

REGIONE PIEMONTE

PROVINCIA DI TORINO

COMUNE DI CALUSO

PIANO REGOLATORE GENERALE COMUNALE PROGETTO PRELIMINARE

Verifica di compatibilità idraulica ed idrogeologica delle previsioni di
P.R.G. Vigente con le condizioni di dissesto, ai sensi dell'art. 18 delle
N.d.A. Del Piano di Assetto Idrogeologico

DELIBERA DI ADOZIONE DEL C.C. N°

in data

ELABORATO

I.1

RELAZIONE IDROLOGICA IDRAULICA

TECNICO INCARICATO

**DOTT. GEOLOGO
PIER CARLO BOCCA**

Estensore della relazione

**DOTT. ING.
FRANCO PECCIA
GALLETTO**

C/o SIGEA Srl
C.so Regina Margherita 1 bis - Torino
Tel. 011 837858

IL SINDACO

IL SEGRETARIO

GENNAIO 2009

RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

1. Premessa.

La presente relazione tecnica illustrativa contiene le analisi idrauliche sviluppate su alcuni tratti del reticolo idrografico nel territorio comunale di Caluso, finalizzate alla definizione dei livelli di pericolosità connessi a processi di tipo areale.

L'indagine di seguito sviluppata è stata condotta con riferimento ai seguenti aspetti:

- analisi dei corsi d'acqua considerati e definizione del settore di indagine;
- assetto geometrico del reticolo idrografico;
- analisi idrologiche, definizione delle portate di piena e modalità di deflusso;
- individuazione dei livelli di pericolosità.

Il principale corso d'acqua che interessa il territorio di Caluso è il Canale Caluso, canale artificiale che deriva delle acque del torrente Orco e che costituisce il principale vettore di irrigazione del Canavese. Inoltre, poiché il territorio comunale ha una vocazione prevalentemente agricola, la rete di canali secondari destinati all'irrigazione degli appezzamenti ha subito un costante incremento fino a realizzare un fitto reticolo con numerose infrastrutture ad esso collegate (attraversamenti, ponti canali, soglie opere di regolazione). L'impatto della fitta rete di canali sul territorio comunale, l'interazione con il reticolo naturale e la capacità di condizionare i deflussi, trova riscontro anche nelle note dell'Autorità di Bacino del Fiume Po, secondo la quale, dagli studi svolti emerge che: *“il reticolo principale, costituito dai corsi d'acqua di lunghezza superiore a 20 km, ha un'estensione circa nove volte inferiore a quello secondario; consistente è pure la dimensione del reticolo artificiale (bonifica e irrigazione), strettamente integrato e interagente con quello naturale”*.

Oggigiorno la quasi totalità della rete di distribuzione delle acque irrigue è in gestione al Consorzio del Canale di Caluso.

2. Settore di indagine .

Il settore di indagine in cui è stata sviluppata l'analisi idraulica di dettaglio comprende i corsi d'acqua artificiali che attraversano il territorio comunale di Caluso ed in particolare quelli che interferiscono con le aree abitate.

Più in dettaglio i tratti d'alveo su cui sono state sviluppate le indagini sono:

- il Canale Caluso, nel tratto compreso tra la derivazione della Bealera di Rodallo e il ponte (CCPO1, *cfr. par. 4*) sulla S.S. N°26, oggetto di analisi idraulica attraverso l'utilizzo delle scale di deflusso in moto permanente (*cfr. par. 7*) con la finalità di definire le portate che defluiscono verso l'abitato di Caluso; all'interno del tratto urbano invece sono state realizzate verifiche puntuali per descrivere il comportamento di alcune sezioni d'alveo costituite in particolare da attraversamenti o da tratti tombinati.
- i canali consortili (derivazioni del Canale Caluso) ad uso irriguo quali la Bealera di Rodallo, nel tratto a monte della frazione Rodallo (analisi mediante scale di deflusso *cfr.par.8.1*), e la Bealera delle Moie, soggetta ad analisi puntuale, in analogia a quanto precisato per il tratto urbano del Canale Caluso (*cfr par. 7.2 e 8.2*).

3. Assetto geometrico del reticolo artificiale.

L'assetto geometrico del Canale Caluso, a monte del ponte CCPO1 sulla S.S. N°26 della Valle d'Aosta, è stato definito con un rilievo topografico di dettaglio individuando 6 sezioni trasversali al canale e 2 sezioni ad esso parallele. In particolare, la zona interessata dal rilievo è quella compresa dal confine comunale con i comuni di Candia Canavese e Barone Canavese fino al ponte precedentemente citato. Le 6 sezioni trasversali, poste a distanza variabile tra 40 e 120 metri, sono state individuate in ordine ai seguenti criteri:

- presenza di insediamenti residenziali e/o produttivi lungo le sponde;
- presenza di anomalie morfologiche quali, depressioni localizzate o avvallamenti che in presenza di acque esondate possono costituire linee di deflusso;
- condizionamenti sui deflussi delle acque esondate per la presenza di tratti in rilevato della viabilità comunale o sovracomunale;

- condizionamenti sui deflussi in funzione delle caratteristiche dimensionali degli attraversamenti della rete idrografica.

Con gli stessi criteri è stato definito l'assetto geometrico del reticolo artificiale che si sviluppa a monte della frazione di Rodallo, costituito dalla Bealera di Rodallo, dalle sue derivazioni e dalle rogge che attingono acqua dal Canale Caluso. In questo caso l'analisi è stata sviluppata a seguito delle informazioni di carattere storico relative agli eventi alluvionali recenti e dai sopralluoghi, secondo i quali il settore attraversato dai due canali è stato esposto ad allagamenti incontrollati.

L'ubicazione planimetrica delle sezioni trasversali, e la loro rappresentazione è riportata negli elaborati *ALL.B* e *I.2*.

4. Opere di difesa e principali manufatti idraulici.

Nel presente paragrafo sono descritte, per i corsi d'acqua analizzati, le caratteristiche principali delle opere di difesa idraulica e dei manufatti idraulici rilevati nell'ambito del territorio comunale.

A completamento della descrizione sintetica sottoestesa, negli elaborati *I.3a* e *I.3b* sono riportate l'ubicazione e le caratteristiche delle opere individuate, utilizzando la simbologia definita dal Sistema Informativo Catasto Opere di Difesa (SICOD), riconosciuto con D.G.R. n. 47-4052.

4.1 Canale Caluso.

Lungo il canale sono presenti attraversamenti stradali (larghezza della sezione di deflusso inferiore a 6.00 m), ubicati prevalentemente nell'abitato di Caluso, attraversamenti ad uso irriguo (ponti canali, CCAG7) e ponti (larghezza superiore a 6.00 m, CCPO1, CCPO2). Nell'abitato il canale è stato intubato per circa 80 m sottopassando Via Bettoia e gli edifici prospicienti (CCCA1); nello stesso tratto urbano lungo ampi tratti spondali sono presenti muri in cemento armato (CCDS1 e CCDS2). L'altezza dal fondo scorrevole all'intradosso dell'impalcato degli attraversamenti varia tra 1.00 m e 2.00 m, in particolare all'interno dell'abitato il canale ha una larghezza compresa tra 4.50 m (CCAG2, CCAG3, CCAG8 e CCAG9) e 6.00 m (CCAG5).

4.3 Bealera di Rodallo e delle Moie.

Le Bealere di Rodallo e delle Moie, derivazioni del Canale Caluso, servono i territori limitrofi all'abitato di Caluso, in particolare la prima interessa la zona tra le frazioni Rodallo e Vallo mentre la seconda porta acque irrigue al settore compreso tra frazioni Arè e Carolina. Lungo i canali sono presenti per lo più attraversamenti atti a garantire l'accesso ai campi, mentre nei centri abitati la rete idrografica artificiale si sviluppa generalmente, a lato della rete viaria con attraversamenti destinati ad accesso agli edifici residenziali o industriali prospicienti le strade; tutti di modeste dimensioni sono caratterizzati da un'altezza mediamente inferiore al 1,00 m e larghezza variabile tra 1,0 e 2,0 m. Lungo il reticolo minore sono presenti anche tratti coperti, tra questi si citano quello che attraversa la frazione di Rodallo (BRCA1), caratterizzato da una lunghezza superiore ai 300 m e larghezza compresa tra 1.30 e 1.70 m, e la sequenza di tratti intubati (BMCA1), che permettono alla Bealera delle Moie di sottopassare gli edifici che costituiscono la Cascina Carolina (sezione rettangolare, larghezza 2.0 m e altezza compresa tra i 0.70 e 1.0 m)

5. Il reticolo idrografico artificiale: cenni storici.

Il reticolo idrografico artificiale, come già indicato precedentemente, è gestito dal Consorzio del Canale di Caluso pertanto i tronchi che costituiscono la rete della rete consortile sono conosciuti in maniera approfondita dall'Ente gestore.

Per meglio comprendere la funzione della rete irrigua e le fasi che hanno portato alla realizzazione di un diffuso sistema di rogge e canali sono riportati, di seguito, alcuni cenni storici che riguardano i citati canali.

Negli anni tra il 1556 e il 1560 il Maresciallo di Francia Charles Cossè de Brissac, comandante delle truppe francesi in guerra contro gli Spagnoli, particolarmente affezionato a Caluso che aveva ottenuto quale suo feudo, fece costruire un canale per l'irrigazione delle colture e per l'alimentazione di mulini ed opifici della zona, derivandolo dal torrente Orco presso Spineto. Il progetto fu dell'ing. Francesco Orologi.

Nel 1577 fu stipulata tra la Comunità di Caluso e il Maresciallo Brissac la convenzione per il passaggio nel territorio di Caluso della "Bealera Brissacca", con condizioni vantaggiose per i calusiesi, tra cui i diritti di abbeveraggio, di annacquamento dei fondi e di costruzione a filo del tracciato del canale stesso. L'artigianato, l'allevamento del bestiame e le

coltivazioni ne ottennero cospicui vantaggi che garantirono la prosperità dei territori attraversati. Dopo alterne vicende il canale, nel 1760, diventa proprietà del Regio Demanio e Carlo Emanuele III di Savoia che, su progetto dell'architetto Bays, ne amplia l'alveo e lo prolunga fino alla Mandria di Chivasso, rettificandone il percorso (28 km) e aumentandone la portata a 16.409 l/s; presso San Giorgio furono costruite due gallerie della lunghezza totale di 688 metri. Il nuovo percorso, con ben 77 derivazioni, fece diventare il corso d'acqua il più importante canale demaniale del Regno di Sardegna, primato che mantenne fino alla costruzione del canale Cavour.

Nel 1812, alla derivazione dall'Orco, fu costruito un grande argine in massi per contenere il deflusso dal torrente in caso di alluvione; l'argine verrà poi sostituito da una diga nel 1950.

Dato varie volte in gestione a privati, nel 1884 passa in concessione al Consorzio Conduttori del Canale Demaniale di Caluso, che tuttora lo gestisce.

6. Definizione delle portate di piena .

6.1 Definizione delle portate di piena della rete idrografica artificiale.

Grazie alla collaborazione del Consorzio del Canale di Caluso è stato possibile ottenere informazioni inerenti sia le portate massime gestibili dai canali irrigui che attraversano il Comune di Caluso sia la gestione e controllo delle opere di regolazione delle portate durante gli eventi di piena. Di seguito, per ciascun canale artificiale sono riportate in sintesi le informazioni desunte dai colloqui con i Tecnici dell'Ente gestore; i corsi d'acqua artificiali hanno funzione irrigua pertanto le portate possono essere nulle o quasi nei mesi che precedono e seguono la stagione irrigua, e massime nel periodo estivo quando la richiesta idrica per le coltivazioni è massima.

In prossimità dell'intersezione del Canale Caluso con la strada comunale che consente l'accesso all'abitato di Orio Canavese uno sfioratore laterale, in sponda destra, riduce la portata massima defluibile a 6000 l/s; nel successivo tratto, fino a Caluso, non esistono, se non in fase di progetto preliminare, opere atte a limitare la portata massima in ingresso all'abitato di Caluso.

Per quanto riguarda i due principali cavi irrigui che traggono le acque dal Canale Caluso, la Bealera di Rodallo deriva 864 l/s, mentre la Bealera delle Moie 360 l/s.

Da indicazioni fornite da Tecnici del Consorzio, durante gli eventi di piena passati (1994 e 2000) non si sono manifestate esondazioni causate dal canale e imputabili a una non corretta gestione del reticolo idrografico principale. Tuttavia l'apporto delle acque meteoriche provenienti dal settore collinare che sovrasta Caluso, in occasione di eventi pluviometrici particolarmente intensi, provoca l'aumento delle portate nel canale stesso a causa del suo tracciato trasversale alle linee di drenaggio; tale comportamento può essere causa di esondazioni lungo l'asta del canale in relazione alle quote delle sponde e alle dimensioni degli attraversamenti come peraltro avvenuto in alcuni settori extraurbani del canale. Altra causa di esondazione è riconducibile alla non perfetta pulizia delle rogge condizioni che in passato ha causato allagamenti, nella zona di Rodallo e di Carolina. Nel tratto urbano, le sponde del canale sono costituite da muri che delimitano le proprietà prospicienti il canale, con qualche eccezione in cui la presenza di aperture direttamente sulle sponde del canale favorisce, durante le piene, locali allagamenti; sempre nell'area urbana si manifestano problemi di infiltrazione dovuti ad una non adeguata impermeabilizzazione delle sponde e al mancato rivestimento delle fondazioni. A valle dell'abitato il canale attraversa terreni agricoli e gli eventuali allagamenti, dovuti a singolarità della sezione d'alveo o dei manufatti esistenti, interessano terreni dove l'urbanizzazione è limitata o assente.

6.2.1. Analisi idrologica del reticolo idrografico principale.

6.2.1.1 Caratteristiche fisiografiche dei bacini.

Per poter individuare un bacino imbrifero occorre innanzi tutto stabilire, lungo il corso d'acqua, una sezione di chiusura in modo da definire a monte della stessa la porzione di territorio che convoglia le acque meteoriche attraverso la sezione.

Utilizzando i fogli della cartografia *CTR (Carta Tecnica Regionale) in scala 1: 10.000: (Fogli 135070, 135080, 135110, 135120, 135150 e 135160)* è stato possibile individuare lungo le aste del Canale Caluso, e delle Bealere di Rodallo, le sezioni di chiusura considerate e i relativi bacini idrografici. (ALLA).

Per il Canale di Caluso la sezione di chiusura del bacino è stata ubicata in prossimità della centrale idroelettrica di Caluso tra le opere CCAG7 e CCAG8, e il suo limite di monte coincidente con lo sfioratore, sito nel territorio di Orio Canavese, punto in cui lo sfioratore regola la portata massima irrigua in $6\text{m}^3/\text{s}$.

Le sezioni di chiusura delle Bealere sono state ubicate immediatamente a monte degli abitati di Rodallo (B. di Rodallo) e della Carolina (B. delle Moie).

Per i bacini in esame sono state stimate le seguenti caratteristiche geometriche:

- superficie (S) in km²;
- lunghezza dell'asta principale, ovvero del punto idrologicamente più distante dalla sezione di chiusura (L) in km;
- altitudine massima (Hmax) in m s.m.;
- altitudine media (Hmed) in m s.m.;
- altitudine della sezione di chiusura (Hsez) in m s.m.;
- pendenza dell'asta principale (i) in m/m.

Bacino	S [Km ²]	L asta [Km]	H max [m s.l.m.]	H med [m s.l.m.]	H sez [m s.l.m.]	i [m/m]
Canale Caluso	7.42	7.14	434.6	333.6	276	0.022
Bealera di Rodallo	3.14	4.31	290	255.7	250.4	0.010
Bealera delle Moie	0.97	2.10	256	243	230	0.012

6.2.1.2 Parametri delle curve di possibilità pluviometriche.

Per la stima delle portate al colmo di piena sono state definite le curve di possibilità pluviometrica per i tempi di ritorno considerati (20, 50, 100, 200, 500).

Tali curve sono state definite secondo una relazione di potenza, che lega i massimi annuali di precipitazione (h) alle varie durate di pioggia (t):

$$h_{t,Tr} = at^n$$

in cui a e n ($0 < n < 1$) sono due parametri funzione del tempo di ritorno Tr.

Per la definizione dei parametri a ed n dei bacini si è fatto riferimento alla “Direttiva Piene di Progetto”, redatta dall’Autorità di Bacino del Fiume Po, nella quale è stata definita una matrice dei parametri di pioggia a maglia 2x2 Km attraverso un’interpolazione dei dati puntuali alle singole stazioni di misura. La direttiva, suddivide il bacino del Po mediante un reticolo (maglie 2 x 2 km); in base alle coordinate UTM delle celle è stato possibile definire quali di queste contengono i bacini idrografici considerati e l’area del bacino

compresa all'interno di ogni singola cella; i parametri a e n di ciascun bacino sono stati ottenuti come media pesata rispetto alle aree parziali.

Per i bacini in esame i parametri di pioggia risultano essere i seguenti:

Bacino	T=20		T=100		T=200		T=500	
	a	n	a	n	a	n	a	n
Canale Caluso	49.97	0.276	63.94	0.271	69.91	0.269	78.80	0.267
Bealera di Rodallo	48.53	0.272	61.69	0.268	67.32	0.266	74.76	0.264
Bealera delle Moie	46.97	0.267	59.29	0.261	64.57	0.259	71.55	0.258

6.2.2.3 Stima dei tempi di corrivazione.

Le formule più note per la stima del tempo di corrivazione sono le seguenti:

- formula di Giandotti;
- formula di Pezzoli;
- formula di Ventura;
- formula di Pasini.

Sono di seguito esposte le formule di calcolo del tempo di corrivazione espresso in ore, per ognuno dei metodi adottati; i simboli indicati rappresentano le grandezze precedentemente elencate.

$$\text{Formula di Giandotti: } tc = \frac{4 \cdot S^{0.5} + 1.5 \cdot L}{0.8 \cdot \sqrt{(H_m - H_{se})}};$$

$$\text{Formula di Pasini: } tc = 0.108 \cdot \frac{(S \cdot L)^{1/3}}{\sqrt{i}};$$

$$\text{Formula di Pezzoli: } tc = 0.055 \cdot \frac{L}{\sqrt{i}};$$

$$\text{Formula di Ventura: } tc = 0.1272 \sqrt{\frac{S}{i}}.$$

Nelle tabelle seguenti sono riportati i valori calcolati per i bacini in esame.

Bacino	Giandotti	Pasini	Pezzoli	Ventura
Canale Caluso	3.56	2.73	2.65	2.33
Bealera di Rodallo	7.36	2.71	2.50	2.37
Bealera delle Moie	2.46	1.25	1.05	1.14

Viste le discrepanze tra i valori calcolati, la definizione del valore del tempo di corrivazione si è basata sull'analisi dei campi di applicabilità di ciascuna delle relazioni utilizzate. Dalla letteratura sull'argomento si rileva che Giandotti ricavò la sua formula per bacini di dimensioni superiori 100 km². Tutte le altre formule riportate sono state invece sviluppate per bacini naturali di dimensioni non troppo grandi; la formula di Pezzoli è stata sviluppata sui dati di piccoli bacini montani di dimensioni inferiori a 20 km², mentre Ventura e Pasini considerano bacini di dimensioni medie anche fino a 40 km². Per i motivi esposti si è ritenuto di utilizzare la media dei valori calcolati con le relazioni di Pasini, Pezzoli e Ventura escludendo i valori calcolati con la relazione di Giandotti.

Pertanto il tempo di corrivazione dei bacini sono:

	Canale Caluso	Bealera di Rodallo	Bealera delle Moie
tc [ore]	2.57	2.53	1.15

6.2.2.4 Valutazione delle portate al colmo di piena utilizzate nelle verifiche idrauliche.

Come specificato in premessa, sono stati utilizzati due diversi metodi afflussi-deflussi; non sono stati utilizzati metodi di regionalizzazione in quanto non attendibili per bacini idrografici di modesta estensione, quali sono in genere i bacini relativi ai nodi critici.

Le metodologie seguite per la valutazione delle portate di piena rispettano quanto prescritto dal D.G.R. n. 45-6656 del 15 Luglio 2002.

Metodo cinematico

Il metodo cinematico utilizza, per la stima della portata al colmo di piena di assegnato tempo di ritorno T , la formula razionale:

$$Q(T) = \phi A i_c(T)$$

dove $Q(T)$, A e $i_c(T)$ indicano rispettivamente la portata al colmo di piena di tempo di ritorno T , l'area del bacino e l'intensità della precipitazione relativa al centro di scroscio di durata pari al tempo τ_c critico del bacino, assunto pari al tempo di corrivazione calcolato come indicato sopra; $\phi = \phi_1 \phi_2 \phi_3$ è il coefficiente di afflusso, un numero minore di 1 che tiene conto delle perdite per infiltrazione (ϕ_1), del ragguglio delle piogge all'area (ϕ_2) e dell'effetto di laminazione del bacino (ϕ_3).

Per i bacini in esame, in funzione delle caratteristiche del terreno e dell'uso del suolo, è stato utilizzato un valore del coefficiente di deflusso compreso tra 0.35 e 0.5. Per il settore collinare, di tipo morenico, che si estende a monte di Caluso e occupa la quasi totalità del bacino imbrifero, caratterizzato da una elevata infiltrabilità è stato attribuito un coefficiente di deflusso pari a 0.3. Il valore trova conferma nelle indicazioni presenti sulla pubblicazione "*RISORSE IDRICHE SUPERFICIALI DEI PRINCIPALI BACINI DELLA PROVINCIA DI TORINO*" (Provincia di Torino - Novembre 2001), che per la sezione ORC21 posta, alla confluenza tra il T. Malesina e il T. Orco (nel Comune di Foglizzo, sezione distante meno di 10 km dall'area analizzata) indica in 0.36 il valore del coefficiente di deflusso. Sopralluoghi svolti in questa zona, hanno evidenziato la limitata estensione del un reticolo naturale, situazione che fa pensare ad una elevata permeabilità suolo e a una consistente limitazione ruscellamento superficiale tale da convalidare un coefficiente pari a 0.35.

Nelle aree di pianura (Bealera di Rodallo e delle Moie), la presenza di strati di argilla a profondità modeste tendono ad aumentare il coefficiente di deflusso (0.5).

Il metodo del Curve Number (CN) del Soil Conservation Service (SCS)

Tale metodo si basa egualmente sulla formula di corrivazione, ma nel calcolo delle perdite fa riferimento al parametro CN, indice della capacità del terreno di trattenere l'afflusso meteorico.

Il modello si basa sulla seguente formula per il calcolo della pioggia netta:

$$P_{net} = \frac{(P - I_a)^2}{P - I_a + S} \text{ dove } P \text{ è la pioggia lorda caduta fino all'istante temporale considerato, } S$$

è il massimo volume specifico che il terreno può trattenere in condizioni di saturazione ed I_a è il valore limite di pioggia che il terreno può trattenere senza che si abbia produzione di deflusso. I_a può essere stimato con la relazione $I_a = 0.2 \cdot S$, dove S (in millimetri) può

essere determinato in base al valore di CN: $S = 254 \cdot \left(\frac{100}{CN} - 1 \right)$.

Per la definizione del valore di CN sono state utilizzate le tabelle fornite dal SCS, in funzione della natura del suolo, del tipo di copertura vegetale e delle condizioni di umidità del suolo antecedenti all'evento (la copertura dei bacini oggetto di studio è per lo più boschiva con modeste aree residenziali e piccole aree coltivate):

Tipologie di uso del suolo	Tipo di suolo		
	Suolo con infiltrazione elevata: sabbioso o ghiaioso	Suolo con infiltrazione media: limoso o simili	Suolo con infiltrazione bassa: argilloso
Suoli coltivati	60	70	80
Boschi foreste	45	60	75
Prevalentemente impermeabile (aree residenziali, commerciali, industriali, strada asfaltate)	90		

Dalla media pesata rispetto alle aree (distinte per tipologia di uso del suolo) è stato possibile definire per ciascun bacino il *CN* in condizioni di terreno umido:

	Canale Caluso	Bealera di Rodallo	Bealera delle Moie
<i>CN</i>	76.6	79.0	85.2

Sono state quindi determinate l'intensità di pioggia netta, ipotizzata costante, dividendo l'altezza di pioggia netta per la il tempo di pioggia (pari al tempo di corrivazione), e la portata moltiplicando l'intensità di pioggia netta per la superficie del bacino idrografico.

Il metodo del SCS è in grado di fornire un'indicazione del coefficiente di deflusso dell'area oggetto di studio, il rapporto tra la pioggia netta e la pioggia lorda fornisce il coefficiente cercato; per il bacino del Canale Caluso il valore medio dei rapporti tra le altezze di pioggia (netta e lorda) calcolati per tempi di ritorno di 20, 100, 200 e 500 anni è di poco superiore a 0.35 a convalida di quanto assunto nel precedente paragrafo.

I due metodi sopra descritti forniscono i risultati riportati nella seguente tabella:

Bacino	Metodo	Q20 [m ³ /s]	Q100 [m ³ /s]	Q200 [m ³ /s]	Q500 [m ³ /s]
Canale Caluso	Cinematico	18.2	23.2	25.3	28.1
	SCS-CN	15.4	24.9	29.3	35.4
Bealera di Rodallo	Cinematico	10.8	13.7	14.9	16.5
	SCS-CN	7.1	11.2	13.0	15.6
Bealera delle Moie	Cinematica	5.7	7.2	7.9	8.7
	SCS-CN	4.5	6.7	7.8	9.2

Da quanto riportato in tabella si evince che i valori ottenuti per ciascun bacino con i due metodi sono, in genere, confrontabili; come portate di progetto per le successive fasi dello studio, si è deciso di assumere, per ciascun tempo di ritorno, la media dei valori relativi alle due metodologie:

Bacino	Q20 [m ³ /s]	Q50 [m ³ /s]	Q100 [m ³ /s]	Q200 [m ³ /s]	Q500 [m ³ /s]
Canale Caluso	16.8	21.0	24.0	27.3	31.7
Bealera di Rodallo	9.0	10.9	12.4	14.0	16.0
Bealera delle Moie	5.1	6.2	7.0	7.8	8.9

La portata relativa al tempo di ritorno di 50 anni è stata ottenuta attraverso l'interpolazione (mediante la linea di tendenza di tipo logaritmico) dei dati relativi alle altre portate riferite ai tempi di ritorno di 20, 100, 200 e 500 anni.

Per le successive fasi dello studio è necessario definire i contributi specifici $q \left(\frac{m^3}{s \cdot km^2} \right)$ del bacino, ottenuti dal rapporto, per ciascun tempo di ritorno, tra la portata di piena e la superficie del bacino considerato:

Bacino	Contributi specifici q (m ³ /skm ²)		
	Tr 50 anni	Tr 200 anni	Tr 500 anni
<i>Canale Caluso</i> [S = 7.42 km ²]	2.83	3.68	4.28
<i>Bealera di Rodallo</i> [S = 3.14 km ²]	3.48	4.45	5.11
<i>Bealera delle Moie</i> [S = 0.97 km ²]	6.35	8.04	9.20

7 Modalità di deflusso in piena del Canale Caluso.

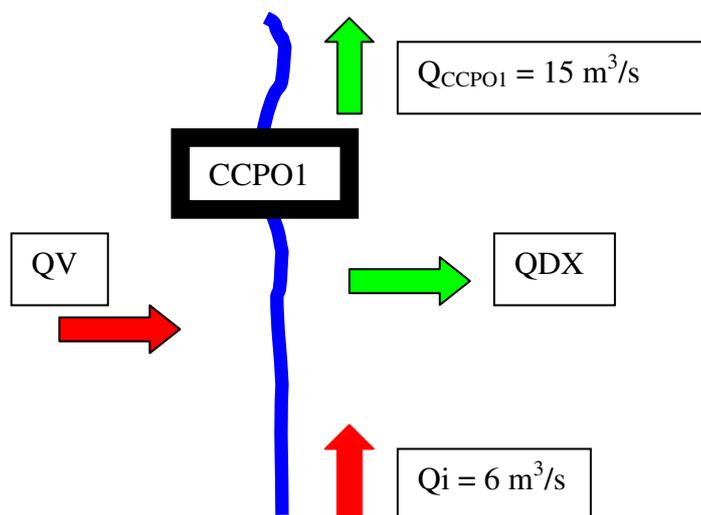
L'analisi idraulica del canale in occasione degli eventi di piena, evidenzia due comportamenti singolari: nel tratto extraurbano il canale, trasversale alle linee di drenaggio, riceve acque di ruscellamento dal settore collinare che incrementano le portate e possono essere causa di esondazioni; nel settore urbano, invece, le portate hanno modesti incrementi e il loro deflusso è condizionato dalle dimensioni degli attraversamenti, dai tratti intubati e dalle altezze delle sponde.

7.1 Settore extraurbano del Canale Caluso.

Nel tratto extraurbano del Canale Caluso l'attenzione è stata focalizzata nel settore compreso tra lo sfioratore di Orio Canavese e l'attraversamento CCPO1.

Per questo tratto, soggetto a periodici fenomeni di allagamento della sponda sinistra, sono stati rilevati: i due cigli del canale (SEZ1.SX e SEZ1.DX, *cfr. ALL.B e I.2*), sei sezioni trasversali (tra la SEZ1.4 e la SEZ1.0, *cfr. ALL.B e I.2*) e le dimensioni dell'attraversamento CCPO1 (*cfr. I.3a e I.3b*). In questo modo è stato possibile impostare il bilancio idraulico tra le portate in ingresso, provenienti dal settore collinare e dallo sfioratore di Orio Canavese, e quelle in uscita costituite dalla portata massima diretta verso l'abitato e quella non contenuta nell'alveo e scaricata in sponda destra.

Tale nodo può essere così schematizzato:



dove:

- QV : rappresenta la portata meteorica proveniente dal settore collinare in sinistra orografica del canale (*cfr. par. 6.2.2.4*);

- Q_i : rappresenta la massima portata irrigua defluente nel canale ($6 \text{ m}^3/\text{s}$), in conseguenza all'azione dello sfioratore di Orio Canavese, considerata costante per ogni tempo di ritorno;
- Q_{CCPO1} : rappresenta la massima portata defluibile attraverso la sezione del ponte CCPO1, definita attraverso la scala di deflusso in moto permanente della stessa (ALL.C);
- QDX : portata scaricata lungo la sponda destra, definita per ogni evento di riferimento (50, 200 e 500 anni) dalla relazione:

$$QV + Q_i = Q_{CCPO1} + QDX \Rightarrow QDX = QV + Q_i - Q_{CCPO1}$$

Di seguito sono riportate le metodologie seguite per la definizione dei parametri che intervengono nel bilancio idraulico suesposto.

(QV) Mediante il rilievo topografico, è stata individuata una sezione di verifica, parallela al corso d'acqua artificiale, (SEZ1.SX cfr. I.2 e ALL.B), rappresentante l'andamento del terreno in prossimità del ciglio superiore della sponda sinistra tra le SEZ1.4 e SEZ1.0. Questa sezione, interessata dalle acque meteoriche, ha un comportamento idraulico che può essere ipotizzato prossimo, a quello di una soglia.

Per definire i livelli idrici instauratisi nella sezione (considerato $i_f = 0.7\%$ e $c = 35 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$), e il suo comportamento nei confronti dell'apporto meteorico, è stato definito la sua scala di deflusso, attraverso l'utilizzo della formula di Chezy del moto uniforme, tipica delle correnti a pelo libero:

$$Q = v \cdot \Omega = c \sqrt{R \cdot i_f} \cdot \Omega$$

dove:

- Ω rappresenta l'area occupata dalla massa liquida in corrispondenza di un determinato livello di riempimento della sezione (y);
- c rappresenta il coefficiente di scabrezza delle pareti della sezione;
- R rappresenta il raggio idraulico (rapporto tra l'area bagnata e il perimetro bagnato) in corrispondenza di un determinato livello di riempimento della sezione (y);
- i_f rappresenta la pendenza del fondo scorrevole.

La sezione di verifica, denominata SEZ1.SX, sottende un bacino imbrifero caratterizzato da un'estensione di circa 6.58 km². In riferimento ai contributi specifici q del bacino (Cfr. par 6.2.2.4), le portate di piena di origine meteorica sono:

q (m ³ /skm ²)		2.83	3.68	4.28
Portate meteoriche di piena $Q = q \cdot S$				
SEZ	S [km ²]	<i>Tr 50 anni</i>	<i>Tr 200 anni</i>	<i>Tr 500 anni</i>
SEZ1.SX	6.58	18.6	24.2	28.1

Determinata la scala di deflusso in moto permanente (*ALL.B*) è stato possibile definire, per ogni tempo di ritorno, le caratteristiche della massa liquida (livello idrometrico h e velocità v):

	<i>Tr 50 anni</i>		<i>Tr 200 anni</i>		<i>Tr 500 anni</i>	
SEZ	h [m]	v [m/s]	h [m]	v [m/s]	h [m]	v [m/s]
SEZ1.SX	0.41	0.90	0.45	0.97	0.47	1.01

I battenti idrici sono riferiti al punto più depresso della sponda; estendendo il livello della lama d'acqua instauratosi sulla soglia (287.73 m s.l.m. TR500, 287.77 m s.l.m. TR200 e 287.79 m s.l.m. TR500), alle *Sezioni 1.4, 1.3, 1.2, 1.1 e 1.0* (*ALL.B e I.2*) è stato possibile individuare le aree interessate da allagamenti derivanti dalle portate meteoriche, allagamenti che interessano in particolare la zona immediatamente a monte del ponte (CCPO1) sulla S.S. N°26 della "Valle D'Aosta". A conferma di quanto definito, le informazioni raccolte inerenti l'area esondata, indicano che gli edifici residenziali e industriali presenti in zona sono stati interessati da allagamenti nelle precedenti alluvioni del 1994 e 2000.

I battenti instauratisi, nei punti più depressi delle sezioni indicate, riferite alle tre quote assolute, sono:

	<i>Tr 50 anni</i>	<i>Tr 200 anni</i>	<i>Tr 500 anni</i>
SEZ	h [m]	h [m]	h [m]
SEZ1.4	0.26	0.30	0.32
SEZ1.3	0.34	0.38	0.40
SEZ1.3a	0.11	0.15	0.17
SEZ1.2	0.72	0.76	0.78
SEZ1.1	0.61	0.65	0.67
SEZ1.0	1.00	1.04	1.06

In questo modo l'intersezione tra il piano definito dalle quote massime raggiunte dalle acque sul ciglio sinistro, con la superficie topografica definita dal rilievo, consente di individuare l'estensione delle aree allagate. Dall'analisi dell'andamento altimetrico della sponda sinistra (*cfr. SEZ1.SX*) si evince che attraverso le depressioni della stessa in adiacenza alle SEZ1.3a e SEZ1.0, le acque provenienti dal versante che provocano il parziale allagamento della sponda, defluiscono nel canale.

(*Qi*): La *Qi* è stata assunta pari a $6 \text{ m}^3/\text{s}$ per ogni evento considerato (50, 200 e 500 anni), in quanto, dalle indicazioni fornite dai Tecnici del Consorzio del Canale Caluso lo sfioratore, ubicato nel territorio comunale di Orio Canavese, è in grado di limitare la portata massima a 6000 l/s scaricando le portate eccedenti nel Rio di Staglia; a valle di questo punto non esistono opere atte a controllare le portate in ingresso all'abitato di Caluso.

(*Q_{CCPO1}*) Il ponte CCPO1, sulla S.S. N°26 "della Valle d'Aosta", limita il deflusso delle acque verso valle a $15 \text{ m}^3/\text{s}$. In *ALL.C* è stata definita la scala di deflusso della sezione dell'attraversamento, secondo la metodologia esposta nel *par. 7.1*, sulla base della geometria del manufatto.

(*QDX*) Questa portata è stata calcolata utilizzando l'espressione che esprime il bilancio idraulico, tra la SEZ1.4 e il manufatto CCPO1, e riportata alla *pag.14*. *QDX* rappresenta l'aliquota di portata non contenuta dall'alveo del canale che esonda verso la sponda destra topograficamente depressa. I valori ottenuti sono:

	<i>Tr 50 anni</i>	<i>Tr 200 anni</i>	<i>Tr 500 anni</i>
<i>QDX [m³/s]</i>	9.6	15.2	19.1

Le portate *QDX*, trascinano il ciglio in destra orografica (SEZ1.DX) e ruscellano in direzione SUD verso la strada che collega Caluso con San Giorgio Canavese, andando ad interessare il settore compreso tra la Bealera di Rodallo (Ovest), la S.S. N°11 (Est).

Per meglio comprendere il movimento della portata esondata, all'interno di questo settore, sono state individuate, attraverso rilievo topografico, due sezioni parallele al canale, una rappresentante la sponda destra (SEZ1.DX, *cfr. ALL.B e I.2*), l'altra, a 50 m dalla prima, l'area pianeggiante a valle del canale (SEZ1.DX', *cfr. ALL.B e I.2*).

Di seguito sono riportate le caratteristiche della vena fluida esondata riferite alle due sezioni di controllo:

	<i>Tr 50 anni</i>		<i>Tr 200 anni</i>		<i>Tr 500 anni</i>	
SEZ	h [m]	v [m/s]	h [m]	v [m/s]	h [m]	v [m/s]
SEZI.DX	0.19	0.52	0.23	0.62	0.24	0.67

	<i>Tr 50 anni</i>		<i>Tr 200 anni</i>		<i>Tr 500 anni</i>	
SEZ	h [m]	v [m/s]	h [m]	v [m/s]	h [m]	v [m/s]
SEZI.DX'	0.19	0.67	0.23	0.76	0.25	0.81

7.1 Settore urbano del Canale Caluso.

Nel settore urbano considerato, a valle del ponte CCPO1, sono state analizzate le singolarità idrauliche poste lungo il canale. Per queste sezioni costituite da ponti, attraversamenti e tratti coperti sono state definite le portate di riferimento, secondo quanto indicato nel seguito, e analizzate le condizioni del moto della corrente utilizzando la scala di deflusso di ogni singolo manufatto.

Le portate liquide sono state calcolate come somma della portata massima smaltibile dal ponte CCPO1 pari a 15 m³/s incrementata dei contributi provenienti dal settore urbano.

Detto contributo è stato stimato come portata specifica per il settore di bacino urbano, compreso tra la sezione di chiusura posta in prossimità della Centrale Idroelettrica) e quella coincidente con il ponte sulla S.S. N°11 (CCPO1). In questo modo la differenza tra i valori definiscono un incremento di portata che è stato suddiviso per la distanza tra le due sezioni ($L = 1.70 \text{ km}$) fornendo così un contributo di tipo chilometrico.

La definizione del contributo ha consentito la rapida definizione delle portate in ciascun punto di verifica da sommare alla portata massima che può defluire verso l'abitato conseguentemente alle dimensioni del ponte CCPO1.

Contributi chilometrici del tratto urbano del Canale Caluso [L = 1.70 km]				
	Q Sez. chiusura [m ³ /s]	Q Sez. CCPO1 [m ³ /s]	Δ [m ³ /s]	q' [m ³ /skm]
TR50anni	21.0	18.6	2.4	1.39
TR200anni	27.3	24.2	3.1	1.81
TR500anni	31.7	28.1	3.6	2.10

I risultati delle verifiche sono:

- Il ponte CCPO2 di Via C. di Brissac è interessato, durante gli eventi di piena da portate ($16.0 \text{ m}^3/\text{s}$ TR50, $16.2 \text{ m}^3/\text{s}$ TR200 e $16.4 \text{ m}^3/\text{s}$ TR500) inferiori alla massima portata defluibile dalla sezione del manufatto ($24 \text{ m}^3/\text{s}$, *ALL.C*); il riempimento della sezione, rapporto tra il tirante idraulico instauratosi all'interno del manufatto e l'altezza utile della sezione di deflusso si mantiene prossima al 75%.
- L'attraversamento CCAG1 tra Via Micheletti e Via San Giorgio, ha una sezione di tipo rettangolare (larghezza 4.70 m altezza 1.60 m) e le portate di riferimento ($16.2 \text{ m}^3/\text{s}$ TR50, $16.6 \text{ m}^3/\text{s}$ TR200 e $16.9 \text{ m}^3/\text{s}$ TR500) sono sempre superiori a quella smaltibile dal manufatto (portata massima $15.9 \text{ m}^3/\text{s}$, *ALL.C*) evidenziando il rischio di esondazione con il coinvolgimento della viabilità e degli edifici prospicienti il canale.
- L'attraversamento CCAG2 di Via Calocero ha una portata massima defluibile di $15.1 \text{ m}^3/\text{s}$ inferiore alle portate di riferimento ($16.6 \text{ m}^3/\text{s}$ TR50, $17.0 \text{ m}^3/\text{s}$ TR200 e $17.4 \text{ m}^3/\text{s}$ TR500).
- In prossimità della Residenza Sanitaria Assistenziale sono stati censiti tre attraversamenti di recente costruzione (CCAG4) e le portate di riferimento risultano inferiori a quella caratteristica dell'opera ($18.5 \text{ m}^3/\text{s}$, *ALL.C*) mentre i livelli di riempimento sono superiori al 90%.
- Gli attraversamenti di Via C.Battisti (CCAG5) e di Via Ing. Comotto (CCAG6) non sono invece in grado di garantire un regolare deflusso delle acque (*ALL.C*), con l'insorgere di esondazioni che interessano la viabilità adiacente e gli edifici prospicienti.

8 Modalità di deflusso in piena della Bealera di Rodallo e Bealera delle Moie.

8.1. Bealera di Rodallo.

La Bealera di Rodallo, serve per l'irrigazione delle coltivazioni dell'area a Sud-Ovest di Caluso lungo la direttrice tra le frazioni Rodallo - Vallo; secondo le indicazioni fornite dai Tecnici del Consorzio del Canale di Caluso la massima portata derivabile nella Bealera è di 864 l/s. La zona servita dalla Bealera è una zona estremamente pianeggiante,

solcata da numerose rogge, la cui corretta e costante manutenzione è di rilevante importanza per la gestione delle acque meteoriche in una area, quella intorno all'abitato di Rodallo, caratterizzata da bassa infiltrabilità a causa del suolo argilloso; infatti, la non corretta manutenzione dei fossi è stata la causa preponderante delle esondazioni relative al reticolo idrografico artificiale durante le precedenti alluvioni. Per tale motivo si è deciso di indagare il comportamento della bealera nelle aree a monte di Rodallo riferendosi agli eventi di piena più gravosi. Per far questo, all'interno del bacino della Bealera sono state individuate 3 sezioni trasversali alle linee di drenaggio superficiale, con andamento Ovest – Est, denominate in seguito SEZ2.2, SEZ2.1 e SEZ2.0 (*ALL.B e I.2*); la loro lunghezza varia tra 600 e 950 m.

Le sezioni intercettano il reticolo idrografico artificiale costituito oltre che dalla Bealera anche da altri tre fossi di irrigazione ad esso paralleli, individuando tra loro le porzioni di territorio potenzialmente soggette a fenomeni di esondazione. Dall'analisi idraulica della Bealera di Rodallo risulta che le portate meteoriche alla sezione di chiusura del bacino (*cfr. par. 6.2.2.4*) sono:

Portate meteoriche			
Bacino	Q50 [m ³ /s]	Q200 [m ³ /s]	Q500 [m ³ /s]
Bealera di Rodallo	10.9	14.0	16.0

Per ciascun tempo di ritorno, sommando ad esse la portata irrigua di 0.86 m³/s, indicata dai Tecnici dell'ente gestore, si ottiene la portata di piena utilizzata nelle successive fasi dello studio:

Portate di progetto			
Bacino	Q50 [m ³ /s]	Q200 [m ³ /s]	Q500 [m ³ /s]
Bealera di Rodallo	11.80	14.8	16.9

Mediante l'utilizzo della formula di Chezy (*cfr. par 7*) sono state definite le scale di deflusso per ogni sezione, in funzione delle portate di progetto, le caratteristiche della vena

fluida esondata (tiranti idrici e velocità) e, con l'ausilio del rilievo topografico, le aree interessate dagli allagamenti.

Per la definizione delle scale di deflusso è stata utilizzata una pendenza del fondo scorrevole dello 0.75 % pari a quella del territorio circostante e una scabrezza costante per tutte le sezioni di $35 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$.

Di seguito sono riportati i risultati dell'analisi idraulica inerente al sistema della Bealera di Rodallo:

SEZ	<i>Tr 50 anni</i>		<i>Tr 200 anni</i>		<i>Tr 500 anni</i>	
	h [m]	v [m/s]	h [m]	v [m/s]	h [m]	v [m/s]
SEZ2.2	0.74	0.52	0.75	0.56	0.76	0.58
SEZ2.1	0.58	0.59	0.60	0.63	0.61	0.65
SEZ2.0	0.23	0.77	0.25	0.83	0.27	0.85

I tiranti idrici fanno riferimento al punto maggiormente depresso della sezione, in genere il fondo scorrevole di un corso d'acqua, riportando i livelli in sezione è possibile confrontarli con l'andamento del terreno e definire le effettive altezze degli allagamenti

Altezza media delle esondazioni			
	<i>Tr 50 anni</i>	<i>Tr 200 anni</i>	<i>Tr 500 anni</i>
SEZ	h [m]	h [m]	h [m]
SEZ2.2	0.13	0.14	0.15
SEZ2.1	0.17	0.16	0.15
SEZ2.0	0.23	0.24	0.25

Sulla base di quanto indicato nella tabella suesposta è possibile affermare che l'area esondata a monte di Rodallo in prossimità della SEZ2.0 è caratterizzata da battenti modesti e bassa energia.

8.2. Bealera delle Moie.

Dalle informazioni raccolte presso il Consorzio del Canale di Caluso, la Bealera delle Moie è stata causa di allagamenti in adiacenza alla frazione Carolina, dove, in occasione dei recenti eventi alluvionali, i locali con piano d'imposta inferiore a quello stradale, sono stati allagati.

L'analisi di compatibilità idraulica dei nodi critici segue la metodologia delle indagini speditive, esposta per l'analisi del Canale Caluso al. *par 7.1*. Pertanto lungo il corso

d'acqua in oggetto sono stati rilevati gli attraversamenti, i ponti e le sezioni d'alveo idraulicamente non idonee o ritenute tali al fine di accertare le condizioni di deflusso. In *ALL.C* sono riportati i risultati dell'analisi puntuale per ciascuna sezione analizzata.

La sezione BMCA1, di tipo rettangolare (larghezza 2.0 m, altezza 0.70 m, pendenza fondo scorrevole 0.5% coefficiente di Strickler $45 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$) ha una portata massima defluibile di $2.5 \text{ m}^3/\text{s}$, inferiore alle portate di riferimento ($6.2 \text{ m}^3/\text{s}$ TR50, $7.8 \text{ m}^3/\text{s}$ TR200 e $8.9 \text{ m}^3/\text{s}$ TR500); anche la sezione della bealera a monte dell'abitato, di tipo rettangolare (larghezza 2.00 m, altezza 1.00 m e coefficiente di Strickler $35 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$) non garantisce il deflusso delle portate di piena (*ALL.C*) e per tale motivo le acque esondate dal canale interessano i terreni ad esso contigui, defluendo secondo le linee che si adattano alla pendenza del territorio. In analogia con quanto avviene presso l'abitato di Rodallo, anche in questo caso i battenti, prossimi a 0.20 m, sono modesti così come le velocità.

9 Rappresentazione dei livelli di pericolosità e sintesi dell'analisi di compatibilità idraulica sul reticolo idrografico di Caluso

Il reticolo idrografico di Caluso è stato sottoposto ad analisi idrauliche affrontate con metodologie diverse, per comprendere il comportamento di settore d'alveo durante gli eventi di piena; ciò è avvenuto per il Canale Caluso, per la Bealera di Rodallo e per alcune sezioni singolari della Bealera delle Moie.

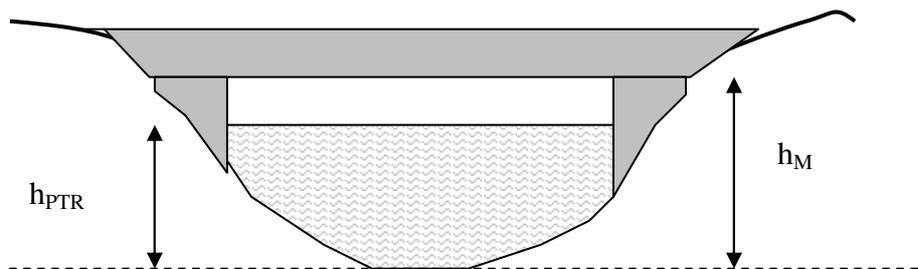
1° Criterio. L'analisi sviluppata con il bilancio idraulico, basata sulle scale di deflusso come avvenuto per il tratto compreso tra le SEZ1.4 e SEZ1.0 del Canale Caluso, ha fornito i dati utilizzati per l'individuazione, in sponda sinistra delle aree caratterizzate da diversa classe di pericolosità, secondo quanto prescritto dall'Autorità di Bacino. Nell'allegato *ALL.B* sono indicate tali aree:

- aree ad alta probabilità di inondazione indicativamente con tempo di ritorno di 50 anni (Ee);
- aree a moderata probabilità di inondazione indicativamente con tempo di ritorno di 200 anni (Em);
- aree a basse probabilità di inondazione indicativamente con tempo di ritorno di 500 anni (Eb).

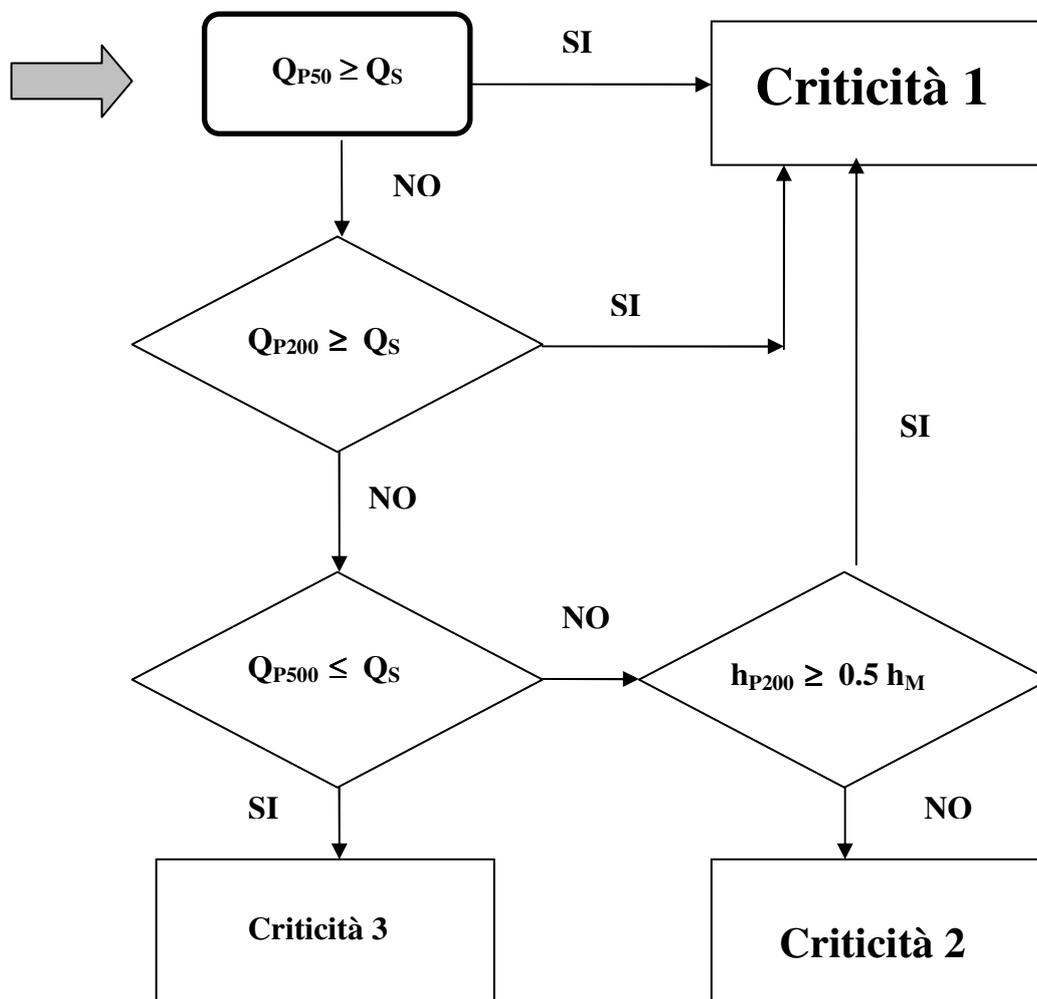
Con lo stesso procedimento è stata affrontata l'analisi della Bealera di Rodallo.

2° Criterio. Relativamente alle analisi di tipo speditivo, attuate mediante verifiche puntuali delle sezioni d'alveo che manifestano criticità, l'indagine delle condizioni di deflusso ha consentito di assegnare alle varie sezioni un "Livello di Criticità". Il processo per la definizione dei livelli prevede:

- Innanzitutto la definizione della capacità di smaltimento della sezione considerata (Q_S) e dei livelli di riempimento (h_{PTR}) relativi alle tre portate di riferimento;
- l'analisi del comportamento delle sezioni singolari per i diversi tempi di ritorno nella sequenza indicata: prima l'evento cinquantennale, poi nell'ordine gli eventi caratterizzati da un tempo di ritorno di 200 e 500 anni;
- il confronto tra la portata massima smaltibile dal manufatto (Q_S) e quelle di piena (Q_{PTR} , con TR che va da 50 a 500 anni), associate al controllo del livello di riempimento del manufatto stesso (h_{200}) in occasione all'evento duecentennale con la massima altezza della sezione utile al deflusso delle acque (h_M).



Alla luce di quanto suesposto è stato definito il seguente percorso logico, seguendo il quale è possibile individuare (attraverso le condizioni sui parametri Q e h) la criticità di ciascuna sezioni soggetta all'analisi puntuale:



La definizione delle portate di piena è ottenuta attraverso le indicazioni riportate nel *Cap.6* (Q_{PTR}), la valutazione della portata massima smaltibile (Q_S), per ciascuna opera analizzata, è avvenuta attraverso la scala di deflusso (*ALL.C*) che ha permesso di stabilire il livello di riempimento (h_{PTR}), inteso come battente idrico instauratosi all'interno della sezione in funzione della portata di riferimento, per i tempi di ritorno di 50, 200 e 500 anni.

In conseguenza a quanto esposto, il livello di rischio idraulico più elevato è rappresentato dalla **Criticità 1**.

Nella definizione dei livelli di criticità, si è sempre fatto riferimento alle portate liquide in quanto, per i corsi d'acqua oggetto del presente studio il trasporto solido è stato ritenuto non rilevante.

Per alcune delle sezioni censite ed analizzate all'interno del catasto delle opere idrauliche è riportata una scheda finale dove sono indicate le informazioni atte a stabilire il livello di criticità (*ALL.C*).

Dalla lettura dei risultati relativi alle analisi idrauliche effettuate secondo i criteri precedentemente esposti, si possono evidenziare, per i diversi corsi d'acqua del reticolo idrografico di Caluso i seguenti comportamenti :

➤ Canale Caluso:

- dalle analisi svolte emerge che il canale , nel tratto compreso tra le SEZ1.4 e SEZ1.0 (*cf. ALL.B*), trasversale alle linee di drenaggio naturale, è causa di modesti allagamenti in sponda sinistra. Le acque provenienti dal versante incontrano la sponda, il cui ciglio è sopraelevato rispetto all'area circostante, e prima di convergere nel canale allagano il settore indicato nell'allegato *ALL.B*. Del volume d'acqua che raggiunge l'alveo solo in minima parte si somma alla portata irrigue e converge verso l'abitato, in quantità maggiore esonda in sponda destra. La limitazione della portata defluente verso l'abitato è dovuta all'attraversamento CCPO1 (*ALL.C*) e all'andamento altimetrico della stessa sponda destra: le acque defluenti nel canale incontrano l'attraversamento che di fatto costituisce una strozzatura e il rigurgito conseguente innesca l'esondazione in destra. In dettaglio in sinistra del canale, i battenti instauratisi tra la SEZ1.4 e SEZ1.3a sono inferiori ai 0.40 m per ogni tempo di ritorno considerato, mentre nel tratto compreso tra la SEZ1.2 e il ponte CCPO1 i battenti sono più elevati, compresi tra 0.60 e 1.00 m; in quest'ultimo settore sono presenti edifici residenziali e industriali. Le portate meteoriche dopo aver occupato le aree, precedentemente descritte tendono a defluire nella sezione d'alveo del canale attraverso i settori del ciglio sinistro in cui la sponda è altimetricamente alla stessa quota del piano campagna adiacente (SEZ1.3a e SEZ1.0). Il manufatto CCPO1, come indicato, limita il deflusso delle acque verso valle, situazione che provoca l'esondazione lungo la sponda destra delle acque in eccesso, il processo interessa un tratto di lunghezza prossima a 200 m, con battenti e velocità instauratisi inferiori rispettivamente a 0.25 m e 0.7 m/s. La massa liquida esondata

ruscella lungo i terreni agricoli limitrofi, compresi tra la Bealera di Rodallo, la S.S. N°26 e la strada che collega Caluso con San Giorgio Canavese.

- i nodi idraulici posti lungo l'asta del Canale Caluso (CCPO1, CCAG1, CCAG2, CCAG5 e CCAG6) analizzati mediante verifica puntuale, risultano, in generale, non garantire un adeguato smaltimento delle portate di piena, in conseguenza alle indicazioni che hanno portato alla definizione delle criticità; a questi nodi è stato assegnato un livello di Criticità 1. Le opere CCPO2 e CCAG4, di Criticità 3, garantiscono un regolare deflusso delle acque anche se i livelli di riempimento sono mediamente superiori al 75% dell'altezza utile delle sezioni e in alcuni casi raggiungono il 95%.

A titolo di esempio si precisa che in funzione delle scale di deflusso definite in *ALL.C* per l'opera CCAG4 il riempimento della sezione, definito come rapporto tra il livello idrometrico relativo alla portata di progetto e l'altezza utile della sezione, risulta del 94% per TR50, del 95% per TR200 e del 97% per TR500, mentre per l'opera CCPO2 il parametro varia tra 75% per TR50 e 76% per TR500.

➤ Bealera di Rodallo:

- dall'analisi idraulica, basata sulle scale di deflusso in moto permanente delle SEZ2.2, SEZ2.1 e SEZ2.0 (*ALL.B*) e dall'interazione con il rilievo topografico (*cfr. I.2*) è stato possibile definire le caratteristiche idrauliche della vena fluida esondata (*cfr. par 8.1*): i battenti idrici sono inferiori a 0.25 m e caratterizzati da una modesta velocità (compresa tra 0.50 e 0.80 m/s). L'esondatazione interessa i terreni agricoli a monte di Rodallo, le aree potenzialmente allagabili interessano una fascia larga circa 130 m (TR500) compresa tra le SEZ2.1 e SEZ2.1, l'estensione è tale che le differenze tra i battenti durante i diversi tempi di ritorno sono trascurabili (SEZ2.0: 0.25 m TR500, 0.24 m TR200 e 0.23 m TR500).

➤ Bealera delle Moie

- le verifiche relative al tratto intubato della Bealera (BMCA1) e della sezione naturale dell'alveo BM (*ALL.C*) indicano che le attuali sezioni non sono in grado di garantire il regolare deflusso delle acque di piena. L'inadeguatezza dei tratti intubati provoca l'esondatazione in prossimità della località Carolina andando ad interessare i piani interrati o seminterrati degli edifici adiacenti; più a monte l'inadeguatezza della

sezione naturale crea ruscellamento delle acque sondate a danno dei terreni agricoli contigui, in analogia con l'area di Rodallo.

10. Elenco degli Allegati e degli Elaborati a supporto della relazione.

- **ALL.A:** Carta dei bacini imbriferi.
- **ALL.B:** Analisi idraulica del Canale Caluso e della Balere di Rodallo e delle Moie.
- **ALL.C:** Analisi puntuale dei principali nodi idraulici.

- **ELABORATO I.2:** SEZIONI TRASVERSALI DEL CANALE CALUSO E BEALERA DI RODALLO.
- **ELABORATO I.3a:** CARTA DELLE OPERE IDRAULICHE CENSITE
Simbologia SICOD.
- **ELABORATO I.3b:** ALLEGATI ALLA CARTA DELLE OPERE IDRAULICHE CENSITE.

INDICE

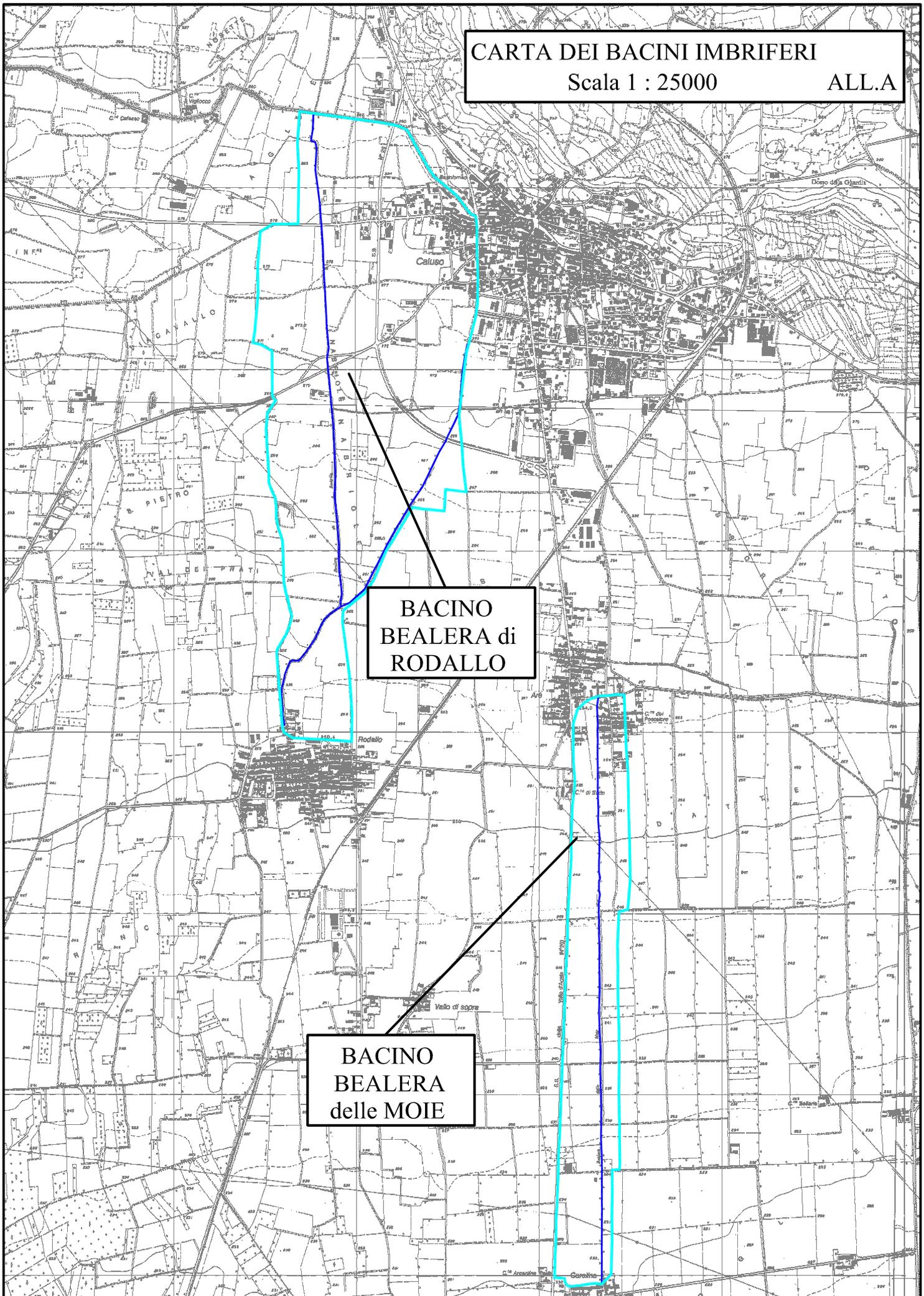
RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA	1
1. Premessa.....	1
2. Settore di indagine	2
3. Assetto geometrico del reticolo artificiale.	2
4. Opere di difesa e principali manufatti idraulici.	3
4.1 Canale Caluso.....	3
4.3 Bealera di Rodallo e delle Moie.	4
5. Il reticolo idrografico artificiale: cenni storici.	4
6. Definizione delle portate di piena	5
6.1 Definizione delle portate di piena della rete idrografica artificiale.....	5
6.2.1. <i>Analisi idrologica del reticolo idrografico principale.</i>	<i>6</i>
6.2.1.1 Caratteristiche fisiografiche dei bacini.	6
6.2.1.2 Parametri delle curve di possibilità pluviometriche.	7
6.2.2.3 Stima dei tempi di corrivazione.....	8
6.2.2.4 Valutazione delle portate al colmo di piena utilizzate nelle verifiche idrauliche.	9
Metodo cinematico	9
Il metodo del Curve Number (CN) del Soil Conservation Service (SCS).....	10
7 Modalità di deflusso in piena del Canale Caluso.....	13
7.1 Settore extraurbano del Canale Caluso.....	13
7.1 Settore urbano del Canale Caluso.....	17
8 Modalità di deflusso in piena della Bealera di Rodallo e Bealera delle Moie.....	18
8.1. Bealera di Rodallo.....	18
8.2. Bealera delle Moie.	20
9 Rappresentazione dei livelli di pericolosità e sintesi dell'analisi di compatibilità idraulica sul reticolo idrografico di Caluso.....	21
10. Elenco degli Allegati e degli Elaborati a supporto della relazione.	26

ALL. A
**Carta dei bacini
imbriferi**

CARTA DEI BACINI IMBRIFERI

Scala 1 : 25000

ALL.A



BACINO
BEALERA di
RODALLO

BACINO
BEALERA
delle MOIE

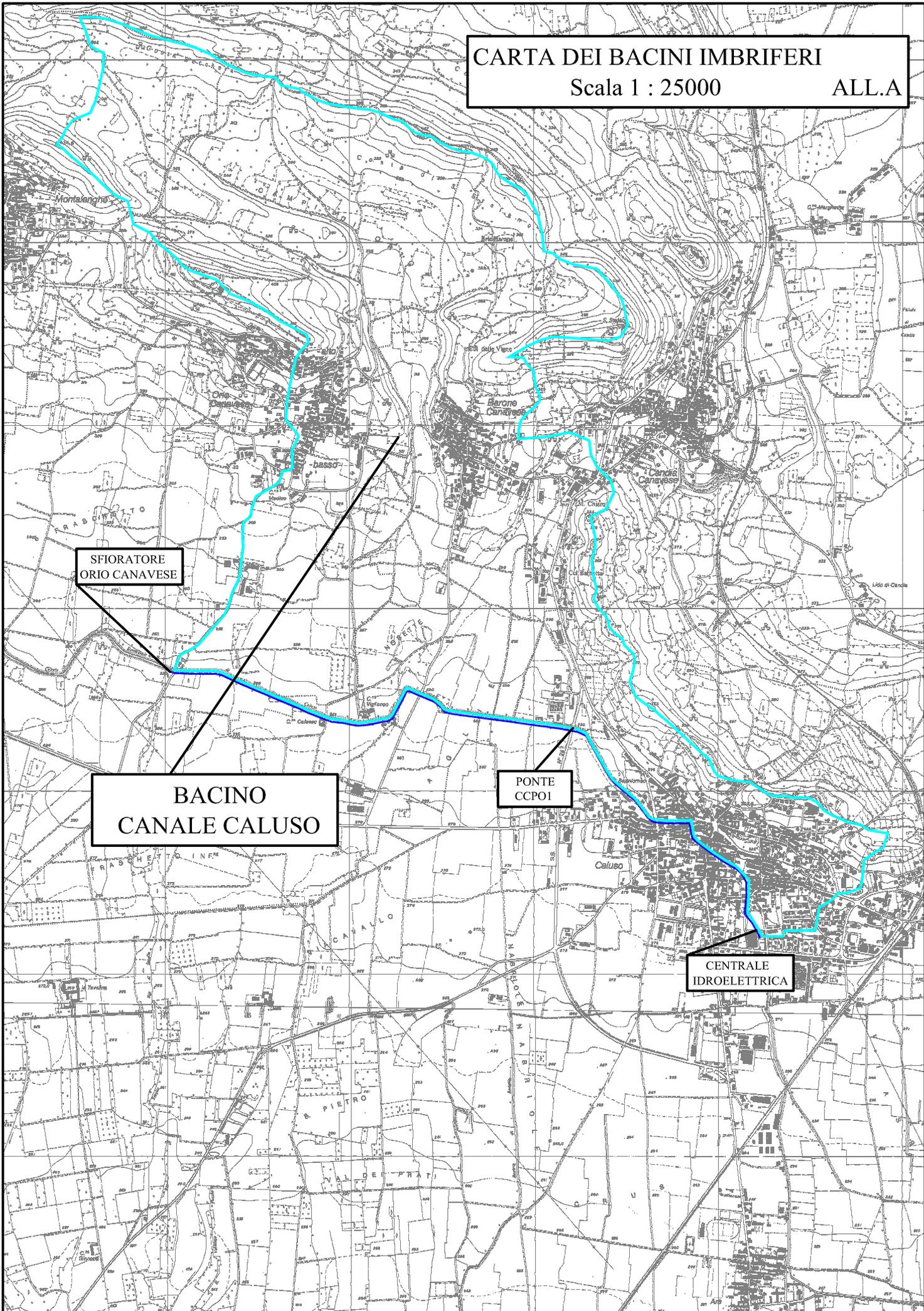
CARTA DEI BACINI IMBRIFERI
Scala 1 : 25000
ALL.A

SFIORATORE
ORIO CANAVESE

BACINO
CANALE CALUSO

PONTE
CCPO1

CENTRALE
IDROELETTRICA



ALL. B
**Analisi idraulica del
Canale Caluso
e
Bealera di Rodallo**

Canale Caluso

CALCOLO del TEMPO di CORRIVAZIONE	
TEMPO DI CORRIVAZIONE [ore]	
Bacino	Canale Caluso
S (kmq)	7.42
L (km)	7.14
i	0.022
Hmax	434.6
Hmed	333.57
Hchius	276
Giandotti	3.56
Ventura	2.33
Pezzoli	2.65
Pasini	2.73
Media	2.57

Il valore ottenuto attraverso
Giandotti è stato escluso dalla
media in quanto il metodo è stato
tarato per bacini di dimensioni
superiori ai 100 kmq

DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI a E n DELLA CURVA DI POSSIBILITA' CLIMATICA
ATTRAVERSO LA MATRICE DEI PARAMETRI DI PIOGGIA A MAGLIA 2 X 2 KM
CANALE CALUSO

TR20

TAVOLA	Area	a	n	ΣAi^*ai	ΣAi^*ni
BC89	1.463	51.09	0.284	74.745	0.415
BD89	0.804	50.54	0.276	40.634	0.222
BC90	0.831	50.41	0.282	41.891	0.234
BD90	2.652	49.73	0.274	131.884	0.727
BC91	0.231	49.6	0.281	11.458	0.065
BD91	0.934	48.86	0.272	45.635	0.254
BE91	0.501	48.52	0.264	24.309	0.132
Area totale	7.416	a medio 49.97	n medio 0.276		

TR100

TAVOLA	Area	a	n	ΣAi^*ai	ΣAi^*ni
BC89	1.463	65.7	0.278	96.119	0.407
BD89	0.804	64.94	0.27	52.212	0.217
BC90	0.831	64.59	0.276	53.674	0.229
BD90	2.652	63.58	0.268	168.614	0.711
BC91	0.231	63.33	0.276	14.629	0.064
BD91	0.934	62.19	0.267	58.085	0.249
BE91	0.501	61.53	0.26	30.827	0.130
Area totale	7.42	a medio 63.94	n medio 0.271		

TR200

TAVOLA	Area	a	n	ΣAi^*ai	ΣAi^*ni
BC89	1.463	71.94	0.276	105.248	0.404
BD89	0.804	71.09	0.268	57.156	0.215
BC90	0.831	70.65	0.274	58.710	0.228
BD90	2.652	69.5	0.266	184.314	0.705
BC91	0.231	69.2	0.274	15.985	0.063
BD91	0.934	67.89	0.266	63.409	0.248
BE91	0.501	67.09	0.259	33.612	0.130
Area totale	7.416	a medio 69.91	n medio 0.269		

TR500

TAVOLA	Area	a	n	ΣAi^*ai	ΣAi^*ni
BC89	1.463	80.18	0.274	117.303	0.401
BD89	0.804	79.21	0.266	63.685	0.214
BC90	0.831	78.66	0.272	65.366	0.226
BD90	2.652	77.32	0.264	205.053	0.700
BC91	0.231	76.96	0.272	17.778	0.063
BD91	0.934	75.43	0.264	70.452	0.247
BE91	0.501	74.45	0.257	37.299	0.129
Area totale	7.4	a medio 77.80	n medio 0.267		

TC [ore] = 2.57

Tr	a	n	$h = at^n$
20	49.97	0.276	64.868
100	63.94	0.271	82.559
200	69.91	0.269	90.114
500	77.80	0.267	100.094

DETERMINAZIONE DELLA PORTATA AL COLMO Q [mc/s] MEDIANTE METODO RAZIONALE

coefficiente deflusso **0.35**

Tr	Q	q
20	18.2	2.5
100	23.2	3.1
200	25.3	3.4
500	28.1	3.8

S [kmq] 7.42

CANALE CALUSO

DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI UTILIZZATI NEL METODO SCS - CURVE NUMBER (CANALE CALUSO)

Canale Caluso

	AREA	CN	
URBANO	0.9	90	81
BOSCO	2.42	45	108.9
COLTIVATO	4	60	240

7.320 CN MEDIO **58.7**

CN(III) **76.6**

BACINO	C. Caluso
CN	76.6



Per la determinazione del Valore CN sono state utilizzate le tabelle fornite dall'Autorità di Bacino del Fiume PO, per il metodo SCS, in funzione della copertura vegetale e delle condizioni di umidità del suolo antecedenti all'evento.

S [mm] 77.604903
la [mm] 15.520981

P pioggia lorda	Tr	P
caduta fino all'istante t=Tc	20	64.9
	100	82.6
	200	90.1
	500	100.1

BACINO	C. Caluso
Pioggia netta [mm]	
Tr	
20	19.2
100	31.1
200	36.6
500	44.1

Note
 S : massimo volume specifico che il terreno può trattenere in condizioni di saturazione
 la : valore limite di pioggia che il terreno può trattenere senza che si abbia produzione di deflusso
 $S = 254 * ((100 - CN) - 1)$
 $la = 0.2 * S$
 Pioggia netta = $(P - I)^2 / (P + 0.8S)$

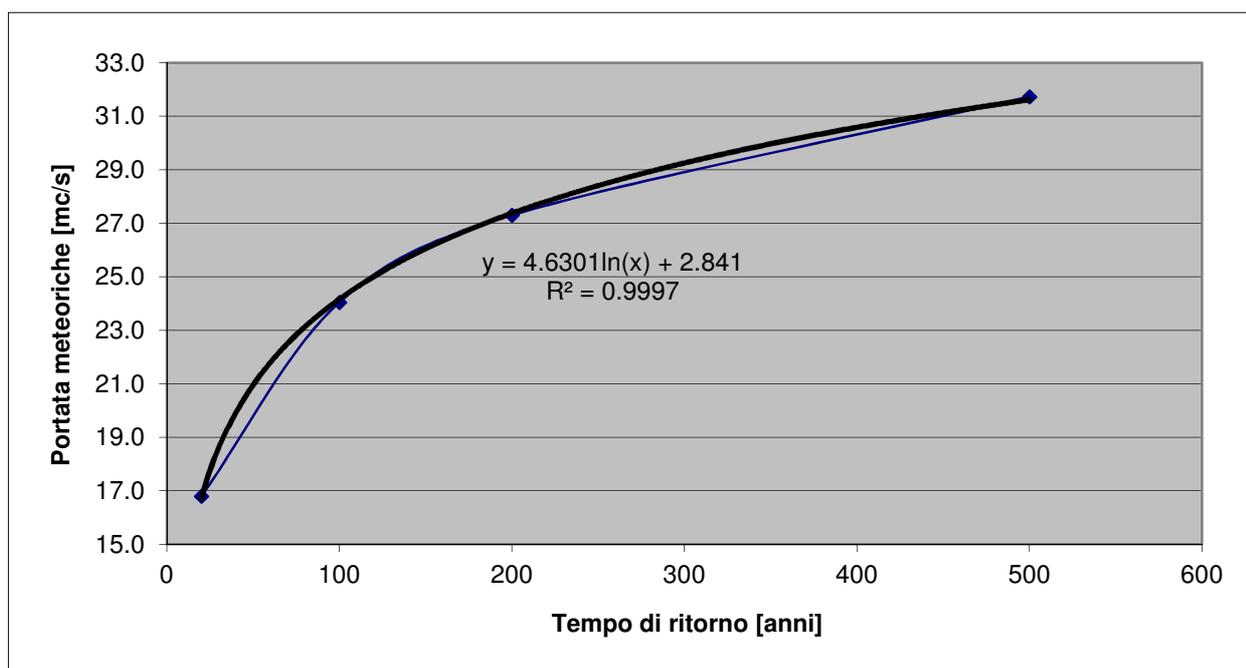
DETERMINAZIONE DELLA PORTATA AL COLMO Q [mc/s] MEDIANTE METODO RAZIONALE (CANALE CALUSO)

BACINO	C. Caluso
Tr	Q
20	15.4
100	24.9
200	29.3
500	35.4

S [kmq] 7.42
tc [ore] 2.57

DETERMINAZIONE DELLA PORTATA AL COLMO Q [mc/s] PER IL CANALE CALUSO [S = 7.42 kmq]

BACINO	<i>ret 2x2</i>	<i>scs</i>	(Q Media)	q [Q/S]
Tr	Q [mc/s]	Q [mc/s]	Q [mc/s]	q [mc/skmq]
20	18.2	15.4	16.8	2.26
(*) 50			21.0	2.83
100	23.2	24.9	24.0	3.24
200	25.3	29.3	27.3	3.68
500	28.1	35.4	31.7	4.28



(*) La portata meteorica, caratterizzata da un tempo di ritorno di 50 anni, è stata determinata attraverso interpolazione dei dati, utilizzando una linea di tendenza di tipo logaritmico

**Andamento della Scala delle Portate in moto
permanente
SEZ1.SX (sponda sinistra)**

Pendenza dell'ell'alveo 0.7 %
Coefficiente di scabrezza di Strickler 35 m^{1/3}s⁻¹

H0	Q	Area	R	V
(m)	(mc/s)	(mq)	(m)	(m/s)
0.03	0.02	0.10	0.02	0.19
0.07	0.12	0.38	0.03	0.31
0.10	0.36	0.84	0.06	0.43
0.14	0.77	1.36	0.09	0.57
0.17	1.31	1.93	0.11	0.68
0.20	1.53	2.82	0.08	0.54
0.24	2.37	4.33	0.08	0.55
0.27	3.80	6.46	0.09	0.59
0.31	5.83	9.30	0.10	0.63
0.34	9.15	12.64	0.12	0.72
0.37	13.20	16.29	0.15	0.81
0.41	18.01	20.25	0.17	0.89
0.44	23.59	24.51	0.19	0.96
0.48	29.99	29.09	0.21	1.03
0.51	35.62	34.09	0.21	1.05

q (mc/skmq)	2.83	3.68	4.28	
Portate meteoriche di piena Q' = q*S				
	S [kmq]	TR 50	TR 200	TR 500
SEZ1.SX	6.58	18.60	24.20	28.10

Caratteristiche idrauliche della massa liquida all'interno della sezione SEZ1.SX (*)						
	TR 50 anni		TR 200 anni		TR 500 anni	
	h [m]	v [m/s]	h [m]	v [m/s]	h [m]	v [m/s]
SEZ1.SX	0.41	0.90	0.45	0.97	0.47	1.01

(*) i valori riportati in tabella sono desunti dalla scala di deflusso della sezione SEZ1.SX del Canale Caluso a monte del ponte (CCPO1) sulla S.S. N°26.

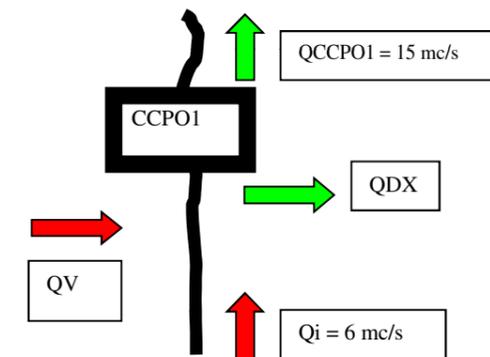
SEZ1.DX (sponda destra)

Andamento della Scala delle Portate in moto permanente

Pendenza dell'alveo 0.5 %
 Coefficiente di scabrezza di Strickler 35 m^{1/3}s⁻¹

H0 (m)	Q (mc/s)	Area (mq)	R (m)	V (m/s)
0.02	0.02	0.16	0.01	0.11
0.04	0.11	0.65	0.02	0.18
0.06	0.34	1.43	0.03	0.23
0.08	0.71	2.48	0.04	0.29
0.09	1.22	3.85	0.05	0.32
0.11	1.96	5.63	0.05	0.35
0.13	2.97	7.85	0.06	0.38
0.15	4.31	10.53	0.07	0.41
0.17	6.13	13.67	0.08	0.45
0.19	8.44	17.13	0.09	0.49
0.21	11.48	20.78	0.11	0.55
0.22	14.98	24.48	0.12	0.61
0.24	18.85	28.21	0.14	0.67
0.26	23.08	31.98	0.16	0.72
0.28	27.65	35.80	0.17	0.77

Bilancio Idrologico a monte dell'attraversamento CCPO1



QDX: portata uscente dal sistema che esonda interessando le aree prospicenti la sponda destra (SEZ1.DX) del Canale Caluso:
 $QDX = QV + Qi - Q_{CCPO1}$

QV: portata meteorica proveniente dal settore collinare in sinistra orografica del canale
Qi: massima portata irrigua defluibile nel canale, costante per ogni tempo di ritorno.
QCCPO1: massima portata defluibile dalla sezione del manufatto CCPO1 (ALL.C).

$QDX = QV + Qi - Q_{CCPO1}$			
	TR 50	TR 200	TR 500
QDX [mc/s]	9.60	15.20	19.10

q (mc/skmq)	2.83	3.68	4.28	
Portate meteoriche di piena $QV = q \cdot S$				
S [kmq]	TR 50	TR 200	TR 500	
SEZ1.DX	6.58	18.60	24.20	28.10

Caratteristiche idrauliche della massa liquida all'interno della sezione SEZ1.DX (*)						
	TR 50 anni		TR 200 anni		TR 500 anni	
	h [m]	v [m/s]	h [m]	v [m/s]	h [m]	v [m/s]
SEZ1.DX	0.19	0.52	0.23	0.62	0.24	0.67

(*) i valori riportati in tabella sono desunti dalla scala di deflusso della sezione SEZ1.DX del Canale Caluso a monte del ponte (CCPO1) sulla S.S. N°26.

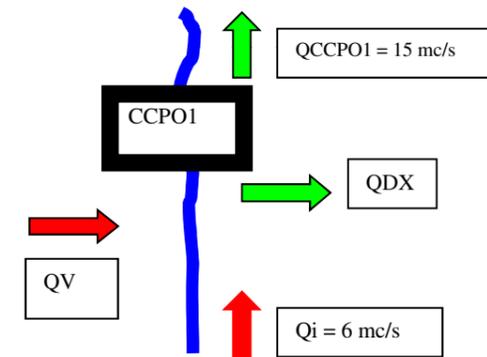
SEZ1.DX" (a valle della sponda destra)

Andamento della Scala delle Portate in moto permanente

Pendenza dell'alveo 0.75 %
 Coefficiente di scabrezza di Strickler 35 m^{1/3}s⁻¹

H0 (m)	Q (mc/s)	Area (mq)	R (m)	V (m/s)
0.08	0.98	2.86	0.04	0.34
0.16	6.31	10.69	0.09	0.59
0.24	16.98	21.66	0.14	0.78
0.32	33.34	36.72	0.17	0.91
0.40	60.73	54.52	0.24	1.11
0.48	95.48	73.90	0.29	1.29
0.56	137.66	94.85	0.35	1.45
0.64	187.42	117.39	0.40	1.60
0.72	244.96	141.51	0.46	1.73
0.80	310.25	167.22	0.50	1.86
0.88	384.12	194.54	0.55	1.98
0.96	466.56	223.43	0.60	2.09
1.04	557.79	253.90	0.65	2.20
1.12	658.05	285.94	0.70	2.30
1.20	767.63	319.56	0.74	2.40

Bilancio Idrologico a monte dell'attraversamento CCPO1



QDX: portata uscente dal sistema che esonda interessando le aree prospicienti la sponda destra (SEZ1.DX) del Canale Caluso:
 $QDX = QV + Qi - Q_{CCPO1}$

QV: portata meteorica proveniente dal settore collinare in sinistra orografica del canale.
Qi: massima portata irrigua defluibile nel canale, costante per ogni tempo di ritorno.
QCCPO1: massima portata defluibile dalla sezione del manufatto CCPO1 (ALL.C).

$QDX = QV + Qi - Q_{CCPO1}$			
	TR 50	TR 200	TR 500
QDX [mc/s]	9.60	15.20	19.10

q (mc/skmq)	2.83	3.68	4.28	
Portate meteoriche di piena $QV = q \cdot S$				
S [kmq]	TR 50	TR 200	TR 500	
SEZ1.DX	6.58	18.60	24.20	28.10

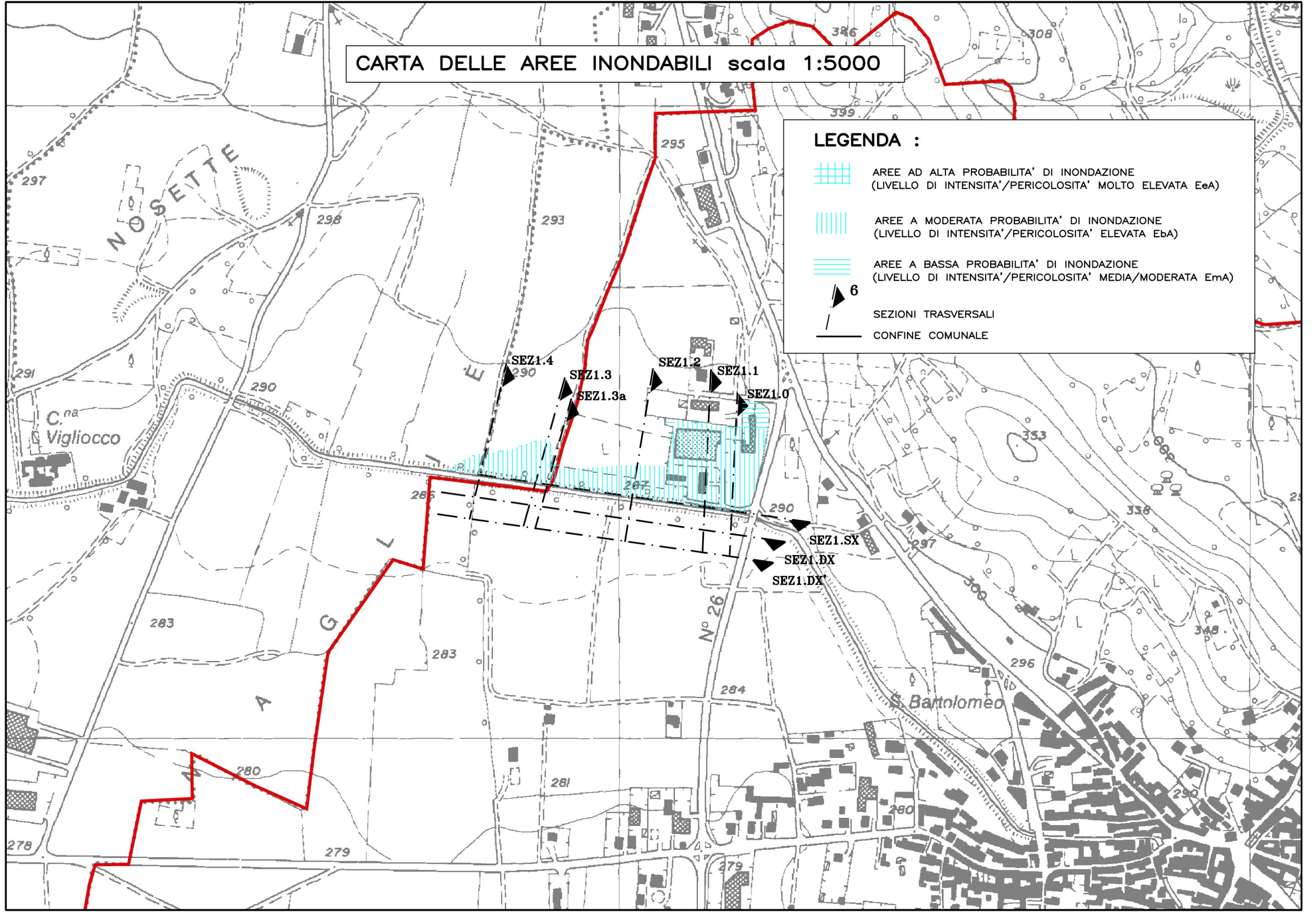
Caratteristiche idrauliche della massa liquida all'interno della sezione SEZ1.DX" (*)						
	TR 50 anni		TR 200 anni		TR 500 anni	
	h [m]	v [m/s]	h [m]	v [m/s]	h [m]	v [m/s]
SEZ1.DX"	0.19	0.67	0.23	0.76	0.25	0.81

(*) i valori riportati in tabella sono desunti dalla scala di deflusso della sezione SEZ1.DX" del Canale Caluso a monte del ponte (CCPO1) sulla S.S. N°26.

CARTA DELLE AREE INONDABILI scala 1:5000

LEGENDA :

-  AREE AD ALTA PROBABILITA' DI INONDAZIONE (LIVELLO DI INTENSITA'/PERICOLOSITA' MOLTO ELEVATA EeA)
-  AREE A MODERATA PROBABILITA' DI INONDAZIONE (LIVELLO DI INTENSITA'/PERICOLOSITA' ELEVATA EbA)
-  AREE A BASSA PROBABILITA' DI INONDAZIONE (LIVELLO DI INTENSITA'/PERICOLOSITA' MEDIA/MODERATA EmA)
-  6 SEZIONI TRASVERSALI
-  CONFINE COMUNALE



Bealera di Rodallo

CALCOLO del TEMPO di CORRIVAZIONE	
TEMPO DI CORRIVAZIONE [ore]	
Bacino	Bealera di Rodallo
S (kmq)	3.14
L (km)	4.31
i	0.009
Hmax	290
Hmed	255.7
Hchius	250.4
Giandotti	7.36
Ventura	2.37
Pezzoli	2.50
Pasini	2.71
Media	2.53

Il valore ottenuto attraverso Giandotti è stato escluso dalla media in quanto il metodo è stato tarato per bacini di dimensioni superiori ai 100 kmq

DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI **a** E **n** DELLA CURVA DI POSSIBILITA' CLIMATICA ATTRAVERSO LA MATRICE DEI PARAMETRI DI PIOGGIA A MAGLIA 2 X 2 KM

BEALERA DI RODALLO

TR20

TAVOLA	Area	a	n	$\Sigma Ai*ai$	$\Sigma Ai*ni$
BD91	1.56	48.86	0.272	76.026	0.423
BD92	1.16	48.10	0.273	55.988	0.318
Area totale	2.72	a medio 48.53	n medio 0.272		

TR100

TAVOLA	Area	a	n	$\Sigma Ai*ai$	$\Sigma Ai*ni$
BD91	1.56	62.19	0.267	96.768	0.415
BD92	1.16	61.02	0.269	71.027	0.313
Area totale	2.7	a medio 61.69	n medio 0.268		

TR200

TAVOLA	Area	a	n	$\Sigma Ai*ai$	$\Sigma Ai*ni$
BD91	1.56	67.89	0.266	105.637	0.414
BD92	1.16	66.55	0.267	77.464	0.311
Area totale	2.72	a medio 67.32	n medio 0.266		

TR500

TAVOLA	Area	a	n	$\Sigma Ai*ai$	$\Sigma Ai*ni$
BD91	1.56	75.43	0.264	117.369	0.411
BD92	1.16	73.86	0.265	85.973	0.308
Area totale	2.7	a medio 74.76	n medio 0.264		

TC [ore] = **2.53**

Tr	a	n	$h = at^n$
20	48.53	0.272	62.485
100	61.69	0.268	79.085
200	67.32	0.266	86.185
500	74.76	0.264	95.535

DETERMINAZIONE DELLA PORTATA AL COLMO Q [mc/s] MEDIANTE METODO RAZIONALE

coefficiente deflusso **0.5**

Tr	Q	q
20	10.8	3.4
100	13.7	4.3
200	14.9	4.7
500	16.5	5.3

S [kmq] 3.14

B. RODALLO

DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI UTILIZZATI NEL METODO SCS - CURVE NUMBER (BEALERA DI RODALLO)

Bealera di Rodallo			
	AREA	CN	
URBANO	0.193	90	17.37
BOSCO	2.527	60	151.62
COLTIVATO		70	0

2.72 CN MEDIO **62.1**

CN(III) **79.0**

BACINO	<i>B.Rodallo</i>
CN	79.0



Per la determinazione del Valore CN sono state utilizzate le tabelle fornite dall'Autorità di Bacino del Fiume PO, per il metodo SCS, in funzione della copertura vegetale e delle condizioni di umidità del suolo antecedenti all'evento.

S [mm] 67.316924
la [mm] 13.463385

P pioggia lorda	Tr	P
caduta fino all'istante t=Tc	20	62.5
	100	79.1
	200	86.2
	500	95.5

BACINO	<i>B.Rodallo</i>
Pioggia netta [mm]	
Tr	
20	20.7
100	32.4
200	37.8
500	45.1

Note
 S : massimo volume specifico che il terreno può trattenere in condizioni di saturazione
 la : valore limite di pioggia che il terreno può trattenere senza che si abbia produzione di deflusso
 $S = 254 * ((100 - CN) - 1)$
 $la = 0.2 * S$
 Pioggia netta = $(P - I)^2 / (P + 0.8S)$

DETERMINAZIONE DELLA PORTATA AL COLMO Q [mc/s] MEDIANTE METODO RAZIONALE (BEALERA DI RODALLO)

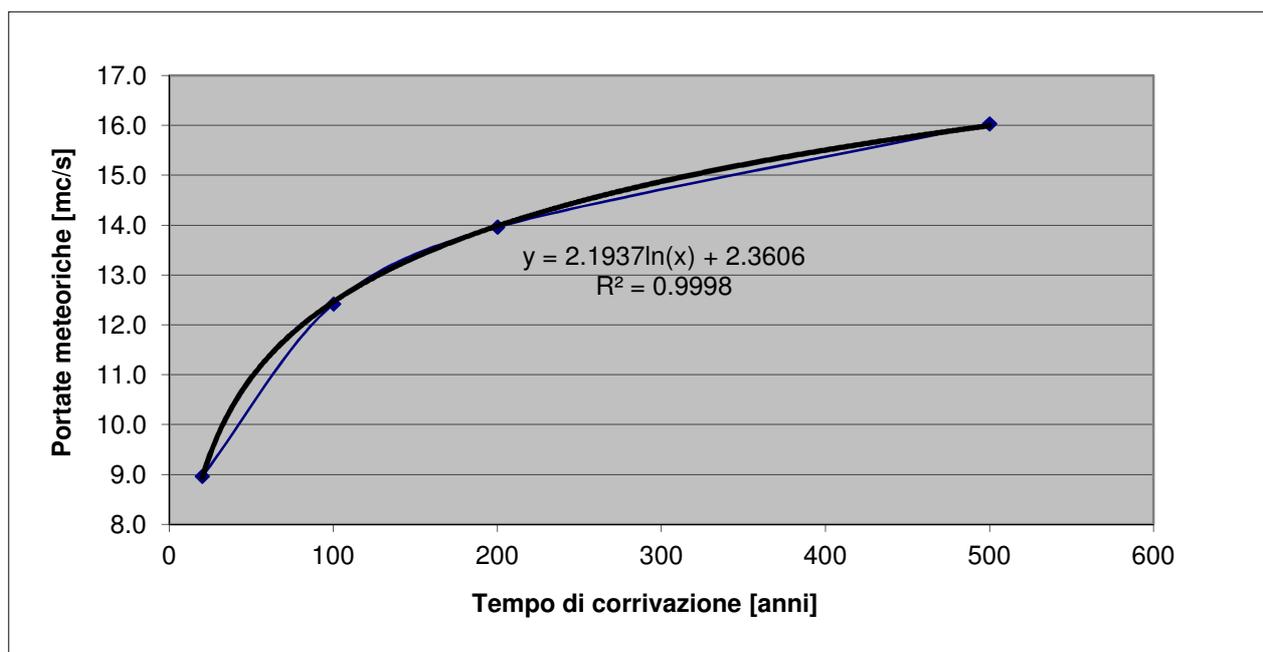
BACINO	<i>B.Rodallo</i>
Tr	Q
20	7.1
100	11.2
200	13.0
500	15.6

S [kmq] 3.14
tc [ore] 2.53

DETERMINAZIONE DELLA PORTATA AL COLMO Q [mc/s] PER LA BEALERA DI RODALLO
[S = 3.14 kmq]

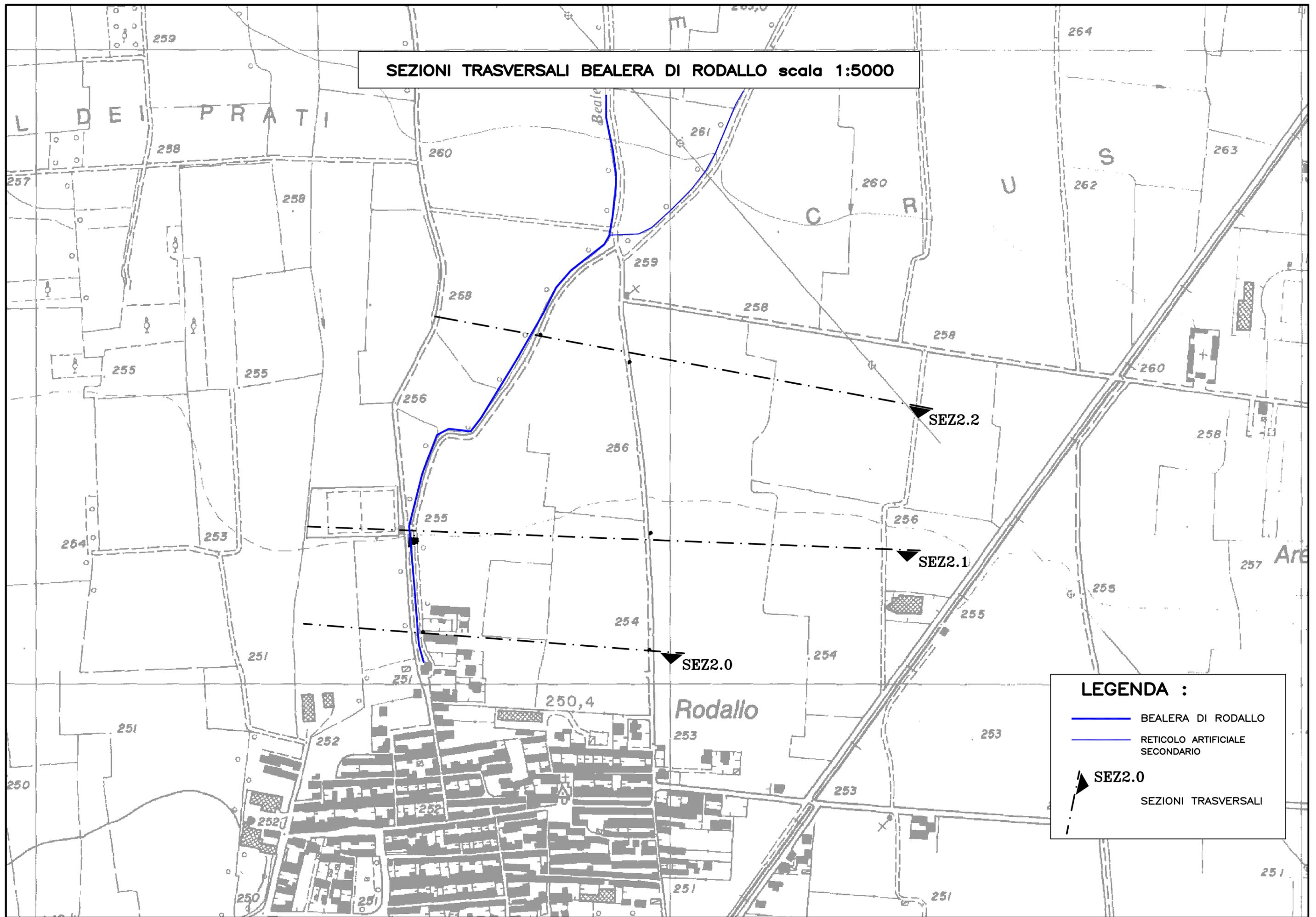
(*)

BACINO	<i>ret 2x2</i>	<i>scs</i>	(Q Media)	q [Q/S]
Tr	Q [mc/s]	Q [mc/s]	Q [mc/s]	q [mc/skmq]
20	10.8	7.1	9.0	2.85
50			10.9	3.48
100	13.7	11.2	12.4	3.96
200	14.9	13.0	14.0	4.45
500	16.5	15.6	16.0	5.11



(*) La portata meteorica, caratterizzata da un tempo di ritorno di 50 anni, è stata determinata attraverso interpolazione dei dati, utilizzando una linea di tendenza di tipo logaritmico

SEZIONI TRASVERSALI BEALERA DI RODALLO scala 1:5000



LEGENDA :

- BEALERA DI RODALLO
- - - - RETICOLO ARTIFICIALE SECONDARIO
- SEZ2.0 SEZIONI TRASVERSALI

**Andamento della Scala delle Portate in moto
permanente
SEZ2.0**

Pendenza dell'ell'alveo 0.75 %
Coefficiente di scabrezza di Strickler 35 m^{1/3}s⁻¹)

H0	Q	Area	R	V
(m)	(mc/s)	(mq)	(m)	(m/s)
0.03	0.01	0.05	0.01	0.12
0.05	0.08	0.38	0.02	0.22
0.07	0.36	1.25	0.03	0.29
0.10	0.91	2.43	0.04	0.37
0.12	1.72	4.08	0.05	0.42
0.15	3.09	6.27	0.07	0.49
0.17	5.11	8.72	0.09	0.59
0.20	7.57	11.33	0.10	0.67
0.22	10.48	14.11	0.12	0.74
0.25	13.83	17.06	0.14	0.81
0.27	17.26	20.21	0.15	0.85
0.30	21.15	23.74	0.16	0.89
0.32	26.65	27.44	0.18	0.97
0.35	32.67	31.19	0.20	1.05
0.37	39.21	34.99	0.23	1.12

q (mc/skmq)	3.48	4.45	5.11	
Portate meteoriche di piena Q' = q*S				
	S [kmq]	TR 50	TR 200	TR 500
SEZ2.0	3.14	10.90	14.00	16.00

Portata irrigua B.Rodallo = 0.86 [mc/s]

Q [mc/s] = Q' + Qi	11.76	14.86	16.86
--------------------	--------------	--------------	--------------

Caratteristiche idrauliche della massa liquida all'interno della sezione SEZ2.0 (riferita a Q = Q' + Qi)						
	TR 50 anni		TR 200 anni		TR 500 anni	
	h [m]	v [m/s]	h [m]	v [m/s]	h [m]	v [m/s]
SEZ2.0	0.23	0.77	0.25	0.83	0.27	0.85

**Andamento della Scala delle Portate in moto
permanente
SEZ2.1**

Pendenza dell'ell'alveo 0.75 %
Coefficiente di scabrezza di Strickler 35 m^{1/3}s⁻¹)

H0	Q	Area	R	V
(m)	(mc/s)	(mq)	(m)	(m/s)
0.07	0.01	0.02	0.04	0.33
0.15	0.04	0.08	0.07	0.52
0.22	0.12	0.17	0.11	0.71
0.30	0.24	0.28	0.15	0.84
0.37	0.40	0.43	0.17	0.94
0.44	0.24	0.80	0.03	0.30
0.52	3.45	8.18	0.05	0.42
0.59	13.22	21.68	0.09	0.61
0.67	31.39	40.65	0.13	0.77
0.74	53.17	65.62	0.14	0.81
0.81	96.06	103.56	0.17	0.93
0.89	167.44	145.95	0.23	1.15
0.96	253.94	188.35	0.30	1.35
1.04	353.53	230.73	0.36	1.53
1.11	467.97	273.09	0.43	1.71

q (mc/skmq)	3.48	4.45	5.11	
Portate meteoriche di piena Q' = q*S				
	S [kmq]	TR 50	TR 200	TR 500
SEZ2.1	3.14	10.90	14.00	16.00

Portata irrigua B.Rodallo = 0.86 [mc/s]

Q [mc/s] = Q' + Qi	11.76	14.86	16.86
--------------------	--------------	--------------	--------------

Caratteristiche idrauliche della massa liquida all'interno della sezione SEZ2.1 (riferita a Q = Q' + Qi)						
	TR 50 anni		TR 200 anni		TR 500 anni	
	h [m]	v [m/s]	h [m]	v [m/s]	h [m]	v [m/s]
SEZ2.1	0.58	0.59	0.60	0.63	0.61	0.65

**Andamento della Scala delle Portate in moto
permanente
SEZ2.2**

Pendenza dell'alveo 0.75 %
Coefficiente di scabrezza di Strickler 35 m^(1/3)s⁽⁻¹⁾

H0	Q	Area	R	V
(m)	(mc/s)	(mq)	(m)	(m/s)
0.06	0.00	0.00	0.02	0.24
0.11	0.01	0.02	0.05	0.39
0.17	0.02	0.04	0.06	0.47
0.23	0.04	0.08	0.07	0.52
0.28	0.09	0.16	0.09	0.60
0.34	0.18	0.26	0.10	0.67
0.40	0.31	0.40	0.13	0.76
0.45	0.49	0.58	0.15	0.85
0.51	0.74	0.79	0.17	0.94
0.57	1.01	1.02	0.19	0.99
0.62	1.51	1.78	0.03	0.28
0.68	3.59	7.67	0.06	0.47
0.74	10.27	20.56	0.07	0.50
0.79	28.10	39.52	0.11	0.71
0.85	53.90	59.72	0.16	0.90

q (mc/skmq)	3.48	4.45	5.11	
Portate meteoriche di piena Q' = q*S				
	S [kmq]	TR 50	TR 200	TR 500
SEZ2.2	3.14	10.90	14.00	16.00

Portata irrigua B.Rodallo = 0.86 [mc/s]

Q [mc/s] = Q' + Qi	11.76	14.86	16.86
--------------------	--------------	--------------	--------------

Caratteristiche idrauliche della massa liquida all'interno della sezione SEZ2.2 (riferita a Q = Q' + Qi)						
	TR 50 anni		TR 200 anni		TR 500 anni	
	h [m]	v [m/s]	h [m]	v [m/s]	h [m]	v [m/s]
SEZ2.2	0.74	0.52	0.75	0.56	0.76	0.58

ALL. C
**Analisi puntuali dei
principali nodi idraulici**

SCALE DI DEFLUSSO

Numero sezione	CCPO1
Base (m)	6.00
Altezza massima (m)	1.30
Pendenza	0.003
Scabrezza (Strickler $m^{1/3}/s$)	35.0

PUNTO	X	Y
1	0.00	1.30
2	0.50	0.00
3	6.50	0.00
4	7.00	1.30

nr	y	Quota	B (m)	S (mq)	R (m)	U (m/s)	Q (mc/s)	N° di Fr
1	0.05	0.05	6.04	0.31	0.05	0.26	0.1	0.37
2	0.10	0.10	6.08	0.63	0.10	0.42	0.3	0.41
3	0.16	0.16	6.12	0.95	0.15	0.54	0.5	0.44
4	0.21	0.21	6.16	1.26	0.20	0.65	0.8	0.45
5	0.26	0.26	6.20	1.59	0.24	0.74	1.2	0.47
6	0.31	0.31	6.24	1.91	0.29	0.83	1.6	0.48
7	0.36	0.36	6.28	2.23	0.33	0.91	2.0	0.48
8	0.42	0.42	6.32	2.56	0.37	0.99	2.5	0.49
9	0.47	0.47	6.36	2.89	0.41	1.06	3.1	0.50
10	0.52	0.52	6.40	3.22	0.45	1.13	3.6	0.50
11	0.57	0.57	6.44	3.56	0.49	1.20	4.3	0.50
12	0.62	0.62	6.48	3.89	0.53	1.26	4.9	0.51
13	0.68	0.68	6.52	4.23	0.57	1.32	5.6	0.51
14	0.73	0.73	6.56	4.57	0.60	1.37	6.3	0.51
15	0.78	0.78	6.60	4.91	0.64	1.42	7.0	0.51
16	0.83	0.83	6.64	5.26	0.68	1.48	7.8	0.52
17	0.88	0.88	6.68	5.60	0.71	1.53	8.6	0.52
18	0.94	0.94	6.72	5.95	0.74	1.57	9.4	0.52
19	0.99	0.99	6.76	6.30	0.78	1.62	10.2	0.52
20	1.04	1.04	6.80	6.66	0.81	1.66	11.1	0.52
21	1.09	1.09	6.84	7.01	0.84	1.71	12.0	0.52
22	1.14	1.14	6.88	7.37	0.87	1.75	12.9	0.52
23	1.20	1.20	6.92	7.73	0.90	1.79	13.8	0.52
24	1.25	1.25	6.96	8.09	0.93	1.83	14.8	0.52
25	1.30	1.30	7.00	8.45	0.96	1.87	15.8	0.52

y = profondità corrente
R = raggio idraulico
Q = portata liquida

S = sezione corrente
U = velocità corrente
N° di Fr = numero di Froud

**RISULTATI DELL'ANALISI IDROLOGICA E IDRAULICA RELATIVI AI NODI IDRAULICI UBICATI
ALL'INTERNO DEL TERRITORIO COMUNALE DI CALUSO**

Codice : CCPO1 (Canale Caluso)

Lunghezza del Canale
nel tratto urbano: 0.00 km

Altezza Utile della
Sezione (h_m) 1.30 m

Portata massima
smaltibile dal manufatto
(Q_s) 15.00 mc/s

	Contributo chilometrico q' [mc/s*km]	Portata di piena(*) $QP = q' * S$ [mc/s]	Tirante idraulico (h_p) instauratosi all'interno della sezione (1) [m]	Riempimento (2) [%]	CRITICITA' OPERA
<i>T 500 anni</i>	<i>2.10</i>		<i>1.30</i>	<i>100%</i>	1
<i>T 200 anni</i>	<i>1.81</i>		<i>1.30</i>	<i>100%</i>	
<i>T 50 anni</i>	<i>1.39</i>		<i>1.30</i>	<i>100%</i>	

(*) Dal manufatto possono defluire non più di 15 mc/s, valore inferiore alla portata di piena che interessa l'opera, per ogni evento di riferimento, dovuta al contributo meteorico e irriguo (cfr.par. 7 elaborato I.1)

NOTE:

(1) : desunte dalla scala di deflusso relativa alla sezione in esame.

(2) : definito come rapporto tra il tirante idraulico (1) e l'altezza utile della sezione di deflusso

SCALE DI DEFLUSSO

Numero sezione	CCPO2
Larghezza base (m)	6.00
Altezza massima (m)	1.60
Pendenza	0.003
Scabrezza (Strickler $m^{1/3}/s$)	45.00
Quota fondo sezione (m.s.l.m.)	0.00

nr	y	Quota	S (mq)	R (m)	U (m/s)	Q (mc/s)	N° di Fr
1	0.06	0.06	0.38	0.06	0.39	0.1	0.49
2	0.13	0.13	0.77	0.12	0.61	0.5	0.54
3	0.19	0.19	1.15	0.18	0.79	0.9	0.57
4	0.26	0.26	1.54	0.24	0.94	1.4	0.59
5	0.32	0.32	1.92	0.29	1.08	2.1	0.61
6	0.38	0.38	2.30	0.34	1.20	2.8	0.62
7	0.45	0.45	2.69	0.39	1.32	3.5	0.63
8	0.51	0.51	3.07	0.44	1.42	4.4	0.63
9	0.58	0.58	3.46	0.48	1.52	5.2	0.64
10	0.64	0.64	3.84	0.53	1.61	6.2	0.64
11	0.70	0.70	4.22	0.57	1.69	7.2	0.64
12	0.77	0.77	4.61	0.61	1.78	8.2	0.65
13	0.83	0.83	4.99	0.65	1.85	9.2	0.65
14	0.90	0.90	5.38	0.69	1.92	10.3	0.65
15	0.96	0.96	5.76	0.73	1.99	11.5	0.65
16	1.02	1.02	6.14	0.76	2.06	12.6	0.65
17	1.09	1.09	6.53	0.80	2.12	13.8	0.65
18	1.15	1.15	6.91	0.83	2.18	15.1	0.65
19	1.22	1.22	7.30	0.87	2.24	16.3	0.65
20	1.28	1.28	7.68	0.90	2.29	17.6	0.65
21	1.34	1.34	8.06	0.93	2.35	18.9	0.65
22	1.41	1.41	8.45	0.96	2.40	20.2	0.64
23	1.47	1.47	8.83	0.99	2.44	21.6	0.64
24	1.54	1.54	9.22	1.02	2.49	23.0	0.64
25	1.60	1.60	9.60	1.04	2.54	24.3	0.64

y = profondità corrente
R = raggio idraulico
Q = portata liquida

S = sezione corrente
U = velocità corrente
N° di Fr = numero di Froud

**RISULTATI DELL'ANALISI IDROLOGICA E IDRAULICA RELATIVI AI NODI IDRAULICI UBICATI
ALL'INTERNO DEL TERRITORIO COMUNALE DI CALUSO**

Codice : _____ **CCPO2** (Canale Caluso)

Lunghezza del Canale
nel tratto urbano: **0.69 km**

Altezza Utile della
Sezione (h_m) **1.60 m**

Portata massima
smaltibile dal manufatto
(Q_s) **22.00 mc/s**

	Contributo chilometrico q' [mc/s*km]	Portata di piena(*) $QP = q'S + Q_i$ [mc/s]	Tirante idraulico (h_p) instauratosi all'interno della sezione (1) [m]	Riempimento (2) [%]	CRITICITA' OPERA
<i>T 500 anni</i>	2.10	16.4	1.22	76%	3
<i>T 200 anni</i>	1.81	16.2	1.21	76%	
<i>T 50 anni</i>	1.39	16.0	1.20	75%	

() Comprensiva della portata Q_i massima defluibile dalla sezione del ponte CCPO1 (15 mc/s) costante per tutti gli eventi di riferimento.*

NOTE:

(1) : desunte dalla scala di deflusso relativa alla sezione in esame.

(2) : definito come rapporto tra il tirante idraulico (1) e l'altezza utile della sezione di deflusso

SCALE DI DEFLUSSO

Numero sezione	CCAG1
Larghezza base (m)	4.70
Altezza massima (m)	1.60
Pendenza	0.003
Scabrezza (Strickler $m^{1/3}/s$)	40.00
Quota fondo sezione (m.s.l.m.)	0.00

nr	y	Quota	S (mq)	R (m)	U (m/s)	Q (mc/s)	N° di Fr
1	0.06	0.06	0.30	0.06	0.34	0.1	0.43
2	0.13	0.13	0.60	0.12	0.54	0.3	0.48
3	0.19	0.19	0.90	0.18	0.69	0.6	0.50
4	0.26	0.26	1.20	0.23	0.82	1.0	0.52
5	0.32	0.32	1.50	0.28	0.94	1.4	0.53
6	0.38	0.38	1.80	0.33	1.05	1.9	0.54
7	0.45	0.45	2.11	0.38	1.14	2.4	0.54
8	0.51	0.51	2.41	0.42	1.23	3.0	0.55
9	0.58	0.58	2.71	0.46	1.31	3.5	0.55
10	0.64	0.64	3.01	0.50	1.39	4.2	0.55
11	0.70	0.70	3.31	0.54	1.46	4.8	0.55
12	0.77	0.77	3.61	0.58	1.52	5.5	0.55
13	0.83	0.83	3.91	0.61	1.58	6.2	0.55
14	0.90	0.90	4.21	0.65	1.64	6.9	0.55
15	0.96	0.96	4.51	0.68	1.70	7.7	0.55
16	1.02	1.02	4.81	0.71	1.75	8.4	0.55
17	1.09	1.09	5.11	0.74	1.80	9.2	0.55
18	1.15	1.15	5.41	0.77	1.85	10.0	0.55
19	1.22	1.22	5.72	0.80	1.89	10.8	0.55
20	1.28	1.28	6.02	0.83	1.93	11.6	0.55
21	1.34	1.34	6.32	0.86	1.97	12.5	0.54
22	1.41	1.41	6.62	0.88	2.01	13.3	0.54
23	1.47	1.47	6.92	0.91	2.05	14.2	0.54
24	1.54	1.54	7.22	0.93	2.09	15.1	0.54
25	1.60	1.60	7.52	0.95	2.12	15.9	0.54

y = profondità corrente
 R = raggio idraulico
 Q = portata liquida

S = sezione corrente
 U = velocità corrente
 N° di Fr = numero di Froud

**RISULTATI DELL'ANALISI IDROLOGICA E IDRAULICA RELATIVI AI NODI IDRAULICI UBICATI
ALL'INTERNO DEL TERRITORIO COMUNALE DI CALUSO**

Codice : _____ **CCAG1** (Canale Caluso)

Lunghezza del Canale
nel tratto urbano: **0.89 km**

Altezza Utile della
Sezione (h_m) **1.60 m**

Portata massima
smaltibile dal manufatto
(Q_s) **15.90 mc/s**

	Contributo chilometrico q' [mc/s*km]	Portata di piena(*) $QP = q'S+Q_i$ [mc/s]	Tirante idraulico (h_p) instauratosi all'interno della sezione (1) [m]	Riempimento (2) [%]	CRITICITA' OPERA
<i>T 500 anni</i>	2.10	16.9	PIENO		1
<i>T 200 anni</i>	1.81	16.6	PIENO		
<i>T 50 anni</i>	1.39	16.2	PIENO		

(*) Comprensiva della portata Q_i massima defluibile dalla sezione del ponte CCPO1 (15 mc/s) costante per tutti gli eventi di riferimento.

NOTE:

(1) : desunte dalla scala di deflusso relativa alla sezione in esame.

(2) : definito come rapporto tra il tirante idraulico (1) e l'altezza utile della sezione di deflusso

SCALE DI DEFLUSSO

Numero sezione	CCAG2
Larghezza base (m)	4.50
Altezza massima (m)	1.60
Pendenza	0.003
Scabrezza (Strickler $m^{1/3}/s$)	40.00
Quota fondo sezione (m.s.l.m.)	0.00

nr	y	Quota	S (mq)	R (m)	U (m/s)	Q (mc/s)	N° di Fr
1	0.06	0.06	0.29	0.06	0.34	0.1	0.43
2	0.13	0.13	0.58	0.12	0.54	0.3	0.48
3	0.19	0.19	0.86	0.18	0.69	0.6	0.50
4	0.26	0.26	1.15	0.23	0.82	0.9	0.52
5	0.32	0.32	1.44	0.28	0.94	1.4	0.53
6	0.38	0.38	1.73	0.33	1.04	1.8	0.54
7	0.45	0.45	2.02	0.37	1.14	2.3	0.54
8	0.51	0.51	2.30	0.42	1.22	2.8	0.55
9	0.58	0.58	2.59	0.46	1.30	3.4	0.55
10	0.64	0.64	2.88	0.50	1.38	4.0	0.55
11	0.70	0.70	3.17	0.54	1.45	4.6	0.55
12	0.77	0.77	3.46	0.57	1.51	5.2	0.55
13	0.83	0.83	3.74	0.61	1.57	5.9	0.55
14	0.90	0.90	4.03	0.64	1.63	6.6	0.55
15	0.96	0.96	4.32	0.67	1.68	7.3	0.55
16	1.02	1.02	4.61	0.70	1.73	8.0	0.55
17	1.09	1.09	4.90	0.73	1.78	8.7	0.55
18	1.15	1.15	5.18	0.76	1.83	9.5	0.54
19	1.22	1.22	5.47	0.79	1.87	10.2	0.54
20	1.28	1.28	5.76	0.82	1.91	11.0	0.54
21	1.34	1.34	6.05	0.84	1.95	11.8	0.54
22	1.41	1.41	6.34	0.87	1.99	12.6	0.54
23	1.47	1.47	6.62	0.89	2.03	13.4	0.53
24	1.54	1.54	6.91	0.91	2.06	14.3	0.53
25	1.60	1.60	7.20	0.94	2.09	15.1	0.53

y = profondità corrente
R = raggio idraulico
Q = portata liquida

S = sezione corrente
U = velocità corrente
N° di Fr = numero di Froud

**RISULTATI DELL'ANALISI IDROLOGICA E IDRAULICA RELATIVI AI NODI IDRAULICI UBICATI
ALL'INTERNO DEL TERRITORIO COMUNALE DI CALUSO**

Codice : **CCAG2** (Canale Caluso)

Lunghezza del Canale
nel tratto urbano: **1.12 km**

Altezza Utile della
Sezione (h_m) **1.30 m**

Portata massima
smaltibile dal manufatto
(Q_s) **15.10 mc/s**

	Contributo chilometrico q' [mc/s*km]	Portata di piena(*) $QP = q'S+Q_i$ [mc/s]	Tirante idraulico (h_p) instauratosi all'interno della sezione (1) [m]	Riempimento (2) [%]	CRITICITA' OPERA
<i>T 500 anni</i>	2.10	17.4	PIENO		1
<i>T 200 anni</i>	1.81	17.0	PIENO		
<i>T 50 anni</i>	1.39	16.6	PIENO		

(*) Comprensiva della portata Q_i massima defluibile dalla sezione del ponte CCPO1 (15 mc/s) costante per tutti gli eventi di riferimento.

NOTE:

(1) : desunte dalla scala di deflusso relativa alla sezione in esame.

(2) : definito come rapporto tra il tirante idraulico (1) e l'altezza utile della sezione di deflusso

SCALE DI DEFLUSSO

Numero sezione	CCAG4
Larghezza base (m)	4.50
Altezza massima (m)	1.70
Pendenza	0.003
Scabrezza (Strickler $m^{1/3}/s$)	45.00
Quota fondo sezione (m.s.l.m.)	0.00

nr	y	Quota	S (mq)	R (m)	U (m/s)	Q (mc/s)	N° di Fr
1	0.07	0.07	0.31	0.07	0.40	0.1	0.49
2	0.14	0.14	0.61	0.13	0.63	0.4	0.54
3	0.20	0.20	0.92	0.19	0.81	0.7	0.57
4	0.27	0.27	1.22	0.24	0.96	1.2	0.59
5	0.34	0.34	1.53	0.30	1.09	1.7	0.60
6	0.41	0.41	1.84	0.35	1.21	2.2	0.61
7	0.48	0.48	2.14	0.39	1.32	2.8	0.61
8	0.54	0.54	2.45	0.44	1.42	3.5	0.62
9	0.61	0.61	2.75	0.48	1.51	4.2	0.62
10	0.68	0.68	3.06	0.52	1.60	4.9	0.62
11	0.75	0.75	3.37	0.56	1.68	5.6	0.62
12	0.82	0.82	3.67	0.60	1.75	6.4	0.62
13	0.88	0.88	3.98	0.63	1.82	7.2	0.62
14	0.95	0.95	4.28	0.67	1.89	8.1	0.62
15	1.02	1.02	4.59	0.70	1.95	8.9	0.62
16	1.09	1.09	4.90	0.73	2.00	9.8	0.61
17	1.16	1.16	5.20	0.76	2.06	10.7	0.61
18	1.22	1.22	5.51	0.79	2.11	11.6	0.61
19	1.29	1.29	5.81	0.82	2.16	12.6	0.61
20	1.36	1.36	6.12	0.85	2.21	13.5	0.60
21	1.43	1.43	6.43	0.87	2.25	14.5	0.60
22	1.50	1.50	6.73	0.90	2.30	15.5	0.60
23	1.56	1.56	7.04	0.92	2.34	16.4	0.60
24	1.63	1.63	7.34	0.95	2.38	17.4	0.59
25	1.70	1.70	7.65	0.97	2.41	18.5	0.59

y = profondità corrente
R = raggio idraulico
Q = portata liquida

S = sezione corrente
U = velocità corrente
N° di Fr = numero di Froud

**RISULTATI DELL'ANALISI IDROLOGICA E IDRAULICA RELATIVI AI NODI IDRAULICI UBICATI
ALL'INTERNO DEL TERRITORIO COMUNALE DI CALUSO**

Codice : _____ **CCAG4** (Canale Caluso)

Lunghezza del Canale
nel tratto urbano: **1.28 km**

Altezza Utile della
Sezione (h_m) **1.70 m**

Portata massima
smaltibile dal manufatto
(Q_s) **18.50 mc/s**

	Contributo chilometrico q' [mc/s*km]	Portata di piena(*) $QP = q'S + Q_i$ [mc/s]	Tirante idraulico (h_p) instauratosi all'interno della sezione (1) [m]	Riempimento (2) [%]	CRITICITA' OPERA
<i>T 500 anni</i>	2.10	17.7	1.65	97%	3
<i>T 200 anni</i>	1.81	17.3	1.62	95%	
<i>T 50 anni</i>	1.39	16.8	1.59	94%	

() Comprensiva della portata Q_i massima defluibile dalla sezione del ponte CCPO1 (15 mc/s) costante per tutti gli eventi di riferimento.*

NOTE:

(1) : desunte dalla scala di deflusso relativa alla sezione in esame.

(2) : definito come rapporto tra il tirante idraulico (1) e l'altezza utile della sezione di deflusso

SCALE DI DEFLUSSO

Numero sezione	CCAG5
Larghezza base (m)	6.00
Altezza massima (m)	1.10
Pendenza	0.003
Scabrezza (Strickler $m^{1/3}/s$)	50.00
Quota fondo sezione (m.s.l.m.)	0.00

nr	y	Quota	S (mq)	R (m)	U (m/s)	Q (mc/s)	N° di Fr
1	0.04	0.04	0.26	0.04	0.34	0.1	0.51
2	0.09	0.09	0.53	0.09	0.53	0.3	0.57
3	0.13	0.13	0.79	0.13	0.69	0.5	0.61
4	0.18	0.18	1.06	0.17	0.83	0.9	0.63
5	0.22	0.22	1.32	0.20	0.95	1.3	0.65
6	0.26	0.26	1.58	0.24	1.07	1.7	0.66
7	0.31	0.31	1.85	0.28	1.17	2.2	0.67
8	0.35	0.35	2.11	0.32	1.27	2.7	0.68
9	0.40	0.40	2.38	0.35	1.36	3.2	0.69
10	0.44	0.44	2.64	0.38	1.45	3.8	0.70
11	0.48	0.48	2.90	0.42	1.53	4.4	0.70
12	0.53	0.53	3.17	0.45	1.61	5.1	0.71
13	0.57	0.57	3.43	0.48	1.68	5.8	0.71
14	0.62	0.62	3.70	0.51	1.75	6.5	0.71
15	0.66	0.66	3.96	0.54	1.82	7.2	0.71
16	0.70	0.70	4.22	0.57	1.88	8.0	0.72
17	0.75	0.75	4.49	0.60	1.95	8.7	0.72
18	0.79	0.79	4.75	0.63	2.01	9.5	0.72
19	0.84	0.84	5.02	0.65	2.06	10.3	0.72
20	0.88	0.88	5.28	0.68	2.12	11.2	0.72
21	0.92	0.92	5.54	0.71	2.17	12.0	0.72
22	0.97	0.97	5.81	0.73	2.22	12.9	0.72
23	1.01	1.01	6.07	0.76	2.27	13.8	0.72
24	1.06	1.06	6.34	0.78	2.32	14.7	0.72
25	1.10	1.10	6.60	0.80	2.37	15.6	0.72

y = profondità corrente
 R = raggio idraulico
 Q = portata liquida

S = sezione corrente
 U = velocità corrente
 N° di Fr = numero di Froud

**RISULTATI DELL'ANALISI IDROLOGICA E IDRAULICA RELATIVI AI NODI IDRAULICI UBICATI
ALL'INTERNO DEL TERRITORIO COMUNALE DI CALUSO**

Codice : _____ **CCAG5** (Canale Caluso)

Lunghezza del Canale
nel tratto urbano: **1.33 km**

Altezza Utile della
Sezione (h_m) **1.10 m**

Portata massima
smaltibile dal manufatto
(Q_s) **15.60 mc/s**

	Contributo chilometrico q' [mc/s*km]	Portata di piena(*) $QP = q'S+Q_i$ [mc/s]	Tirante idraulico (h_p) instauratosi all'interno della sezione (1) [m]	Riempimento (2) [%]	CRITICITA' OPERA
<i>T 500 anni</i>	2.10	17.8	PIENO		1
<i>T 200 anni</i>	1.81	17.4	PIENO		
<i>T 50 anni</i>	1.39	16.9	PIENO		

() Comprensiva della portata Q_i massima defluibile dalla sezione del ponte CCPO1 (15 mc/s) costante per tutti gli eventi di riferimento.*

NOTE:

(1) : desunte dalla scala di deflusso relativa alla sezione in esame.

(2) : definito come rapporto tra il tirante idraulico (1) e l'altezza utile della sezione di deflusso

SCALE DI DEFLUSSO

Numero sezione	CCAG6
Larghezza base (m)	5.00
Altezza massima (m)	1.10
Pendenza	0.005
Scabrezza (Strickler $m^{1/3}/s$)	45.00
Quota fondo sezione (m.s.l.m.)	0.00

nr	y	Quota	S (mq)	R (m)	U (m/s)	Q (mc/s)	N° di Fr
1	0.04	0.04	0.22	0.04	0.39	0.1	0.60
2	0.09	0.09	0.44	0.09	0.62	0.3	0.66
3	0.13	0.13	0.66	0.13	0.80	0.5	0.70
4	0.18	0.18	0.88	0.16	0.96	0.8	0.73
5	0.22	0.22	1.10	0.20	1.10	1.2	0.75
6	0.26	0.26	1.32	0.24	1.22	1.6	0.76
7	0.31	0.31	1.54	0.27	1.34	2.1	0.77
8	0.35	0.35	1.76	0.31	1.45	2.6	0.78
9	0.40	0.40	1.98	0.34	1.56	3.1	0.79
10	0.44	0.44	2.20	0.37	1.65	3.6	0.80
11	0.48	0.48	2.42	0.41	1.74	4.2	0.80
12	0.53	0.53	2.64	0.44	1.83	4.8	0.80
13	0.57	0.57	2.86	0.47	1.91	5.5	0.81
14	0.62	0.62	3.08	0.49	1.99	6.1	0.81
15	0.66	0.66	3.30	0.52	2.06	6.8	0.81
16	0.70	0.70	3.52	0.55	2.13	7.5	0.81
17	0.75	0.75	3.74	0.58	2.20	8.2	0.81
18	0.79	0.79	3.96	0.60	2.27	9.0	0.81
19	0.84	0.84	4.18	0.63	2.33	9.7	0.81
20	0.88	0.88	4.40	0.65	2.39	10.5	0.81
21	0.92	0.92	4.62	0.67	2.45	11.3	0.81
22	0.97	0.97	4.84	0.70	2.50	12.1	0.81
23	1.01	1.01	5.06	0.72	2.56	12.9	0.81
24	1.06	1.06	5.28	0.74	2.61	13.8	0.81
25	1.10	1.10	5.50	0.76	2.66	14.6	0.81

y = profondità corrente
R = raggio idraulico
Q = portata liquida

S = sezione corrente
U = velocità corrente
N° di Fr = numero di Froud

**RISULTATI DELL'ANALISI IDROLOGICA E IDRAULICA RELATIVI AI NODI IDRAULICI UBICATI
ALL'INTERNO DEL TERRITORIO COMUNALE DI CALUSO**

Codice : _____ **CCAG6** (Canale Caluso)

Lunghezza del Canale
nel tratto urbano: **1.44 km**

Altezza Utile della
Sezione (h_m) **1.10 m**

Portata massima
smaltibile dal manufatto
(Q_s) **14.60 mc/s**

	Contributo chilometrico q' [mc/s*km]	Portata di piena(*) $QP = q'S + Q_i$ [mc/s]	Tirante idraulico (h_p) instauratosi all'interno della sezione (1) [m]	Riempimento (2) [%]	CRITICITA' OPERA
<i>T 500 anni</i>	2.10	18.0	PIENO		1
<i>T 200 anni</i>	1.81	17.6	PIENO		
<i>T 50 anni</i>	1.39	17.0	PIENO		

(*) Comprensiva della portata Q_i massima defluibile dalla sezione del ponte CCPO1 (15 mc/s) costante per tutti gli eventi di riferimento.

NOTE:

(1) : desunte dalla scala di deflusso relativa alla sezione in esame.

(2) : definito come rapporto tra il tirante idraulico (1) e l'altezza utile della sezione di deflusso

SCALE DI DEFLUSSO

Numero sezione	BMCA1
Larghezza base (m)	2.00
Altezza massima (m)	0.70
Pendenza	0.005
Scabrezza (Strickler $m^{1/3}/s$)	45.00
Quota fondo sezione (m.s.l.m.)	0.00

nr	y	Quota	S (mq)	R (m)	U (m/s)	Q (mc/s)	N° di Fr
1	0.03	0.03	0.06	0.03	0.29	0.0	0.55
2	0.06	0.06	0.11	0.05	0.45	0.1	0.61
3	0.08	0.08	0.17	0.08	0.58	0.1	0.64
4	0.11	0.11	0.22	0.10	0.69	0.2	0.66
5	0.14	0.14	0.28	0.12	0.79	0.2	0.67
6	0.17	0.17	0.34	0.14	0.87	0.3	0.68
7	0.20	0.20	0.39	0.16	0.95	0.4	0.69
8	0.22	0.22	0.45	0.18	1.03	0.5	0.69
9	0.25	0.25	0.50	0.20	1.09	0.6	0.70
10	0.28	0.28	0.56	0.22	1.16	0.6	0.70
11	0.31	0.31	0.62	0.24	1.21	0.7	0.70
12	0.34	0.34	0.67	0.25	1.27	0.9	0.70
13	0.36	0.36	0.73	0.27	1.32	1.0	0.70
14	0.39	0.39	0.78	0.28	1.37	1.1	0.70
15	0.42	0.42	0.84	0.30	1.41	1.2	0.70
16	0.45	0.45	0.90	0.31	1.46	1.3	0.69
17	0.48	0.48	0.95	0.32	1.50	1.4	0.69
18	0.50	0.50	1.01	0.34	1.54	1.5	0.69
19	0.53	0.53	1.06	0.35	1.57	1.7	0.69
20	0.56	0.56	1.12	0.36	1.61	1.8	0.69
21	0.59	0.59	1.18	0.37	1.64	1.9	0.68
22	0.62	0.62	1.23	0.38	1.67	2.1	0.68
23	0.64	0.64	1.29	0.39	1.70	2.2	0.68
24	0.67	0.67	1.34	0.40	1.73	2.3	0.67
25	0.70	0.70	1.40	0.41	1.76	2.5	0.67

y = profondità corrente
R = raggio idraulico
Q = portata liquida

S = sezione corrente
U = velocità corrente
N° di Fr = numero di Froud

**RISULTATI DELL'ANALISI IDROLOGICA E IDRAULICA RELATIVI AI NODI IDRAULICI UBICATI
ALL'INTERNO DEL TERRITORIO COMUNALE DI CALUSO**

Codice : **BMCA1** Bealera delle Moie

Superficie del bacino a
monte del nodo: **0.97** kmq

Altezza Utile della
Sezione (h_m) **1.10** m

Portata massima
smaltibile dal manufatto
(Q_s) **2.50** mc/s

	Contributo specifico q [mc/s*kmq]	Portata di piena QP = q*S [mc/s]	Tirante idraulico (h_p) instauratosi all'interno della sezione (1) [m]	Riempimento (2) [%]	CRITICITA' OPERA
<i>T 500 anni</i>	9.20	8.9	PIENO		1
<i>T 200 anni</i>	8.04	7.8	PIENO		
<i>T 50 anni</i>	6.35	6.2	PIENO		

NOTE:

(1) : desunte dalla scala di deflusso relativa alla sezione in esame.

(2) : definito come rapporto tra il tirante idraulico (1) e l'altezza utile della sezione di deflusso

SCALE DI DEFLUSSO

Numero sezione	Sezione naturale della Bealera delle Moie
Larghezza base (m)	2.00
Altezza massima (m)	1.00
Pendenza	0.005
Scabrezza (Strickler $m^{1/3}/s$)	35.00
Quota fondo sezione (m.s.l.m.)	0.00

nr	y	Quota	S (mq)	R (m)	U (m/s)	Q (mc/s)	N° di Fr
1	0.04	0.04	0.08	0.04	0.28	0.0	0.45
2	0.08	0.08	0.16	0.07	0.44	0.1	0.49
3	0.12	0.12	0.24	0.11	0.56	0.1	0.51
4	0.16	0.16	0.32	0.14	0.66	0.2	0.53
5	0.20	0.20	0.40	0.17	0.75	0.3	0.54
6	0.24	0.24	0.48	0.19	0.83	0.4	0.54
7	0.28	0.28	0.56	0.22	0.90	0.5	0.54
8	0.32	0.32	0.64	0.24	0.96	0.6	0.54
9	0.36	0.36	0.72	0.26	1.02	0.7	0.54
10	0.40	0.40	0.80	0.29	1.07	0.9	0.54
11	0.44	0.44	0.88	0.31	1.12	1.0	0.54
12	0.48	0.48	0.96	0.32	1.17	1.1	0.54
13	0.52	0.52	1.04	0.34	1.21	1.3	0.54
14	0.56	0.56	1.12	0.36	1.25	1.4	0.53
15	0.60	0.60	1.20	0.38	1.29	1.5	0.53
16	0.64	0.64	1.28	0.39	1.32	1.7	0.53
17	0.68	0.68	1.36	0.40	1.35	1.8	0.52
18	0.72	0.72	1.44	0.42	1.38	2.0	0.52
19	0.76	0.76	1.52	0.43	1.41	2.1	0.52
20	0.80	0.80	1.60	0.44	1.44	2.3	0.51
21	0.84	0.84	1.68	0.46	1.47	2.5	0.51
22	0.88	0.88	1.76	0.47	1.49	2.6	0.51
23	0.92	0.92	1.84	0.48	1.52	2.8	0.50
24	0.96	0.96	1.92	0.49	1.54	3.0	0.50
25	1.00	1.00	2.00	0.50	1.56	3.1	0.50

y = profondità corrente
R = raggio idraulico
Q = portata liquida

S = sezione corrente
U = velocità corrente
N° di Fr = numero di Froud