determinando le curve di possibilità pluviometrica per i tempi di ritorno di 10 e 200 anni e le conseguenti portate che defluiscono attraverso i corsi d'acqua.

A tal fine, quindi, per ciascun bacino, si è proceduto a schematizzare il problema come segue:

È stato tracciato il bacino imbrifero, chiuso in una sezione a valle del tratto interessato dall'intervento;

E' stata eseguita un'analisi pluviometrica del bacino imbrifero;

Sono state determinate le caratteristiche morfometriche del bacino;

E' stata calcolata la portata del corso d'acqua, per i tempi di ritorno prima definiti, attraverso il modello SCS-CN;

Le caratteristiche pluviometriche dell'area sono state determinate utilizzando la metodologia VAPI.

Le analisi morfologiche dei bacini idrografici si sono avvalse dei preziosi contributi dei database del Portale Cartografico Nazionale e del Portale Cartografico regionale della Regione Calabria, attraverso i servizi WMS e WCS, oltre con gli shape-files e i raster frutto di studi scientifici, rilasciati dall'Autorità di Bacino Regionale della Regione Calabria e dall'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale.

2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'area oggetto d'intervento è situata in provincia di Vibo Valentia, nel comune di Mileto (Figura 1).

Il tratto di corso d'acqua oggetto di interesse è ubicato all'esterno dell'area urbana (Figura 2) e collega lo svincolo autostradale con l'abitato di Paravati, passando nei pressi degli abitati di S.Giovanni e Mileto.





Regione Calabria



Figura 1: Ubicazione territoriale

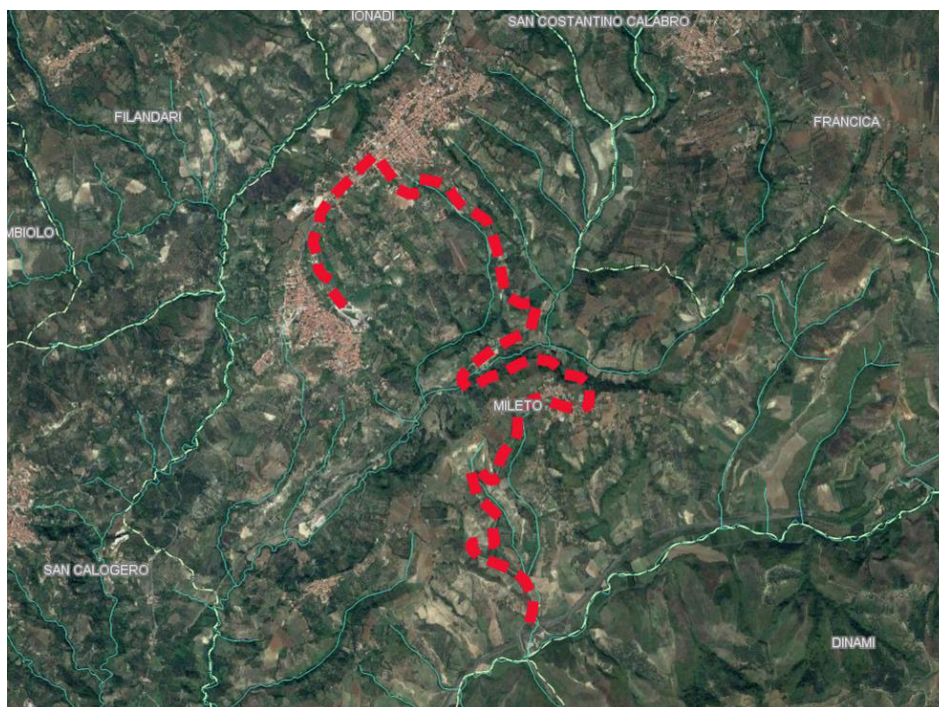


Figura 2: Ubicazione dell'area d'interesse



3. DESCRIZIONE DELL'OROGRAFIA DELL'AREA DI INTERESSE

I corsi d'acqua oggetto di interesse (Figura 3) appartengono al bacino idrografico del Fiume Mesima e sono tributari diretti oppure tributari del Torrente Incirenato, che è interessato dalla presenza di un ponte della strada d'interesse, a sua volta tributario del Fiume Mesima..



Figura 3: Indicazione dell'area di interesse

I corsi d'acqua interessati dagli studi qui presentati sono, in particolare, quelli gravati dal vincolo del Piano Generale Rischio Alluvioni (PGRA), implementato dall'Autorità di bacino distrettuale dell'Appennino Meridionale (Figura 4).

Per ciascun bacino sono state studiate le caratteristiche morfometriche al fine di ottenere le informazioni necessarie per la determinazione delle portate, nelle modalità che saranno in seguito descritte.

La numerazione dei corsi d'acqua ricalca quanto riportato in Figura 5, mentre nelle successive Figura 6, Figura 7 e Figura 8 sono riportate le delimitazioni dei bacini imbriferi e le carte geologiche e di uso del suolo.

Per la successiva implementazione dei modelli di afflusso-deflusso sono stati definiti anche i Curve Number

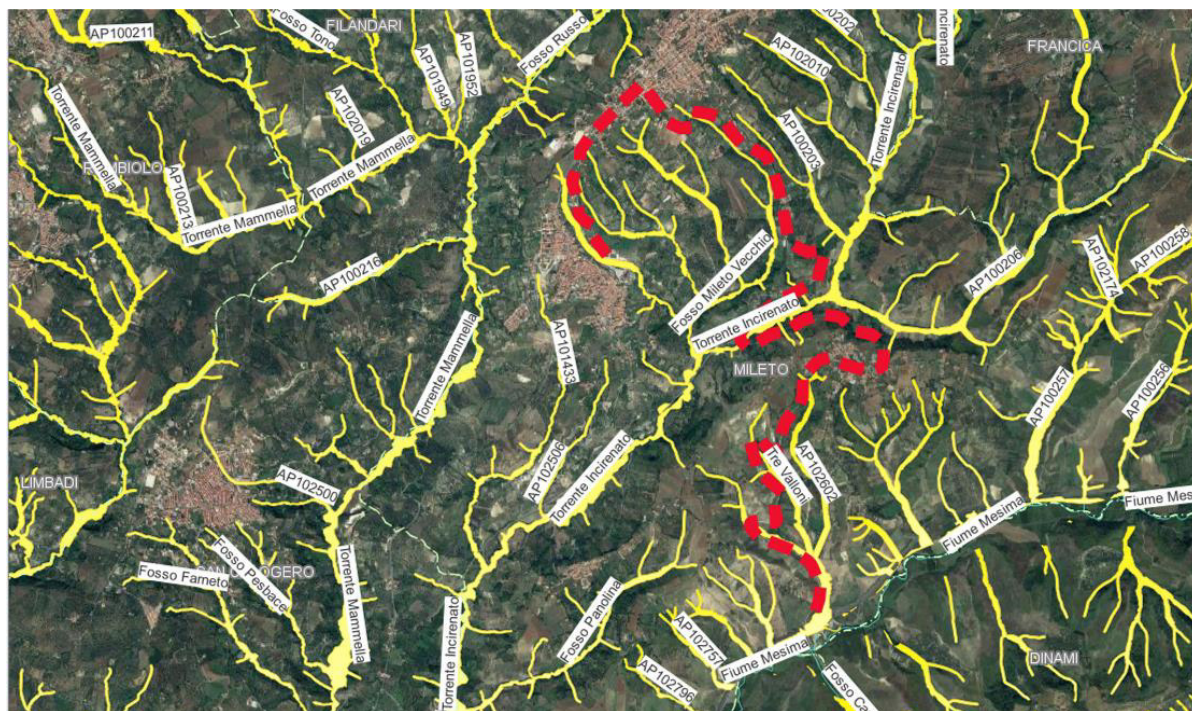


Figura 4: Sovrapposizione del tracciato stradale sulla cartografia rappresentate i vincoli PGRA

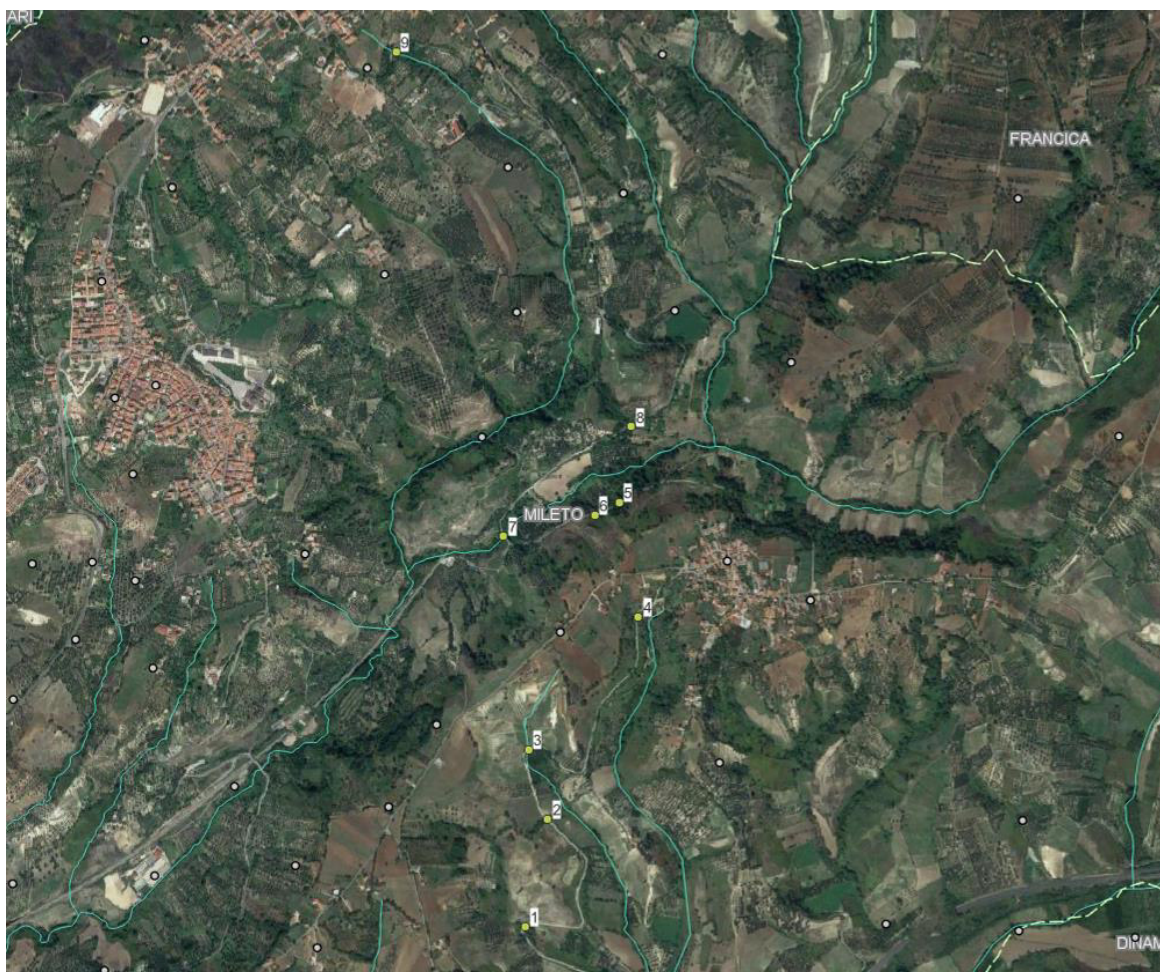


Figura 5: Numerazione dei corsi d'acqua oggetto di interesse

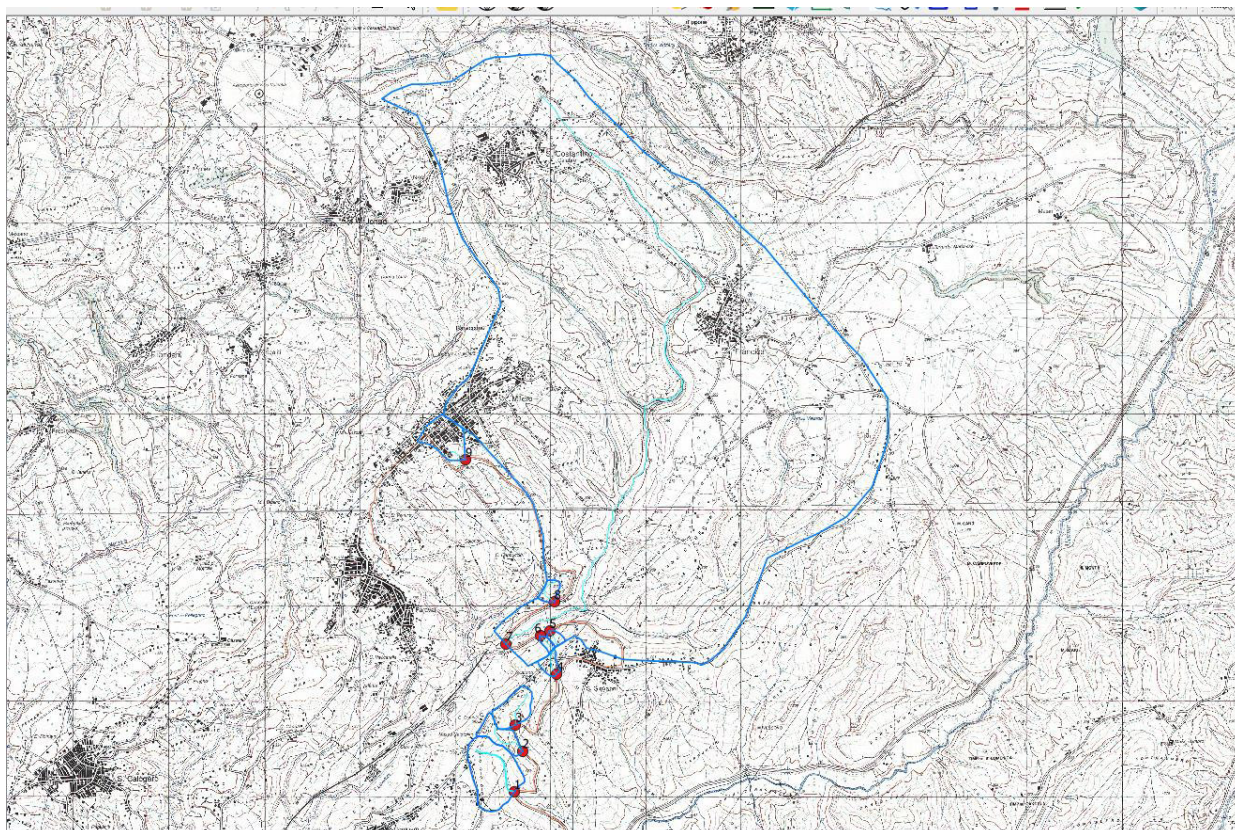


Figura 6: Bacini idrografici

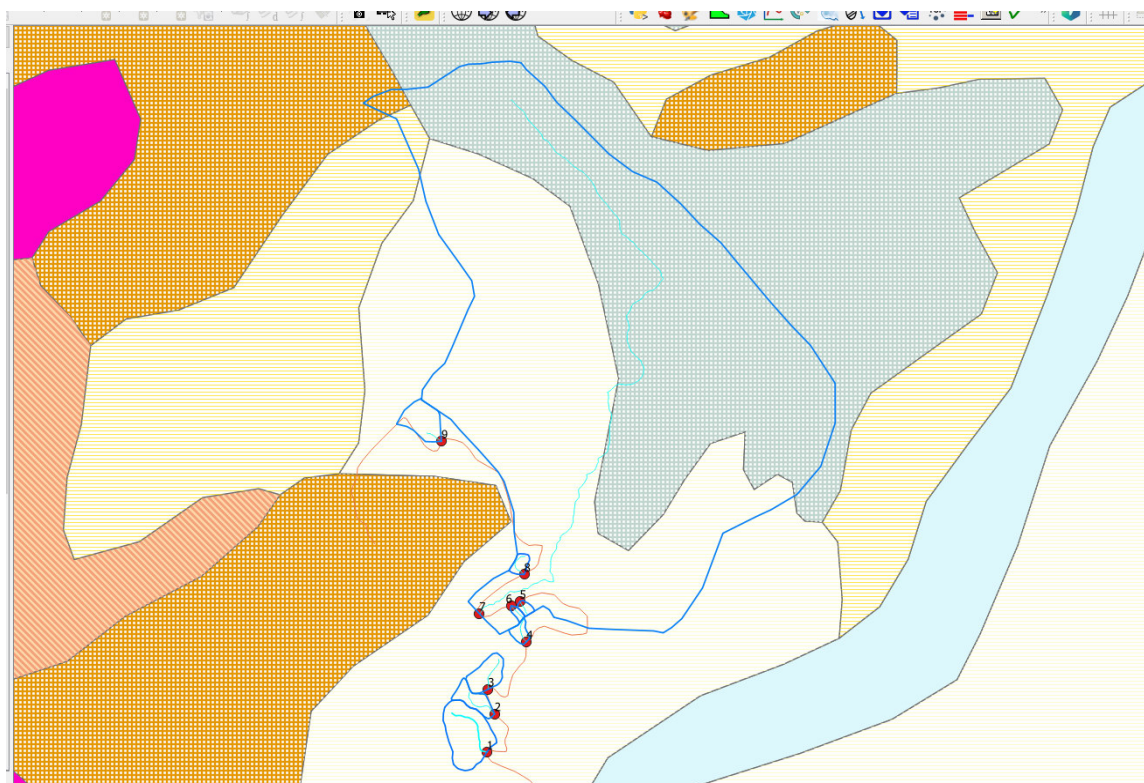


Figura 7: Carta Geologica

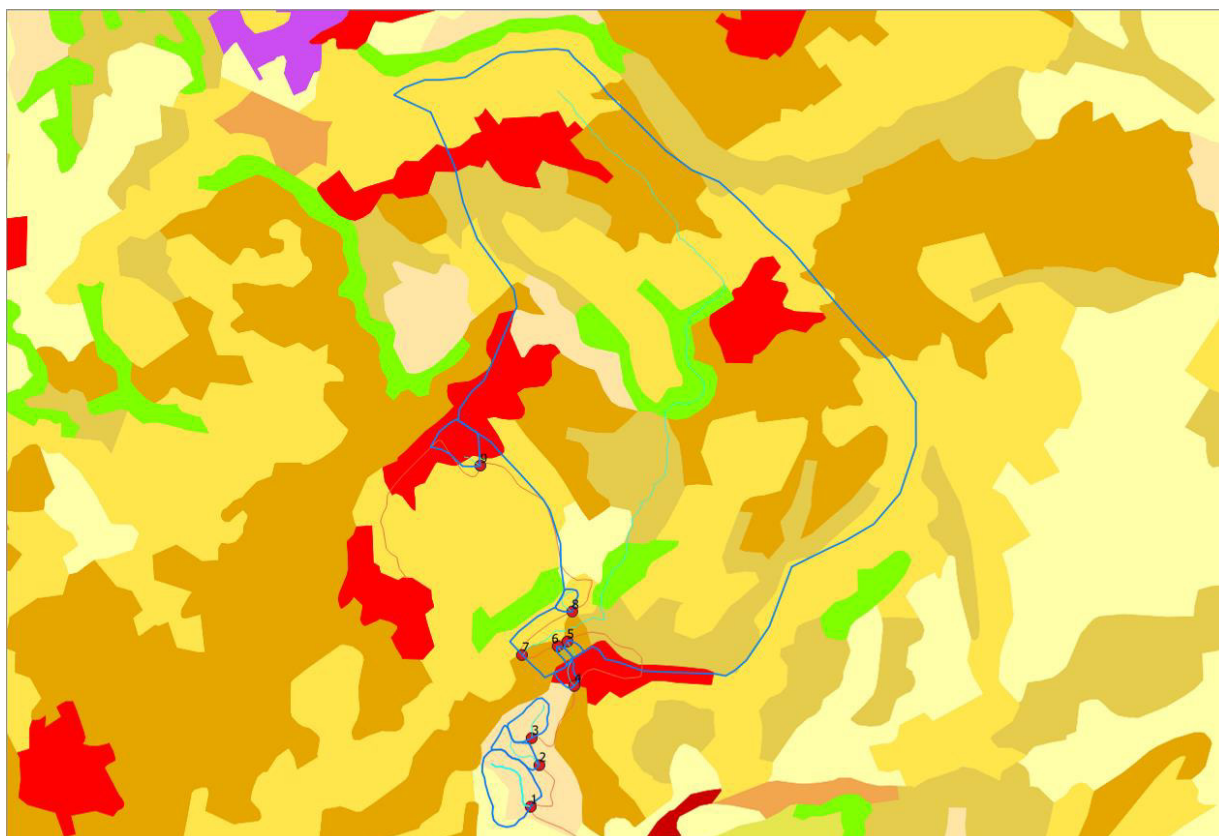


Figura 8: Carta dell'uso del suolo

Il CN è funzione della geologia, della litologia e dell'uso del suolo del bacino imbrifero e, per la Calabria, la sua determinazione è stata effettuata a partire dai valori rilasciati dalla Regione Calabria, per mezzo dell'ex Autorità Regionale di Bacino, in cui sono condensati i risultati degli studi morfologici che hanno portato alla determinazione delle mappe dei Curve Number per tutta la regione Calabria (Figura 9).

Questo documento risulta essere estremamente importante in quanto consente di ottenere un dato "ufficiale" da utilizzare nelle modellazioni idrologiche. Entrando nel dettaglio del bacino di interesse (Figura 10), attraverso gli strumenti GIS è stato possibile individuare il valor medio del CN dei bacini, altrimenti difficilmente determinabile data l'ampia variabilità delle caratteristiche geologiche e di uso del suolo.

I valori determinati dall'utilizzo di questa cartografia, quindi, rappresenta quello che in letteratura tecnica è chiamato CN(II); per poter considerare un valore del CN che tenga conto anche diverse condizioni di umidità, si applica la seguente relazione che consente il calcolo del CN(III):

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

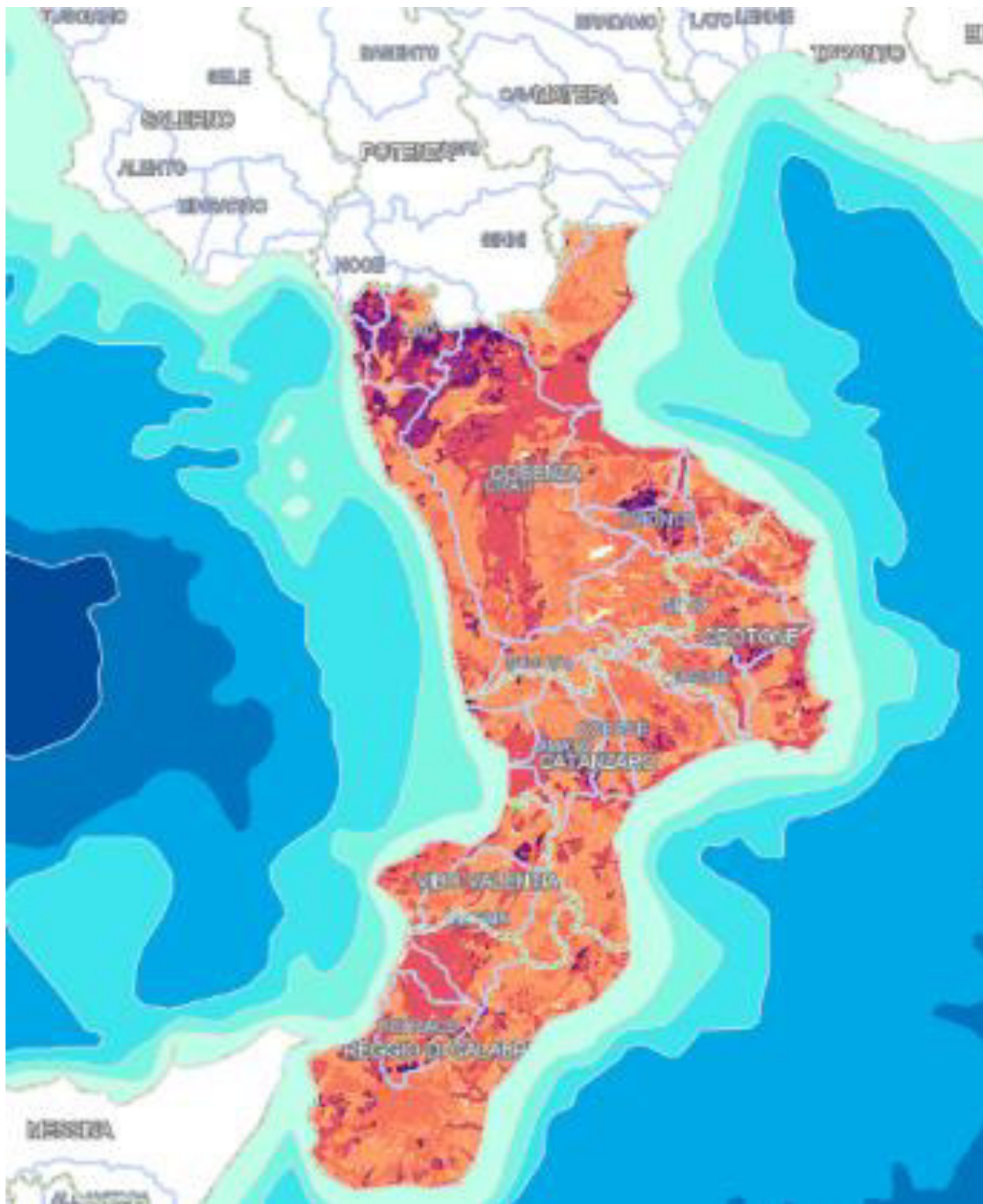


Figura 9: CN per l'intera Regione Calabria



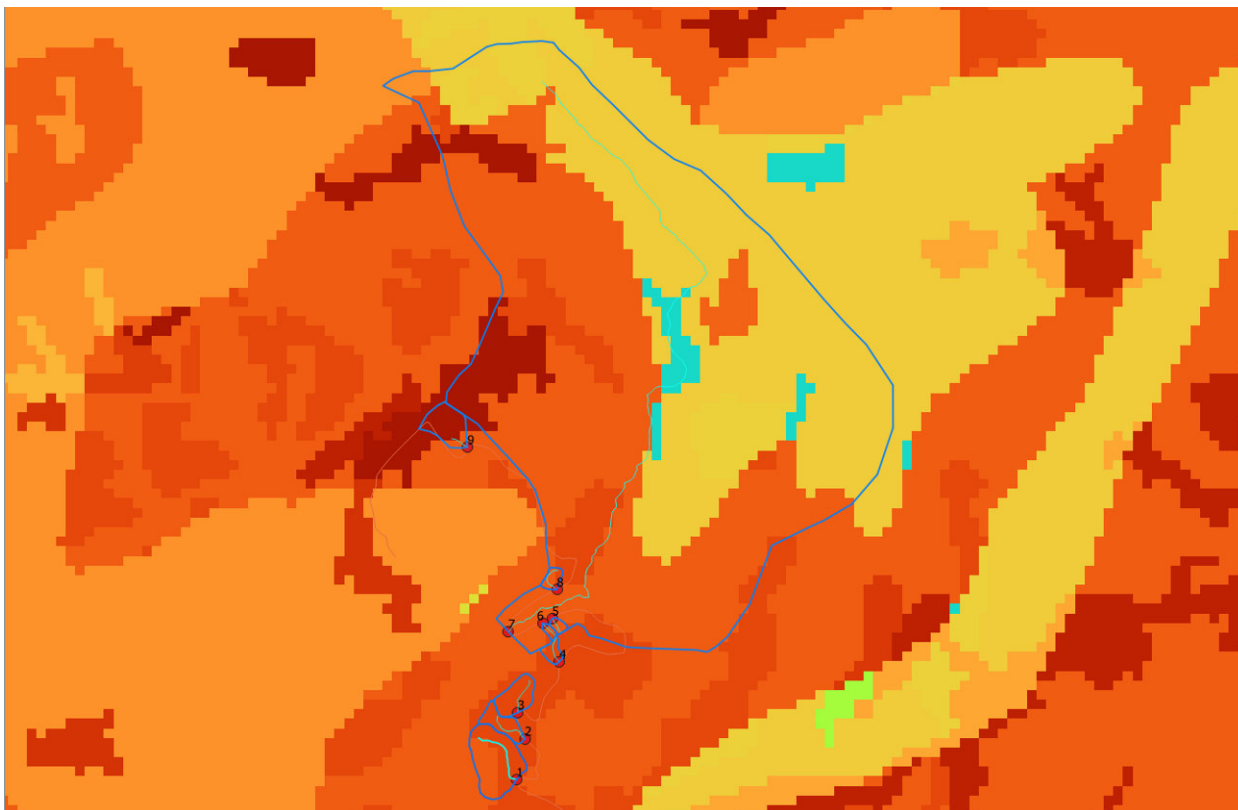


Figura 10: Determinazione del CURVE NUMBER per i bacini di interesse

4. LA FONTE DEI DATI PLUVIOMETRICI

L'analisi pluviometrica è stata condotta con il metodo VAPI, considerando la metodologia TCEV al terzo livello di regionalizzazione.

Il progetto VAPI per la stima delle portate di assegnato tempo di ritorno, per qualsiasi sezione del reticolo idrografico dei corsi d'acqua della Calabria, è riportato nel Rapporto Regionale Valutazione delle piene in Calabria (Versace et al., 1989).

Tutti i dati utilizzati nella realizzazione del rapporto Valutazione delle Piene in Calabria (1988) sono stati desunti dagli annali del Servizio Idrografico e Mareografico (SIMN) di Catanzaro.

Per quanto riguarda i valori massimi annuali delle precipitazioni giornaliere e di breve durata sono state utilizzate tutte le stazioni calabresi del compartimento di Catanzaro che hanno funzionato nel periodo 1916-1987. In particolare sono state prese in considerazione 278 stazioni munite di pluviometro e 125 di pluviografo. Il numero di dati presenti per ogni stazione varia notevolmente; con riferimento ai massimi annuali delle piogge giornaliere esso va da un minimo di 6 (Sella Entrata) ad un massimo di 52 (Torano Scalo, Longobucco, Trepidò, Albi, Catanzaro, Girifalco, Serra S. Bruno, Motta S. Giovanni, Reggio Calabria, Rogliano) mentre, i massimi annuali delle piogge di breve durata presentano un numero minore di anni di funzionamento; si va infatti da 2 (Rende) ad un massimo di 37 (Cittanova e Decollatura).

Per i massimi annuali delle piogge giornaliere le stazioni con il numero di dati (n) maggiore di 30 sono 176 per un totale di 8015 anni stazione, mentre quelle con i massimi annuali delle piogge brevi con $n > 20$ sono 49 per un totale di 1423 anni stazione.

Nella ipotesi che la Calabria possa essere considerata come una unica zona pluviometrica omogenea, si sono ottenute le seguenti stime TCEV-ML:



$$\theta_*=0.418$$

$$\Lambda_*=2.154$$

Al secondo livello di regionalizzazione è stato verificato che la Calabria può essere suddivisa in 3 sottozone omogenee, denominate rispettivamente: Tirrenica, Centrale, Ionica e caratterizzate dai valori di Λ_1 riportati nella seguente Figura 1.

Tabella 1: Parametri delle sottozone omogenee

Sottozona	θ_*	Λ_*	$\hat{\Lambda}_1$	η
Tirrenica	2.154	0.418	48.914	5.173
Centrale			22.878	4.414
Ionica			10.987	3.681

Fissati i parametri di forma e di scala della distribuzione di probabilità cumulata (DPC) all'interno della SZO pluviometrica omogenea previamente identificata, resta univocamente determinata la relazione fra periodo di ritorno T e valore del coefficiente di crescita KT:

Equation 1: Fattore di crescita

$$T = \frac{1}{1 - F_K(k)} = \frac{1}{1 - \exp(-\Lambda_1 e^{-\eta k} - \Lambda_* \Lambda_1^{1/\theta_*} e^{-\eta k/\theta_*})}$$

Più utile dal punto di vista pratico è la forma inversa della precedente equazione per cui, fissato un valore T del periodo di ritorno, si ricava il corrispondente valore del coefficiente di crescita KT. Per la distribuzione TCEV tale relazione non è analiticamente ottenibile. Si riportano di seguito, in Tabella 2, i valori di KT ottenuti numericamente dalla precedente equazione per alcuni valori del periodo di ritorno.

Tabella 2: Fattore di crescita in funzione dei tempi di ritorno

T .anni)	2	5	10	20	25	40	50	100	200	500	1000
K_T (Tirreno)	0.92	1.22	1.45	1.69	1.78	1.95	2.04	2.32	2.60	2.98	3.27
K_T (Centrale)	0.91	1.26	1.53	1.81	1.91	2.12	2.22	2.54	2.87	3.32	3.65
K_T (Ionio)	0.89	1.31	1.63	1.97	2.09	2.34	2.46	2.85	3.25	3.78	4.18

Il terzo livello di regionalizzazione consiste nella individuazione di legami tra valori medi delle serie storiche ed i parametri geografici che caratterizzano le località in cui sono installate le stazioni di misura. Nel caso della Calabria si è stata osservata, all'interno di aree omogenee, una buona relazione tra la media annuale dei massimi giornalieri e la quota. Si è pertanto ipotizzato che l'intera regione possa essere suddivisa in aree omogenee in ciascuna delle quali esiste una correlazione tra i valori della media del massimo annuale dell'altezza di precipitazione giornaliera $m[hg]$ e la quota sul mare Z, h, del tipo.

$$m[hg] = C Z + D$$

n cui C e D sono due parametri variabili da area ad area. Nel caso della Calabria sono state individuate 13 aree pluviometriche omogenee (APO) i cui coefficienti sono riportati in Tabella 3.



Tabella 3: Aree pluviometriche omogenee

Area Pluviometrica Omogenea		a	c	d
T1	(Pollino)	27.79	0.00014	1.907
T2	(Sila grande – sottozona tirrenica)	23.75	0.00021	1.683
T3	(Alto e medio Tirreno)	26.61	0.00022	1.769
T4	(Stretto)	26.73	0.00028	1.736
C1	(Basso Crati)	21.73	0.00049	1.690
C2	(Sila grande – sottozona centrale)	23.75	0.00021	1.683
C3	(Sila greca)	31.02	0.00016	1.951
C4	(Sila piccola)	33.22	0.00032	1.840
C5	(Serre orientali)	34.99	0.00036	1.815
I1	(Alto Ionio)	24.37	0.00026	1.778
I2	(Marchesato)	30.97	0.00025	1.922
I3	(Medio e basso Ionio)	39.58	0.00043	1.953
I4	(Aspromonte merid.)	34.13	0.00027	1.817

Se si analizzano i valori delle medie del massimo annuale dell'altezza di pioggia di durata d, $m[h(d)]$, relative alle diverse stazioni che ricadono in un'APO, si nota che per ogni stazione esista, per d compreso tra 1 e 24 ore un legame del tipo:

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

essendo a ed n due parametri variabili da sito a sito. Si è notato, inoltre, che il rapporto:

$$r = m[h_g] / m[h(24)]$$

relative ad uno stesso periodo di funzionamento, comprendente cioè solo gli anni per cui sono disponibili entrambi i valori, varia molto poco passando da una stazione all'altra. Nel caso della Calabria r è distribuito normalmente con media 0.875 e scarto quadratico medio 0.031. Si può quindi utilizzare l'informazione ben più ampia disponibile sulle precipitazioni giornaliere anche per sviluppare il terzo livello dell'analisi regionale delle piogge brevi. Più precisamente assumendo che

$m[h(1)]$, e quindi il parametro a è costante in ciascuna delle aree omogenee e pari al valor medio pesato con gli anni di funzionamento degli x1 relativi alle serie con N>20.

il rapporto r sia costante in tutta la regione e pari a 0.875;

in ogni stazione vale $r = m[h_g] / m[h(24)]$

ricordando che in ciascuna area omogenea è nota la relazione $m[hg] = C Z + D$, si ottiene:

$$n = \frac{C Z + D + \text{Log } r - \text{Log } a}{\text{Log } 24}$$

Il bacino idrografico è ubicato all'interno dell'area pluviometrica omogenea T3 (Figura 11). Dal rapporto VAPI è possibile determinare gli elementi caratteristici delle aree pluviometriche omogenee (Tabella 4) e i coefficienti di crescita in funzione dei tempi di ritorno (Tabella 5).



Figura 11: Carta delle aree pluviometriche omogenee VAPI

Tabella 4: Elementi caratteristici delle aree pluviometriche omogenee

Area Pluviometrica Omogenea		a	c	d
T1	(Pollino)	27.79	0.00014	1.907
T2	(Sila grande – sottozona tirrenica)	23.75	0.00021	1.683
T3	(Alto e medio Tirreno)	26.61	0.00022	1.769
T4	(Stretto)	26.73	0.00028	1.736
C1	(Basso Crati)	21.73	0.00049	1.690
C2	(Sila grande – sottozona centrale)	23.75	0.00021	1.683
C3	(Sila greca)	31.02	0.00016	1.951
C4	(Sila piccola)	33.22	0.00032	1.840
C5	(Serre orientali)	34.99	0.00036	1.815
I1	(Alto Ionio)	24.37	0.00026	1.778
I2	(Marchesato)	30.97	0.00025	1.922
I3	(Medio e basso Ionio)	39.58	0.00043	1.953
I4	(Aspromonte merid.)	34.13	0.00027	1.817

Tabella 5: Valori dei coefficienti di crescita per le piogge

T .anni)	2	5	10	20	25	40	50	100	200	500	1000
K _T (Tirreno)	0.92	1.22	1.45	1.69	1.78	1.95	2.04	2.32	2.60	2.98	3.27
K _T (Centrale)	0.91	1.26	1.53	1.81	1.91	2.12	2.22	2.54	2.87	3.32	3.65
K _T (Ionio)	0.89	1.31	1.63	1.97	2.09	2.34	2.46	2.85	3.25	3.78	4.18



Applicando alle equazioni i coefficienti sopra indicati, si determina l'andamento delle curve di possibilità climatica per i tempi di ritorno analizzati.

5. TRASFORMAZIONE AFFLUSSI-DEFLUSSI

Una volta determinate i parametri della curva di possibilità climatica riferita ai tempi di ritorno d'interesse, si è passati all'analisi morfologica di bacino per la determinazione del tempo di corrivazione.

Nelle seguenti tabelle e figure sono riassunti i dati morfometrici e il calcolo del tempo di corrivazione dei bacini.

Il tempo di corrivazione è stato determinato con l'ausilio delle seguenti relazioni.

La formula di Giandotti prevede che il tempo di corrivazione sia calcolato con la seguente relazione:

$$t_c = \frac{4\sqrt{S} + 1.5 * L}{0.8 * \sqrt{H_{med} - H_{min}}} \quad \text{Viparelli è:}$$

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

La formula di Pezzoli prevede:

$$t_c = 0.055 * \frac{L}{\sqrt{i}}$$

La formula di Casini:

$$t_c = 0.108 * \frac{(S * L)^{1/3}}{\sqrt{i}} \quad \text{Rich:}$$

$$t_c = 0.066 * L^{0.77} \left[\frac{1000 * L}{0.8 * (H_{max} - H_{min})} \right]^{0.385}$$

H_M è l'altitudine media del bacino espressa in m sul medio mare;

L è la lunghezza dell'asta principale del bacino espressa in km;

S è l'estensione del Bacino, espressa in km^2 .

i : è la pendenza media del bacino;

H_{max} è la quota massima del bacino;

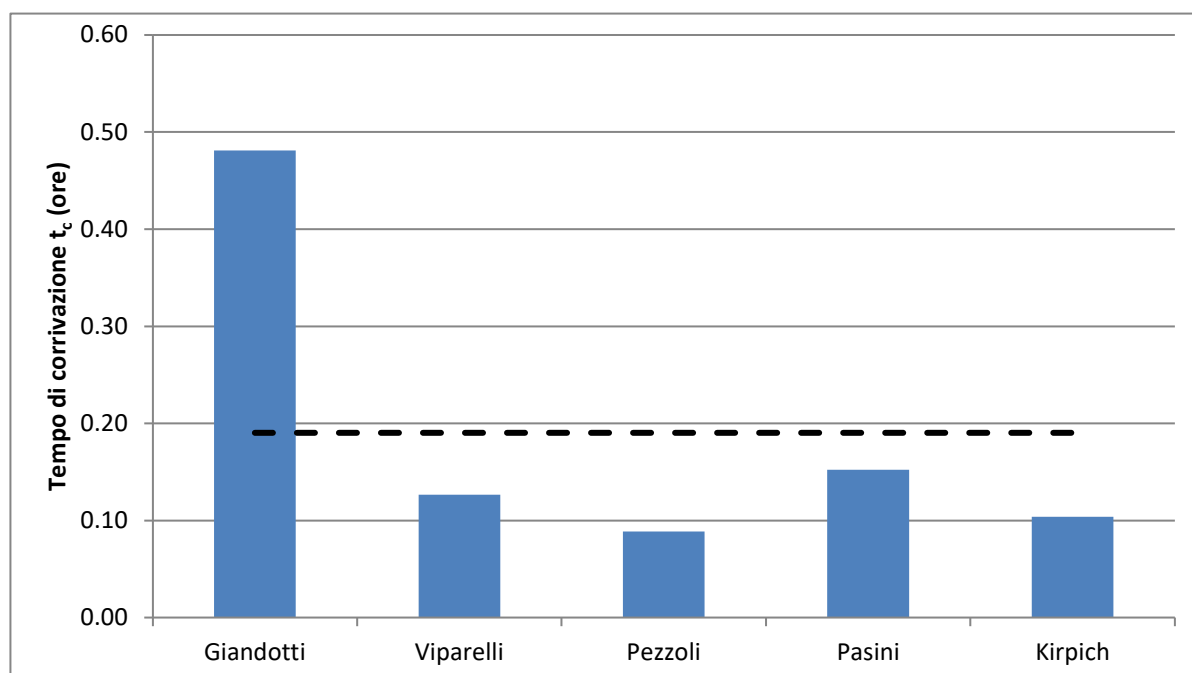
H_{min} è la quota minima del bacino riferito alla sezione di chiusura;





A	0.31	km ²	Area del bacino sotteso
L	0.68	km	Lunghezza dell'asta principale
P	2.17	km	Perimetro del bacino
H _{min}	132.98	m s.m.m.	Quota minima del bacino
H _{max}	255.37	m s.m.m.	Quota massima del bacino
H _{med}	204.48	m s.m.m.	Quota media del bacino
i _b	0.179		Pendenza media del bacino
CALCOLO DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE			
t _c	0.48	ore	Giandotti
t _c	0.13	ore	Viparelli
t _c	0.09	ore	Pezzoli
t _c	0.15	ore	Pasini
t _c	0.10	ore	Kirpich
t _c	0.19	ore	tempo di corrivazione medio

Figura 12: Parametri morfometrici del bacino e calcolo del tempo di corrivazione - PUNTO P1





A	0.09	km ²	Area del bacino sotteso
L	0.45	km	Lunghezza dell'asta principale
P	1.46	km	Perimetro del bacino
H _{min}	163.34	m s.m.m.	Quota minima del bacino
H _{max}	254.02	m s.m.m.	Quota massima del bacino
H _{med}	214.86	m s.m.m.	Quota media del bacino
i _b	0.203		Pendenza media del bacino
CALCOLO DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE			
t _c	0.32	ore	Giandotti
t _c	0.08	ore	Viparelli
t _c	0.05	ore	Pezzoli
t _c	0.08	ore	Pasini
t _c	0.07	ore	Kirpich
t _c	0.12	ore	tempo di corrivazione medio

Figura 13: Parametri morfometrici del bacino e calcolo del tempo di corrivazione - PUNTO P2

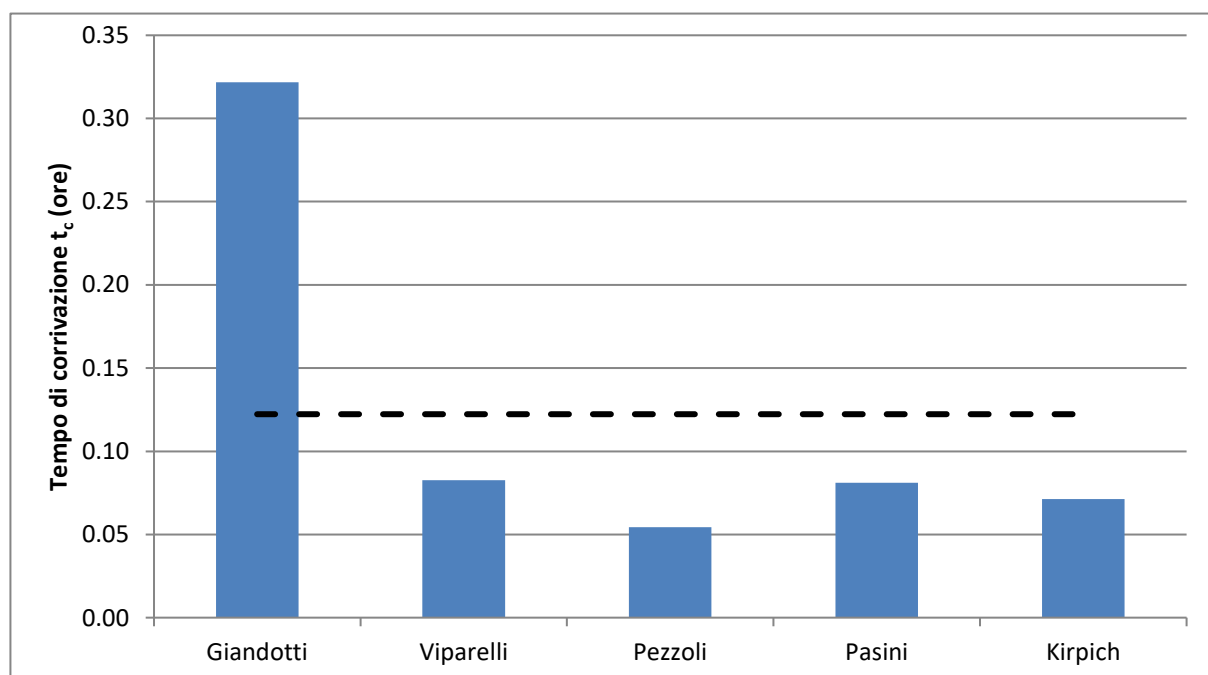


Figura 14: Tempo di corrivazione per il PUNTO P2



A	0.12	km ²	Area del bacino sotteso
L	0.38	km	Lunghezza dell'asta principale
P	1.36	km	Perimetro del bacino
H _{min}	177.79	m s.m.m.	Quota minima del bacino
H _{max}	258.84	m s.m.m.	Quota massima del bacino
H _{med}	223.82	m s.m.m.	Quota media del bacino
i _b	0.216		Pendenza media del bacino
CALCOLO DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE			
t _c	0.36	ore	Giandotti
t _c	0.07	ore	Viparelli
t _c	0.04	ore	Pezzoli
t _c	0.08	ore	Pasini
t _c	0.06	ore	Kirpich
t _c	0.12	ore	tempo di corrivazione medio

Figura 15 Parametri morfometrici del bacino e calcolo del tempo di corrivazione - PUNTO P3

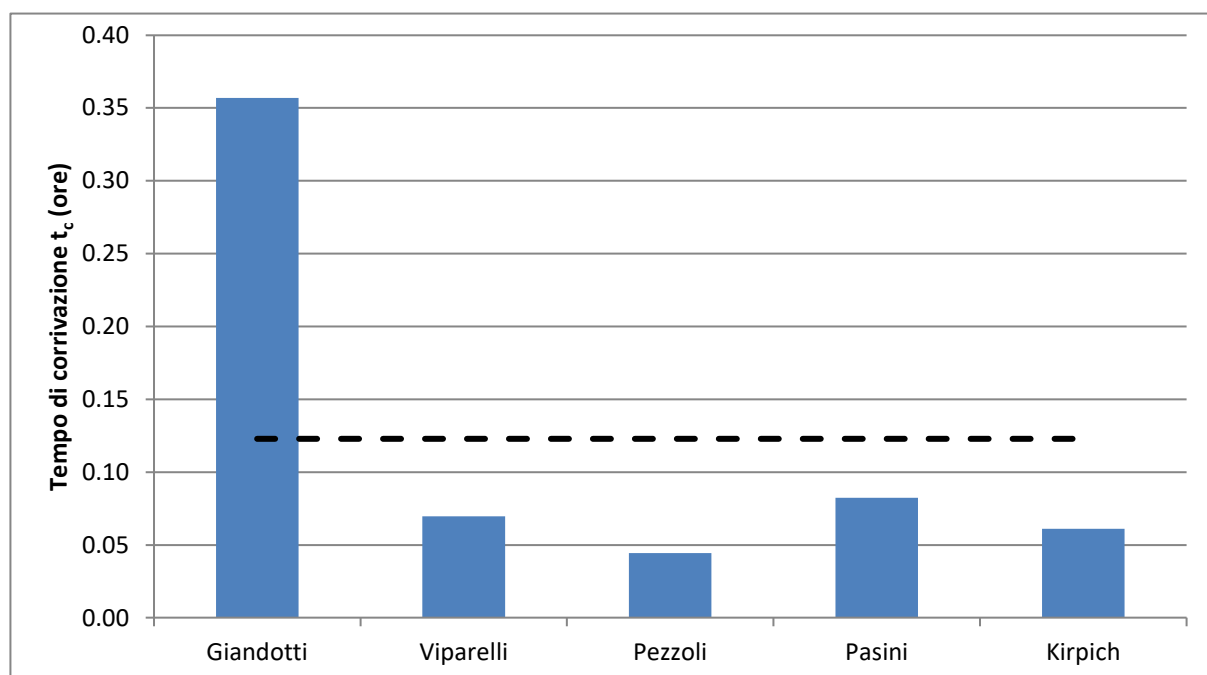


Figura 16: Tempo di corrivazione per il PUNTO P3



A	0.04	km ²	Area del bacino sotteso
L	0.29	km	Lunghezza dell'asta principale
P	0.82	km	Perimetro del bacino
H _{min}	231.72	m s.m.m.	Quota minima del bacino
H _{max}	251.79	m s.m.m.	Quota massima del bacino
H _{med}	248.18	m s.m.m.	Quota media del bacino
i _b	0.070		Pendenza media del bacino
CALCOLO DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE			
t _c	0.37	ore	Giandotti
t _c	0.05	ore	Viparelli
t _c	0.06	ore	Pezzoli
t _c	0.09	ore	Pasini
t _c	0.08	ore	Kirpich
t _c	0.13	ore	tempo di corrivazione medio

Figura 17: Parametri morfometrici del bacino e calcolo del tempo di corrivazione - PUNTO P4

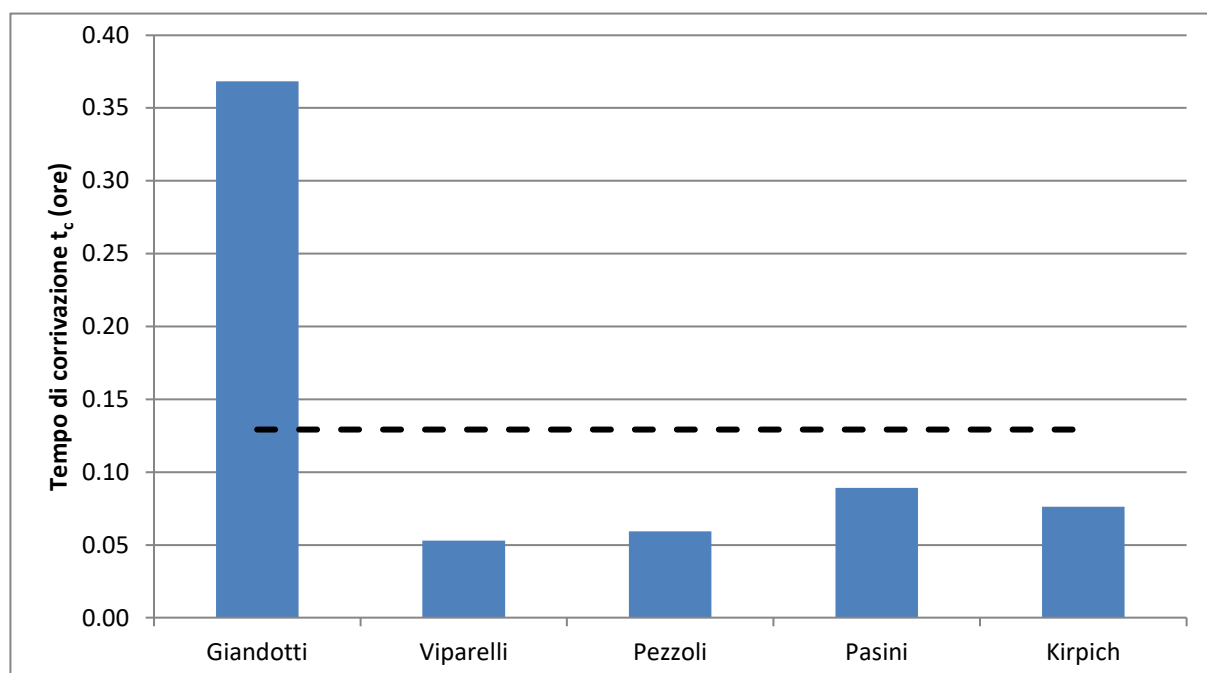


Figura 18: Tempo di corrivazione per il PUNTO P4



A	0.02	km ²	Area del bacino sotteso
L	0.17	km	Lunghezza dell'asta principale
P	0.56	km	Perimetro del bacino
H _{min}	197.88	m s.m.m.	Quota minima del bacino
H _{max}	255.32	m s.m.m.	Quota massima del bacino
H _{med}	237.26	m s.m.m.	Quota media del bacino
i _b	0.346		Pendenza media del bacino
CALCOLO DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE			
t _c	0.16	ore	Giandotti
t _c	0.03	ore	Viparelli
t _c	0.02	ore	Pezzoli
t _c	0.03	ore	Pasini
t _c	0.03	ore	Kirpich
t _c	0.05	ore	tempo di corrivazione medio

Figura 19: Parametri morfometrici del bacino e calcolo del tempo di corrivazione - PUNTO P5

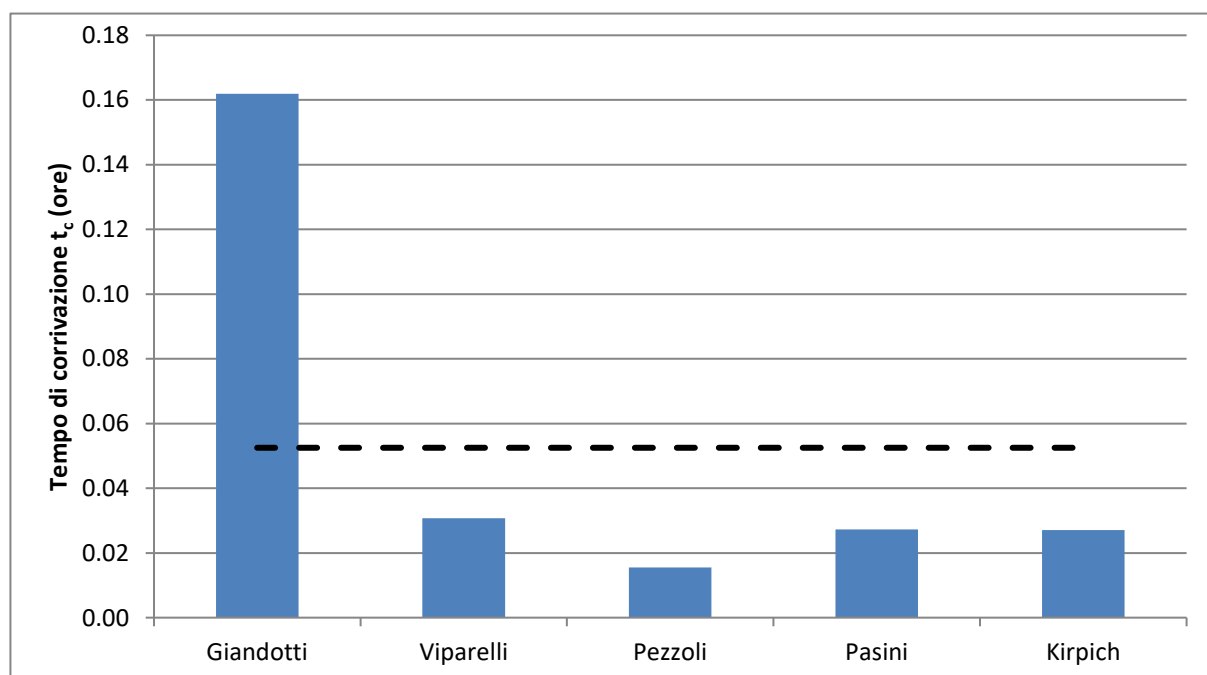


Figura 20: Tempo di corrivazione per il PUNTO P5



A	0.01	km ²	Area del bacino sotteso
L	0.18	km	Lunghezza dell'asta principale
P	0.53	km	Perimetro del bacino
H _{min}	197.71	m s.m.m.	Quota minima del bacino
H _{max}	251.66	m s.m.m.	Quota massima del bacino
H _{med}	236.14	m s.m.m.	Quota media del bacino
i _b	0.295		Pendenza media del bacino
CALCOLO DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE			
t _c	0.15	ore	Giandotti
t _c	0.03	ore	Viparelli
t _c	0.02	ore	Pezzoli
t _c	0.03	ore	Pasini
t _c	0.03	ore	Kirpich
t _c	0.05	ore	tempo di corrivazione medio

Figura 21: Parametri morfometrici del bacino e calcolo del tempo di corrivazione - PUNTO P6

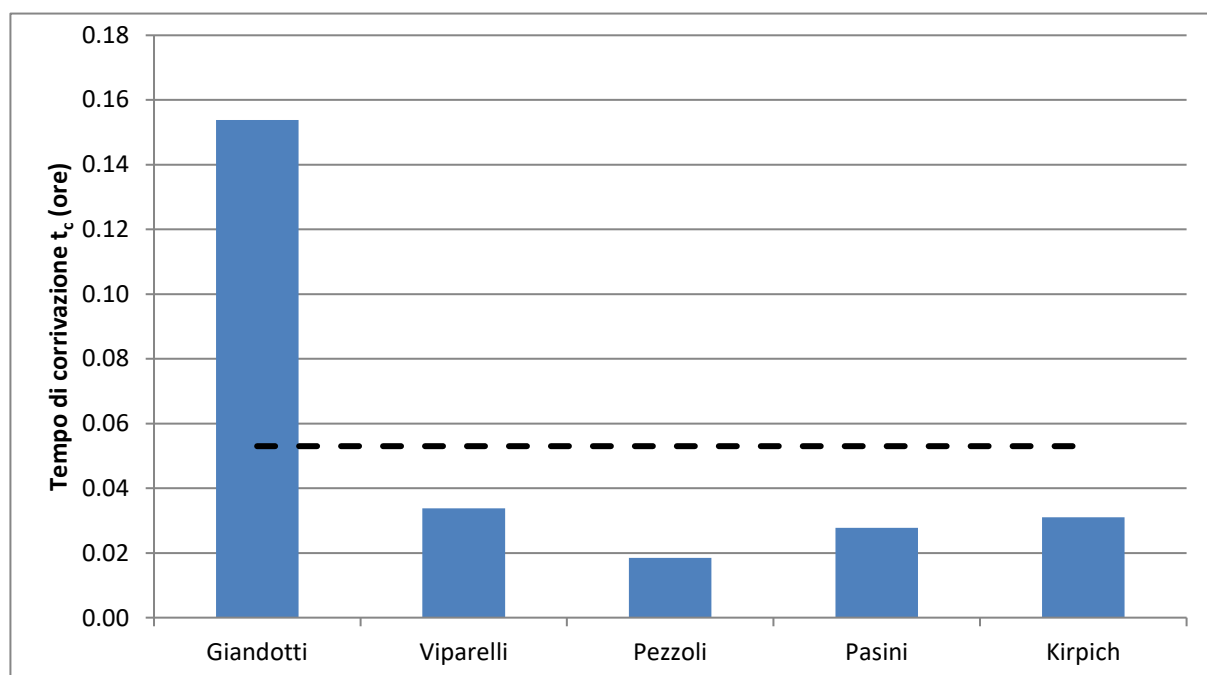


Figura 22: Tempo di corrivazione per il PUNTO P6



A	18.84	km ²	Area del bacino sotteso
L	7.97	km	Lunghezza dell'asta principale
P	20.00	km	Perimetro del bacino
H _{min}	154.40	m s.m.m.	Quota minima del bacino
H _{max}	507.01	m s.m.m.	Quota massima del bacino
H _{med}	304.33	m s.m.m.	Quota media del bacino
i _b	0.044		Pendenza media del bacino
CALCOLO DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE			
t _c	2.99	ore	Giandotti
t _c	1.48	ore	Viparelli
t _c	2.08	ore	Pezzoli
t _c	2.73	ore	Pasini
t _c	1.18	ore	Kirpich
t _c	2.09	ore	tempo di corrvazione medio

Figura 23: Parametri morfometrici del bacino e calcolo del tempo di corrvazione - PUNTO P7 (Torrente Incirenato)

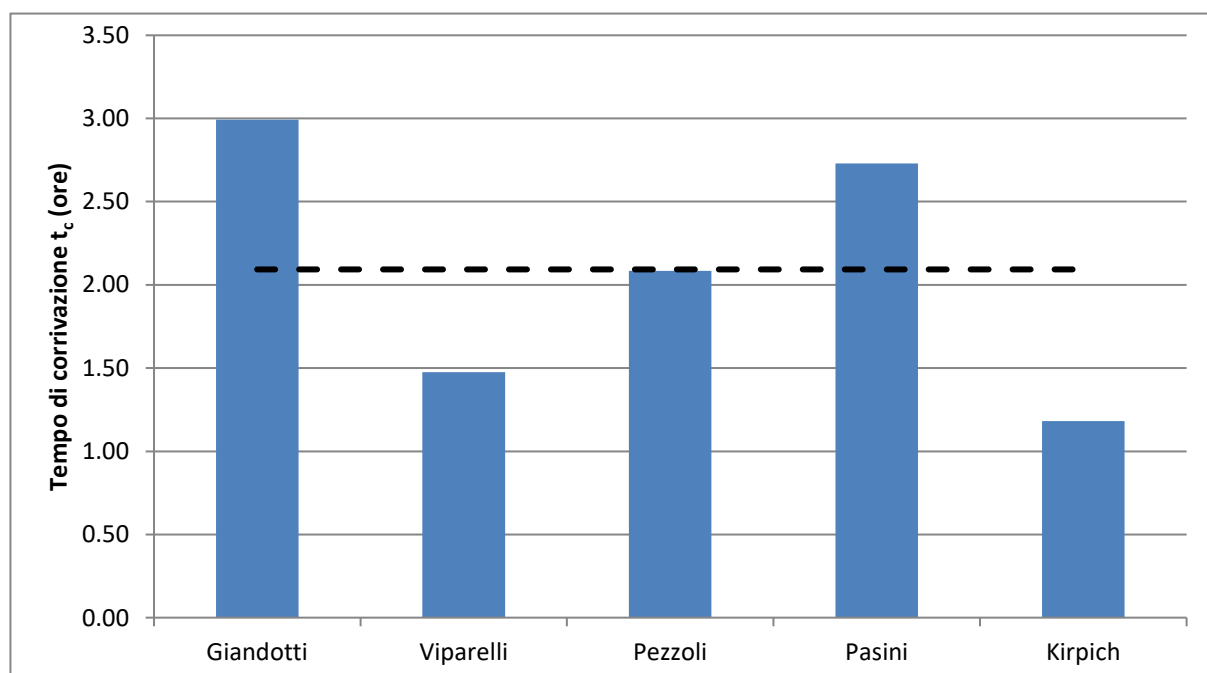


Figura 24: Tempo di corrvazione per il PUNTO P7 (Torrente Incirenato)



A	0.04	km ²	Area del bacino sotteso
L	0.32	km	Lunghezza dell'asta principale
P	0.73	km	Perimetro del bacino
H _{min}	201.94	m s.m.m.	Quota minima del bacino
H _{max}	230.04	m s.m.m.	Quota massima del bacino
H _{med}	223.65	m s.m.m.	Quota media del bacino
i _b	0.087		Pendenza media del bacino
CALCOLO DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE			
t _c	0.33	ore	Giandotti
t _c	0.06	ore	Viparelli
t _c	0.06	ore	Pezzoli
t _c	0.08	ore	Pasini
t _c	0.08	ore	Kirpich
t _c	0.12	ore	tempo di corrivazione medio

Figura 25: Parametri morfometrici del bacino e calcolo del tempo di corrivazione - PUNTO P8

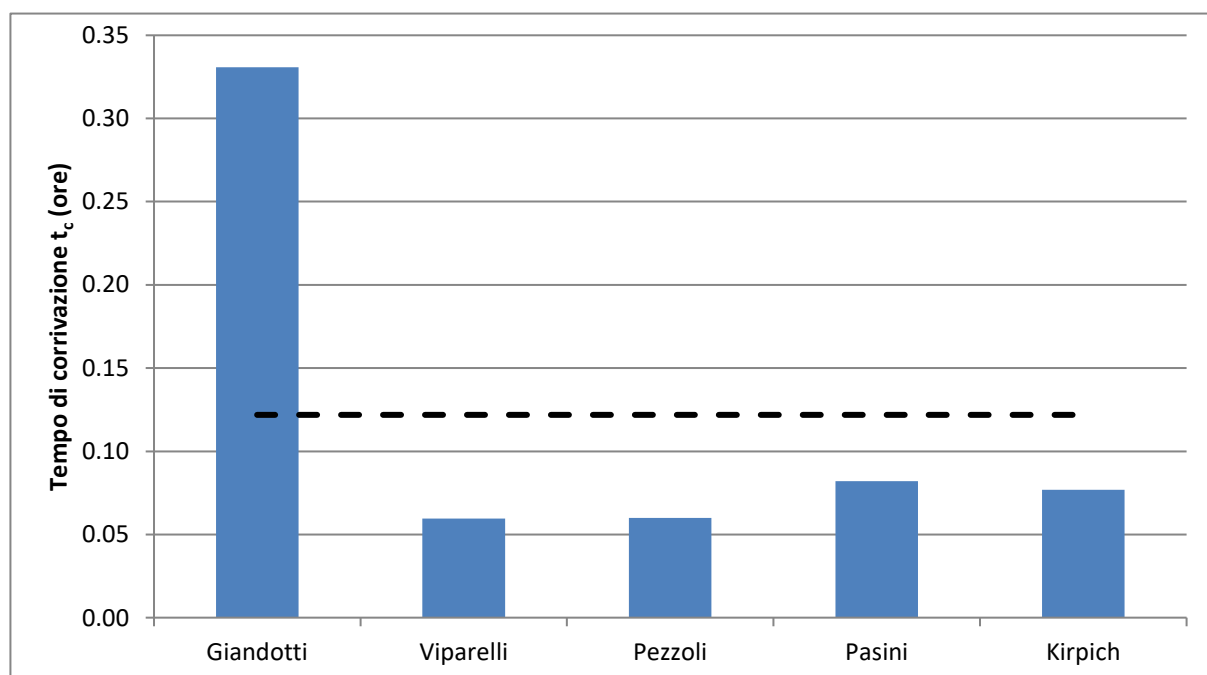


Figura 26: Tempo di corrivazione per il PUNTO P8



A	0.15	km ²	Area del bacino sotteso
L	0.19	km	Lunghezza dell'asta principale
P	1.55	km	Perimetro del bacino
H _{min}	320.97	m s.m.m.	Quota minima del bacino
H _{max}	361.60	m s.m.m.	Quota massima del bacino
H _{med}	350.75	m s.m.m.	Quota media del bacino
i _b	0.209		Pendenza media del bacino
CALCOLO DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE			
t _c	0.42	ore	Giandotti
t _c	0.04	ore	Viparelli
t _c	0.02	ore	Pezzoli
t _c	0.07	ore	Pasini
t _c	0.04	ore	Kirpich
t _c	0.12	ore	tempo di corrvazione medio

Figura 27: Parametri morfometrici del bacino e calcolo del tempo di corrvazione - PUNTO P9

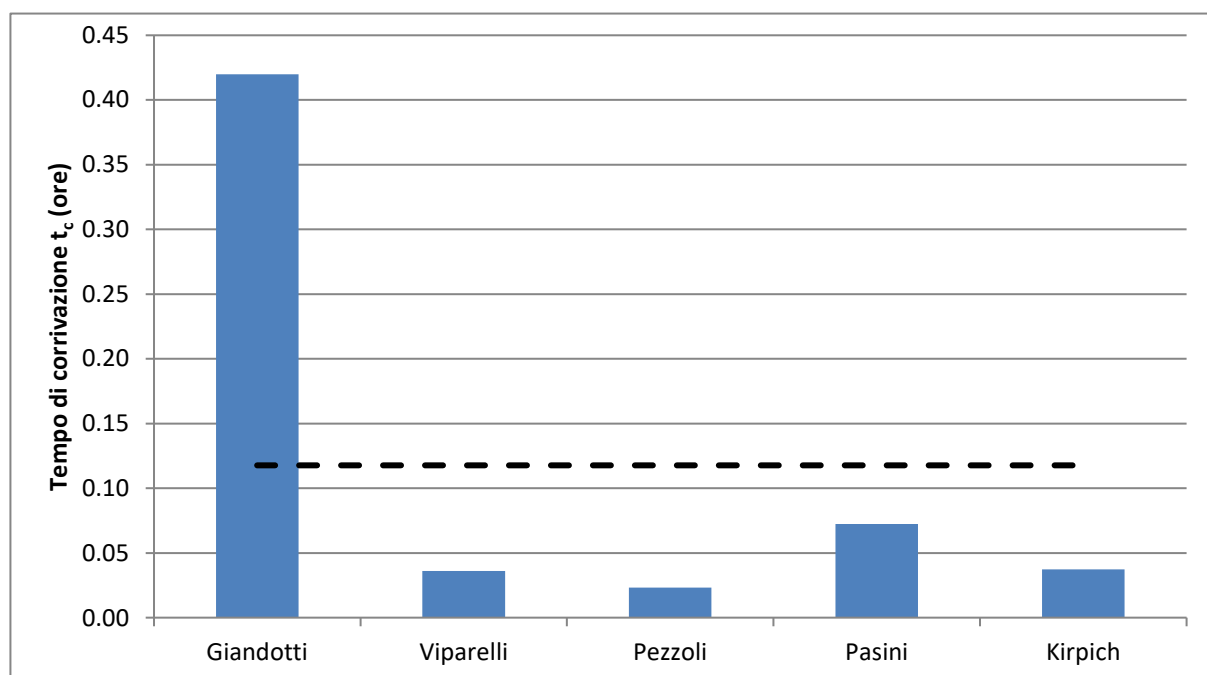


Figura 28: Tempo di corrvazione per il PUNTO P9

Per i bacini più piccoli, che hanno tempi di corrvazione abbondantemente inferiori all'ora, si è applicata la metodologia di seguito descritta per ricavare i parametri delle curve di possibilità



5.1 I risultati per le piogge brevi e intense di durata minore dell'ora

Per quanto riguarda le precipitazioni di notevole intensità e breve durata, riferite a 15, 20 e 30 minuti, come si accennava in precedenza, l'area oggetto di intervento non è munita di pluviometri e, quindi, è stato necessario appoggiarsi a pluviometri più distanti, tenendo conto del fatto che *i rapporti fra le altezze di durata molto breve e l'altezza oraria sono relativamente poco dipendenti dalla località* (Bell, 1969 in Sistemi di Fognatura. Manuale di progettazione, CSDU-HOEPLI). Per poter modellare adeguatamente l'area in esame sono state individuate le stazioni pluviometriche più vicine, che contengono dati inferiori all'ora sufficientemente affidabili e, quindi, analizzati i dati.

La stazione pluviometrica di Mileto rappresenta quella ottimale per la determinazione di questi parametri.

Al fine di individuare la curva di possibilità pluviometrica adeguata alle piogge inferiori all'ora, si è allora utilizzata la procedura proposta da Ferro V. (La sistemazione dei Bacini Idrografici, 2002, Mc Graw-Hill – ISBN 88-386-0895-4) per legare le piogge di durata un'ora alle piogge di durata inferiore all'ora.

Ferro ha proposto la seguente legge di potenza:

$$\frac{h_t}{h_{60}} = \left(\frac{t}{60}\right)^s,$$

dove

t (minuti) è la durata della precipitazione d'interesse;

h_t (mm) è l'altezza di pioggia di durata t;

h₆₀ (mm) è l'altezza di pioggia di durata 60 minuti;

s è un coefficiente adimensionale che si ricava dalla conoscenza dei dati locali.

Per ciascuna delle stazioni precedentemente individuate si è riusciti a completare un'elaborazione affidabile legando i dati di pioggia di durata 15, 20 e 30 minuti con i dati di un'ora corrispondenti agli stessi anni di osservazione.

Si è proceduto come segue:

per ciascuna durata inferiore all'ora (t = 10, 20 e 30 minuti), si sono isolati i dati di quella durata t e di durata un'ora, negli stessi anni di osservazione;

i dati sono stati ordinati in ordine crescente;

è stato fissato un valore di s;

è stato calcolato il valore di h_t e confrontato con i dati reali;

è stato modificato il valore di s in modo che risultasse minimo lo scarto fra dati misurati e dati calcolati nelle tre durate inferiori all'ora;

sono stati costruiti i grafici (h_t misurata) vs. (h_t calcolata) per ciascuna durata e si è verificato che i dati si disponessero al meglio lungo la bisettrice.

In questo modo il valore di s è stato tarato per ciascuna stazione, utilizzando per l'area oggetto di interesse un valore medio dei tre calcolati; è stato, così, possibile ricavare i valori di h per ciascuna durata inferiore all'ora, certi di avere una rappresentazione pluviometrica il più possibile corretta.

Nelle successive Tabella 6, Tabella 7 e Tabella 8, e Figura 29, Figura 30 e Figura 31, sono riportati i risultati delle elaborazioni effettuate per la stazione di Mileto con evidenziati gli scarti percentuali fra valori calcolati



e valori misurati e i grafici di corrispondenza dei dati rispetto alla bisettrice, mentre in Figura 32 è riportato lo scarto percentuale in funzione del valore di “s”, da cui si è ricavato il miglior valore di s per la stazione di riferimento.

Per la stazione di Mileto, il valore più performante è $s=0.41$, con uno scarto percentuale del 14.23%.



Tabella 6: Elaborazioni per le piogge di durata 15 minuti – Stazione di Mileto

valori misurati		calcolati	scarto %
15 min	60 min	15 min	
23.6	46.2	24.08	2.02%
19	29	15.12	22.77%
15.6	34.8	18.14	15.05%
16	19.2	10.01	46.08%
17	24.2	12.61	29.62%
15.8	29.6	15.43	2.38%
17.6	37.8	19.70	11.27%
19.8	30.8	16.05	20.90%
8.6	15.8	8.24	4.33%
Valore medio dello scarto			17.16%

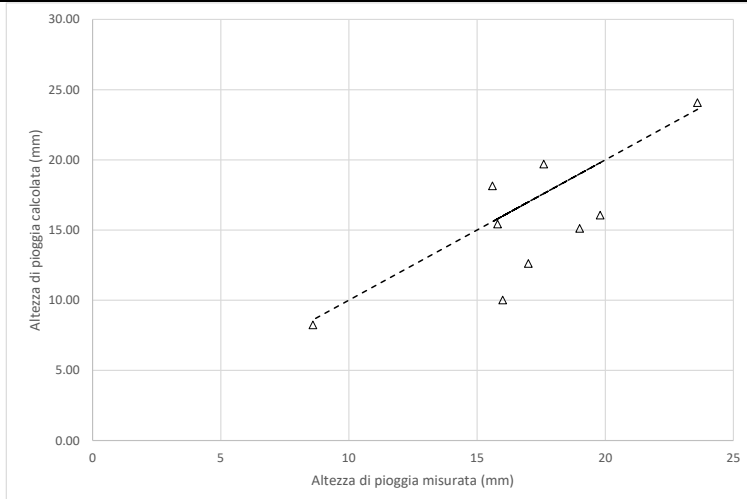


Figura 29: Grafico di corrispondenza h misurata - h calcolata per durata 15 minuti – stazione di Mileto

Tabella 7: Elaborazioni per le piogge di durata 20 minuti – Stazione di Mileto

valori misurati		calcolati	scarto %
20 min	60 min	20 min	
27.6	46.2	27.57	0.12%
23.6	29	17.30	30.78%
19.4	34.8	20.77	6.80%
17.2	19.2	11.46	40.08%
18	24.2	14.44	21.95%
18.8	29.6	17.66	6.24%
21.2	37.8	22.56	6.19%
20.2	30.8	18.38	9.44%
9	15.8	9.43	4.64%
Valore medio dello scarto			14.03%

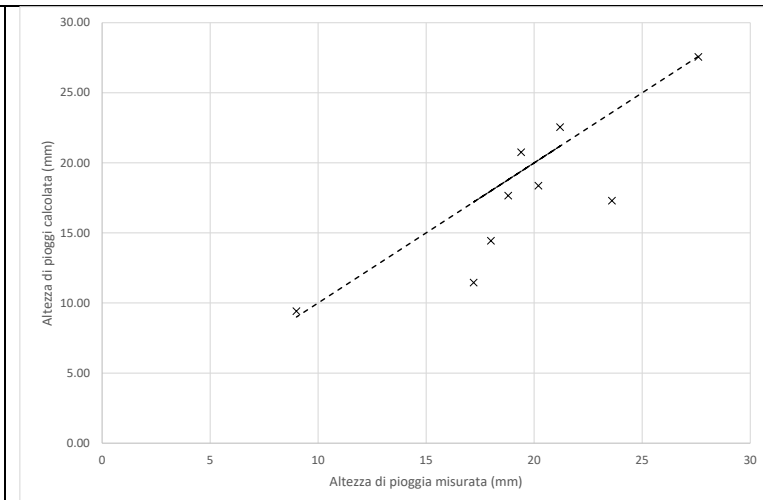


Figura 30: Grafico di corrispondenza h misurata - h calcolata per durata 20 minuti – stazione di Mileto

Tabella 8: Elaborazioni per le piogge di durata 30 minuti – Stazione di Mileto

valori misurati		calcolati	scarto %
30 min	60 min	30 min	
36.6	46.2	33.35	9.28%
27	29	20.94	25.30%
25	34.8	25.12	0.50%
19	19.2	13.86	31.27%
22.8	24.2	17.47	26.46%
24.6	29.6	21.37	14.05%
28.2	37.8	27.29	3.28%
20.2	30.8	22.24	9.60%
13	15.8	11.41	13.05%
Valore medio dello scarto			14.75%

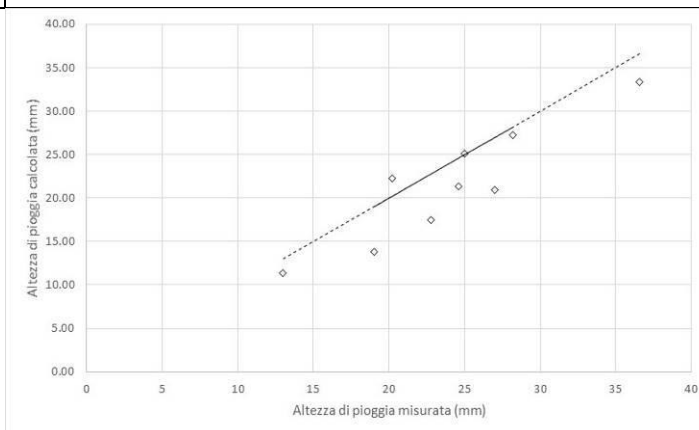


Figura 31: Grafico di corrispondenza h misurata - h calcolata per durata 30 minuti – stazione di Mileto

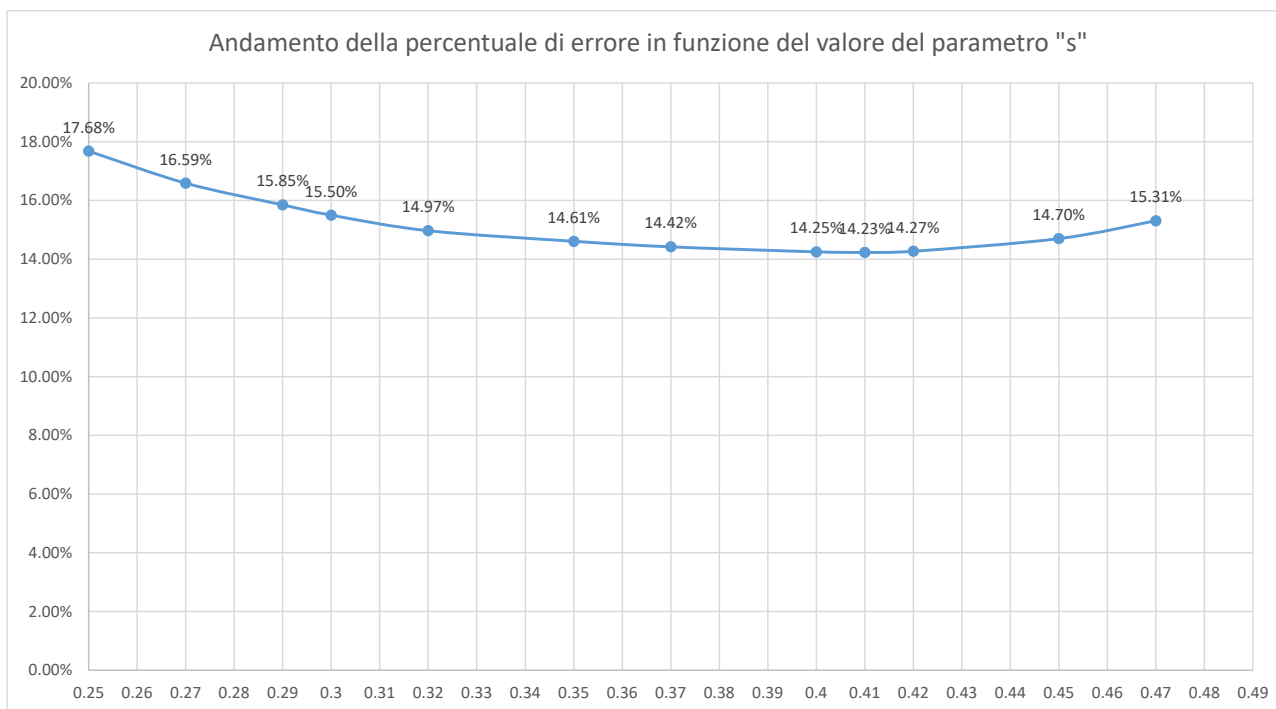


Figura 32: Andamento dello scarto percentuale in funzione del valore del parametro "s" – Stazione di Mileto

5.2 I dati morfologici e pluviometrici dei bacini

Una volta eseguite tutte le elaborazioni precedentemente descritte, i dati morfometrici e pluviometrici dei bacini sono stati riassunti nella successiva (Tabella 9).

Tabella 9: Dati morfometrici e pluviometrici dei bacini

Bacini	CNII	Sottoaree VAPI	H _{media} (m slm)	H _{min} (m slm)	H _{max} (m slm)	Area (km ²)	L _{Ast.Princ} (km)	Perimetro (m)	CNII o φ	t _{c medio} (ore)	a Tr=200anni	n Tr=200anni	Note
P1	-	C5	204.48	132.98	255.37	0.31	0.68	2.17	0.80	0.19	100.42	0.41	n per scrosci
P2	-	C5	214.86	163.34	254.02	0.09	0.45	1.46	0.80	0.12	100.42	0.41	n per scrosci
P3	-	C5	223.82	177.79	223.82	0.12	0.38	1.36	0.80	0.12	100.42	0.41	n per scrosci
P4	-	C5	248.18	231.72	248.18	0.04	0.29	0.82	0.80	0.13	100.42	0.41	n per scrosci
P5	-	C5	237.26	197.88	237.26	0.02	0.17	0.56	0.80	0.05	100.42	0.41	n per scrosci
P6	-	C5	236.14	197.71	236.14	0.01	0.18	0.53	0.80	0.05	100.42	0.41	n per scrosci
P7	70.92	C5	304.33	154.40	304.33	18.84	7.97	20.00	85.01	2.09	100.42	0.32	
P8	-	C5	223.65	201.94	223.65	0.04	0.32	0.73	0.80	0.12	100.42	0.41	n per scrosci
P9	-	C5	350.75	320.97	350.75	0.15	0.19	1.55	0.80	0.12	100.42	0.41	n per scrosci

5.3 La descrizione del modello SCS-CN

Il modello idrologico SCS-CN permette di simulare il deflusso superficiale in corrispondenza di una data precipitazione. Il processo di trasformazione afflussi-deflussi è suddiviso nelle seguenti fasi:

- Determinazione delle piogge nette;
- Trasformazione delle piogge nette in deflussi superficiali.

È necessario definire un pluviogramma, che viene considerato uniformemente distribuito sull'intero bacino. Le piogge nette si calcolano, a partire dal pluviogramma, secondo il metodo del Curve Number (CN) proposto dall'SCS (Soil Conservation Service). L'equazione di continuità:

$$R = P - S$$

dove:

R è il deflusso fino all'istante t (mm)





P è la precipitazione fino all'istante t (mm)

S sono le perdite fino all'istante t (mm)

viene modificata ipotizzando che vi sia una relazione di proporzionalità tra perdite S e massima altezza immagazzinabile nel terreno a saturazione, S' (mm):

$$\frac{S}{S'} = \frac{R}{P}$$

e assume la forma seguente:

$$R = \frac{P^2}{P + S'} [mm]$$

che definisce l'andamento nel tempo del deflusso R nota la precipitazione P e la massima infiltrazione S' .

Considerando che un'aliquota di P si invasa nelle depressioni superficiali o si infiltra prima che il deflusso abbia inizio, si può scrivere:

$$R = \frac{(P - Ia)^2}{P - Ia + S'} [mm]$$

essendo Ia (mm) la perdita iniziale (*Initial abstraction*).

L'unico parametro del modello risulta quindi essere l'altezza massima immagazzinabile nel terreno a saturazione S' (mm), che si ricava dalla seguente formula:

$$S' = \frac{25400}{CN} - 254$$

dove CN (*Curve Number*) è un indice compreso tra 0 e 100 fornito dalle tabelle SCS in funzione del tipo di terreno, dell'utilizzazione del suolo e delle condizioni antecedenti di umidità.

La trasformazione afflussi-deflussi, quindi, è ottenuta tramite l'idrogramma unitario SCS (1972) riportato in Figura 33, che richiede come unico parametro il tempo t_{LAG} (ore) pari al ritardo tra il baricentro del diagramma delle piogge nette e il picco dell'idrogramma unitario. Si può porre $t_{LAG} = 0,6 t_c$ con t_c tempo di corrivazione del bacino in esame.

L'istante e la portata di picco rispetto alla precipitazione unitaria sono calcolati come:

$$t_{picco} = 0,5 \Delta t + t_{lag}$$

$$U_{picco} = 0,2084 \frac{A}{t_{picco}}$$

dove t_{picco} è il tempo in ore del picco dell'idrogramma unitario, Δt è l'intervallo di calcolo espresso in ore, U_{picco} è la portata massima dell'idrogramma unitario espressa in $m^3/s/mm$ e A è l'area del sottobacino misurata in km^2 .

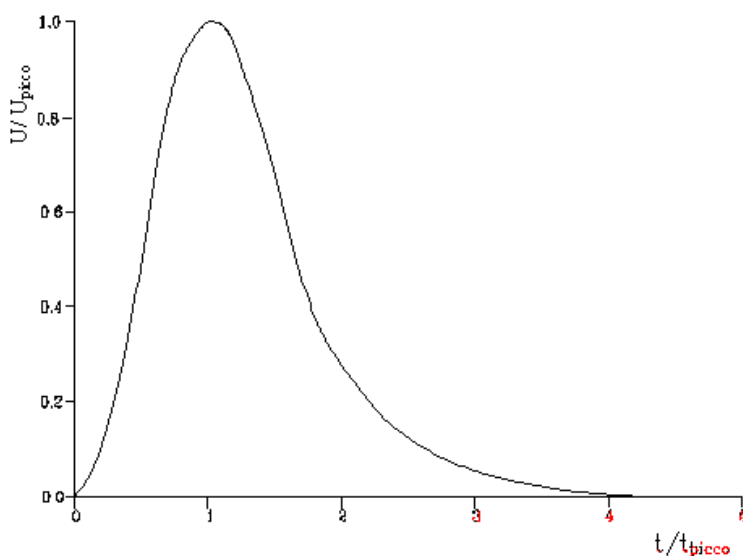


Figura 33: Idrogramma unitario adimensionalizzato SCS

La portata è ottenuta tramite la sommatoria che discretizza l'integrale di convoluzione:

$$Q(i) = \sum_{j=1}^i U(j)P(i-j+1)$$

dove $Q(i)$ è la portata alla fine dell'intervallo i -esimo, $U(j)$ è la j -esima ordinata dell'idrogramma unitario, ricavabile dalla precedente figura, e $P(i)$ è la pioggia netta all'intervallo i -esimo

5.4 Il metodo della corrivazione

Per i bacini più piccoli, quindi, la portata al colmo utilizzando la formula Razionale (o del ritardo di corrivazione) $Q = \phi \cdot i \cdot A$, dove:

Q : portata richiesta;

ϕ : coefficiente di deflusso che, per i terreni e tempi di ritorno considerati si può ragionevolmente assegnare in 0.8;

i : intensità di pioggia, uguale al rapporto fra altezza di pioggia (h) con durata pari al tempo di corrivazione diviso il tempo di corrivazione medesimo; infatti la massima portata si determina per una durata della precipitazione pari al tempo di corrivazione;

A : superficie del bacino imbrifero.

5.5 La portata di piena

Una volta completata l'elaborazione dei dati morfologici e pluviometrici sono state calcolate le portate di piena con i metodi precedentemente descritti.

Nella successiva Tabella 10 sono riportate le portate riferite a tutti i bacini d'interesse

Bacino_punto1	Bacino_punto2	Bacino_punto3	Bacino_punto4	Bacino_punto5	Bacino_punto6	Bacino_punto7	Bacino_punto8	Bacino_punto9
Q (m³/s)	Q (m³/s)	Q (m³/s)	Q (m³/s)	Q (m³/s)	Q (m³/s)	Q (m³/s)	Q (m³/s)	Q (m³/s)
18.44	6.68	9.07	2.74	2.52	1.88	253.60	2.71	11.70



Tabella 10: Andamento delle caratteristiche delle portate per i vari tempi di ritorno

6. ALLEGATO: PLUVIOGRAMMI E IDROGRAMMI DI PIENA**Rapporto sulla curva di pioggia:****Curva di probabilità pluviometrica****Dati Curva di pioggia****Tipo:** Curva di pioggia diretta**Coefficienti curva di pioggia**

Coefficienti curva		Espressione
a	n	
100.42	0.32	$h(t) = 100.4 t^{0.318}$

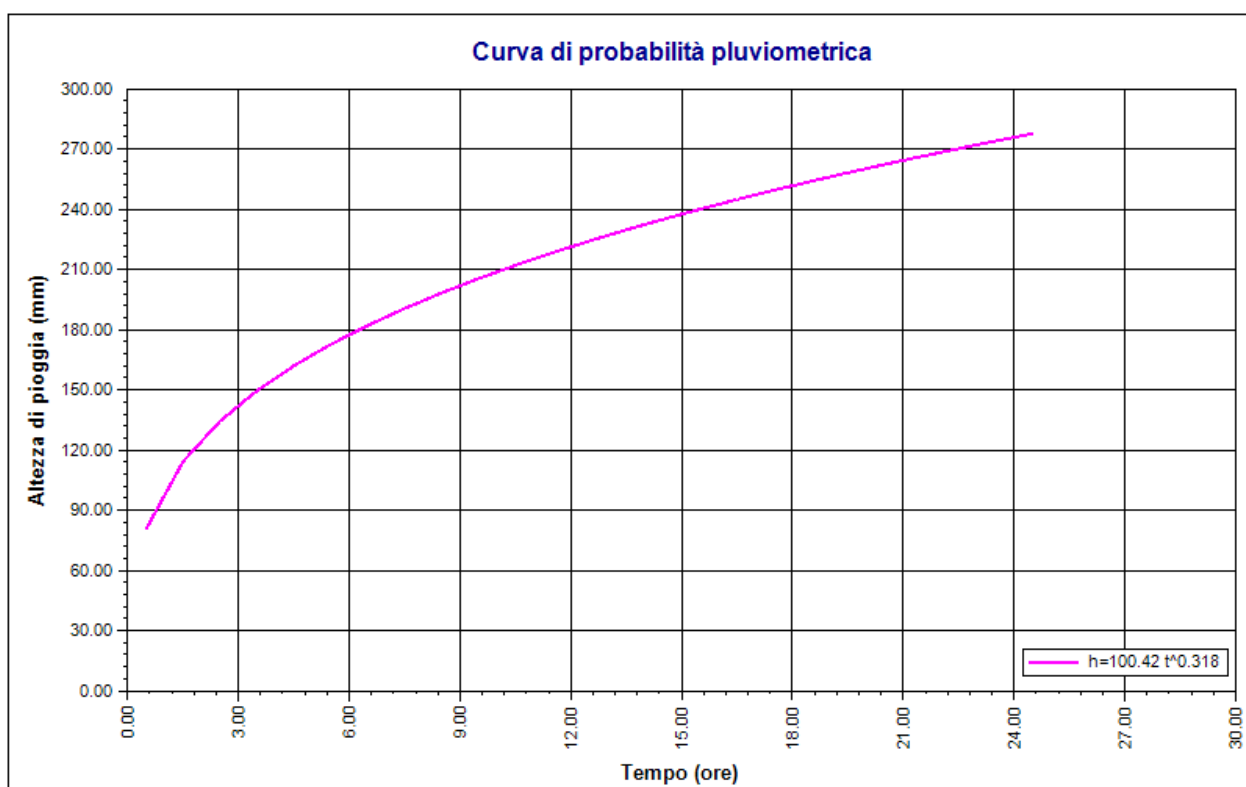
Valori curva di pioggia

t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)		t (ore)	h (mm)
1	100.420		9	201.962		17	247.231
2	125.184		10	208.843		18	251.766
3	142.411		11	215.270		19	256.132
4	156.054		12	221.309		20	260.344
5	167.530		13	227.015		21	264.415
6	177.530		14	232.428		22	268.356





t (ore)	h (mm)	t (ore)	h (mm)	t (ore)	h (mm)
7	186.450	15	237.584	23	272.176
8	194.537	16	242.510	24	275.885



Curva di probabilità pluviometrica

**Rapporto pluviogramma sintetico:****Pluviogramma di progetto****Dati Pluviogramma****Tipo:** Pluviogramma sintetico**Curva di pioggia:** Curva di probabilità pluviometrica**Durata:** 2.090 ore**Altezza di pioggia complessiva:** 128.411 mm**Intervallo di discretizzazione:** 5**Curva di pioggia**

Coefficienti curva		Espressione
a	n	
100.42	0.32	$h(t) = 100.4 t^{0.318}$

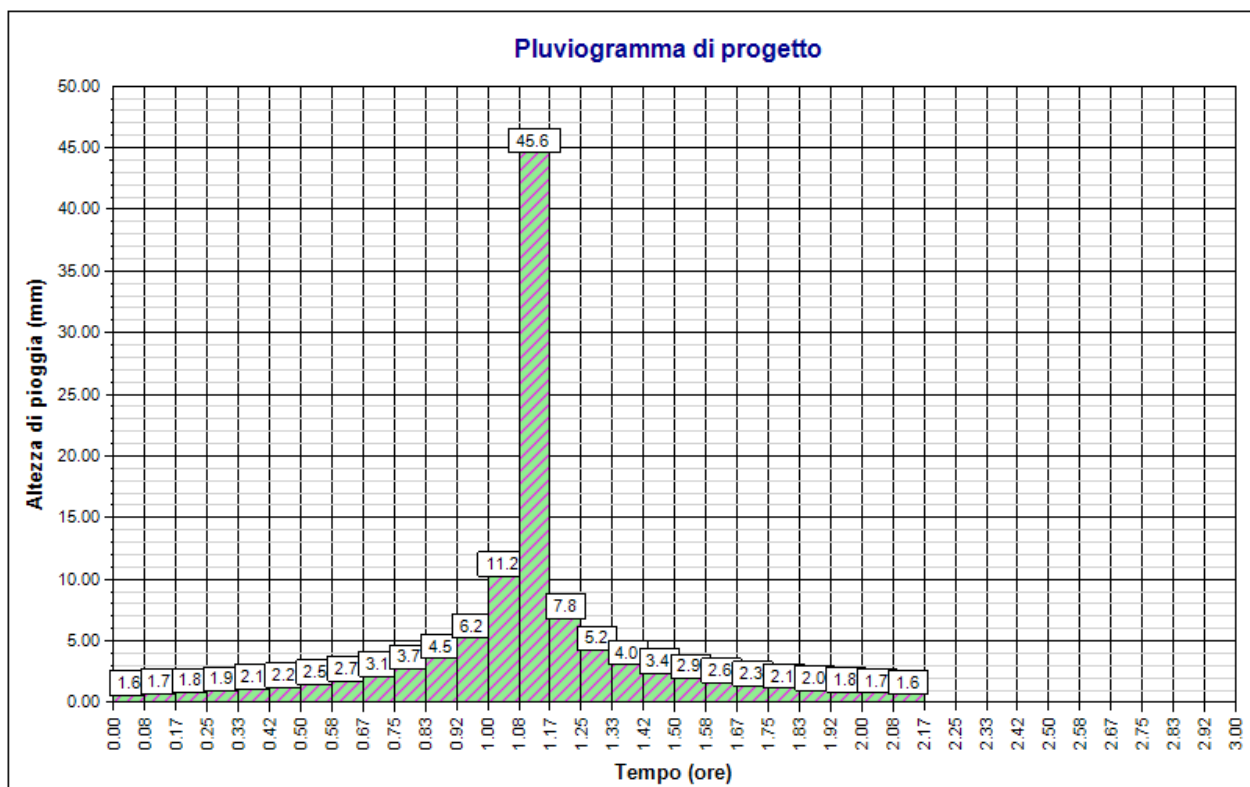
Tabella pluviogramma

n	Estremi intervallo (ore)		Estremi intervallo (minuti)		Altezza (mm)
	t(i)	t(i+1)	t(i)	t(i+1)	
1	0.000	0.083	0	5	1.592
2	0.083	0.167	5	10	1.683
3	0.167	0.250	10	15	1.788
4	0.250	0.333	15	20	1.911





n	Estremi intervallo (ore)		Estremi intervallo (minuti)		Altezza (mm)
	t(i)	t(i+1)	t(i)	t(i+1)	
5	0.333	0.417	20	25	2.058
6	0.417	0.500	25	30	2.235
7	0.500	0.583	30	35	2.456
8	0.583	0.667	35	40	2.740
9	0.667	0.750	40	45	3.122
10	0.750	0.833	45	50	3.670
11	0.833	0.917	50	55	4.538
12	0.917	1.000	55	60	6.190
13	1.000	1.083	60	65	11.237
14	1.083	1.167	65	70	45.566
15	1.167	1.250	70	75	7.817
16	1.250	1.333	75	80	5.207
17	1.333	1.417	80	85	4.047
18	1.417	1.500	85	90	3.369
19	1.500	1.583	90	95	2.916
20	1.583	1.667	95	100	2.589
21	1.667	1.750	100	105	2.339
22	1.750	1.833	105	110	2.142
23	1.833	1.917	110	115	1.981
24	1.917	2.000	115	120	1.847
25	2.000	2.083	120	125	1.733
26	2.083	2.167	125	130	1.636



Pluviogramma di progetto



**Rapporto idrogramma:****Trasformazione Afflussi-Deflussi****Modello SCS-CN**

Il modello idrologico SCS-CN permette di simulare il deflusso superficiale in corrispondenza di una data precipitazione. Il processo di trasformazione afflussi-deflussi è suddiviso nelle seguenti fasi:

- a) Determinazione delle piogge nette;
- b) Trasformazione delle piogge nette in deflussi superficiali.

È necessario definire un pluviogramma, che viene considerato uniformemente distribuito sull'intero bacino.

Le piogge nette si calcolano, a partire dal pluviogramma, secondo il metodo del Curve Number (CN) proposto dall'SCS (Soil Conservation Service). L'equazione di continuità:

$$R = P - S$$

dove:

R è il deflusso fino all'istante t (mm)

P è la precipitazione fino all'istante t (mm)

S sono le perdite fino all'istante t (mm)

viene modificata ipotizzando che vi sia una relazione di proporzionalità tra perdite S e massima altezza immagazzinabile nel terreno a saturazione, S' (mm):

$$\frac{S}{S'} = \frac{R}{P}$$

e assume la forma seguente:

$$R = \frac{P^2}{P + S'} [mm]$$

che definisce l'andamento nel tempo del deflusso R nota la precipitazione P e la massima infiltrazione S' .





Considerando che un'aliquota di P si invasa nelle depressioni superficiali o si infiltra prima che il deflusso abbia inizio, si può scrivere:

$$R = \frac{(P - Ia)^2}{P - Ia + S'} [mm]$$

essendo Ia (mm) la perdita iniziale (*Initial abstraction*).

L'unico parametro del modello risulta quindi essere l'altezza massima immagazzinabile nel terreno a saturazione S' (mm), che si ricava dalla seguente formula:

$$S' = \frac{25400}{CN} - 254$$

dove CN (*Curve Number*) è un indice compreso tra 0 e 100 fornito dalle tabelle SCS in funzione del tipo di terreno, dell'utilizzazione del suolo e delle condizioni antecedenti di umidità.

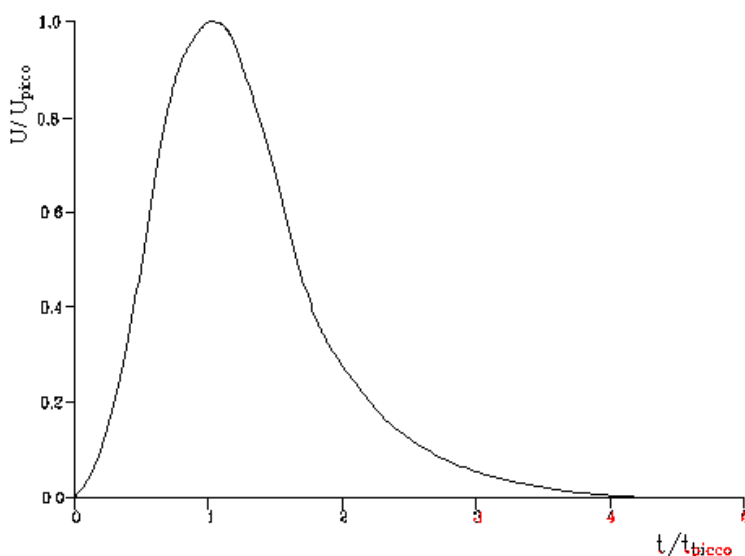
La trasformazione afflussi-deflussi quindi è ottenuta tramite l'idrogramma unitario SCS (1972) di seguito riportato, che richiede come unico parametro il tempo t_{LAG} (ore) pari al ritardo tra il baricentro del diagramma delle piogge nette e il picco dell'idrogramma unitario. Si può porre $t_{LAG} = 0,6 t_C$ con t_C tempo di corrivazione del bacino in esame.

L'istante e la portata di picco rispetto alla precipitazione unitaria sono calcolati come:

$$t_{picco} = 0,5 \Delta t + t_{lag}$$

$$U_{picco} = 0,2084 \frac{A}{t_{picco}}$$

dove t_{picco} è il tempo in ore del picco dell'idrogramma unitario, Δt è l'intervallo di calcolo espresso in ore, U_{picco} è la portata massima dell'idrogramma unitario espressa in $m^3/s/mm$ e A è l'area del sottobacino misurata in km^2 .



Idrogramma unitario adimensionalizzato SCS



La portata è ottenuta tramite la sommatoria che discretizza l'integrale di convoluzione:

$$Q(i) = \sum_{j=1}^i U(j)P(i-j+1)$$

dove $Q(i)$ è la portata alla fine dell'intervallo i -esimo, $U(j)$ è la j -esima ordinata dell'idrogramma unitario, ricavabile dalla precedente figura, e $P(i)$ è la pioggia netta all'intervallo i -esimo.

Dati Idrogramma

Tipo: Idrogramma SCS

Pluviogramma di input: Pluviogramma di progetto

Superficie del bacino: 18.8 kmq

Tlag: 1.254 ore

Astrazione iniziale: 2.0 mm

Curve Number: 85.0

Intervallo di calcolo: 5 minuti

Tabella idrogramma

n	Tempo		Afflusso (mm)	Pioggia persa (mm)	Pioggia netta (mm)	Portata (mc/s)
	(ore)	(minuti)				
1	0.000	0	1.592	1.592	0.000	0.0
2	0.083	5	1.683	1.648	0.035	0.0
3	0.167	10	1.788	1.627	0.161	0.0
4	0.250	15	1.911	1.610	0.301	0.0
5	0.333	20	2.058	1.601	0.457	0.0
6	0.417	25	2.235	1.601	0.635	0.1
7	0.500	30	2.456	1.613	0.843	0.3
8	0.583	35	2.740	1.642	1.099	0.5
9	0.667	40	3.122	1.695	1.428	0.9





n	Tempo		Afflusso (mm)	Pioggia persa (mm)	Pioggia netta (mm)	Portata (mc/s)
	(ore)	(minuti)				
10	0.750	45	3.670	1.787	1.883	1.5
11	0.833	50	4.538	1.953	2.585	2.5
12	0.917	55	6.190	2.292	3.899	3.8
13	1.000	60	11.237	3.336	7.901	5.6
14	1.083	65	45.566	7.775	37.791	8.3
15	1.167	70	7.817	0.830	6.987	13.6
16	1.250	75	5.207	0.504	4.703	21.9
17	1.333	80	4.047	0.368	3.680	32.9
18	1.417	85	3.369	0.291	3.078	46.1
19	1.500	90	2.916	0.242	2.674	61.6
20	1.583	95	2.589	0.207	2.381	79.5
21	1.667	100	2.339	0.182	2.158	100.3
22	1.750	105	2.142	0.162	1.980	124.3
23	1.833	110	1.981	0.146	1.835	149.5
24	1.917	115	1.847	0.133	1.714	173.5
25	2.000	120	1.733	0.122	1.611	195.1
26	2.083	125	1.636	0.113	1.523	213.6
27	2.167	130	0.000	0.000	0.000	228.5
28	2.250	135	0.000	0.000	0.000	239.6
29	2.333	140	0.000	0.000	0.000	246.9
30	2.417	145	0.000	0.000	0.000	251.4
31	2.500	150	0.000	0.000	0.000	253.6
32	2.583	155	0.000	0.000	0.000	251.3
33	2.667	160	0.000	0.000	0.000	246.2
34	2.750	165	0.000	0.000	0.000	239.2
35	2.833	170	0.000	0.000	0.000	230.5
36	2.917	175	0.000	0.000	0.000	219.9



n	Tempo		Afflusso (mm)	Pioggia persa (mm)	Pioggia netta (mm)	Portata (mc/s)
	(ore)	(minuti)				
37	3.000	180	0.000	0.000	0.000	206.7
38	3.083	185	0.000	0.000	0.000	190.5
39	3.167	190	0.000	0.000	0.000	174.5
40	3.250	195	0.000	0.000	0.000	159.3
41	3.333	200	0.000	0.000	0.000	145.3
42	3.417	205	0.000	0.000	0.000	132.8
43	3.500	210	0.000	0.000	0.000	120.7
44	3.583	215	0.000	0.000	0.000	109.6
45	3.667	220	0.000	0.000	0.000	99.5
46	3.750	225	0.000	0.000	0.000	90.1
47	3.833	230	0.000	0.000	0.000	81.5
48	3.917	235	0.000	0.000	0.000	73.5
49	4.000	240	0.000	0.000	0.000	66.0
50	4.083	245	0.000	0.000	0.000	59.2
51	4.167	250	0.000	0.000	0.000	53.0
52	4.250	255	0.000	0.000	0.000	47.5
53	4.333	260	0.000	0.000	0.000	42.6
54	4.417	265	0.000	0.000	0.000	38.4
55	4.500	270	0.000	0.000	0.000	34.8
56	4.583	275	0.000	0.000	0.000	31.3
57	4.667	280	0.000	0.000	0.000	28.1
58	4.750	285	0.000	0.000	0.000	25.3
59	4.833	290	0.000	0.000	0.000	22.7
60	4.917	295	0.000	0.000	0.000	20.4
61	5.000	300	0.000	0.000	0.000	18.3
62	5.083	305	0.000	0.000	0.000	16.5
63	5.167	310	0.000	0.000	0.000	14.8





n	Tempo		Afflusso (mm)	Pioggia persa (mm)	Pioggia netta (mm)	Portata (mc/s)
	(ore)	(minuti)				
64	5.250	315	0.000	0.000	0.000	13.3
65	5.333	320	0.000	0.000	0.000	11.9
66	5.417	325	0.000	0.000	0.000	10.7
67	5.500	330	0.000	0.000	0.000	9.6
68	5.583	335	0.000	0.000	0.000	8.6
69	5.667	340	0.000	0.000	0.000	7.6
70	5.750	345	0.000	0.000	0.000	6.8
71	5.833	350	0.000	0.000	0.000	6.1
72	5.917	355	0.000	0.000	0.000	5.4
73	6.000	360	0.000	0.000	0.000	4.8
74	6.083	365	0.000	0.000	0.000	4.3
75	6.167	370	0.000	0.000	0.000	3.8
76	6.250	375	0.000	0.000	0.000	3.4
77	6.333	380	0.000	0.000	0.000	3.3
78	6.417	385	0.000	0.000	0.000	3.1
79	6.500	390	0.000	0.000	0.000	2.8
80	6.583	395	0.000	0.000	0.000	2.5
81	6.667	400	0.000	0.000	0.000	2.3
82	6.750	405	0.000	0.000	0.000	2.1
83	6.833	410	0.000	0.000	0.000	1.8
84	6.917	415	0.000	0.000	0.000	1.6
85	7.000	420	0.000	0.000	0.000	1.4
86	7.083	425	0.000	0.000	0.000	1.2
87	7.167	430	0.000	0.000	0.000	1.1
88	7.250	435	0.000	0.000	0.000	0.9
89	7.333	440	0.000	0.000	0.000	0.7
90	7.417	445	0.000	0.000	0.000	0.6



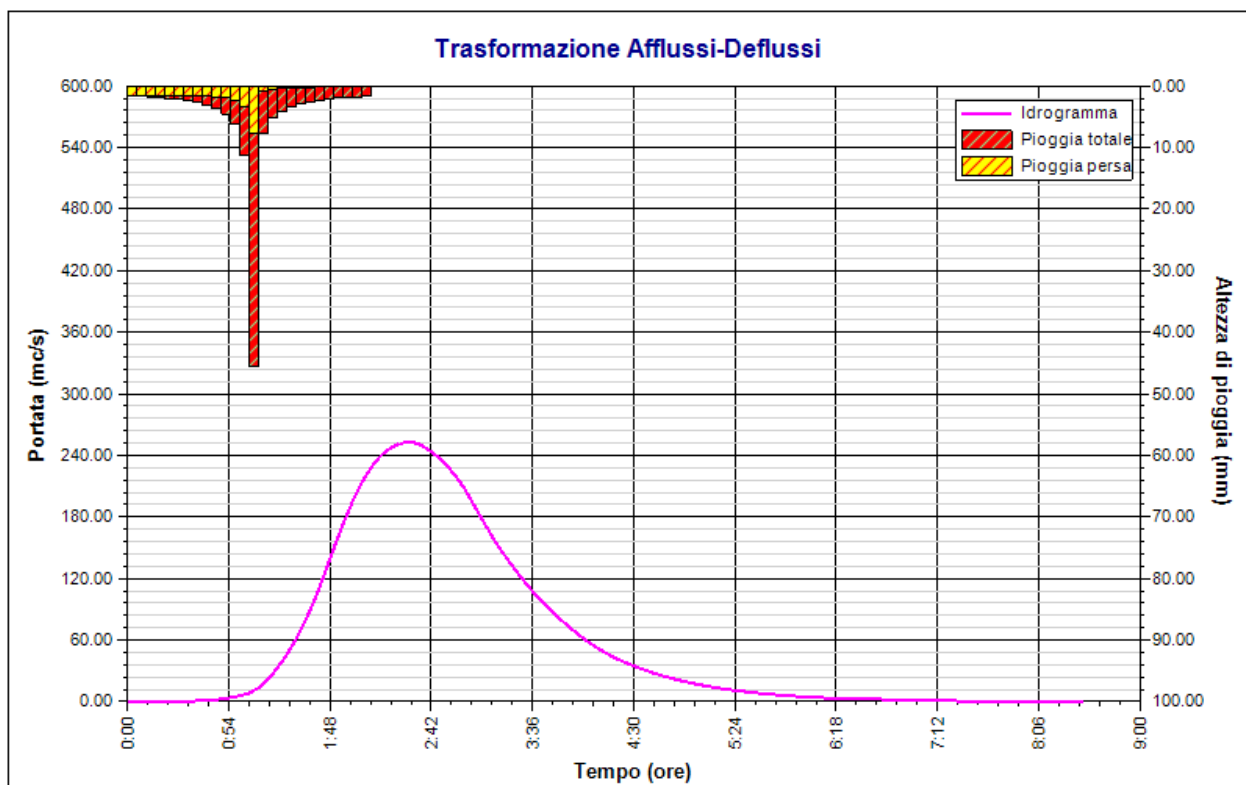
n	Tempo		Afflusso (mm)	Pioggia persa (mm)	Pioggia netta (mm)	Portata (mc/s)
	(ore)	(minuti)				
91	7.500	450	0.000	0.000	0.000	0.4
92	7.583	455	0.000	0.000	0.000	0.3
93	7.667	460	0.000	0.000	0.000	0.2
94	7.750	465	0.000	0.000	0.000	0.2
95	7.833	470	0.000	0.000	0.000	0.1
96	7.917	475	0.000	0.000	0.000	0.1
97	8.000	480	0.000	0.000	0.000	0.1
98	8.083	485	0.000	0.000	0.000	0.1
99	8.167	490	0.000	0.000	0.000	0.0
100	8.250	495	0.000	0.000	0.000	0.0
101	8.333	500	0.000	0.000	0.000	0.0
102	8.417	505	0.000	0.000	0.000	0.0
103	8.500	510	0.000	0.000	0.000	0.0

Tabella risultati

Parametro	Valore	U.M.
Portata massima	253.6	mc/s
Istante picco	2.500	ore
Istante picco	150.0	minuti
Durata totale evento	8.500	ore
Volume afflusso	2419	mc x 1000
Volume deflusso	1761	mc x 1000
Altezza afflusso	128.411	mm
Altezza deflusso	93.454	mm
Coeff. deflusso	0.73	-



Parametro	Valore	U.M.
Coeff. udometrico	13.46	mc/s/kmq



Trasformazione Afflussi-Deflussi