

AperTO - Archivio Istituzionale Open Access dell'Università di Torino

## Pericolosità idrologica della Città di Ceva (CN)

### **This is the author's manuscript**

*Original Citation:*

*Availability:*

This version is available <http://hdl.handle.net/2318/1767335> since 2021-01-18T16:52:32Z

*Terms of use:*

Open Access

Anyone can freely access the full text of works made available as "Open Access". Works made available under a Creative Commons license can be used according to the terms and conditions of said license. Use of all other works requires consent of the right holder (author or publisher) if not exempted from copyright protection by the applicable law.

(Article begins on next page)

## Pericolosità idrologica della Città di Ceva (CN) Hydrological hazard in the City of Ceva (CN)

Mauro Bonasera, Anna Maria Ferrero, Giandomenico Fubelli, Luciano Masciocco, Adriano Nocera, Eleonora Viviani

*Dipartimento di Scienze della Terra – Università degli Studi di Torino*

Parole chiave (*key words*): pericolosità idrologica (*hydrological hazard*), pianificazione territoriale (*land use*), Città di Ceva (*City of Ceva*), Piemonte - Italia (*Piedmont - Italy*)

### Introduzione

La Città di Ceva è situata nel settore sudorientale della provincia di Cuneo, appena a monte della confluenza del T. Cevetta nel F. Tanaro (Fig. 1). In corrispondenza di Ceva, il bacino idrografico del Tanaro misura circa 400 km<sup>2</sup> mentre il bacino del T. Cevetta presenta un'estensione di circa 100 km<sup>2</sup>.

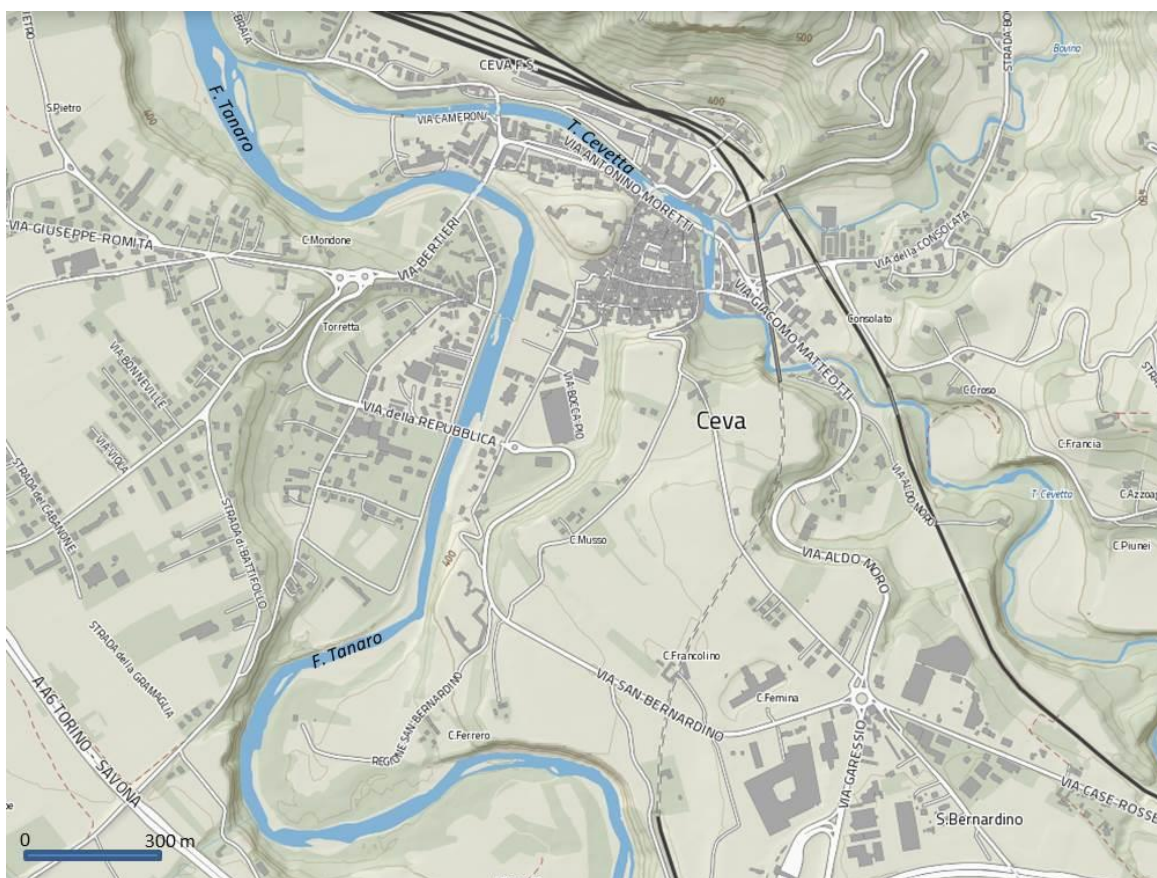


Figura 1 – Ubicazione della Città di Ceva, alla confluenza del T Cevetta nel F. Tanaro.

Il borgo storico di Ceva sorge sull'estremità settentrionale del terrazzo modellato dall'incisione dei due corsi d'acqua, in corrispondenza di un avvallamento formato verosimilmente da un paleoalveo del T. Cevetta. Lo sviluppo urbanistico è avvenuto in parte correttamente, sui terrazzi più elevati, come testimonia a sudest, la frazione S. Bernardino o, verso ovest, la zona compresa tra via Romita, Strada di Battifollo e l'Autostrada A6 Torino - Savona). Purtroppo però, si è andati anche ad occupare maldestramente le aree di esondazione del F. Tanaro e del T. Cevetta (Fig. 2). Queste zone, ormai ampiamente antropizzate, sono state colpite in modo pesante durante l'alluvione del 1994, con inondazioni che hanno superato anche i 4 metri di altezza (Fig. 3). Il presente lavoro vuole mettere in luce la pericolosità idrologica della Città di Ceva e il relativo rischio per la popolazione interessata.



Figura 2 – La Città di Ceva: il borgo antico (evidenziato in giallo). L'espansione urbanistica corretta al sicuro sui terrazzi (in verde), e quella sconsiderata, in zone idrologicamente pericolose (in rosso)

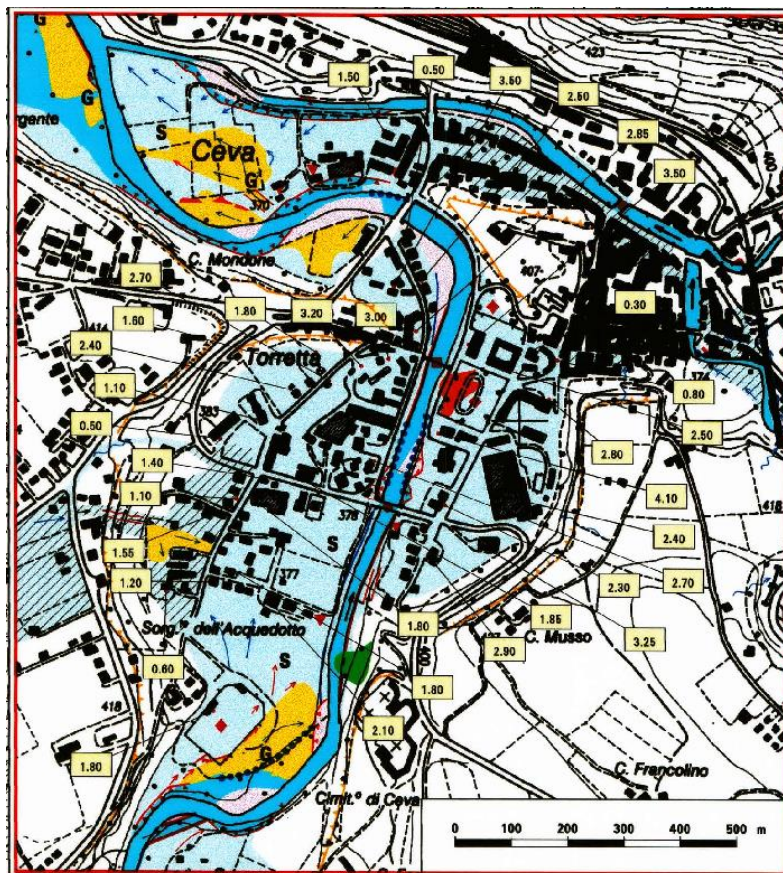


Figura 3 – Dettaglio della carta sul campo di inondazione ed effetti indotti dalla piena del 5-6/11/1994 nell'abitato di Ceva (AA.VV., 1999, pag. 138).

## Inquadramento geologico

Dal punto di vista *geologico strutturale* (PIANA *et Al.*, 2017), il bacino del F. Tanaro con chiusura a Ceva e il bacino del T. Cevetta sono impostati (Fig. 4):

- nella Zona Assiale della catena alpina (Dominio Pennidico), corrispondente in parte al Paleomargine Continentale Europeo (qui affiorano soprattutto le *Unità Brianzonesi Interne* e, in minor misura, il *basamento polimetamorfico Brianzonese*) e, limitatamente al bacino del F. Tanaro, alle Unità Oceaniche Liguri-Piemontesi (in particolare nella testata della Val Tanaro, i destra idrografica, affiorano unità non metamorfiche quali le *Unità Liguri delle Alpi Marittime*);
- nella Zona Esterna della catena alpina, corrispondente al Paleomargine Continentale Europeo (dove in sinistra idrografica dell'alta Val Tanaro affiorano le *successioni Delfinense-provenzale e Brianzonese esterna*);
- e nei Bacini Sinorogenetici, essenzialmente nel Bacino Terziario Ligure Piemontese.

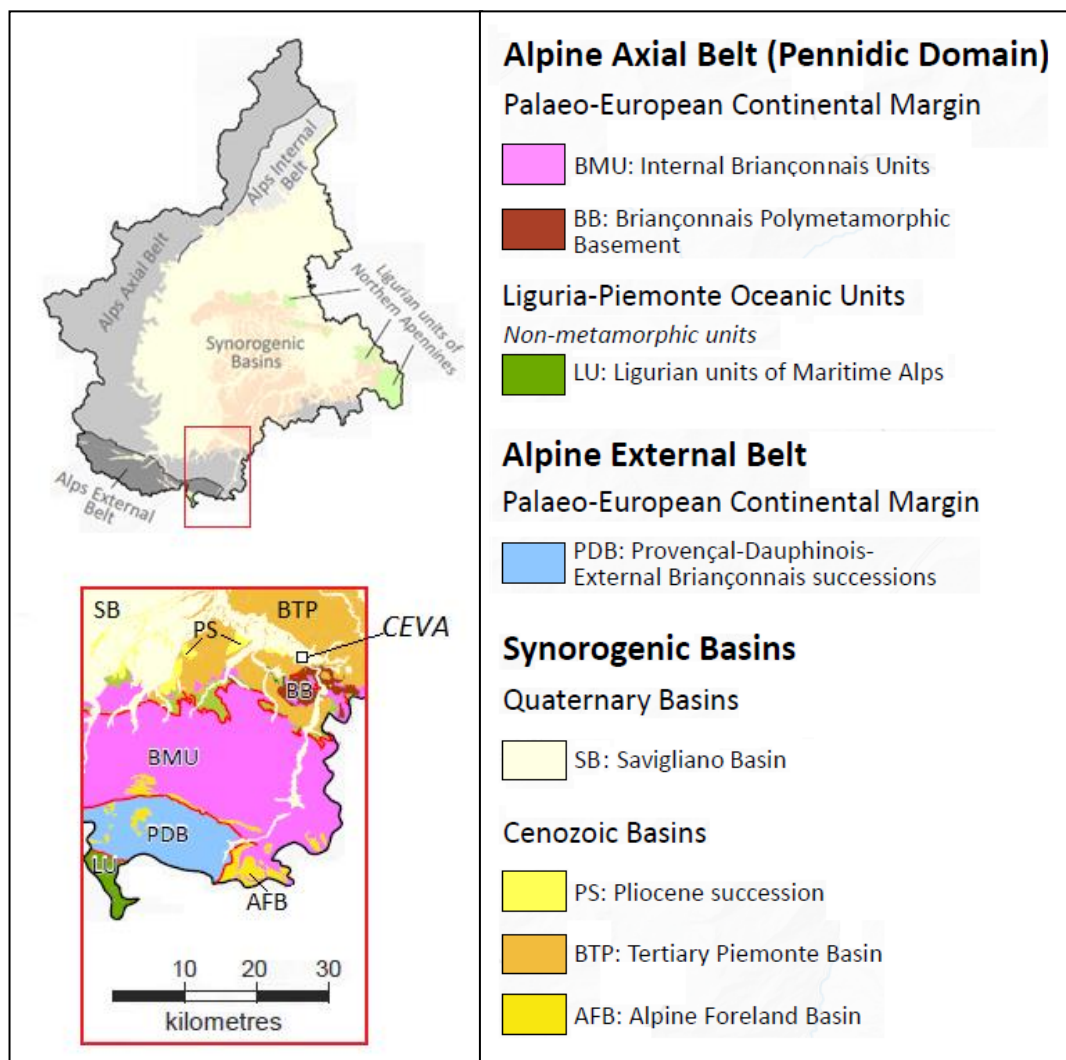


Figura 4 – Inquadramento geologico strutturale. Modificato dalla Carta Geologica del Piemonte alla scala 1:250.000 (PIANA *et Al.*, 2017).

Le litologie del bacino del F. Tanaro con chiusura a Ceva sono rappresentate per 77% da rocce silicatiche (gneiss, micascisti, quarziti, porfidi, conglomerati, Flysch, etc.) e per il 23% da rocce carbonatiche (calcarei e dolomie). Il bacino del T. Cevetta è costituito per il

94% da rocce silicatiche (complesso metamorfico, complesso arenaceo-pelitico-conglomeratico, etc.) e dal 6% da rocce carbonatiche (calcari e dolomie).

### **Valutazione della pericolosità idrologica**

La valutazione della pericolosità idrologica della Città di Ceva ha comportato la verifica idraulica su quattro sezioni fluviali: due sul F. Tanaro (T1 e T2) e due sul T. Cevetta (C1 e C2) in zone critiche per il rischio di inondazione (Fig. 5). In particolare, l'edificio appena a valle della sezione T2, dall'appariscente tetto blu, è la scuola materna di Ceva: distrutta dall'alluvione del 1994, venne tempestivamente ricostruita grazie a una colletta dei cittadini, ma purtroppo nel medesimo luogo, a soli 25 m dal F. Tanaro.



*Figura 5 – Ubicazione delle 4 sezioni su cui è stata valutata la pericolosità idrologica della Città di Ceva: le sezioni T1 e T2 sul Fiume Tanaro e le sezioni C1 e C2 sul Torrente Cevetta.*

### **Analisi pluviometrica**

I dati delle piogge intense riferiti al bacino del F. Tanaro e al bacino del T. Cevetta, sono stati estratti dal “GeoPortale ARPA Piemonte – Atlante piogge intense in Piemonte” (Rif. WEB n. 1). Su questo sito, è riportato il territorio regionale suddiviso in celle, con lato di 500 metri, per ciascuna delle quali è possibile estrapolare i parametri delle precipitazioni intense con assegnato tempo di ritorno. Mediando i dati relativi a un numero congruo di celle omogeneamente distribuite del bacino del F. Tanaro (n. 100) e a tutte le celle del bacino del T. Cevetta (n. 79), sono state ricavate le curve di probabilità pluviometrica rappresentative dei due bacini in esame (Figg. 6 e 7).

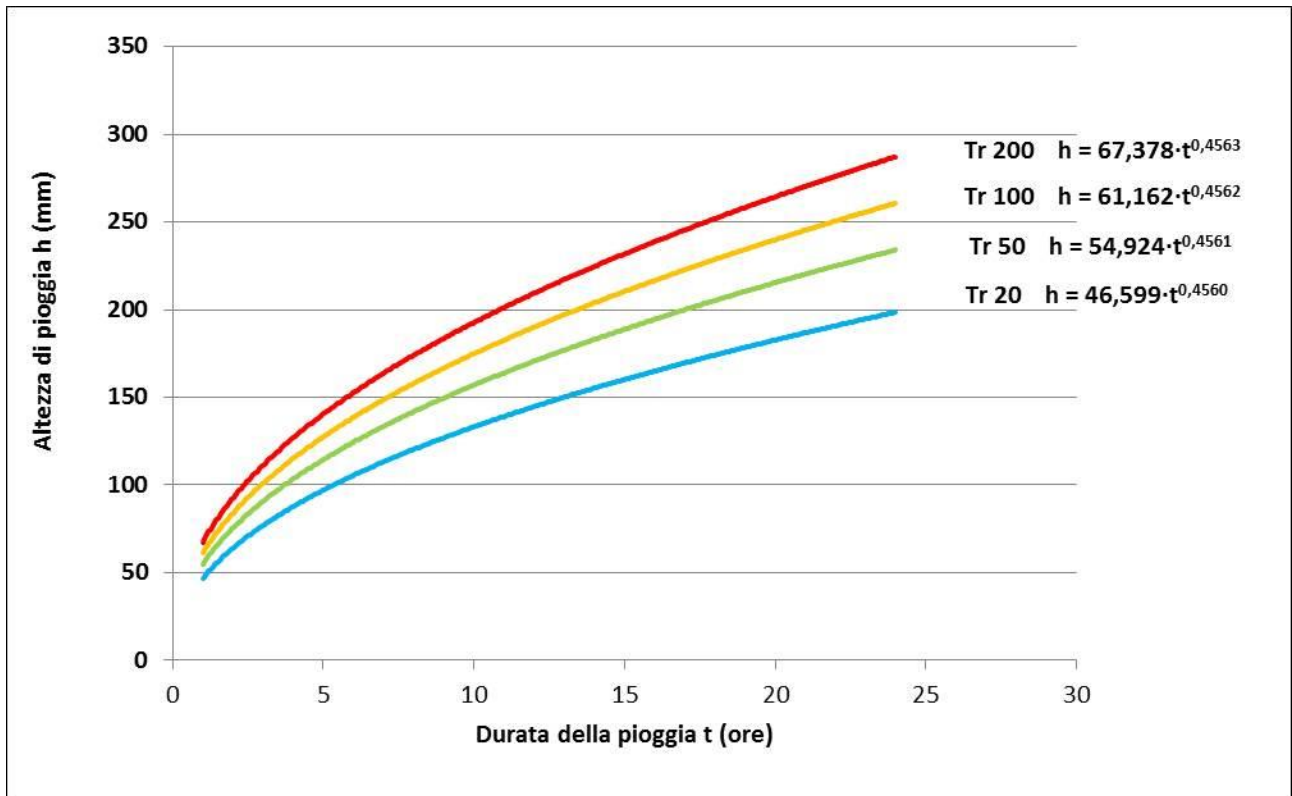


Figura 6 – Curve di probabilità pluviometrica medie con tempi di ritorno di 20, 50, 100 e 200 anni adottate per il bacino del F. Tanaro.

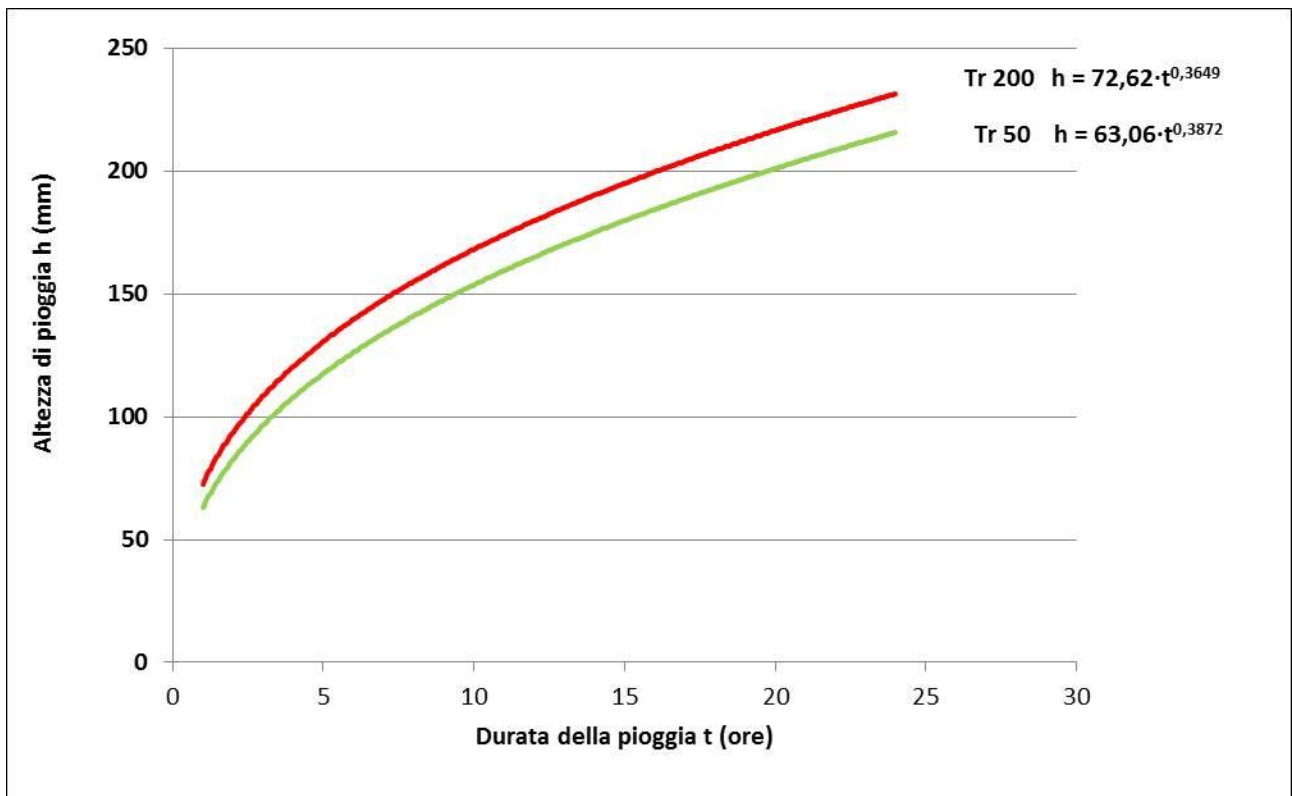


Figura 7 – Curve di probabilità pluviometrica medie con tempi di ritorno di 50 e 200 anni adottate per il bacino del T. Cevetta.

### Calcolo delle portate di massima piena

La portata di massima piena viene calcolata con il Metodo Razionale attraverso la seguente relazione:

$$Q_{max} = k \cdot C \cdot i \cdot A$$

dove:

- $Q_{max}$  è la portata di massima piena del corso d'acqua espressa in m<sup>3</sup>/s;
- $k$  è un fattore adimensionale che tiene conto della non uniformità delle unità di misura. Se  $A$  è espressa in km<sup>2</sup> ed  $i$  in mm/h, per ottenere la portata in m<sup>3</sup>/s bisogna attribuire a  $k$  il valore  $1/3,6 = 0,278$ ;
- $C$  è il coefficiente di deflusso;
- $i$  è l'intensità della precipitazione critica che provoca la piena (mm/ora);
- $A$  è l'area del bacino a monte della sezione presa in esame (km<sup>2</sup>)

Le precipitazioni considerate sono quelle descritte dalle curve di probabilità pluviometrica riportate nelle figure 6 e 7.

Per tutte le simulazioni effettuate, l'**intensità critica  $i$** , è stata ricavata attraverso la valutazione dei tempi di corrivazione dei due bacini, utilizzando la formula di Giandotti, che viene comunemente usata in Italia per bacini con area maggiore di 20 km<sup>2</sup> e pertanto idonea per entrambi i bacini in esame.

$$t_c = \frac{4\sqrt{A} + 1,5L}{0,8\sqrt{h_{mr}}}$$

dove:

- $t_c$  è il tempo di corrivazione espresso in ore;
- $A$  è l'area del bacino preso in considerazione in km<sup>2</sup>;
- $L$  è la lunghezza dell'asta fluviale principale fino al punto di misura;
- $h_{mr}$  è l'altezza media del bacino rispetto alla sezione di chiusura.

In Tabella 1 vengono riportati i tempi di corrivazione dei bacini sottesi dalle 4 sezioni prese in considerazione, insieme ai parametri fisiografici utilizzati, ricavati tramite software Quantum Gis.

Tabella 1 – Dati fisiografici e tempi di corrivazione dei bacini in esame.

Bacini sottesi dalle sez. in esame	Area [km <sup>2</sup> ]	L[km]	h <sub>m</sub> [m]	H <sub>sez</sub> [m]	h <sub>mr</sub> [m]	t <sub>c</sub> [ore]
Bacino sotteso dalla Sezione T1	405	63,8	1140,73	374	766,73	7,95
Bacino sotteso dalla Sezione T2	404	62,9	1142,62	378	764,62	7,90
Bacino sotteso dalla Sezione C1	103	14,3	605,43	380	225,43	5,16
Bacino sotteso dalla Sezione C2	85	14,3	605,43	380	225,43	5,16

A questo punto, per ciascun tempo di ritorno considerato, l'intensità critica  $i_c$  risulterà dal rapporto tra l'altezza della pioggia di durata pari al tempo di corrivazione  $h_c$  (per calcolare la quale basta sostituire  $t_c$  nella durata  $t$  delle equazioni delle curve di probabilità pluviometrica) e il tempo di corrivazione  $t_c$  stesso:

$$i_c = \frac{h_c}{t_c}$$

I dati di pioggia critica  $h_c$  e intensità critica  $i_c$  ottenuti per tutte le simulazioni effettuate sono riportati in Tabella 2.

Tabella 2 – Piogge e intensità critiche ottenute per le diverse simulazioni effettuate.

Bacini sottesi dalle sezioni in esame	$t_c$ [ore]	$h_c$ [mm]	$i_c$ [mm/ora]
Bacino sotteso dalla Sezione T1 (Tr = 20)	7,95	119,96	15,08
Bacino sotteso dalla Sezione T1 (Tr = 50)	7,95	141,42	17,78
Bacino sotteso dalla Sezione T1 (Tr = 100)	7,95	157,52	19,80
Bacino sotteso dalla Sezione T1 (Tr = 200)	7,95	173,56	21,82
Bacino sotteso dalla Sezione T2 (Tr = 20)	7,90	119,59	15,14
Bacino sotteso dalla Sezione T2 (Tr = 50)	7,90	140,98	17,85
Bacino sotteso dalla Sezione T2 (Tr = 100)	7,90	157,02	19,88
Bacino sotteso dalla Sezione T2 (Tr = 200)	7,90	173,02	21,90
Bacino sotteso dalla Sezione C1 (Tr = 50)	5,16	119,04	23,07
Bacino sotteso dalla Sezione C1 (Tr = 200)	5,16	132,16	25,61
Bacino sotteso dalla Sezione C2 (Tr = 50)	5,16	119,04	23,07
Bacino sotteso dalla Sezione C2 (Tr = 200)	5,16	132,16	25,61

Un altro parametro nel calcolo della portata di massima piena è rappresentato dal **coefficiente di deflusso C** che tiene conto della natura dei terreni, del tipo di copertura vegetale e, seppure non venga mai preso in considerazione, dal grado di saturazione del terreno al momento dell'infiltrazione.

Per determinarlo si fa riferimento a valori di letteratura come ad esempio quelli di Tabella 3, proposti da BENINI (1990).

Tabella 3 – Valori per il coefficiente C in funzione del tipo di terreno, dell'uso del suolo e della pendenza (BENINI, 1990).

Vegetazione e pendenza		Tipi di suolo		
		Terreno leggero	Terreno di medio impasto	Terreno compatto
Boschi	< 10%	0,13	0,18	0,25
	> 10%	0,16	0,21	0,36
Pascoli	< 10%	0,16	0,36	0,56
	> 10%	0,22	0,42	0,62
Colture agrarie	< 10%	0,40	0,60	0,70
	> 10%	0,52	0,72	0,82

I bacini oggetto di studio sono stati pertanto suddivisi in aree omogenee per litologie e uso del suolo (14 per la Val Tanaro, 9 per il T. Cevetta) utilizzando il *software Quantum Gis*. Successivamente, a ciascuna area omogenea è stato assegnato un coefficiente C (Tabb. 4 e 5), facendo riferimento ai valori di Tabella 3, mediati per la pendenza.



Tabella 4 – Bacini del F. Tanaro: aree delle superfici omogenee per uso del suolo e litologia ottenute dalle analisi cartografiche tramite software Quantum GIS.

<b>Superfici omogenee [km<sup>2</sup>]</b>	<b>Bacino Sez. T1</b>	<b>Bacino Sez. T2</b>	<b>Coeff. C</b>
Area pascoli su Flysch	11,6	11,6	0,55
Area pascoli su carbonati	29,1	29,1	0,42
Area pascoli su silicati	22,8	22,8	0,65
Area bosco su Flysch	73,6	73,6	0,42
Area bosco su carbonati	59,7	59,7	0,31
Area bosco su silicati	137,5	137,5	0,46
Area bosco su gneiss	28,9	28,9	0,44
Area bosco su conglomerati	22,5	22,5	0,3
Area bosco su marne	0,2	0,2	0,48
Area colture agrarie su silicati	0,6	0,6	0,85
Area colture agrarie su gneiss	0,5	0,5	0,80
Area colture agrarie su conglomerati	5,2	5,2	0,70
Area colture agrarie su marne	5,3	4,5	0,88
Area antropizzata	7,9	7,5	0,92

Tabella 5 – Bacini del T. Cevetta: aree delle superfici omogenee per uso del suolo e litologia ottenute dalle analisi cartografiche tramite software Quantum GIS.

<b>Superfici omogenee [km<sup>2</sup>]</b>	<b>Bacino Sez. C1</b>	<b>Bacino Sez. C2</b>	<b>Coeff. C</b>
Area bosco su depositi alluvionali	0,00	0,00	0,25
Area bosco su carbonati	4,32	4,32	0,31
Area bosco su metamorfiti	17,13	17,13	0,36
Area bosco su peliti, areniti, conglomerati	46,65	38,14	0,36
Area colture agrarie su depositi alluvionali	19,21	17,76	0,65
Area colture agrarie su carbonati	0,69	0,69	0,45
Area colture agrarie su metamorfiti	0,13	0,13	0,35
Area colture agrarie su peliti, areniti, conglomerati	9,94	1,99	0,85
Area antropizzata	5,28	5,04	0,92

Utilizzando i dati ricavati, sono stati calcolati i valori medi dei coefficienti di deflusso C (ponderati sulle superfici omogenee per uso del suolo e litologia) per ciascuno dei bacini sottesi dalle quattro sezioni oggetto di verifica (Tab. 6).

Tabella 6 – Valori medi dei coefficienti di deflusso C per ciascuno dei bacini sottesi dalle quattro sezioni oggetto di verifica.

<b>Bacini sottesi dalle sezioni in esame</b>	<b>Coefficiente di deflusso medio C</b>
Bacino sotteso dalla Sezione T1	0,69
Bacino sotteso dalla Sezione T2	0,75
Bacino sotteso dalla Sezione C1	0,49
Bacino sotteso dalla Sezione C2	0,46

Le **aree A dei quattro bacini** erano già state ottenute tramite software Quantum Gis (Tab. 1). A questo punto, sono disponibili tutti i parametri dell'equazione del Metodo razionale

per ottenere le portate di massima piena  $Q_{max}$  in corrispondenza delle quattro sezioni oggetto di studio (Tab. 7).

Tabella 7 – Portate di massima piena attese alle sezioni di misura per i relativi tempi di ritorno.

Sezioni analizzate	k	$i_c$ [mm/ora]	C	A [km <sup>2</sup> ]	$Q_{max}$ [m <sup>3</sup> /s]
Sezione T1 (Tr = 20)	0,278	15,08	0,69	405	1172
Sezione T1 (Tr = 50)	0,278	17,78	0,69	405	1381
Sezione T1 (Tr = 100)	0,278	19,80	0,69	405	1538
Sezione T1 (Tr = 200)	0,278	21,82	0,69	405	1695
Sezione T2 (Tr = 20)	0,278	15,14	0,75	404	1275
Sezione T2 (Tr = 50)	0,278	17,85	0,75	404	1504
Sezione T2 (Tr = 100)	0,278	19,88	0,75	404	1675
Sezione T2 (Tr = 200)	0,278	21,90	0,75	404	1845
Sezione C1 (Tr = 50)	0,278	23,07	0,49	103	324
Sezione C1 (Tr = 200)	0,278	25,61	0,49	103	359
Sezione C2 (Tr = 50)	0,278	23,07	0,46	85	251
Sezione C2 (Tr = 200)	0,278	25,61	0,46	85	278

### Verifiche idrauliche

Una volta calcolate le portate di massima piena attese per i diversi tempi di ritorno in corrispondenza delle quattro sezioni prese in esame, si è verificato se tutte queste portate sarebbero defluite normalmente nell'alveo o se in qualche occasione il fiume avrebbe esondato, inondando le zone abitate circostanti. A tal fine, è stato necessario fare un confronto tra le *portate di progetto* calcolate precedentemente e la *portata massima ammissibile* in corrispondenza delle quattro sezioni, pari al prodotto dell'area  $A$  della sezione e la velocità del flusso idrico  $V$ :

$$Q = A \cdot V$$

Per ricavare l'area  $A$  sono stati effettuati sopralluoghi sulle sezioni di interesse con battute topografiche per ricavare le quote e misure tramite telemetro per ricavare le lunghezze. Come quota massima della sezione è stato preso il livello base delle abitazioni anche laddove fossero presenti opere di contenimento, quali muretti o argini. Questa scelta è dovuta al fatto che, seppure l'opera di contenimento può cedere o può comunque essere aggirata a monte del tratto considerato, risulta inutile ai fini della sicurezza degli abitanti. Come quota minima è stata invece presa la quota del fondo del corso d'acqua (Figg. 8 – 11).

Per determinare la velocità del flusso idrico  $V$  delle sezioni, si utilizza la formula di Chézy:

$$V = \chi \cdot \sqrt{R \cdot i}$$

dove:

- $V$  è la velocità media in m/s;
- $\chi$  è il coefficiente di Chézy che dipende dalla scabrezza dell'alveo e dal raggio idraulico;
- $R$  è il raggio idraulico in m<sup>1/2</sup>/s;
- $i$  è la pendenza del fondo espressa in %.



Figura 8 – Ubicazione e schema semplificato della sezione T2, immediatamente a monte del Ponte Battaglione Ceva.



Figura 9 – Ubicazione e schema semplificato della sezione T2, immediatamente a valle del ponte della SP225 e a monte della scuola materna di Ceva.

Per *raggio idraulico* si intende il rapporto tra l'area della sezione e il perimetro bagnato. Per perimetro bagnato si intende la somma tra la lunghezza del fondo dell'alveo e delle sponde.

$$R = \frac{A}{p_b}$$

Con i dati ricavati dalle misure sono stati ottenuti, quindi, i raggi idraulici delle quattro sezioni (Tab. 8).

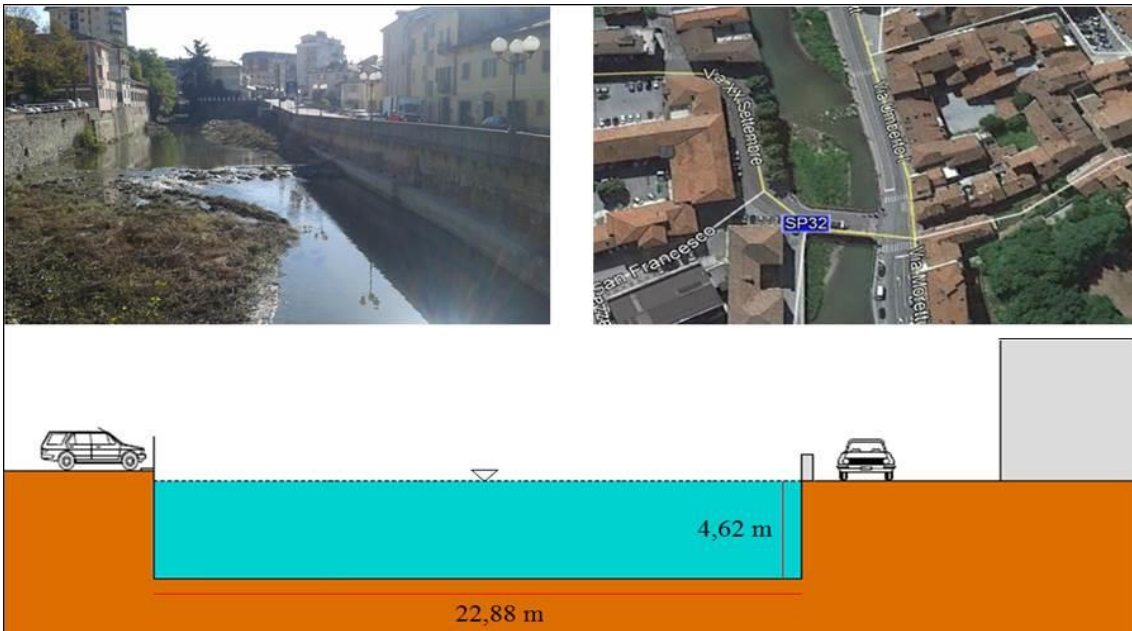


Figura 10 – Ubicazione e schema semplificato della sezione C1, immediatamente a monte del ponte che collega via Umberto I con via XX Settembre.

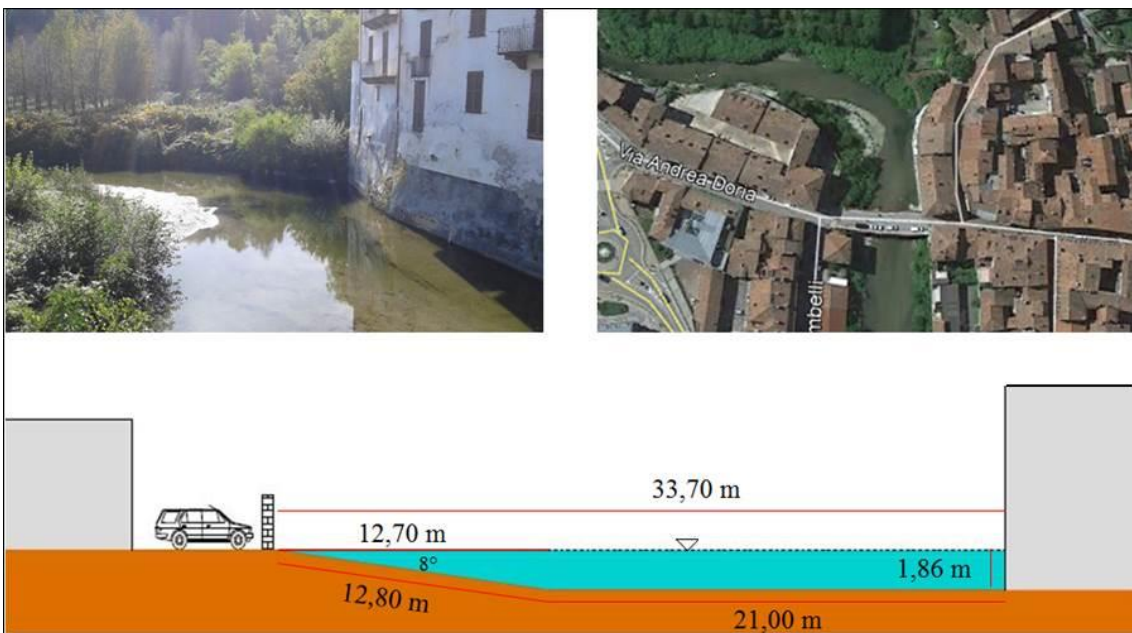


Figura 11 – Ubicazione e schema semplificato della sezione C2, in corrispondenza dell'ansa fluviale del T. Cevetta, a circa 30 m dal ponte che collega via Doria con via Marengo.

Tabella 8 – Valori dell'area, del perimetro bagnato e del raggio idraulico delle quattro sezioni oggetto di verifica.

Sezioni analizzate	Area sezione [m <sup>2</sup> ]	p <sub>b</sub> [m]	R [m]
Sezione T1	172,50	51,60	3,34
Sezione T2	198,00	59,00	3,36
Sezione C1	105,71	32,12	3,29
Sezione C2	50,87	35,66	1,43

Le *pendenze del fondo* sono state ricavate per ciascun bacino, suddividendo il profilo longitudinale dell'asta in tronchi e calcolando la media delle pendenze ponderata in base alle lunghezze (2,37% per il F. Tanaro e 3,75% per il T. Cevetta).

Al fine di determinare il *coefficiente di Chézy*, è stata utilizzata l'equazione di Manning:

$$\chi = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{1}{6}}$$

dove:

- $n$  è il coefficiente di Manning
- $R$  è il raggio idraulico

per cui la formula di Chézy diventa:

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot i^{\frac{1}{2}}$$

Il *coefficiente  $n$  di Manning* è stato calcolato dalla formula:

$$n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4) \cdot m_5$$

rifacendosi ai coefficienti parziali riportati in Tabella 9 (CHOW, 1959).

Tabella 9 – Valori da utilizzare per calcolare il coefficiente  $n$  di Manning (CHOW, 1959).

Condizioni dell'alveo		Valori	
Materiale costituente l'alveo	Terra	n <sub>0</sub>	0,020
	Roccia		0,025
	Alluvione grossolana		0,028
	Alluvione fine		0,024
Irregolarità della superficie della sezione	Trascurabile	n <sub>1</sub>	0,000
	Bassa		0,005
	Moderata		0,010
	Elevata		0,020
Variazione di forma e dimensione della sezione trasversale	Graduale	n <sub>2</sub>	0,000
	Occasionale		0,005
	Frequente		0,010-0,015
Effetto relativo di ostruzioni	Trascurabile	n <sub>3</sub>	0,000
	Modesto		0,010-0,015
	Apprezzabile		0,020-0,030
	Elevato		0,040-0,060
Effetto della vegetazione	Basso	n <sub>4</sub>	0,005-0,010
	Medio		0,010-0,025
	Alto		0,025-0,050
	Molto alto		0,050-0,100
Grado di sinuosità dell'alveo	Modesto	m <sub>5</sub>	1,000
	Apprezzabile		1,150
	Elevato		1,300

I coefficienti parziali utilizzati e i relativi coefficienti  $n$  di Manning calcolati con la formula di CHOW (1959) sono riportati in Tabella 10.

Tabella 10 – Valori dei coefficienti parziali utilizzati e relativi coefficienti  $n$  di Manning.

	Bacino Sez. T1	Bacino Sez. T2	Bacino Sez. C1	Bacino Sez. C2
$n_0$	0,028	0,028	0,028	0,024
$n_1$	0,005	0,005	0,005	0,010
$n_2$	0,010	0,010	0,012	0,012
$n_3$	0,005	0,005	0,012	0,012
$n_4$	0,060	0,060	0,008	0,008
$m_5$	1,000	1,150	1,150	1,150
<b><math>n</math></b>	<b>0,108</b>	<b>0,124</b>	<b>0,075</b>	<b>0,076</b>

Coi dati ottenuti, sono state calcolate le *velocità di deflusso*  $V$  tramite la formula di Chézy (Tab. 12).

Tabella 12 – Valori delle velocità di deflusso.

Sezioni analizzate	Velocità [m/s]
Sezione T1	3,19
Sezione T2	2,78
Sezione C1	5,67
Sezione C2	3,23

Infine, moltiplicando le aree delle sezioni per le rispettive velocità di deflusso, sono state ricavate le *portate massime ammissibili* per le due sezioni analizzate (Tab. 13).

Tabella 13 – Portate massime ammissibili nelle due sezioni.

Sezioni analizzate	Area sezione [m <sup>2</sup> ]	Velocità [m/s]	Portata [m <sup>3</sup> /s]
Sezione T1	172,50	3,19	550
Sezione T2	198,00	2,78	551
Sezione C1	105,71	5,67	599
Sezione C2	50,87	3,23	164

## Discussione e conclusioni

Dal confronto tra le portate massime ammissibili delle quattro sezioni e le portate di progetto calcolate con il Metodo Razionale si rileva che, in entrambe le sezioni analizzate sul F. Tanaro, le portate attese per tempi di ritorno anche solo di 20 anni sono notevolmente maggiori della portata massima ammissibile con prevedibili allagamenti delle zone edificate circostanti. Per quanto riguarda il T. Cevetta, la sezione C1 sembra ben dimensionata per sopportare piene anche con tempi di ritorno di 200 anni, mentre è stata rilevata criticità nella sezione C2, insufficiente a contenere piene già con tempi di ritorno di 50 anni (Tab. 14).

Tali calcoli di verifica sembrano trovare conferma dalle conseguenze dell'evento alluvionale del 21-25 novembre 2016: mentre il F. Tanaro è esondato, allagando di nuovo i quartieri limitrofi, compresi gli edifici della scuola materna (Fig. 12), in corrispondenza della sezione C1, le impetuose acque del T. Cevetta sono fortunatamente rimaste al di sotto anche degli argini naturali (Fig. 13).

È chiaro che la Città di Ceva dovrà prendere provvedimenti per mitigare il rischio di alluvione nel tratto costruito sciaguratamente nel letto di piena del F. Tanaro.

*Tabella 14 – Verifica idraulica delle quattro sezioni prese in esame: solo la sezione C1 riesce a contenere nell'alveo naturale le piene di progetto considerate nello studio.*

Sezioni analizzate	Portata di massima piena [m <sup>3</sup> /s]	Portata ammissibile [m <sup>3</sup> /s]
Sezione T1 (Tr = 20)	1172	550
Sezione T1 (Tr = 50)	1381	550
Sezione T1 (Tr = 100)	1538	550
Sezione T1 (Tr = 200)	1695	550
Sezione T2 (Tr = 20)	1275	551
Sezione T2 (Tr = 50)	1504	551
Sezione T2 (Tr = 100)	1675	551
Sezione T2 (Tr = 200)	1845	551
Sezione C1 (Tr = 50)	324	599
Sezione C1 (Tr = 200)	359	599
Sezione C2 (Tr = 50)	251	164
Sezione C2 (Tr = 200)	278	164



*Figura 12 – Evento alluvionale del 21-25 novembre 2016: il Tanaro esonda, allagando di nuovo il quartiere della scuola materna, edificio riconoscibile dai tetti blu (Foto Dott. Giuseppe Galliano).*



*Figura 13 – Evento alluvionale del 21-25 novembre 2016: in corrispondenza della sezione C1, le impetuose acque del T. Cevetta sono fortunatamente rimaste al di sotto anche degli argini naturali (Rif. WEB n. 2).*

### **Bibliografia**

- AA.VV - 1999, Eventi alluvionali in Piemonte, 2-6 novembre 1994, 8 luglio 1996, 7-10 ottobre 1996, Regione Piemonte - L'Artistica di Savigliano, 1999, 415 pp., 9 tav.
- G. BENINI (1990) – *Sistemazioni idraulico-forestali*. UTET Torino, ISBN 88-02-04340-X, 283 pp.
- A. BONI, R. CASNEDI (1970) – *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 – Fogli 69 e 70 Asti – Alessandria*. Servizio Geologico d'Italia, Poligrafica & Cartevalori, Ercolano (NA), 64 pp.
- A. BOVE, L. MASCIOTTO (2017) - *Caratterizzazione geologica e geomorfologica del sito "I paesaggi vitivinicoli del Piemonte: Langhe, Roero e Monferrato" iscritto nella lista del Patrimonio Mondiale dell'UNESCO*. *Geologia dell'Ambiente*. Periodico della SIGEA, Società Italiana di Geologia Ambientale, n. 2/2017, ISSN 1591-5352, 12-19.
- F. PIANA, G. FIORASO, A. IRACE, P. MOSCA, A. D'ATRI, L. BARALE, P. FALLETTI, G. MONEGATO, M. MORELLI, S. TALLONE & G. B. VIGNA (2017) *Geology of Piemonte region (NW Italy, Alps–Apennines interference zone)*, *Journal of Maps*, 13:2, 395-405, DOI: 10.1080/17445647.2017.1316218

### **Riferimenti WEB**

- 1 - [http://webgis.arpa.piemonte.it/atlante\\_pioggia\\_webapp/](http://webgis.arpa.piemonte.it/atlante_pioggia_webapp/)
- 2 - <https://www.ilfoglio.it/resizer/770/550/false/1480000192327.jpg-- .jpg?1480000193000>