

INDICE

1. PREMESSA	1
2. ASSETTO MORFOLOGICO DELLA FASCIA FLUVIO GOLENALE	1
3. IDROLOGIA E DEFINIZIONE DELLE PORTATE	7
3.1 Premessa	7
3.2 Applicazione della metodologia indicata dall'Autorità di Bacino del Po	8
3.3 Applicazione del modulo EVA	9
3.4 Definizione delle portate di simulazione	11
4. MESSA A PUNTO DEL MODELLO IDRODINAMICO	11
4.1 Schematizzazione del modello	11
4.1.1 Condizioni al contorno	15
4.1.2 Coefficienti di scabrezza	16
4.1.3 Rappresentazione dei ponti	16
4.2 Simulazioni idrodinamiche	17
4.3 Analisi dei risultati	17

ALLEGATO 1 - Descrizione del modello idraulico MIKE11 HD

ALLEGATO 2 - Risultati del modello idraulico

ALLEGATO 3 - Sezioni di rilievo

ALLEGATO 4 - Profili di corrente

1. PREMESSA

Il presente studio viene redatto nell'ambito e ad integrazione delle indagini geologico-tecniche inerenti verifiche di compatibilità idrogeologica e idraulica del P.R.G.C. del Comune di Campertogno, ai sensi della circolare R.P. n. 7/LAP/1996. In particolare, lo studio idraulico è finalizzato alla delimitazione dei settori soggetti ad allagamento per esondazione del fiume Sesia, per eventi di piena di assegnato tempo di ritorno.

Le attività svolte nella redazione del presente studio si articolano in tre fasi:

- indagine morfologica e analisi di eventi alluvionali recenti, al fine di elaborare un primo possibile modello concettuale di propagazione dell'onda di piena sul territorio in esame (vie preferenziali di deflusso in golena, presenza di paleoalvei riattivabili, tratti con sezione di deflusso ad elevata instabilità morfologica anche per attività torrentizia dei tributari, ecc.): nel corso di questa prima fase si è proceduto a sopralluoghi di dettaglio ed indagini aerofotogrammetriche;
- indagine topografica con rilievo di sezioni d'alveo, per la definizione di dettaglio delle caratteristiche geometriche dell'alveo e delle golene. Al fine di ricavare un modello topografico efficiente per la simulazione dei fenomeni di piena, le sezioni sono state opportunamente localizzate anche in funzione delle criticità messe in evidenza nell'ambito della precedente fase di studio;
- analisi idrologica per la determinazione delle portate per assegnati tempi di ritorno;
- analisi idraulica: simulazione degli eventi di piena di assegnato tempo di ritorno e definizione dell'estensione delle aree esondate.

Il modello idraulico di simulazione è stato realizzato mediante il codice di calcolo MIKE11, del Danish Hydraulic Institute, del quale è riportata una breve descrizione nell'allegato 1.

2. ASSETTO MORFOLOGICO DELLA FASCIA FLUVIO GOLENALE

Il corso del Sesia nel territorio comunale di Campertogno presenta in sintesi le seguenti caratteristiche (figura 1):

- nel tratto più a monte, al limite con il territorio comunale di Mollia, il corso d'acqua scorre incassato entro i versanti rocciosi;
- a valle circa della confluenza con il rio Croso, il corso è meno vincolato e scorre nell'ambito di un ampio fondovalle alluvionale, mantenendo in ogni caso, almeno negli stati idrologici ordinari, un assetto monocursale;
- in corrispondenza del concentrico di Campertogno (capoluogo) si osserva un nuovo restringimento del fondovalle, e il corso d'acqua scorre incassato tra i versanti destro e sinistro, in fregio all'abitato stesso;

- a valle della “stretta” in corrispondenza dell’abitato di Campertogno, il fondovalle si allarga nuovamente a costituire un’ampia piana, in cui il corso d’acqua scorre entro le proprie alluvioni con alveotipo monocursale, localmente ramificato/pluricursale con barre longitudinali e isole stabili;
- la morfologia di ampio fondovalle termina in corrispondenza del successivo restringimento presso il ponte per la loc. Quare, al termine del tratto di studio.

L’assetto morfologico della fascia fluvio-golenale è caratterizzato pertanto dall’alternanza di settori di “stretta” ovvero tratti completamente vincolati dai versanti vallivi, con settori di fondovalle alluvionale ampio in cui il corso d’acqua è maggiormente libero di divagare in piena.

In tali tratti a minor vincolo, l’esondazione si accompagna generalmente a riattivazione temporanea di vie preferenziali di deflusso, costituite da paleoalvei e canali secondari, relitti di un’antica morfologia di tipo ramificato-braided.

Tale condizione può evidentemente determinare una diversione delle acque dall’alveo di piena monocursale, con esondazione nel corso dell’evento di ampie aree del fondovalle, anche con livelli localmente inferiori alla condizione di bordi pieni del canale principale di deflusso, per riattivazione da monte dei canali secondari.

La condizione di cui sopra è ben evidenziata dall’analisi di aerofotogrammetrie in piena. Nelle figure 2-3 è riportata la ripresa aerea immediatamente successiva all’evento di piena del 1978, relativamente ai settori centrale e di valle del tratto di studio.

Sulla base della serie completa di fotogrammi, con riferimento alla figura 1 è stato ricostruito l’effetto della piena sul sistema complessivo Sesia - tributari laterali, per l’intero tratto in esame.

La ricostruzione si riferisce a condizioni dell’asta non necessariamente comparabili con le attuali, ovvero con quelle di simulazione idraulica, in relazione alla “storia” intercorsa di interventi sistematori, disalveo, alluvionamento. Tuttavia si possono trarre informazioni generali estremamente rilevanti circa le modalità di alluvionamento e l’interazione dei tributari laterali, particolarmente utili per l’interpretazione dei risultati dello studio idraulico ovvero per la delimitazione delle aree allagabili.

In particolare, dall’osservazione della figura 1 (e degli stralci fotogrammetrici delle figure 2, 3) si evidenzia quanto segue.

- Durante l’evento di piena il corso d’acqua tende progressivamente ad assumere una morfologia braided, costituente con ogni probabilità l’assetto d’alveo pregresso, attraverso la riattivazione di paleoalvei e canali secondari; evidentemente tale morfologia braided si attiva nei settori di fondovalle non vincolati dai versanti, ovvero nei tratti a monte e a valle della stretta di Campertogno (capoluogo).
- Lungo la maggior parte dei tributari laterali, che si sviluppano lungo versanti ad alta acclività, si sono attivati fenomeni torrentizi tipo debris-flow, ad elevato rapporto solido-liquido, di diversa

intensità/ magnitudo. Quasi tutti i fenomeni sono alimentati, oltre che dal materiale già presente in alveo, principalmente da estesi dissesti contestuali all'evento, ben evidenziabili dall'osservazione delle aerofotogrammetrie. I fenomeni di maggiore intensità hanno riguardato il rio Croso Bolei (sinistra idrografica presso la loc. Campo Bosso - cfr. aerofoto fig. 3), anche in relazione al forte stato di dissesto del bacino; fenomeni rilevanti hanno tuttavia interessato vari altri affluenti lungo tutto il tratto, evidenziati nella ricostruzione di figura 1.

- I tributari laterali hanno apparati di conoide assenti o spesso scarsamente sviluppati. Quanto sopra non dipende da una scarsa entità dei processi di trasporto torrentizi, come evidenziato dall'intensità dei fenomeni attivati nel corso dell'evento, ma dall'afferenza diretta delle aste torrentizie all'alveo principale del Sesia, spesso senza un settore di raccordo al fondovalle stesso.

In conseguenza, i fenomeni torrentizi dei corsi laterali possono contribuire a modificare temporaneamente in maniera significativa la sezione del Sesia nei punti di confluenza, riducendone l'efficienza idraulica almeno temporaneamente. Si ricorda a proposito che i fenomeni di debris-flow hanno carattere impulsivo (da cui il nome di "lave torrentizie") determinando nel breve periodo di attivazione l'accumulo in alveo di materiale solido anche in quantità non immediatamente "smaltibile" dal corso d'acqua principale.

Il caso più evidente è costituito dagli affluenti di destra e di sinistra tra le loc. Campertogno (Capoluogo) e Villa, all'altezza dell'isolotto a centro alveo (figura 2), dove i corsi tributari, interessati entrambi da fenomeni di intensa attività torrentizia, non hanno praticamente apparato di conoide, afferendo in modo pressochè diretto ai due rami del Sesia, a cui forniscono l'apporto di materiale solido.

E' pertanto rilevante, a valle dell'analisi morfologica, evidenziare quanto segue a supporto della successiva fase di analisi idraulica e del relativo tracciamento planimetrico delle aree inondabili:

- i livelli di piena calcolati possono risultare affetti da sottostima rispetto all'evento reale, in corrispondenza delle confluenze con i principali affluenti laterali soggetti ad attività torrentizia tipo debris-flow (indicati in figura 1); particolarmente in tali settori occorre pertanto valutare in modo cautelativo le aree di esondazione conseguenti ai livelli di piena del Sesia simulati, in particolare per gli eventi a più elevato tempi di ritorno.
- la ricostruzione delle aree inondabili nei settori di fondovalle caratterizzati da morfologia ex-braided, deve essere effettuata tenendo conto non solo dei livelli full-banks lungo il canale principale, ma anche dei livelli di attivazione da monte dei canali secondari, in relazione all'evidenziata tendenza nel corso di eventi di piena al recupero della morfologia braided stessa, con attivazione da monte di canali secondari a distanza anche elevata dall'alveo principale.

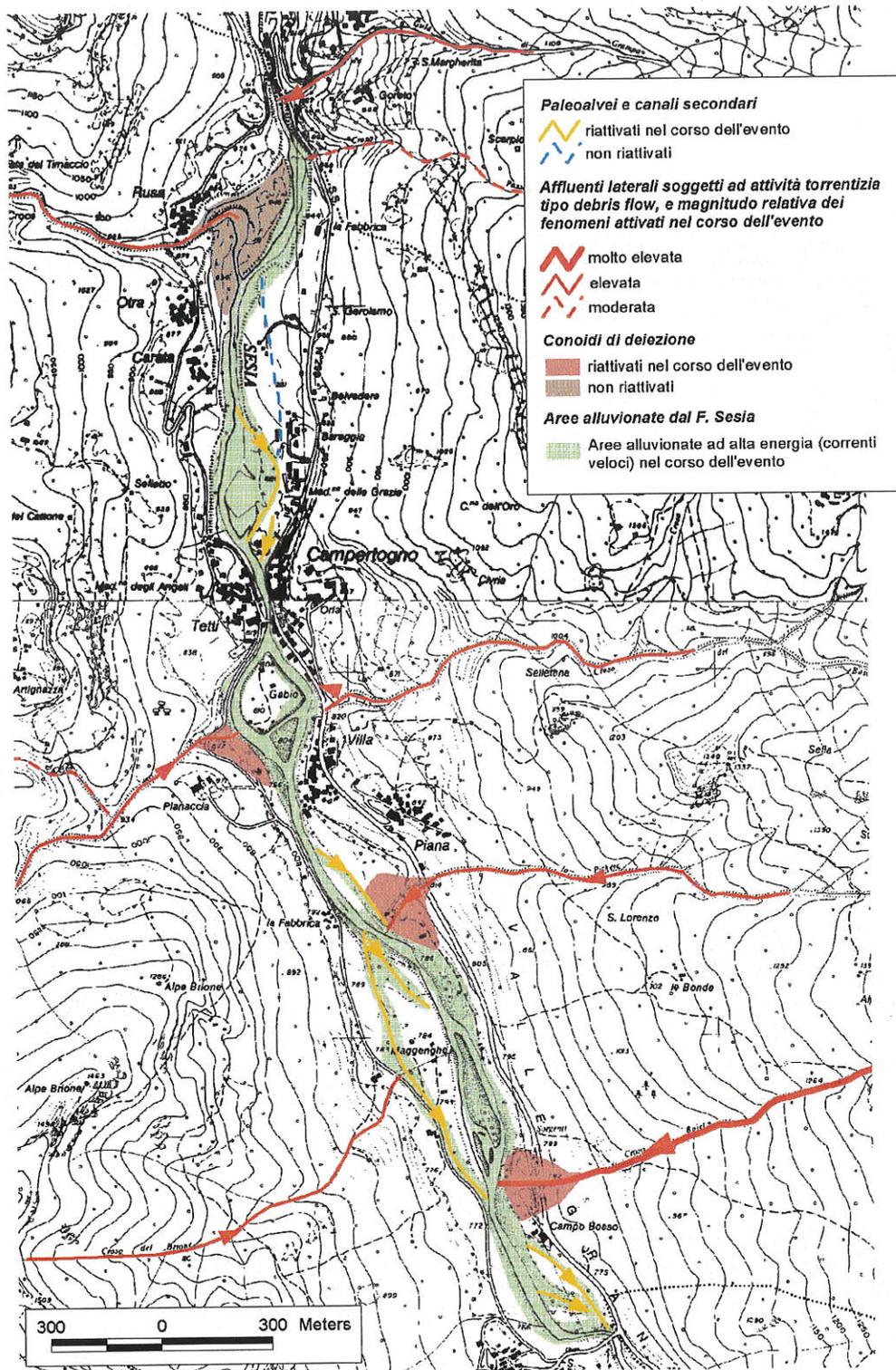


Figura 1 - Risposta del sistema Sesia - tributari laterali ad un evento alluvionale di media ricorrenza ($Tr \approx 30$ anni), quale desumibile dalla ricostruzione storica della piena 1978



Figura 2 - Ripresa aerea post-alluvione '78 del settore di Campertogno (Capoluogo)



Figura 3 - Ripresa aerea post-alluvione '78 del tratto inferiore del Sesia nel territorio Comunale di Campertogno (rif. In alto a sinistra: ponte per la loc. Quare)

3. IDROLOGIA E DEFINIZIONE DELLE PORTATE

3.1 Premessa

Nella valutazione delle portate massime probabili per il bacino del Sesia chiuso a Campertogno, figura 4, si è fatto riferimento a schemi di calcolo basati su una determinazione indiretta, a partire dalle curve di possibilità pluviometrica con l'attribuzione alle piene degli stessi periodi di ritorno delle precipitazioni che le hanno generate.

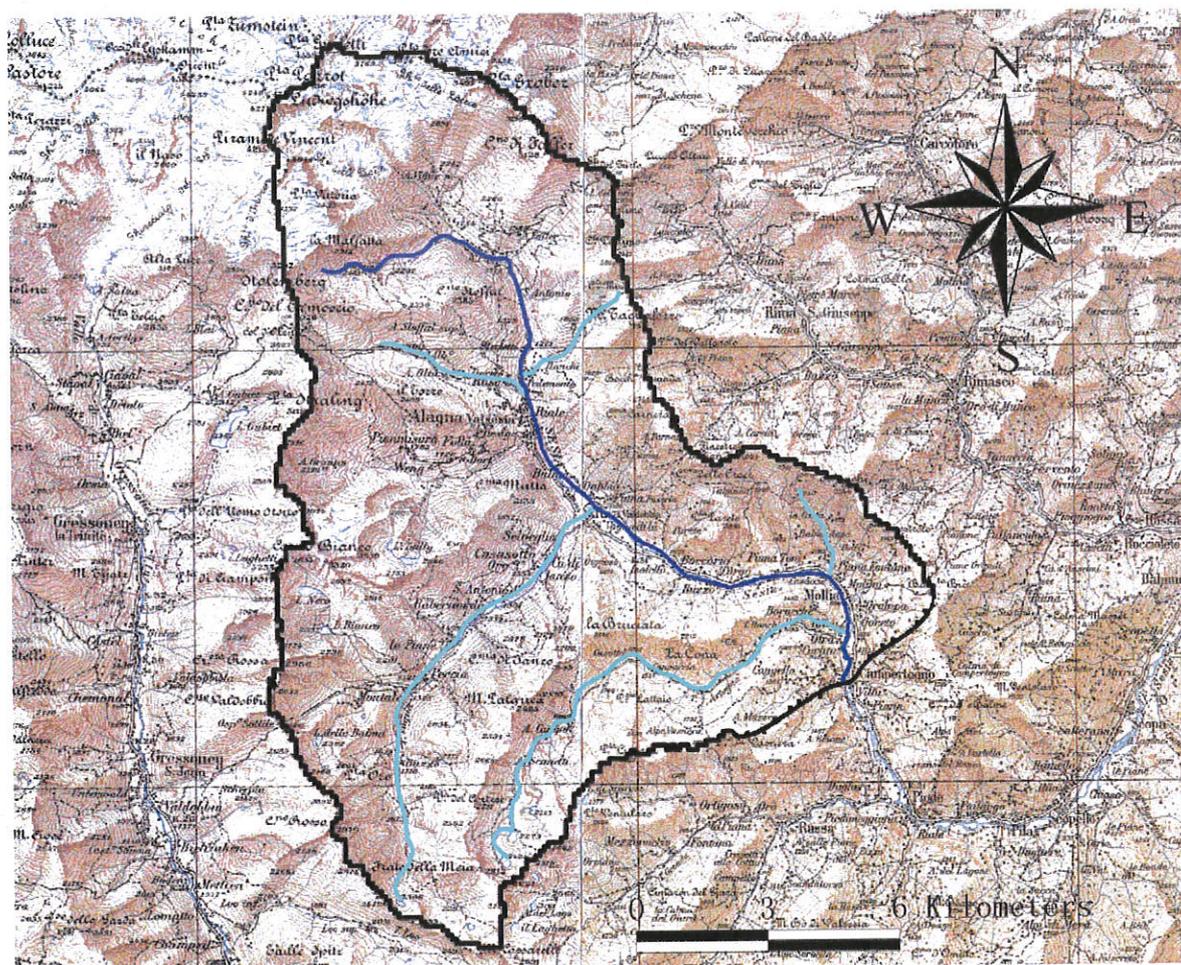


Figura 4 - Bacino del Sesia chiuso a Campertogno

Nelle analisi sotto descritte sono stati utilizzati gli elementi più aggiornati disponibili per la rappresentazione delle precipitazioni ragguagliate al bacino, facendo riferimento alla regionalizzazione dei parametri delle curve di possibilità climatica pubblicata dall'Autorità di Bacino del Po nel 2001 ("Direttiva piena di progetto").

Il calcolo delle portate al colmo è stato effettuato sia utilizzando il metodo razionale, sia applicando il modulo EVA del codice di calcolo M11.

3.2 Applicazione della metodologia indicata dall'Autorità di Bacino del Po

L'analisi è stata effettuata sulla base dei valori dei parametri a e n , caratteristici delle curve di possibilità climatica, riportati sulla "Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica" dell'Autorità di Bacino del Po.

Per tale operazione è stato utilizzato un supporto informatico GIS, Arcview, il quale ha permesso la sovrapposizione dell'area del bacino alla matrice costruita sulla base dei parametri caratteristici delle curve di possibilità climatica riportati sulla Direttiva per i diversi periodi di ritorno. La maglia iniziale della matrice, 2Kmx2Km, è stata infittita a celle di lato 250 m in modo da permettere una media ponderata più precisa possibile data la ridotta dimensione del bacino in esame.

Per una valutazione corretta delle precipitazioni per tale intersezione è stato utilizzato il bacino del Sesia chiuso alla sezione di Campertogno decurtato della fascia altimetrica superiore ai 2500 m s.m.. I risultati sono riportati in tabella 1.

Bacino	TR=50anni		TR=200anni		TR=500anni		t_c	h_{50}	h_{200}	h_{500}
	a	n	a	n	a	n	[ore]	[mm]	[mm]	[mm]
Sesia a Campertogno	37.60	0.551	45.20	0.549	50.20	0.548	4.13	82.11	98.50	109.27

Tabella 1 - Parametri direttiva piene e altezze di pioggia relative al bacino in esame

Applicando il metodo razionale alle curve di possibilità climatica ottenute per i diversi periodi di ritorno, 50, 200 e 500, si sono ottenuti i valori di portata riportati in tabella 2; tale metodo di correlazione afflussi-deflussi, per il calcolo della portata di piena, utilizza la formula di Turazza:

$$Q = \frac{c \cdot h \cdot S}{3,6 \cdot t_c} \quad (m^3/s)$$

dove:

S = superficie del bacino (km²);

c = coefficiente medio di deflusso del bacino;

h = altezza massima di precipitazione per una durata pari al tempo di corrivazione (mm), determinata mediante curva di possibilità climatica;

t_c = tempo di corrivazione del bacino (ore).

Bacino	A	c	Q(TR50)	Q(TR200)	Q(TR500)
	[km ²]		[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]
Sesia a Campertogno	123.00	0.8	543	652	723

Tabella 2 - Area, coefficienti di deflusso e portate relative al bacino in esame

Al fine di effettuare un'indagine più cautelativa le stesse operazioni sono state ripetute con l'intero bacino del Sesia a Campertogno e i risultati ottenuti sono riportati nelle tabelle 3 e 4.

Bacino	TR=50anni		TR=200anni		TR=500anni		t _c	h ₅₀	h ₂₀₀	h ₅₀₀
	a	n	a	n	a	n	[ore]	[mm]	[mm]	[mm]
Sesia a Campertogno	37.30	0.554	44.54	0.553	49.34	0.552	4.13	81.78	97.51	107.93

Tabella 3 - Parametri direttiva piene e altezze di pioggia relative al bacino in esame

Bacino	A	C	Q(TR50)	Q(TR200)	Q(TR500)
	[km ²]		[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]
Sesia a Campertogno	171.00	0.8	752	897	993

Tabella 4 - Area, coefficienti di deflusso e portate relative al bacino in esame

La decisione di chiudere il bacino al ponte di Campertogno è dovuta essenzialmente a due motivi: prima di tutto poter avere un valore di confronto diretto con i dati sperimentali disponibili e con il valore di portata risultante dalla loro regolarizzazione; in secondo luogo a valle dell'abitato di Campertogno, nell'ambito del medesimo territorio comunale ovvero fino al ponte di Quare, non risultano essere presenti confluenze significative.

3.3 Applicazione del modulo EVA

EVA (Extreme Value Model) è un modulo del codice di calcolo Mike11, del Danish Hydraulic Institute, che permette l'estrazione delle serie di valori estremi a partire da un campione di dati sperimentali.

Per tale valutazione il modello definisce una funzione di distribuzione della probabilità che ottimizza l'andamento del campione di dati disponibili.

Il modulo EVA permette di scegliere diversi tipi di distribuzioni di probabilità, tra cui Gumbel, Weibull, Frechèt, Gamma, Generalised Extreme Value, Pearson III, log-normale ed altri ancora.

Una volta definita la curva di probabilità che meglio si adatta la campione è possibile utilizzare tre diversi metodi di stima dei parametri: metodo dei momenti, metodo dei momenti ad ordine superiore, metodo della massima verosimiglianza.

Infine il modulo fornisce anche una valutazione del grado di validità della stima effettuata ed un diretto confronto tra le diverse metodologie applicate

Il modulo EVA è stato applicato nel presente studio alla serie di dati sperimentali disponibili e ricavati dai dati di portata massima annuale misurati dalla stazione di Campertogno, riportati nella tabella 5.

Anno	Q (m ³ /s)
1930	100
1931	76
1932	96
1933	86
1934	335
1935	237
1936	50
1937	113
1938	81
1939	322
1940	76
1941	101
1942	157
1943	55
1944	180
1945	160
1946	70
1947	200
1948	700
1949	64
1950	72

Tabella 5 - Portate massime annuali misurate a Campertogno

Per la definizione delle portate relative ai tempi di ritorno di 50 anni, 200 anni e 500 anni, sono state utilizzate le funzioni di distribuzione di probabilità di Gumbel e GEV (Generalized Extreme Value) di cui i parametri sono stati stimati con il metodo dei momenti. I risultati ottenuti sono riportati nella tabella 6.

	GEV	Gumbel
TR	Q (m ³ /s)	Q (m ³ /s)
50	625	560
200	824	707
500	1030	813

Tabella 6 - Valori di portata per assegnato tempo di ritorno calcolati con il modulo EVA

Riguardo ai dati utilizzati per le elaborazioni idrologiche (periodo 1930-50), si fa notare come la stazione idrometrica di Campertogno sia stata ripristinata solo nello scorso anno 2002, non risultando pertanto disponibili dati successivi al 1950.

3.4 Definizione delle portate di simulazione

Poiché il fiume Sesia nel tratto in esame, assume caratteristiche tipiche di un fiume montano e considerando la necessità di assumere un approccio cautelativo visto l'obiettivo preposto al presente studio, si è deciso di assumere ai fini delle simulazioni idrauliche le seguenti portate:

Bacino	A	Q(TR50)	Q(TR200)	Q(TR500)
	[km ²]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]
Sesia a Campertogno	171.00	752	897	1030

Tabella 7 - Portate per assegnati tempi di ritorno utilizzate per la definizione delle aree inondabili

Si fa osservare che lo studio idrologico è stato sviluppato utilizzando sia la matrice delle curve pluviometriche dell'Autorità di Bacino, sia la regolarizzazione degli unici dati sperimentali ad oggi disponibili, e cautelativamente si è utilizzata la portata maggiore così ottenuta.

4. MESSA A PUNTO DEL MODELLO IDRODINAMICO

4.1 Schematizzazione del modello

I dati geometrici utilizzati per la costruzione del modello sono stati ricavati dai rilievi eseguiti appositamente per questo studio idraulico e consistenti in 20 sezioni trasversali d'alveo adeguatamente estese. Nel tratto subito a valle dell'abitato di Campertogno sono state rilevate due sezioni, di seguito numerate come 10 e 11, che coprono l'alveo principale in destra orografica, e altre due sezioni, denominate 10c e 11c, che descrivono la geometria del canale presente in sinistra e che si estende tra la sezione 10 e la sezione 12.

Lo studio delle caratteristiche di deflusso in condizioni di piena è stato approfondito tramite l'osservazione di un rilievo fotografico eseguito nei giorni immediatamente seguenti all'evento di piena del 1978 in cui risultano chiaramente le tracce lasciate dal deflusso della piena.

Le sezioni trasversali sono state estese per quanto possibile ed in corrispondenza dei ponti è stata rilevata una sezione d'alveo a monte degli stessi sulla quale è ubicato il prospetto del ponte (ingombro pile, dimensioni luci libere al deflusso, intradosso ed estradosso) ed in particolare

- progressiva 1191 m: rilievo del ponte ad arco di Campertogno;
- progressiva 1306 m: rilievo della passerella pedonale in Campertogno;
- progressiva 3595 m: rilievo del ponte per l'abitato di Quare.

Inoltre è stato effettuato un sopralluogo lungo tutto il tratto del fiume Sesia compreso nel comune di Campertogno per meglio interpretare le condizioni di deflusso della corrente: in tal modo è stato possibile individuare, al di là dei dati disponibili dalle sezioni di rilievo, quali sono i punti in cui è possibile un'eventuale riattivazione di paleoalvei abbandonati e quindi un ampliamento delle zone soggette ad esondazione.

Durante tale sopralluogo è stata raccolta una dettagliata documentazione fotografica realizzata a corredo del presente studio.

Nella tabella 8 è riportato l'elenco delle sezioni di rilievo con la numerazione adottata e le progressive longitudinali che individuano le stesse nell'ambito del modello di simulazione.

N. Sez.	Progr. (m)
1	0
2	430
3	578
4	810
5	970
6	1065
7	1191
8	1235
10	1306
11	1460
12	1712
13	1920
14	2088
15	2370
16	2600
17	3080
18	3412
19	3595
20	3775
10c	0
11c	135

Tabella 8 - Elenco sezioni trasversali d'alveo di rilievo

Nelle figure seguenti è riportata la planimetria della zona di interesse con l'indicazione della posizione delle sezioni inserite nel modello idraulico monodimensionale.

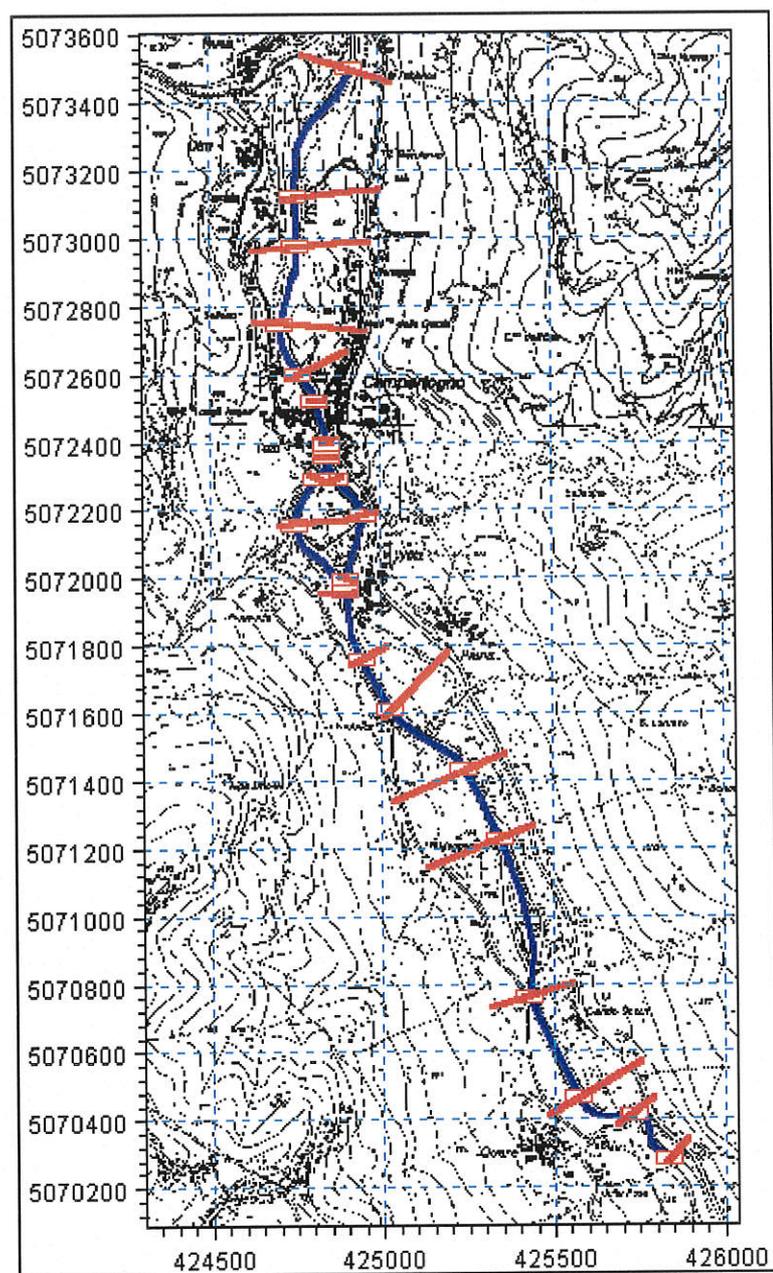


Figura 5 - Visione di insieme della planimetria del modello monodimensionale

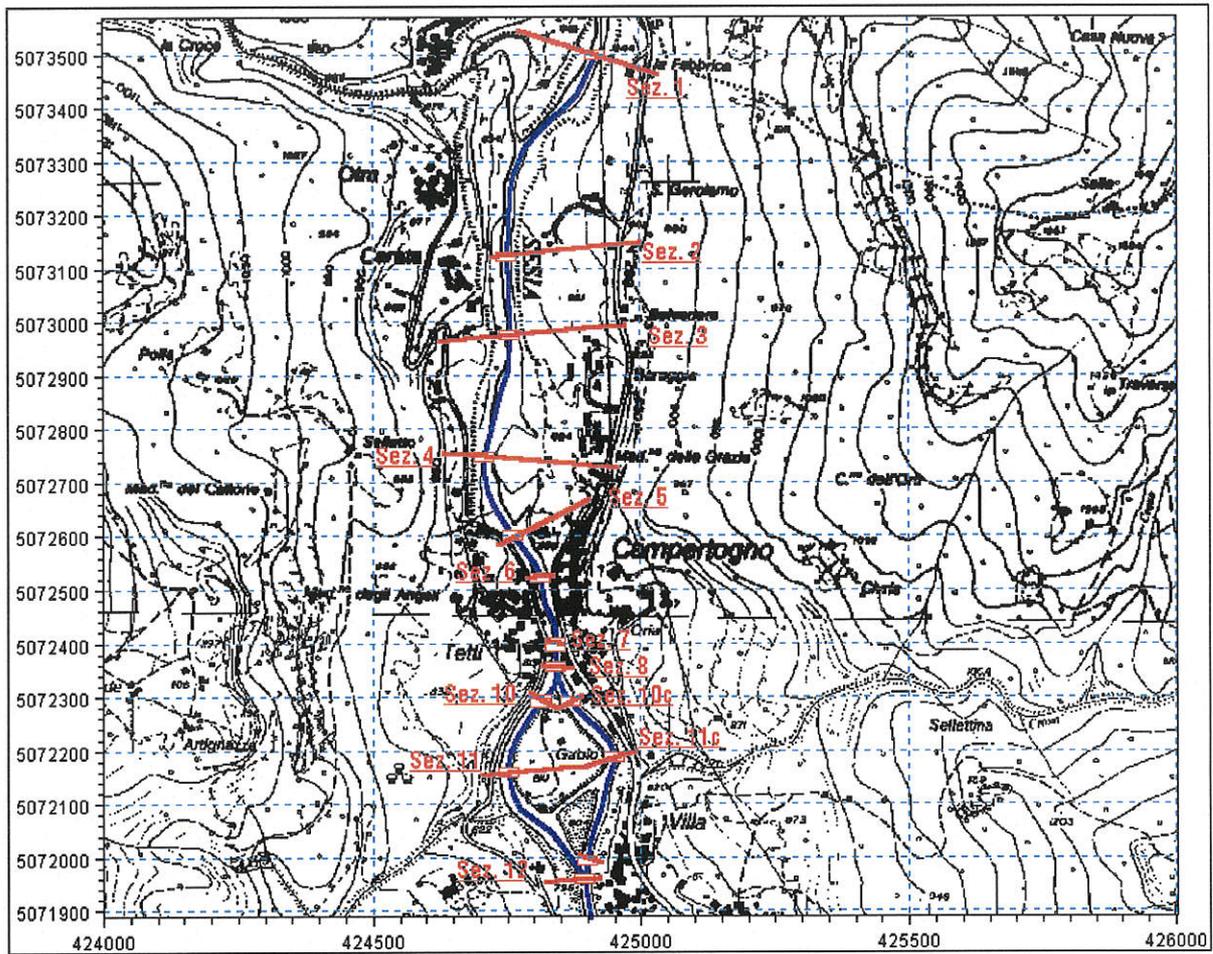


Figura 6 - Ingrandimento di dettaglio della parte alta del modello

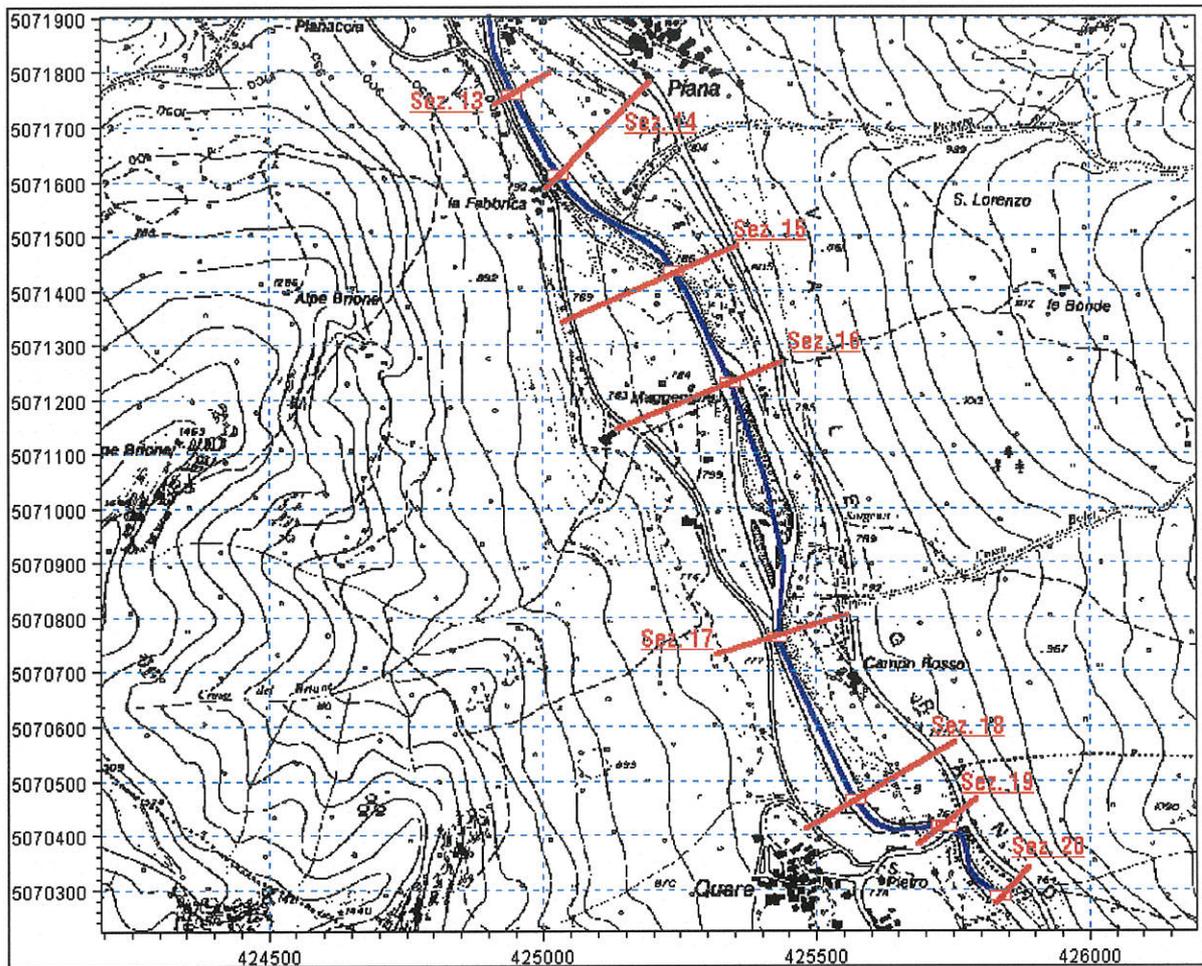


Figura 7 - Ingrandimento di dettaglio della parte di valle del modello

4.1.1 Condizioni al contorno

Le condizioni al contorno necessarie per l'esecuzione di simulazioni idrodinamiche con il modello sono le seguenti:

- condizione al contorno di monte: portata costante, simulazione in moto permanente;
- condizione al contorno di valle: scala di deflusso calcolata in funzione della pendenza di fondo e della geometria della sezione di chiusura del modello.

Le condizioni al contorno considerate sono le seguenti:

- condizione al contorno di monte per la simulazione con tempo di ritorno di 50 anni: $Q = 752 \text{ m}^3/\text{s}$ in corrispondenza della sezione 1;

- condizione al contorno di monte per la simulazione con tempo di ritorno di 200 anni: $Q = 897 \text{ m}^3/\text{s}$ in corrispondenza della sezione 1;
- condizione al contorno di monte per la simulazione con tempo di ritorno di 500 anni: $Q = 1030 \text{ m}^3/\text{s}$ in corrispondenza della sezione 1;
- condizione al contorno di valle per tutte le simulazioni: scala di deflusso in moto uniforme in corrispondenza della sezione 20 posta a sufficiente distanza a valle della zona di interesse del presente studio idraulico per poter considerare nulli o trascurabili gli effetti di tale ipotesi sui risultati del modello nel tratto di interesse.

4.1.2 Coefficienti di scabrezza

Per la valutazione dei coefficienti di scabrezza da inserire nel modello si è fatto riferimento ai dati di letteratura ed all'osservazione diretta delle caratteristiche dell'alveo durante un sopralluogo in sito. Si è proceduto inoltre ad una stima cautelativa del valore di scabrezza per tenere conto della presenza di massi di discrete dimensioni che possono essere movimentati durante l'evento di piena e in tal caso modificare completamente la morfologia dell'alveo fluviale fino a determinare fenomeni di parziale occlusione della luce libera di deflusso in corrispondenza di attraversamenti, strettoie o punti di particolare attenzione come la biforcazione a valle del ponte di Campertogno.

In base alle considerazioni sopra riportate è stata attribuito un coefficiente di scabrezza di Strickler pari a $12 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$.

È stato scelto cautelativamente un coefficiente di scabrezza pari a $12 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ anche per poter tenere in conto l'eventuale incremento del volume della portata di piena dovuto a fenomeni di trasporto solido. Abbassando il coefficiente di scabrezza si può simulare l'effetto dell'incremento dei livelli del pelo libero dovuto al trasporto nella corrente di un volume solido o ad eventuali cambiamenti morfologici che possono avvenire durante un evento di piena, come per esempio il deposito locale di massi o materiale solido.

4.1.3 Rappresentazione dei ponti

Nel modello sono stati inseriti i quattro ponti presenti nel tratto e precisamente:

- progressiva 1191 m, sezione 7: rilievo del ponte ad arco di Campertogno;
- progressiva 1306 m, sezione 10: rilievo della passerella pedonale in Campertogno;
- progressiva 3595 m, sezione 19: rilievo del ponte per l'abitato di Quare.

I ponti sono stati rappresentati nell'ambito del modello con strutture tipo "culvert" di forma geometrica variabile secondo una relazione quota-larghezza che tiene conto della luce di deflusso al netto delle pile.

Il codice di calcolo MIKE 11 permette di calcolare le perdite di carico concentrate dovute al deflusso sotto i ponti tenendo conto delle condizioni idrauliche di monte e di valle, del rapporto di restringimento e dei coefficienti di perdita localizzata funzione essenzialmente della forma delle pile.

4.2 Simulazioni idrodinamiche

Sono state condotte simulazioni in moto permanente per determinare i profili longitudinali dei livelli idrici massimi lungo il Sesia per verificare le condizioni di rischio idraulico del territorio compreso nel comune di Campertogno.

Sono state condotte le seguenti simulazioni:

- TR=50 anni - portata al colmo di 752 m³/s: simulazione in moto permanente;
- TR=200 anni - portata al colmo di 897 m³/s: simulazione in moto permanente.
- TR=500 anni - portata al colmo di 1030 m³/s: simulazione in moto permanente.

4.3 Analisi dei risultati

Il tratto del fiume Sesia esaminato nel presente studio presenta caratteristiche tipiche degli alvei montani, con una rilevante pendenza di fondo e una morfologia fortemente influenzata dalla presenza di materiale di fondo di grossa pezzatura ed estremamente movimentabile durante gli eventi di piena. Inoltre, in base a quanto osservato durante i sopralluoghi in sito e dalle foto aeree della piena del 1978, è stata riscontrata la presenza di diversi paleoalvei o canali secondari eventualmente riattivabili durante l'evento di piena.

Al fine di definire il differente grado di rischio idraulico a cui sono soggetti i territori del comune di Campertogno è stato simulato il deflusso delle portate di piena con tempo di ritorno 50 anni, 200 anni e 500 anni.

I livelli calcolati dal modello sono stati riportati sulle sezioni di rilievo al fine di avere una rappresentazione diretta delle eventuali criticità presenti lungo l'alveo: le sezioni descritte sono riportate nell'allegato 3.

Nell'allegato 2 sono invece riassunti i risultati in formato tabellare; in particolare sono elencati i seguenti valori:

- N° Sezione = numero sezione di rilievo;
- Progr. (m) = progressiva metrica lungo l'asta;
- P.L. (m s.m.) = quota di pelo libero;
- v (m/s) = velocità media della corrente;
- H (m s.m.) = carico idraulico totale.

Nell'allegato 4 è riportato l'andamento del pelo libero lungo l'alveo della Dora Baltea per i differenti tempi di ritorno simulati.

A partire dai livelli calcolati dal modello in ogni singola sezione sono state ricostruite le aree inondabili per i differenti tempi di ritorno simulati. Le aree inondabili sono state identificate come quelle aree del fondo valle poste a quota inferiore rispetto ai livelli di piena calcolati.

La planimetria con l'indicazione dell'estensione delle aree allagabili è riportata nell'elaborato 2.

Nel tracciamento delle aree allagabili non si è tenuto comunque solamente conto dei livelli calcolati dal modello nelle singole sezioni, ma sono stati considerati cautelativamente anche altri criteri di valutazione.

Il modello monodimensionale realizzato per il presente studio, non può, proprio per le sue caratteristiche di monodimensionalità, considerare la dinamica completa del fenomeno di piena in particolar modo nei tratti compresi tra una sezione di rilievo e l'altra. In base ai sopralluoghi appositamente fatti per questo studio, ed in base all'osservazione di rilievi fotografici aerei, si è rilevata la presenza di canali secondari abbandonati dal corso d'acqua ma riattivabili in caso di piena. Per questo nel tracciamento delle aree di esondazione si è considerata la riattivazione dei suddetti canali (dove la quota del pelo libero calcolata era superiore alla quota di fondo dei canali secondari) e l'allagamento di aree non per effetto diretto di esondazione sulla sezione stessa ma per effetto delle acque provenienti da monte lungo paleoalvei abbandonati.

Questa è la situazione che si presenta subito a monte dell'abitato di Campertogno, dove in sponda sinistra viene riattivato un canale secondario e la fascia inondabile si avvicina alle abitazioni in località Baraggia, e nuovamente più a valle, in località Maggenghe, in sponda destra.

Un ulteriore grado di cautela è stato osservato nel tratto subito a valle dell'abitato di Campertogno, in corrispondenza della biforcazione dell'alveo. Questa zona è caratterizzata dalla confluenza di due rii, uno in sponda sinistra ed uno in sponda destra, che tendono, in condizioni di piena, a trasportare in alveo materiale solido di grossa pezzatura. Nel caso di fenomeni di attività torrentizia tipo debris-flow, storicamente documentati per le aste in esame, si potrebbe determinare una variazione della sezione di deflusso del Sesia nei settori di confluenza ed un conseguente innalzamento dei livelli del pelo libero.

In conseguenza di quanto esposto e dal momento che i livelli del pelo libero calcolati dal modello per un evento duecentennale sono già superiori alla quota media dell'isolotto presente al centro dell'alveo, tale porzione di territorio è stata considerata allagabile a partire da eventi con tempo di ritorno di 200 anni.

In generale, come si può osservare in figura 8, nel tratto in esame il Sesia scorre incassato rispetto al piano campagna e quindi le differenze tra i livelli idrici (e quindi l'estensione delle aree allagabili) con differenti tempi di ritorno sono quasi ovunque marginali ad eccezione di alcuni tratti del limite di esondazione per $T = 50$ anni.

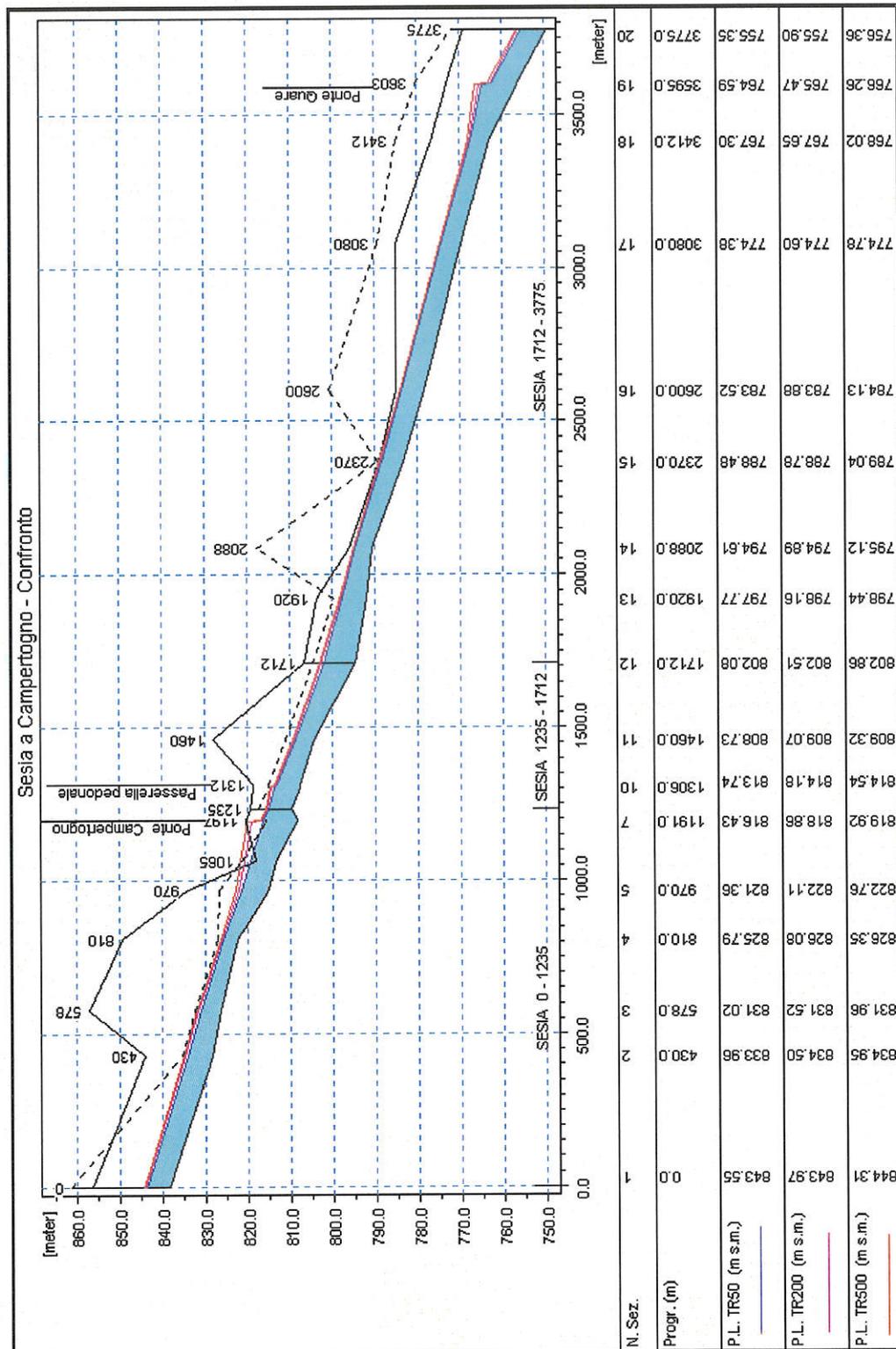


Figura 8 - Confronto tra i livelli idrici relativi ai diversi tempi di ritorno