

S.S. N. 4 "SALARIA"

**ADEGUAMENTO DEL TRATTO TRISUNGO-ACQUASANTA TERME.
TRATTO GALLERIA VALGARIZIA - ACQUASANTA TERME. LOTTO 2 DAL
KM 155+400 AL KM 159+000 (EX AN6)**

PROGETTO DEFINITIVO

COD. **AN257**

PROGETTAZIONE: ATI SINTAGMA - GP INGEGNERIA - ENGEKO - GDG - ICARIA

IL RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:

Dott. Ing. Giorgio Guiducci
Ordine degli Ingegneri della Prov. di Roma n° 14035

IL PROGETTISTA:

Ing. V. Rotisciani
Ordine degli Ingegneri della Prov. di Terni n° A376

IL GEOLOGO:

Dott. Geol. Giorgio Cerquiglini
Ordine dei Geologi della Regione Umbria n°108

IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

Dott. Ing. Marco Abram
Ordine degli Ingegneri della Prov. di Perugia n° A2808

IL RESPONSABILE DI PROGETTO

Pianificatore Territoriale Marco Colazza

Il R.U.P.

Dott. Ing. Vincenzo Catone

PROTOCOLLO

DATA

IL GRUPPO DI PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:

Sintagma

Dott. Ing. N. Granieri
Dott. Ing. V. Truffini
Dott. Ing. L. Spaccini
Dott. Arch. A. Bracchini
Dott. Ing. E. Bartolocci
Dott. Ing. L. Casavecchia
Dott. Geol. G. Cerquiglini
Dott. Ing. F. Pambianco
Dott. Ing. M. Abram
Dott. Arch. C. Presciutti
Dott. Agr. F. Berti Nulli
Geom. S. Scopetta
Geom. M. Zucconi

MANDANTI:

GPI INGEGNERIA
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl

Dott. Ing. G. Guiducci
Dott. Ing. E. Moscatelli
Dott. Ing. A. Signorelli
Dott. Ing. A. Belà
Dott. Ing. G. Lucibello
Dott. Arch. G. Guastella
Dott. Geol. M. Leonardi
Dott. Ing. G. Parente

engeko
Dott. Ing. C. Muller

GEOTECHNICAL DESIGN GROUP

Dott. Ing. D. Carlaccini
Dott. Ing. C. Consorti
Dott. Ing. E. Loffredo
Dott. Ing. S. Sacconi

ICARIA
società di ingegneria

Dott. Ing. V. Rotisciani
Dott. Ing. F. Macchioni
Dott. Ing. G. Verini
Dott. Ing. V. Piunno
Dott. Ing. G. Pulli



IDROLOGIA ED IDRAULICA

Relazione idrologica

CODICE PROGETTO		NOME FILE			REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG. ANNO	T00-ID00-IDR-RE01-A				
DPAN257	D 22	CODICE ELAB.	T00	ID00	IDR	RE01
					A	Varie
A	Emissione		05/2022	G. Verini	F. Macchioni	N. Granieri
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	

INDICE

1	PREMESSA	2
2	INQUADRAMENTO IDROGRAFICO.....	3
2.1	DESCRIZIONE DEL TRACCIATO IN RELAZIONE ALL'IDROGRAFIA SUPERFICIALE	3
2.2	BACINO DEL FIUME TRONTO.....	3
2.3	IL CORSO D'ACQUA E I SUOI AFFLUENTI.....	5
2.4	STUDIO GEOMORFOLOGICO DEI BACINI	5
2.5	CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA.....	8
2.6	TEMPO DI CORRIVAZIONE E PORTATE DI PROGETTO	15
2.7	CALCOLO DELLA PIOGGIA NETTA	17
2.8	CALCOLO DELLA PORTATA AL COLMO.....	19

1 PREMESSA

Il presente studio idrologico-idraulico è stato sviluppato al fine di effettuare le verifiche idrauliche degli attraversamenti stradali ed il dimensionamento delle opere di drenaggio stradale nell'ambito del Progetto definitivo che riguarda l'adeguamento del tratto Trisungo-Acquasanta Terme. Tratto galleria Valgarizia - Acquasanta Terme. Lotto 2 dal km 155+400 al km 159+000.

2 INQUADRAMENTO IDROGRAFICO

2.1 DESCRIZIONE DEL TRACCIATO IN RELAZIONE ALL'IDROGRAFIA SUPERFICIALE

Nell'ambito del progetto di adeguamento del tratto Trisungo – Acquasanta Terme. Tratto galleria Valgarizia - Acquasanta Terme. Lotto 2 dal km 155+400 al km 159+000 il tracciato risulta interferito da una serie di corsi d'acqua e dal fiume Tronto.

Il tracciato ricade interamente all'interno del bacino idrografico del fiume Tronto.

Si riportano di seguito in formato tabellare i principali corpi idrici interferiti:

Corso d'acqua	Progressiva di attraversamento
	(km)
Fosso di Val Ceresa	0+271.19
Rio di Novete	2+178.82
Fiume Tronto	4+565.00

2.2 BACINO DEL FIUME TRONTO

Il F. Tronto può solo parzialmente essere considerato un fiume marchigiano, avendo le sue sorgenti in Abruzzo e scorrendo per una buona parte al confine con quest'ultima regione ed avendo, inoltre, una porzione del suo alto corso che attraversa il territorio laziale.

Tra i tredici fiumi marchigiani il Tronto è fra i più importanti, segnalandosi per la non trascurabile estensione del bacino (1192 Km) e lo sviluppo dell'asta principale (115 Km). Inoltre esso si distingue fra gli altri perché trae le sue origini dai più alti bacini imbriferi, in parte comuni con quelli del Tevere.

Il Tronto ha caratteristiche tipiche del corso torrentizio che, in un bacino non ampio e con percorso relativamente breve e ripido, attraversa terreni per la maggior parte di natura impermeabile: Esso discende dalle vette più elevate dell'Appennino fino al mare, erodendo le zone percorse con la potenza delle acque del corso principale e degli affluenti.

Il fiume Tronto nasce in Abruzzo, sui Monti della Laga, alla quota di circa 1925 m s.l.m. dalle pendici occidentali della dorsale di Monte Gorzano (2458 m s.m.m.) - Cima della Laghetta (2369 m s.m.m.) e sfocia in prossimità dell'abitato di Martinsicuro.

I maggiori affluenti sono i Torrenti Fluvione (lungo 24-25 km) e Chifente (circa 17 km), in sinistra orografica, e il Castellano (circa 39 km) in destra. Nel tratto di bacino che si estende dalla foce a circa 22 km dalla costa, il Tronto ha affluenti minori e tutti sulla sinistra idrografica; in questo tratto la distanza del letto del fiume dal limite meridionale del bacino è contenuta in 2,5 km circa.

Il bacino del fiume Tronto racchiude un territorio importante per motivi geologici, idrologici, geomorfologici, agricoli, industriali, storici, artistici e turistici.

I limiti idrologici dell'intero bacino del fiume Tronto sono rappresentati schematicamente da:

- a sud i Monti della Laga;
- a sud – sud est la Montagna dei Fiori, la Montagna di Campoli e le colline che fanno da spartiacque tra il Tronto ed il Vibrata;
- ad ovest il Monte Pizzuto;
- a nord i Sibillini, il Monte dell'Ascensione e le colline che formano lo spartiacque tra il Fiume Tronto e Fiume Aso;

- a Est – Nord Est il Mar Adriatico.

Il bacino del fiume Tronto inoltre confina a nord con i bacini dei torrenti Ragnola, Albula, Tesino e Aso, ad ovest con quelli del Corno (cioè del Tevere) e del Velino, a sud con i bacini dell’Aterno, del Vomano, del Tordino, del Salinello e del Vibrata.

La distribuzione areale delle diverse classi di acclività del territorio è legata sostanzialmente alla natura del substrato ed all’azione dei processi endogeni ed esogeni le cui interazioni hanno dato origine all’attuale configurazione del paesaggio in tutte le sue articolazioni.

L’assetto tettonico del bacino è quello tipico delle catene a pieghe e sovrascorrimenti generatesi per effetto di un regime compressivo occorso dal Tortoniano al Pliocene medio. La dorsale Marchigiana (Catena dei M.ti Sibillini), dalla quale emergono le sorgenti più rilevanti del fiume Tronto, si accavalla verso est sui depositi torbiditici del Bacino della Laga.

Questi a loro volta risultano coinvolti in una successione di sinclinali ed anticlinali (Montagna dei Fiori ed Acquasanta) con assi paralleli fra loro (direzione circa N-S). Le strutture compressive sono tagliate longitudinalmente e trasversalmente da faglie normali più recenti legate al sollevamento ed alla tettonica distensiva iniziata nel Pliocene superiore.

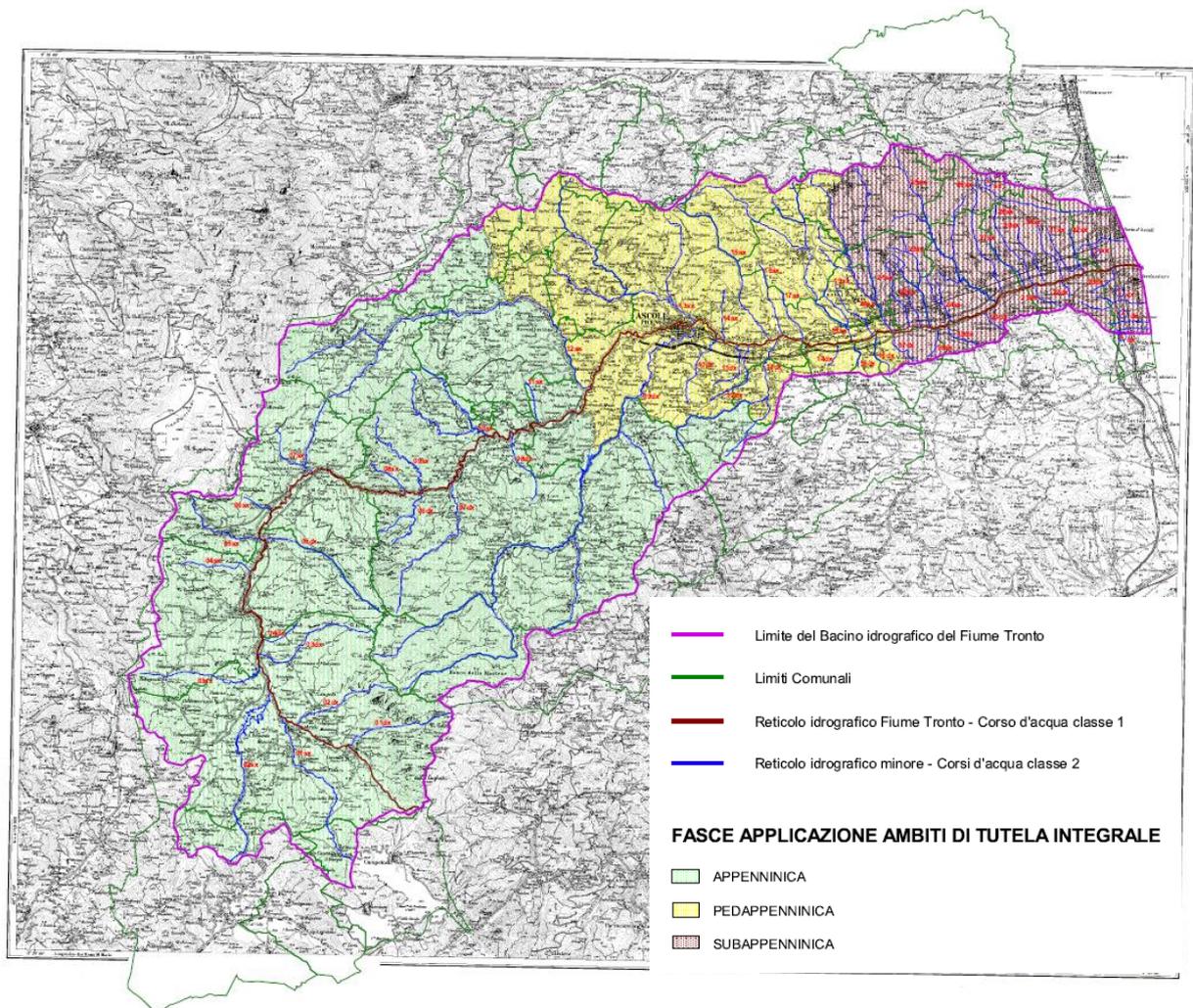


Figura 2.1 - Bacino idrografico del fiume Tronto (fonte Autorità di Bacino Interregionale del Fiume Tronto – PAI Tavola n. 6).

2.3 IL CORSO D'ACQUA E I SUOI AFFLUENTI

Il fiume Tronto dalle sorgenti a 1.900 m s.l.m. circa, perde 1.000 m di quota dopo 6 Km di percorso e, raccolto qualche torrentello di scarsa importanza, riceve il torrente Trontino o Castellano di Amatrice; alla confluenza di questi due corsi d'acqua sorge Amatrice.

Poco più a valle il Fiume Tronto riceve prima le acque del Torrente Scandarella, oggi ben noto per la diga che lo sbarra, poi quelle del Fosso Neia, del Fosso Solagna e del Torrente Pescara di Accumuli. Proseguendo il suo corso, il fiume, prima di raggiungere Arquata del Tronto, riceve a destra il torrente Chiarino, a sinistra il toso di Capodacqua; si immerge poi in una stretta valle raccogliendo, a monte di Acquasanta Terme, diversi fossi tra cui il rio Garrafo e, a valle, il torrente Fluvione. In questo primo tratto, dalla sorgente fino ad Ascoli Piceno, il fiume è interessato da ripetute derivazioni a scopo idroelettrico. A monte di Ascoli Piceno il fiume Tronto riceve il maggiore dei suoi affluenti, il torrente Castellano, che trae origine dalle pendici comprese tra Pizzo di Sevo e Monte Ceraso e che si immette nel fiume aumentandone considerevolmente la portata. Dopo un percorso di circa 97 Km il Tronto sfocia facendo confine tra i territori comunali di San Benedetto del Tronto e Martinsicuro, quindi tra la Regione Marche e la Regione Abruzzo. Il fiume Tronto è alimentato da 55 affluenti, di cui 32 in sinistra idraulica e 23 in destra idraulica.

L'asta fluviale può essere suddivisa in tre parti, in cui si evidenziano le seguenti caratteristiche:

PARTE ALTA

carattere montano, litologia prevalentemente marnoso-calcareo, valle molto incassata con pareti anche verticali;

PARTE MEDIA

carattere collinare, litologia prevalenza politico-arenacea, conformazione modellata secondo la rispondenza dei terreni all'erosione;

PARTE BASSA

carattere pianeggiante, prevalenza di terreni alluvionali, conformazione variamente incisa dal corso del fiume.

2.4 STUDIO GEOMORFOLOGICO DEI BACINI

Il presente paragrafo si focalizza sulla definizione idrologica dei corsi d'acqua naturali e dei relativi bacini interferenti con il sedime stradale di progetto. Tale indagine risulta finalizzata alla determinazione degli idrogrammi di portata di piena per assegnata sezione di chiusura e periodo di ritorno.

Ai fini della trattazione sviluppata in seguito, si riportano i dati morfometrici dei bacini interferiti dal tracciato in progetto.

Lo studio idrologico è articolato nelle seguenti fasi:

- Analisi dei bacini idrografici interferenti con il tracciato di progetto finalizzata alla determinazione delle relative caratteristiche geomorfologiche (area del bacino, lunghezza e pendenza media dell'asta principale, quota massima, minima e media) e dei conseguenti tempi di corrivazione;
- Individuazione dei pluviometri e delle aree ad essi associate con il metodo dei topoietai;
- Determinazione dei parametri delle curve di possibilità pluviometrica;
- Determinazione delle altezze di pioggia lorde e nette per i bacini di interesse;
- Determinazione delle portate di progetto per tempi di ritorno di 10, 20, 25, 30, 50, 100, 200 e 500 anni.

La determinazione delle caratteristiche delle singole unità fisiografiche è stata ottenuta dallo studio delle CTR in scala 1:2000 e 1:5000 e con l'ausilio del DTM con maglia 10x10.

Per la stima dei deflussi lungo i corsi d'acqua oggetto dello studio si è proceduto alla delimitazione dei bacini imbriferi contribuenti ed al calcolo dei parametri fisici fondamentali:

A = superficie del bacino (km²)

L = lunghezza del percorso idraulico più lungo (km)

H_{max} = quota massima (m s.l.m.)

H_{min} = quota minima (m s.l.m.)

H_{med} = quota media (m s.l.m.)

$H_{maxasta}$ = quota massima dell'asta fluviale (m s.l.m.)

i_{med} = pendenza media dell'asta fluviale (%).

Dallo studio sono emerse le interferenze con 3 corpi idrici riportati nella seguente tabella

Tabella 2.1 - Bacini e corpi idrici interferenti.

Sez. di chiusura	Bacini	Nome fosso/torrente
1	B1	Fosso di Val Ceresa
2	B2	Rio di Novete
-	Tronto 1	Fiume Tronto

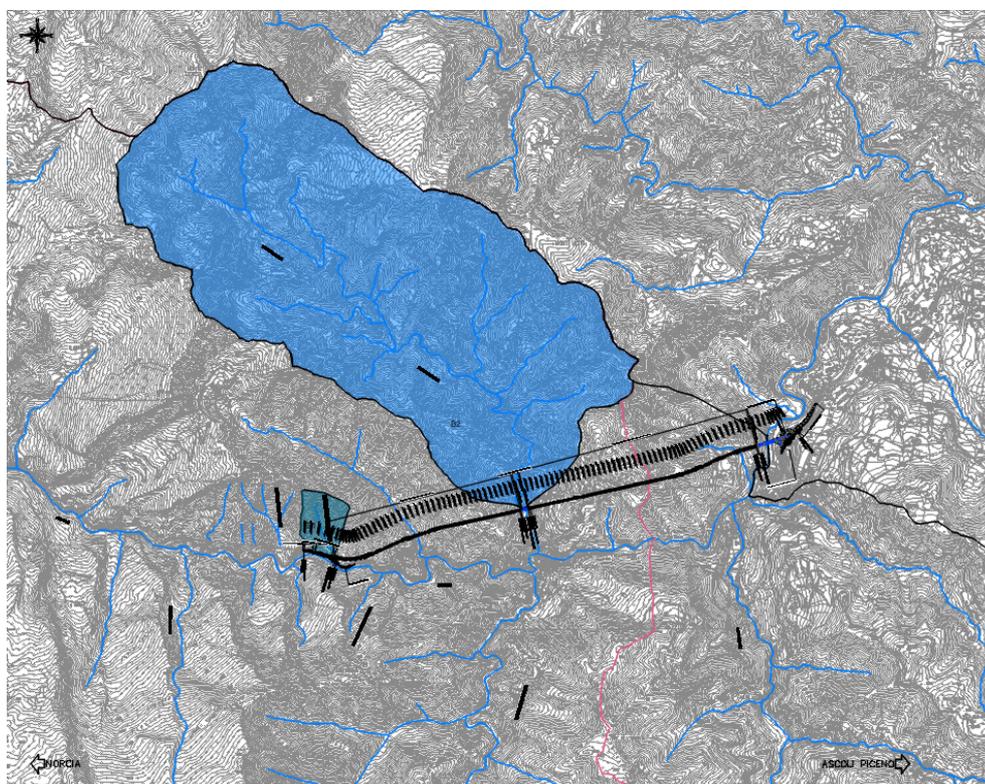


Figura 2.2 - Corografia dei bacini (scala 1:10000).

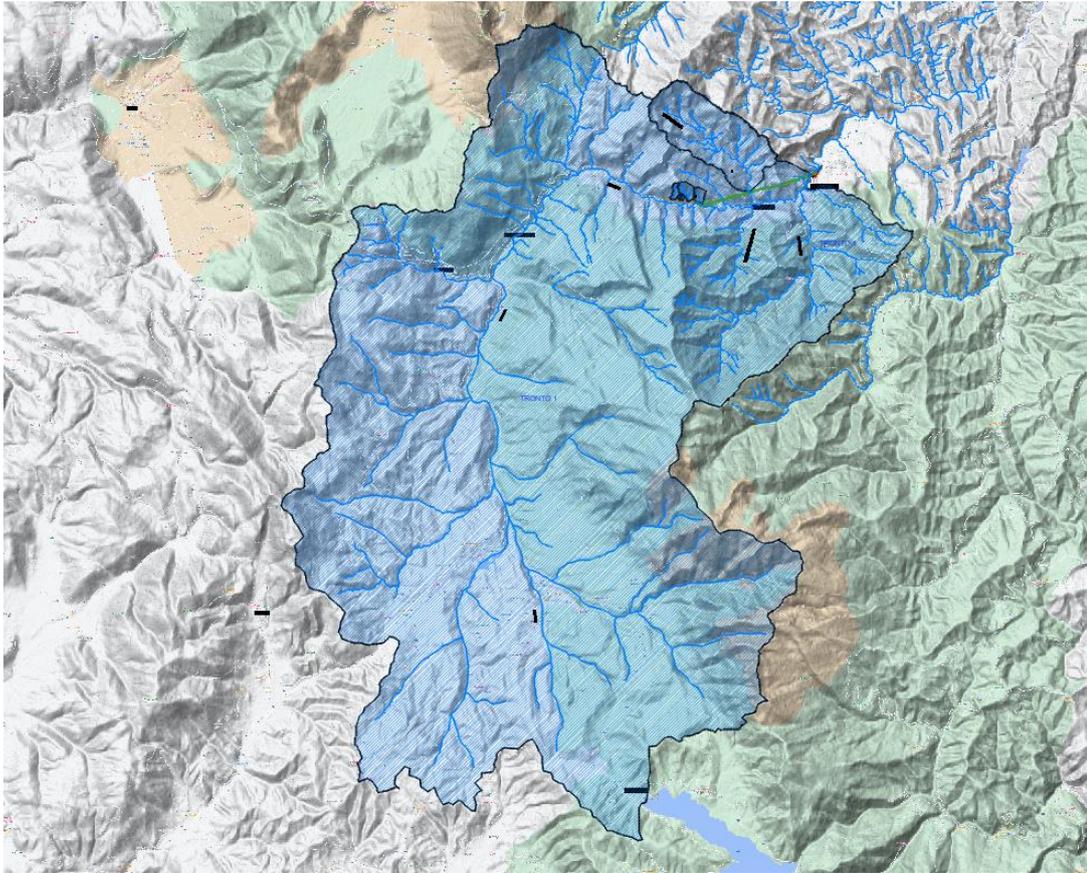


Figura 2.3 - Corografia dei bacini (scala 1:50000).

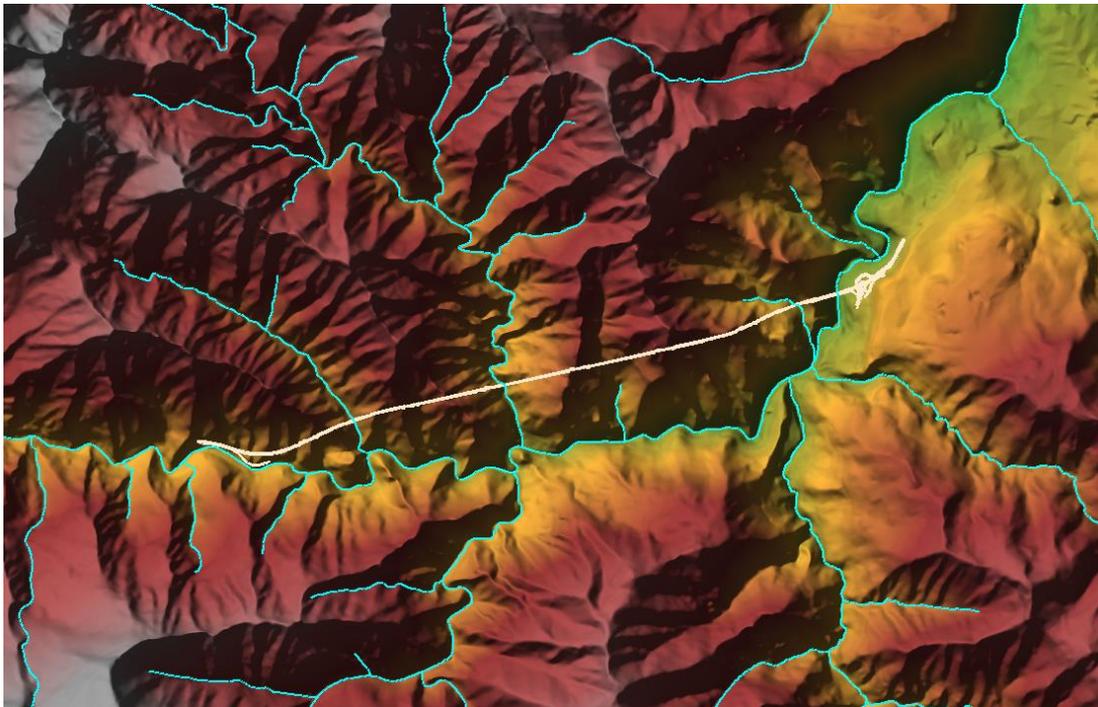


Figura 2.4 - modello DTM

Nella tabella seguente si riportano le caratteristiche morfometriche dei bacini idrografici.

Tabella 2.2 - Dati morfometrici dei bacini idrografici.

Sez. di chiusura	Bacini	Nome fosso/torrente	L asta (m)	Area bacino (mq)	Area bacino (kmq)	I media asta (m/m)	H0 (m slm)	Hmax (m slm)	Hmedia (m slm)	Hmax asta (m slm)
1	B1	Fosso di Val Ceresa	588.0	212908.0	0.2129	0.51020408	460.0	820.0	640.0	760.0
2	B2	Rio di Novete	6795.0	10306871.0	10.3069	0.10448859	430.0	1430.0	930.0	1140.0
-	Tronto 1	Fiume Tronto	39101.0	480539000.0	480.5390	0.0373392	340.0	2000.0	1170.0	1800.0

2.5 CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA

Per la costruzione delle curve segnalatrici di possibilità pluviometrica sono state acquisite le serie storiche (circa 25/30 anni di osservazione) delle precipitazioni brevi ed intense relative alle stazioni pluviometriche poste all'interno e a breve distanza dei bacini individuati e quindi rappresentativi delle precipitazioni critiche.

Sulla serie storica delle precipitazioni è stata svolta un'analisi statistica mediante il metodo di Gumbel, che consente di determinare le altezze massime di pioggia previste per le durate 1, 3, 6, 12, 24 ore con diversi tempi di ritorno (Tabella 10).

L'analisi statistica degli eventi osservati permette di allargare il campo delle previsioni oltre il periodo di osservazione e di associare ad ogni evento un tempo di ritorno T_r , inteso come periodo, espresso in anni, nel quale mediamente l'evento viene eguagliato o superato. Il metodo utilizzato per l'analisi statistica dei dati di pluviometrici è la distribuzione di Gumbel, espressa dalla legge seguente:

$$P(h) = e^{-e^{-\alpha(h-\beta)}} \quad (1)$$

Dove:

$$\alpha = 1,283/\sigma$$

$$\beta = M-0,577/\sigma$$

sono i parametri caratteristici della distribuzione valutati con il metodo dei momenti a partire dalla media M e dallo scarto quadratico medio σ del campione. Fissato il tempo di ritorno T dell'evento meteorico, legato alla probabilità di non superamento P dall'espressione

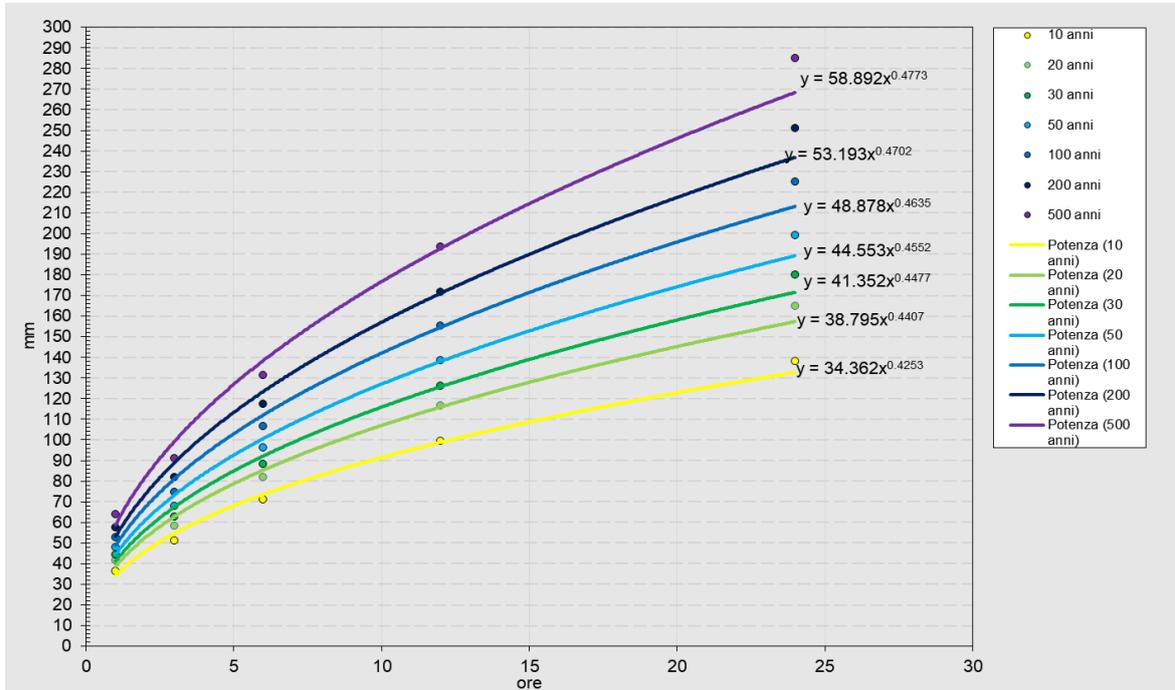
$$P = 1 - \frac{1}{T} \quad (2)$$

si determinano, una volta calcolati i parametri α e β per ciascun campione di durata caratteristica, i corrispondenti quantili h , mediante esplicitazione della (1). Per ciascun tempo di ritorno, le altezze massime di pioggia di fissata durata vengono interpolate con la legge caratteristica delle curve segnalatrici di possibilità pluviometrica

$$h = a \cdot d^n \quad (3)$$

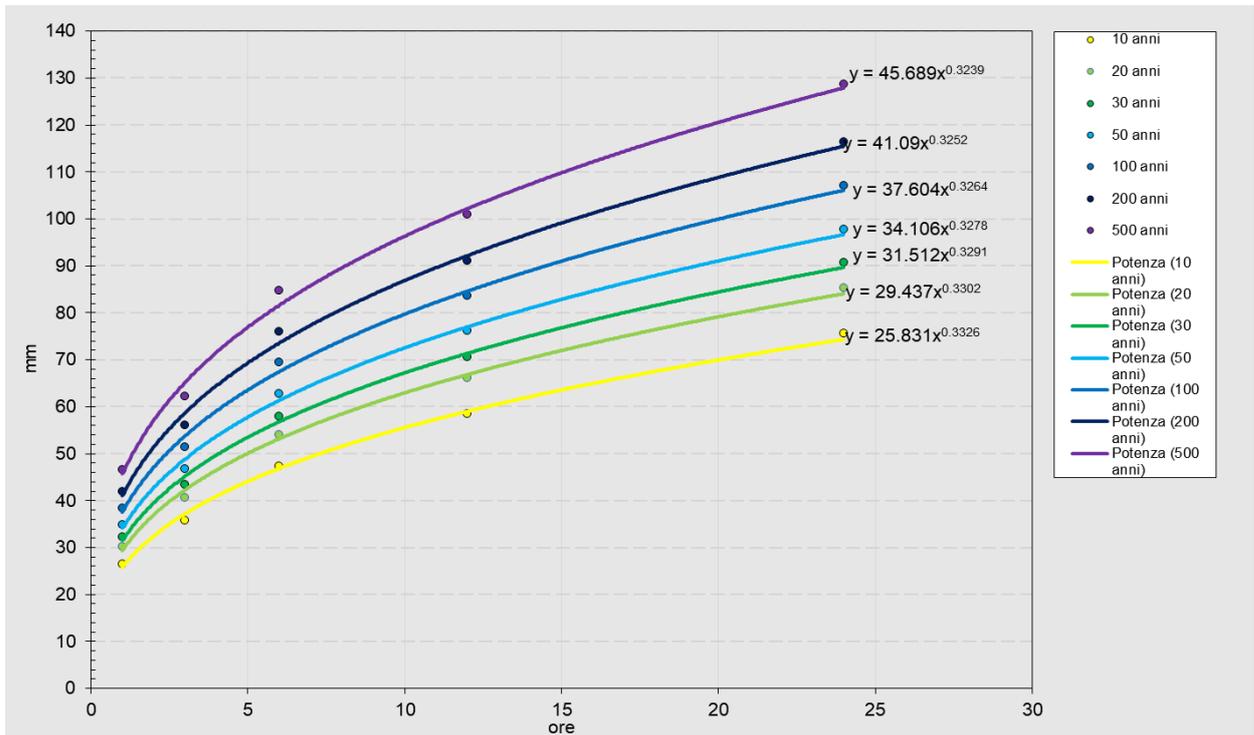
con a ed n parametri di forma caratteristici delle suddette curve. Il dettaglio delle elaborazioni statistiche sopra descritte viene di seguito riportato per i pluviometri di Acquasanta Terme Piscina (42 anni di registrazioni dal 1951 al 2020), Amatrice (55 anni di registrazioni dal 1951 al 2020), Arquata del Tronto (29

anni di registrazioni dal 1991 al 2020, Capodacqua (65 anni di registrazioni dal 1951 al 2020) e San Martino (50 anni di registrazioni dal 1952 al 2003).



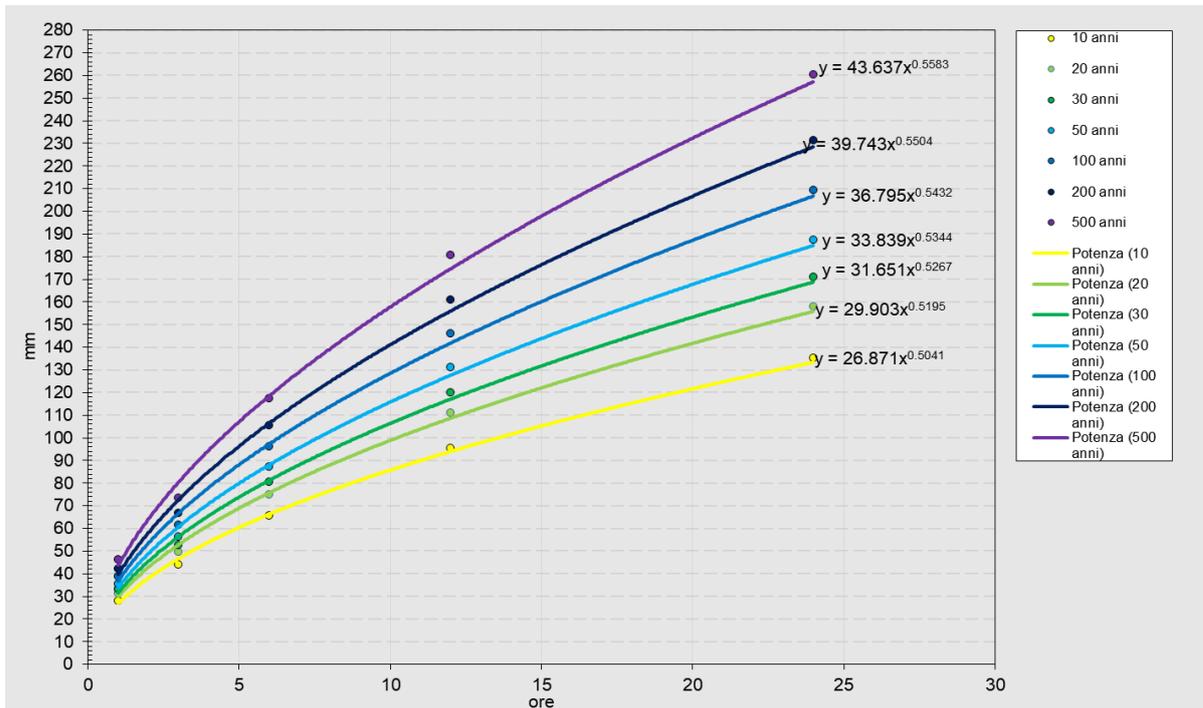
Tempi di ritorno (anni)	$h = a \cdot t^n$	
	$a(T)$	n
10	34.362	0.4253
20	38.795	0.4407
30	41.325	0.4477
50	44.553	0.4552
100	48.878	0.4635
200	53.193	0.4702
500	58.892	0.4773

Figura 2.5 - Curva di possibilità pluviometrica stazione di Acquasanta Terme Piscina.



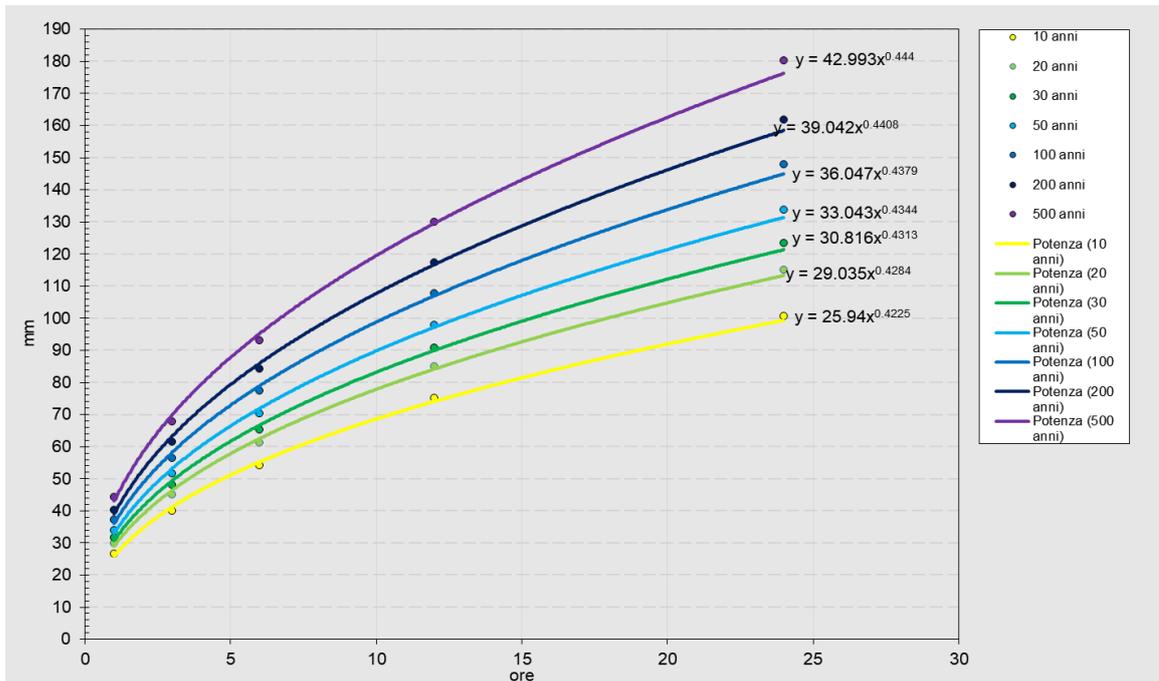
Tempi di ritorno (anni)	$h = a \cdot t^n$	
	$a(T)$	n
10	25.831	0.3326
20	29.437	0.3302
30	31.512	0.3291
50	34.106	0.3278
100	37.604	0.3264
200	41.090	0.3252
500	45.689	0.3239

Figura 2.6 - Curva di possibilità pluviometrica stazione di Amatrice.



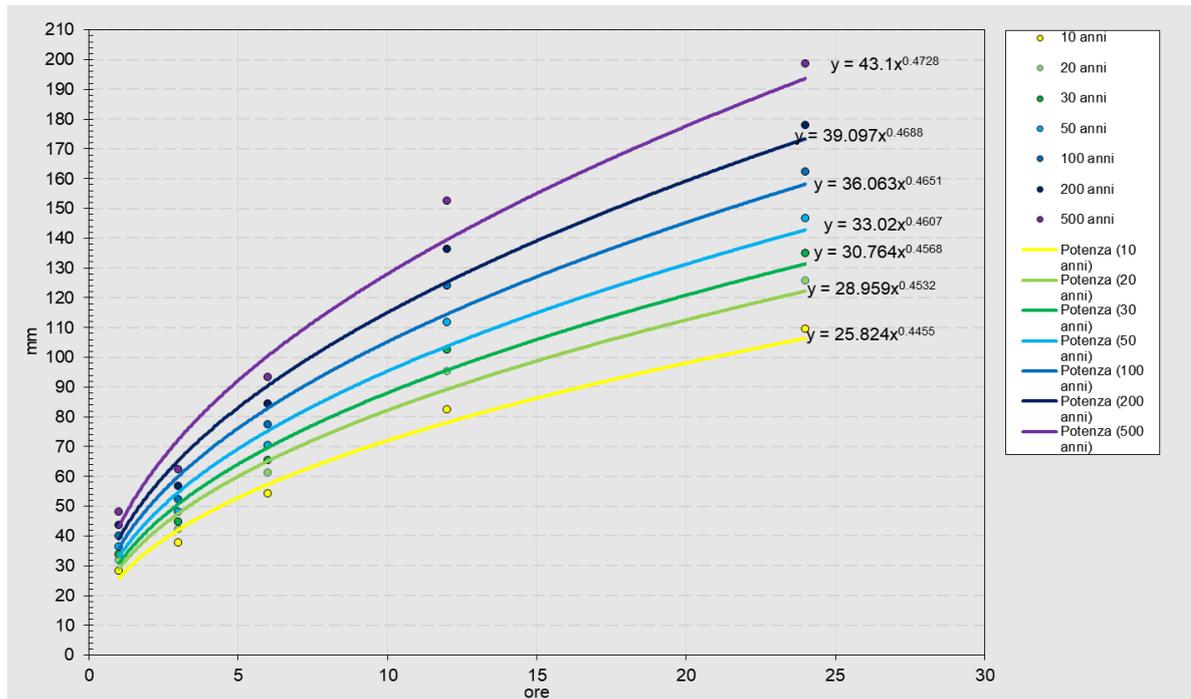
Tempi di ritorno (anni)	$h = a \cdot t^n$	
	$a(T)$	n
10	26.871	0.5041
20	29.903	0.5195
30	31.651	0.5267
50	33.839	0.5344
100	36.795	0.5432
200	39.743	0.5504
500	43.637	0.5583

Figura 2.7 - Curva di possibilità pluviometrica stazione di Arquata del Tronto.



Tempi di ritorno (anni)	$h = a \cdot t^n$	
	$a(T)$	n
10	25.940	0.4225
20	29.035	0.4284
30	30.816	0.4313
50	33.043	0.4344
100	36.047	0.4379
200	39.042	0.4408
500	42.993	0.4440

Figura 2.8 - Curva di possibilità pluviometrica stazione di Capodacqua.



Tempi di ritorno (anni)	$h = a \cdot t^n$	
	$a(T)$	n
10	25.824	0.4455
20	28.959	0.4532
30	30.764	0.4568
50	33.020	0.4607
100	36.063	0.4651
200	39.097	0.4688
500	43.100	0.4728

Figura 2.9 - Curva di possibilità pluviometrica stazione di San Martino.

L'altezza di pioggia, ragguagliata all'area del bacino, si valuta mediante l'applicazione del metodo dei poligoni di Thiessen (o dei topoi). In particolare per ciascun bacino si determinano i valori di $a(T)$ ed n effettuando una media pesata con le aree dei poligoni ricadenti nel bacino considerato.

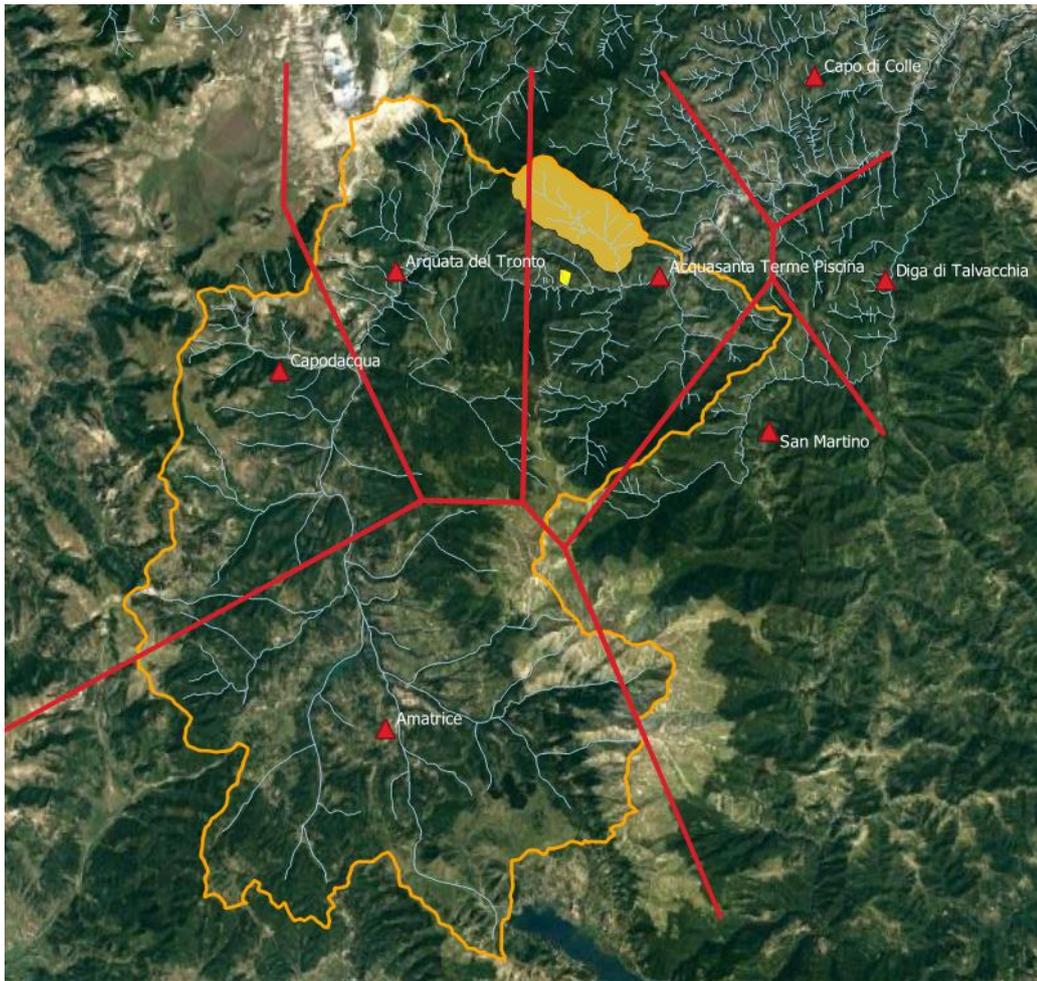


Figura 2.10 - Stazioni pluviometriche e suddivisione del bacino secondo i relativi poligoni di Thiessen.

Le linee segnalatrici di possibilità pluviometrica così determinate per i bacini B1, B2 e Tronto 1.

Tabella 2.3 - Parametri curve di possibilità pluviometrica Bacino B1

BACINO B1		
Tempi di ritorno (anni)	$h = a \cdot t^n$	
	$a(T)$	n
10	34.362	0.4253
20	38.795	0.4407
30	41.325	0.4477
50	44.553	0.4552
100	48.878	0.4635
200	53.193	0.4702
500	58.892	0.4773

Tabella 2.4 - Parametri curve di possibilità pluviometrica Bacino B2

BACINO B2		
Tempi di ritorno (anni)	$h = a \cdot t^n$	
	a(T)	n
10	33.837	0.431
20	38.172	0.446
30	40.647	0.453
50	43.802	0.461
100	48.031	0.469
200	52.250	0.476
500	57.822	0.483

Tabella 2.5 - Parametri curve di possibilità pluviometrica Bacino Tronto 1

BACINO TRONTO 1		
Tempi di ritorno (anni)	$h = a \cdot t^n$	
	a(T)	n
10	27.315	0.400
20	30.821	0.406
30	32.836	0.408
50	35.366	0.411
100	38.774	0.414
200	42.173	0.417
500	46.657	0.419

2.6 TEMPO DI CORRIVAZIONE E PORTATE DI PROGETTO

Il calcolo del tempo di corrivazione (t_c) individua la durata dell'evento di precipitazione critico per il bacino. La sua stima può essere effettuata utilizzando una delle diverse formulazioni empiriche o semi-empiriche che ne correlano il valore a caratteri morfologici del bacino idrografico o dell'asta fluviale.

La scelta della formula per il calcolo del tempo di corrivazione è uno dei momenti critici della procedura qui descritta. Infatti, questo parametro è di tipo soggettivo e quindi la sua definizione è legata all'esperienza del progettista, che potrà avvalersi anche di quanto presente in letteratura o raccomandato dall'Autorità di Bacino, tenendo presente che una sottostima del tempo di corrivazione tenderà a fornire delle portate di maggior valore e viceversa.

Nell'ambito del presente studio, si è fatto riferimento a cinque diverse formulazioni, ciascuna riconosciuta affidabile per la stima del tempo di corrivazione di bacini idrografici di determinate estensioni.

Per i bacini di estensione inferiore ai 20 kmq si utilizzano le formulazioni di Pezzoli, Kirpich, Ventura e Pasini; per i bacini di estensione superiore si utilizza la formula di Giandotti. Tutte le formulazioni risultano ampiamente documentate in letteratura e di consolidato uso nella pratica progettuale.

Formula di Pezzoli:

$$t_c = 0.055 * \left(\frac{L}{I^{0.5}} \right)$$

dove:

- L è la lunghezza dell'asta fluviale [km];
- I è la pendenza media del reticolo idrografico [m/m].

Formula di Kirpich:

$$t_c = 0.066 * \left(\frac{L^{0.77}}{I^{0.385}} \right)$$

dove:

- t_c è il tempo di corrivazione [h];
- L è la lunghezza dell'asta fluviale [km];
- I è la pendenza media del reticolo idrografico [m/m].

Formula di Ventura:

$$t_c = 0.1272 * (A/I)^{0.50}$$

dove:

- t_c è il tempo di corrivazione [h];
- A è l'area del bacino [kmq];
- I è la pendenza media dell'asta fluviale [m/m].

Formula di Pasini:

$$t_c = \frac{0.108 * (A * L)^{1/3}}{I^{1/2}}$$

dove:

- t_c è il tempo di corrivazione [h];
- A è l'area del bacino [kmq];
- L è la lunghezza dell'asta fluviale [km];
- I è la pendenza media dell'asta fluviale [m/m].

Formula di Giandotti:

$$t_c = \frac{4 * A^{\frac{1}{2}} + 1.5 * L}{0.8 * (H_{med} - H_0)^{1/2}}$$

dove:

- t_c è il tempo di corrivazione [h];
- A è l'area del bacino [kmq];
- L è la lunghezza dell'asta fluviale [km];

- $H_{med} - H_0$ è il dislivello medio del bacino [m];

I calcoli idrologici del tempo di corrivazione e delle portate al colmo vengono chiaramente riferiti alla sezione di chiusura, la cui ubicazione, così come la perimetrazione dei relativi bacini idrografici sono riportate nelle corografie dei bacini idrografici.

Di seguito sono riportati i principali parametri morfologici e fisiografici dei bacini, necessari alla stima dei tempi di corrivazione.

Tabella 2.6 - Caratteristiche morfologiche e fisiografiche dei bacini idrografici.

Sez. di chiusura	Bacini	Nome fosso/torrente	L asta (m)	Area bacino (mq)	Area bacino (kmq)	I media asta (m/m)	H0 (m sim)	Hmax (m sim)	Hmedia (m sim)	Hmax asta (m sim)
1	B1	Fosso di Val Ceresa	588.0	212908.0	0.2129	0.51020408	460.0	820.0	640.0	760.0
2	B2	Rio di Novete	6795.0	10306871.0	10.3069	0.10448859	430.0	1430.0	930.0	1140.0
-	Tronto 1	Fiume Tronto	39101.0	480539000.0	480.5390	0.0373392	340.0	2000.0	1170.0	1800.0

Attraverso la stima di tali parametri si è quindi proceduto alla stima dei tempi di corrivazione nelle diverse sezioni di chiusura attraverso le relazioni precedentemente descritte. I tempi di corrivazione calcolati adottati sono in via cautelativa pari al valore minimo tra quelli ottenuti, considerando una soglia minima di un quarto d'ora. Per i bacini del Fiume Tronto i valori ricavati sono ottenuti dalla relazione di Giandotti.

Tabella 2.7 - Tempi di corrivazione.

Sez. di chiusura	Bacini	Nome fosso/torrente	Ventura (h)	Pasini (h)	Kirpich (h)	Giandotti (h)	Pezzoli (h)	Adottato (h)
1	B1	Fosso di Val Ceresa	0.08	0.08	0.06		0.05	0.25
2	B2	Rio di Novete	1.26	1.38	0.69		1.16	0.69
-	Tronto 1	Fiume Tronto				6.35		6.35

2.7 CALCOLO DELLA PIOGGIA NETTA

Il calcolo della pioggia netta, ovvero del volume della piena, viene effettuato in base al metodo del Curve Number, formulato dal Soil Conservation Service nel 1972, già sopra brevemente descritto.

Come esposto, tale metodo mette in relazione l'altezza H di pioggia affluita con l'altezza di pioggia netta h_n defluita in rete, attraverso la seguente formula:

$$h_{netta}(t) = \frac{[H(t) - I]^2}{H(t) - I + S}$$

dove:

- S rappresenta la massima ritenzione potenziale del bacino ed è funzione del tipo di terreno, del suo grado di saturazione e dell'uso del suolo, e viene espresso sotto la forma:

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

- in cui, CN o "Runoff Number" è il coefficiente sperimentale che dipende dal tipo di suolo e dal loro uso, come riportato nelle successive figure.
- I è lo spessore totale di pioggia ritenuto fra $t=0$ e l'istante di raggiungimento del ponding; viene espresso come:

$$I = 0.20 * S$$

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.

Figura 2.11 – Classi di tipo di suolo secondo il metodo SCS – CN.

Tipo di copertura (uso del suolo)	TIPO SUOLO			
	A	B	C	D
TERRENO COLTIVATO				
Senza trattamento di conservazione	72	81	88	91
Con interventi di conservazione	62	71	78	81
TERRENO DA PASCOLO				
Cattive condizioni	68	79	86	89
Buone condizioni	39	61	74	90
PRATERIE				
Buone condizioni	30	58	71	78
TERRENI BOSCOSSI O FORESTATI				
Terreno sottile, sottobosco povero, senza foglie	45	66	77	83
Sottobosco e copertura buoni	25	55	70	77
SPAZI APERTI, PRATI RASATI, PARCHI				
Buone condizioni con almeno il 75% dell'area con copertura erbosa	39	61	74	80
Condizioni normali, con copertura erbosa intorno al 50%	49	69	79	84
AREE COMMERCIALI (impermeabilità 85%)	89	92	94	95
DISTRETTI INDUSTRIALI (imper. 72%)	81	88	91	93
AREE RESIDENZIALI				
Impermeabilità media %	77	85	90	92
65	61	75	83	87
38	57	72	81	86
30	54	70	80	85
25	51	68	79	84
PARCHEGGI IMPERMEABILIZZATI	98	98	98	98
STRADE				
Pavimentate con cordoli e fognature	98	98	98	
Inghiaiate o selciate con buche	76	85	89	91
In terra battuta (non asfaltate)	72	82	87	89

Figura 2.12 – Valori del Curve Number al variare della classe di tipo di suolo e dell'uso del suolo.

La tipologia di copertura e i relativi coefficienti del curve number utilizzati sono riportati nella tabella seguente:

Tipo di copertura	CN
Area incolta	85
Area urbanizzata	92
Boschi	77
Pascoli - Prati	81

Di seguito si riportano i valori delle aree suddivise in base al tipo di copertura, il calcolo del CN, della massima ritenzione potenziale del suolo S e dello spessore totale di pioggia ritenuto fino all'istante di ponding la.

Tabella 2.8 - Valori del Curve Number.

Sez. di chiusura	Bacini	Nome fosso/torrente	Area bacino (miglia q)	Area bacino (mq)	Area incolta (mq)	Area urbanizzata (mq)	Boschi (mq)	Pascoli - Prati (mq)	CN	S (mm)	la (mm)	tc (ore)
1	B1	Fosso di Val Ceresa		212'908	0	0	174'450	38'450	77.72	72.82	14.56	0.25
2	B2	Rio di Novete	3.98	10'306'871	5'405	13'713	9'958'885	328'482	77.15	75.23	15.05	0.69
-	Tronto 1	Fiume Tronto	185.49	480'539'000	48'053'900	72'080'850	168'188'650	192'215'600	81.65	57.08	11.42	6.35

2.8 CALCOLO DELLA PORTATA AL COLMO

Il calcolo della portata al colmo deve essere determinato sulla base di una forma predefinita di idrogramma e quindi uguagliando l'apporto meteorico efficace al volume di deflusso.

Nel caso in esame i bacini studiati, che contribuiscono all'apporto della portata di progetto nei vari corpi idrici, hanno dimensioni notevolmente differenti ma caratteristiche morfologiche simili poiché si tratta di corsi d'acqua a regime torrentizio.

Si considera un idrogramma triangolare isoscele, comunemente utilizzato nel metodo razionale:

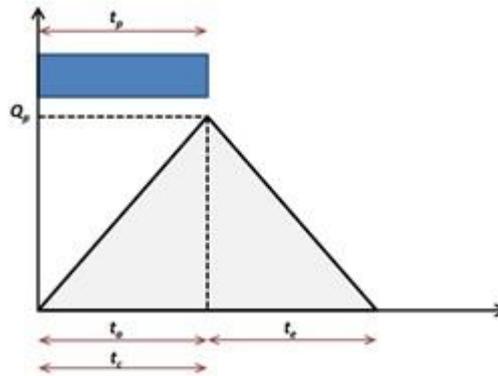


Figura 2.13 – Idrogramma triangolare isoscele.

Dove la portata di progetto è data da:

$$Q_c = \frac{r * h_n * A}{3.6 * t_c}$$

dove:

- Q_c è la portata al colmo [mc/s];

- R è il fattore di ragguaglio della precipitazione all'area del bacino [adim.];
- h_n è la pioggia netta [mm];
- A è la superficie del bacino [kmq];
- t_c è il tempo di corrivazione [h].

Il metodo si basa sulle seguenti ipotesi:

1. La formazione della piena si basa unicamente su un fenomeno di trasferimento di massa liquida;
2. Ogni singola goccia di pioggia si muove sulla superficie del bacino seguendo un percorso immutabile che dipende soltanto dalla posizione del punto in cui è caduta;
3. La velocità di ogni singola goccia non è influenzata dalla presenza delle altre gocce, cioè ognuna di esse è indipendente dalle altre;
4. La portata defluente si ottiene sommando tra loro le portate elementari provenienti dalle singole aree del bacino che si presentano allo stesso istante nella sezione di chiusura;
5. La precipitazione si suppone di intensità costante per tutta la durata dell'evento.

Dalle ipotesi (1) e (2), sopra formulate, il tempo impiegato da ciascuna goccia di pioggia per raggiungere la sezione di chiusura del bacino, definito come tempo di corrivazione puntuale, risulta essere necessariamente univoco per ogni punto del bacino stesso; il tempo di corrivazione massimo viene a coincidere con il tempo di corrivazione del bacino.

Nella tabella seguente si riportano le portate di progetto per le sezioni di chiusura dei bacini studiati per tempi di ritorno di 50, 100, 200 e 500 anni.

Tabella 2.9 - Portate di progetto per $Tr=50$ anni.

				Tr = 50 anni			
Sez. di chiusura	Bacini	Nome fosso/torrente	Area bacino (mq)	Rtot (mm)	Re (mm)	Cd	Qp (mc/s)
1	B1	Fosso di Val Ceresa	212'908	26.08	1.57	0.06	0.37
2	B2	Rio di Novete	10'306'871	36.36	4.70	0.13	19.56
-	Tronto 1	Fiume Tronto	480'539'000	64.46	25.55	0.40	537.12

Tabella 2.10 - Portate di progetto per $Tr=100$ anni.

				Tr = 100 anni			
Sez. di chiusura	Bacini	Nome fosso/torrente	Area bacino (mq)	Rtot (mm)	Re (mm)	Cd	Qp (mc/s)
1	B1	Fosso di Val Ceresa	212'908	32.36	3.50	0.11	0.83
2	B2	Rio di Novete	10'306'871	39.74	6.10	0.15	25.37
-	Tronto 1	Fiume Tronto	480'539'000	71.08	30.49	0.43	641.03

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione idrologica

Tabella 2.11 - Portate di progetto per Tr=200 anni.

				Tr = 200 anni			
Sez. di chiusura	Bacini	Nome fosso/torrente	Area bacino (mq)	Rtot (mm)	Re (mm)	Cd	Qp (mc/s)
1	B1	Fosso di Val Ceresa	212'908	38.65	5.99	0.15	1.42
2	B2	Rio di Novete	10'306'871	43.13	7.63	0.18	31.73
-	Tronto 1	Fiume Tronto	480'539'000	77.67	35.59	0.46	748.23

Tabella 2.12 - Portate di progetto per Tr=500 anni.

				Tr = 500 anni			
Sez. di chiusura	Bacini	Nome fosso/torrente	Area bacino (mq)	Rtot (mm)	Re (mm)	Cd	Qp (mc/s)
1	B1	Fosso di Val Ceresa	212'908	48.05	10.55	0.22	2.50
2	B2	Rio di Novete	10'306'871	47.60	9.83	0.21	40.87
-	Tronto 1	Fiume Tronto	480'539'000	86.37	42.55	0.49	894.47