

VISTO per ATIVA S.p.A.



Amministratore Delegato
Dott. Ing. LUIGI CRESTA



TORINO - IVREA - QUINCINETTO
IVREA - SANTHIA'
SISTEMA AUTOSTRADALE
TANGENZIALE DI TORINO

AUTOSTRADA A4/A5 - A5 TORINO QUINCINETTO IVREA SANTHIA'

NODO IDRAULICO DI IVREA 2° FASE DI COMPLETAMENTO

PROGETTO DEFINITIVO

SMALTIMENTO ACQUE DI PIATTAFORMA *Relazione idrologica e idraulica*

IL PROGETTISTA	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO														
 <i>Il Direttore Tecnico</i> Dott. Ing. ROBERTO PETRALI ordine degli Ingegneri di Milano n° 14638	HYDRODATA I. Dal Col	HYDRODATA R. Dutto	ATIVA ENGINEERING V. Palmisano														
	DATA GIUGNO 2012	REVISIONE	DATA														
	SCALA -																
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>UFFICIO</th> <th>COMMESSA</th> <th>N° PROGETTO</th> <th>FASE</th> <th>ARGOMENTO</th> <th>N° ELABORATO</th> <th>REV</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SSP</td> <td>0101A05</td> <td>0000</td> <td>PD</td> <td>IDR</td> <td>201</td> <td>--</td> </tr> </tbody> </table>	UFFICIO	COMMESSA	N° PROGETTO	FASE	ARGOMENTO	N° ELABORATO	REV	SSP	0101A05	0000	PD	IDR	201	--		
UFFICIO	COMMESSA	N° PROGETTO	FASE	ARGOMENTO	N° ELABORATO	REV											
SSP	0101A05	0000	PD	IDR	201	--											

INDICE

1. PREMESSA	1
2. INTERVENTI E MISURE DI PREVENZIONE DELL'INQUINAMENTO DELLE ACQUE SUPERFICIALI	2
2.1 Fenomeno di dilavamento stradale (first flush)	2
2.2 Inquadramento normativo del trattamento delle acque di piattaforma	3
3. ANALISI IDROLOGICA	5
3.1 Pluviometria	5
3.1.1 Elaborazione statistica	6
3.1.2 Curve di possibilità climatica nelle stazioni di misura utilizzate	7
3.1.3 Regionalizzazione delle curve di possibilità climatica	7
3.2 Determinazione delle portate meteoriche prodotte dalla piattaforma autostradale dell'autostrada A5	9
3.2.1 Modelli di trasformazione afflussi - deflussi	9
3.2.1.1 Modello A/D della corrivazione	9
3.2.1.2 Modello A/D dell'invaso lineare (IUH)	11
3.2.1.3 Modello A/D italiano dell'invaso	13
4. ANALISI IDRAULICA	15
4.1 Sistema di drenaggio delle acque di piattaforma	15
4.1.1 Modello geometrico della rete di drenaggio autostradale	18
4.1.2 Risultati ottenuti	27
4.1.3 Metodo cinematico per la verifica della capacità di smaltimento del sistema canaletta - cordolo – embrice e dell'interasse degli organi di scarico	31
4.2 Dimensionamento del sistema di trattamento delle acque di piattaforma e laminazione delle portate di piena	34
4.2.1 Vasche di trattamento delle acque di prima pioggia	34
4.2.2 Bacini di biofiltrazione e per l'invaso delle portate di piena (Metodo SCS)	36

ALLEGATI

- ALLEGATO 1 - Verifiche idrauliche in moto uniforme delle canalizzazioni
- ALLEGATO 2 - Verifica degli interassi degli organi di scarico
- ALLEGATO 3 - Verifica e ottimizzazione della rete di raccolta
- ALLEGATO 4 - Verifica dei bacini di laminazione e fitodepurazione

1. PREMESSA

La presente relazione idrologica e idraulica fa parte integrante della progettazione definitiva relativa alla 2° fase di completamento del nodo idraulico di Ivrea sull'Autostrada A5 Torino – Quincinetto, Ivrea - Santhià ed ha come oggetto il dimensionamento dei dispositivi di raccolta delle acque meteoriche, il loro trattamento e smaltimento finale.

Il corretto dimensionamento delle opere per la raccolta e lo smaltimento delle acque di pioggia considera il migliore assetto da assegnare al sistema in funzione dei seguenti elementi:

- l'incidenza delle precipitazioni di progetto;
- i vincoli dettati dalla normativa vigente;
- la funzionalità del sistema di trattamento;
- la particolare situazione morfologica e idraulica dell'area interessata dall'intervento.

Le opere in progetto presentano il seguente insieme di componenti:

- rete di intercettazione delle portate di pioggia incidenti sulla piattaforma autostradale in progetto;
- vasche di trattamento di prima pioggia (separatori di idrocarburi costituiti da appositi comparti per la sedimentazione primaria, la disoleazione e l'isolamento di eventuali sversamenti accidentali);
- bacini di laminazione e la biofiltrazione.

Le piogge di progetto considerate per il dimensionamento delle opere di drenaggio sono state determinate in modo coerente e congruente alle prescrizioni contenute nella *“Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica”*, emanata dall'Autorità di Bacino del Fiume Po ai sensi dell'art.10 delle Norme di Attuazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, e della Deliberazione 11 maggio 1999 dell'Autorità di Bacino del Fiume Po *“Criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B”* (Deliberazione n.2/99) e degli altri riferimenti normativi in essa citati.

La rete di collettamento delle acque meteoriche prodotte dalla piattaforma autostradale è stata dimensionata per tempo di ritorno 25 anni a partire dalle precipitazioni intense di durata inferiore all'ora.

Il sistema di drenaggio è chiuso e mantenuto in piattaforma per tutti i tratti soggetti a esondazione. Le vasche di trattamento delle acque di prima pioggia sono ubicate in corrispondenza di apposite piazzole idrauliche (in rilevato), in aree intercluse o comunque protette dagli eventi di piena. Per le vasche poste o collettibili verso aree protette, si prevede un sistema successivo di laminazione e affinamento del processo depurativo in specifici bacini di biofiltrazione (6 vasche, 3 bacini). I bacini sono progettati per invasare completamente il volume di pioggia per eventi a Tr 25 anni; si prevede comunque uno scarico di troppo pieno per garantirne lo svuotamento in caso portate superiori a quelle generate dall'evento con tempo di ritorno di riferimento. I recapiti delle vasche di trattamento avvengono direttamente nell'idrografia superficiale solo nel caso di 3 vasche poste in area esondabile (lotto 3).

2. INTERVENTI E MISURE DI PREVENZIONE DELL'INQUINAMENTO DELLE ACQUE SUPERFICIALI

Le acque di prima pioggia sono costituite dalle acque di scorrimento superficiale di eventi pluviometrici e sono caratterizzate da elevate concentrazioni di inquinanti. In conseguenza dell'evento meteorico infatti, le acque di pioggia operano il dilavamento delle superfici stradali causando il trasporto di sostanze quali solidi sedimentabili, sostanze nutritive, batteri, idrocarburi, oli minerali, grassi, metalli pesanti ecc.

Nel paragrafo seguente è fornito l'inquadramento normativo relativo al trattamento delle acque di piattaforma necessario per definire i criteri di base per la progettazione dei presidi sopra descritti.

2.1 Fenomeno di dilavamento stradale (first flush)

Numerosi studi condotti in diversi paesi hanno evidenziato che le acque meteoriche di dilavamento provenienti dalle pavimentazioni delle strade urbane ed extraurbane, nonché delle loro aree di pertinenza (aree a parcheggio, aree di servizio, aree di caselli a pedaggio ecc.) risultano contaminate e possono determinare un rilevante impatto negativo sulla qualità del corpo idrico recettore. In molti stati la riduzione di questo impatto costituisce pertanto uno dei principali obiettivi dei piani di tutela ambientale. L'obiettivo può essere perseguito con molteplici metodologie indicate come "*Storm Water Best Management Practices*".

La mancata filtrazione delle acque fa perdere al suolo una delle sue funzioni principali, cioè quella di scambio tra lo strato più basso dell'atmosfera ed il sottosuolo. Ciò in parte protegge le falde, ma favorisce il dilavamento delle superfici e il trascinarsi (a volte anche la concentrazione) di inquinanti che confluiscono e impattano soprattutto sulle acque superficiali.

È quindi intuibile che nel corso di un evento piovoso molto prolungato, specialmente dopo un periodo di assenza di precipitazioni, i primi apporti che dilavano le superfici generano acque reflue più concentrate di inquinanti rispetto a quelle degli apporti successivi, per cui è diventato usuale distinguere varie tipologie di piogge e concentrare l'attenzione sulle cosiddette "*acque di prima pioggia*", che hanno così assunto il carattere di un fenomeno tipico delle aree fortemente antropizzate, urbanizzate o comunque impermeabilizzate. A seguito degli eventi di precipitazione, infatti, le acque meteoriche provocano il dilavamento delle superfici urbane e stradali (fenomeno noto con il termine di *first flush*), causando il trasporto di sostanze inquinanti tra le quali, principalmente, solidi sedimentabili (organici e/o inorganici), elementi nutritivi, batteri, oli, grassi e metalli pesanti.

Il fenomeno delle "acque di prima pioggia" si caratterizza principalmente per il meccanismo che lo genera (le piogge), il loro bersaglio (il suolo urbanizzato) e i corpi idrici recettori.

Le sedi stradali e le loro aree di pertinenza contribuiscono all'inquinamento dei deflussi meteorici attraverso due fenomeni successivi:

- l'accumulo durante il tempo asciutto;
- il dilavamento operato dalla pioggia.

Il primo è di entità minore e si manifesta per particelle molto piccole (dimensioni inferiori a 60 μ m); il secondo avviene attraverso due fasi successive: l'incorporazione di sostanze nelle goccioline d'acqua entro la nube e il dilavamento atmosferico.

Gli inquinamenti sulle superfici provengono dalla deposizione atmosferica di tempo asciutto, dal traffico veicolare (derivati di combustione dei carburanti, usura dei pneumatici, parti meccaniche, e impianto frenante dei veicoli, corrosione della carrozzeria dei veicoli, etc.), da rifiuti in prevalenza organici, dalla vegetazione, dall'erosione del manto stradale provocato dal traffico veicolare e dalla corrosione delle barriere.

L'acqua di pioggia subisce una contaminazione dilavando l'atmosfera, le strade e le pertinenze stradali. La prima interazione tra l'acqua e gli inquinanti avviene in atmosfera, in cui sono presenti inquinanti di origine naturale e antropica. Successivamente, l'acqua di pioggia dilava le superfici stradali trascinando una parte del materiale che si è accumulato durante il tempo asciutto.

I dati di letteratura mostrano un ampio ventaglio di concentrazioni di inquinanti nelle acque di pioggia quando giungono al suolo. In effetti, tali concentrazioni dipendono da fonti locali di inquinamento atmosferico, sia da fonti esterne e, quindi, dalle condizioni meteorologiche. In prevalenza il carico inquinante di origine atmosferica riguarda i composti disciolti (metalli, cloruri, sodio).

Le caratteristiche delle acque di prima pioggia, per la natura stessa dei processi idrologici che originano il dilavamento delle sostanze inquinanti dalle superfici urbane e stradali, risultano estremamente variabili e dipendenti dalla specificità del sito in esame ed in particolare dal regime pluviometrico, oltre che dalle caratteristiche climatiche e morfologiche dell'area drenata. I valori del carico inquinante veicolato variano in funzione, oltre che della natura dell'area esaminata (aree urbane, superfici stradali con intensità di traffico variabile ecc.), anche dell'intervallo di tempo intercorso dall'ultimo evento piovoso significativo e possono essere compresi tra 5 e 15 kg/ha/giorno di solidi sedimentabili.

Parametro	Concentraz. min.	Concentraz. max.	Concentraz. media	D.Lgs 152/06
	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]
SS	200	435	320	80
COD	80	680	380	160
BOD	40*	340*	190*	20
TKN	2	88	24	
Cu	0,10	0,19	0,15	0,10
Pb	0,01	0,19	0,10	0,20
Zn	0,33	0,87	0,87	0,50

(*) I valori di BOD sono stati stimati sulla base dei risultati analitici relativi alla caratterizzazione sperimentale di acque di dilavamento di 7 punti vendita di carburanti a seguito di un evento meteorico, riportati nel manuale UNICHIM, che rileva un rapporto di BOD/COD massimo pari al 50%.

Tabella 1 - Valori minimi, massimi e medi delle concentrazioni dei nutrienti eutrofizzanti.

In linea generale si può affermare che il fenomeno del first flush si manifesta principalmente con i parametri SS, COD, Azoto e metalli pesanti (in particolare Cu, Zn e Pb), con un'entità tanto più pronunciata quanto maggiore è il periodo di tempo secco antecedente e quanto maggiore è l'intensità di precipitazione negli istanti iniziali dell'evento.

2.2 Inquadramento normativo del trattamento delle acque di piattaforma

La direttiva CEE 91/271 "Concerne il trattamento delle acque reflue urbane" prevede che entro il 31/12/2005 tutte le acque reflue domestiche, o il miscuglio di queste con le acque meteoriche di dilavamento, siano sottoposte, prima dello scarico, a un trattamento di depurazione per il raggiungimento di obiettivi di qualità nei corpi idrici recettori, identificati da valori limite di concentrazione di inquinanti in seno ai recettori stessi.

Nel recepire a livello nazionale tale direttiva, il D.Lgs. 152/99, successivamente integrato dal D.Lgs. 258/00, all'art. 39 affronta nello specifico il problema delle acque meteoriche di dilavamento e del trattamento delle acque di prima pioggia.

Ai fini della prevenzione di rischi idraulici-ambientali, si prevede che le regioni disciplinino le forme di controllo degli scarichi di acque meteoriche di dilavamento provenienti da reti fognarie separate e i casi in cui "può essere richiesto che le acque di prima pioggia siano convogliate e opportunamente trattate in impianti di depurazione". Analoghi concetti sono ripresi nell'art.113 del D.Lgs. 152/06, Testo Unico Ambientale attualmente vigente che ha abrogato il D.Lgs. 152/99.

Il regolamento della Regione Piemonte n. 1/R del 20/02/2006, entrato in vigore il 24/02/2006 e successivamente modificato con il regolamento regionale n. 7/R del 02/08/2006, disciplina le acque meteoriche di dilavamento e le acque di lavaggio di acque esterne, in attuazione della legge regionale n. 61 del 29/12/2000.

Con tale atto l'Amministrazione regionale ha disciplinato una problematica particolarmente diffusa sul territorio e al tempo stesso estremamente complessa, in quanto caratterizzata da una spiccata variabilità locale.

La parte più rilevante e di immediata applicazione del regolamento (il Capo II) si occupa in particolare delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne, identificando in primo luogo le fattispecie che, per la loro potenzialità inquinante, meritano apposita disciplina.

Secondo il sopracitato Regolamento della Regione Piemonte, si definiscono "*acque di prima pioggia: quelle corrispondenti, nella prima parte di ogni evento meteorico, ad una precipitazione di 5 millimetri uniformemente distribuita sull'intera superficie scolante servita dalla rete di raccolta delle acque meteoriche*".

Definiti i possibili recapiti delle predette acque, la relativa disciplina piemontese si basa sull'adozione ed il mantenimento in buono stato di manutenzione dei sistemi di gestione, raccolta e trattamento, direttamente proposti dal titolare dell'insediamento in un apposito Piano di Prevenzione e di Gestione; tale piano viene direttamente redatto sulla base delle peculiarità locali e delle caratteristiche delle superfici interessate dal dilavamento meteorico o dalle operazioni di lavaggio ed approvato, con le prescrizioni del caso, dalla competente autorità di controllo.

Il trattamento delle acque di prima pioggia deve essere effettuato per gli eventi meteorici che si distanzino di almeno 48 ore l'uno dall'altro; la normativa richiede quindi la separazione dei primi 5 mm di pioggia per ogni evento meteorico con periodicità superiore a tale intervallo temporale.

Da tali indicazioni emerge come, ai fini dello studio degli impatti provocati dalle acque di prima pioggia debbano essere presi in considerazione eventi piovosi con caratteristiche ben precise:

- intensità relativamente elevata (comunque superiore ai 10 mm/h);
- durata breve (inferiore ai 60 minuti).

Durata e intensità di un evento piovoso sono caratteristiche legate da una relazione statistica di tipo inverso: tanto maggiore l'intensità, tanto più breve il tempo di pioggia. L'assenza di precipitazione nel periodo antecedente all'evento è un fattore critico che incrementa l'entità potenziale degli inquinanti trasportati dalle acque di dilavamento delle superfici considerate.

La pericolosità ambientale di queste acque dipende dalla natura del suolo (struttura, pendenze, permeabilità, tipo di superficie, ecc.), dal tipo di usi del suolo stesso (agricolo, civile, produttivo, dei servizi, ecc.) e quindi dalle sostanze che su di esso vengono disperse o ricadono dall'atmosfera a causa delle attività antropiche.

In alcuni casi, tali acque devono essere sottoposte a trattamento mediante adeguati sistemi di depurazione, come ad esempio per attività produttive particolari, autofficine, distributori di carburante, ecc., considerate più inquinate e che quindi necessitano di trattamenti particolari come la raccolta di liquidi nocivi a seguito di sversamenti accidentali.

La legge n. 4 del 24/03/2006 della Regione Lombardia, all'art. 5, dispone che la rete deve essere dimensionata sulla base degli eventi meteorici di breve durata e di elevata intensità caratteristici di ogni zona, e comunque assumendo *“quanto meno che l'evento si verifichi in 15 minuti e che il coefficiente di afflusso alla rete sia pari ad 1 per la superficie scolante e a 0,3 per quelle permeabili di qualsiasi tipo ad esse contigue, escludendo dal computo le superfici incolte e quelle di uso agricolo”*.

Alla luce di quanto sopra esposto si può affermare che secondo la normativa vigente, le *“acque di prima pioggia”* rappresentano, per ogni evento meteorico, i primi 5 mm (o caduta nei primi 15 minuti dell'evento), uniformemente distribuiti sull'intera superficie scolante.

3. ANALISI IDROLOGICA

3.1 Pluviometria

I dati pluviometrici sono stati desunti dagli Annali Idrologici pubblicati dall'Ufficio Idrografico e Mareografico di Parma. Tali dati sono indispensabili a determinare le leggi di possibilità climatica per tempo di ritorno assegnato, al fine del calcolo delle massime portate meteoriche di riferimento per la progettazione.

In Tabella 2 ed in Figura 1 si riportano le caratteristiche e l'ubicazione delle stazioni di registrazione presenti nei territori limitrofi all'area di progetto, nelle quali esistono serie storiche di massima intensità di pioggia per durate superiori all'ora.

Codice stazione	Denominazione	Bacino idrografico	Periodo di misura		Numero dati di osservazione	Coordinate UTM	
			Anno inizio	Anno fine		Est	Nord
1332	Pont Canavese	Orco	1938	1986	47	389 421	5 032 342
1338	Ingria	Orco	1951	1981	27	388 184	5 036 069
1311	Borgofranco D'Ivrea	Dora Baltea	1941	1986	39	410 413	5 041 268
1312	Ivrea	Dora Baltea	1935	1986	46	411 636	5 035 695
1317	Strambino	Dora Baltea	1951	1973	21	412 811	5 026 418
1227	Zubiena	Sesia	1955	1986	23	420 804	5 039 276

Tabella 2 - Caratteristiche delle stazioni di misura utilizzate.

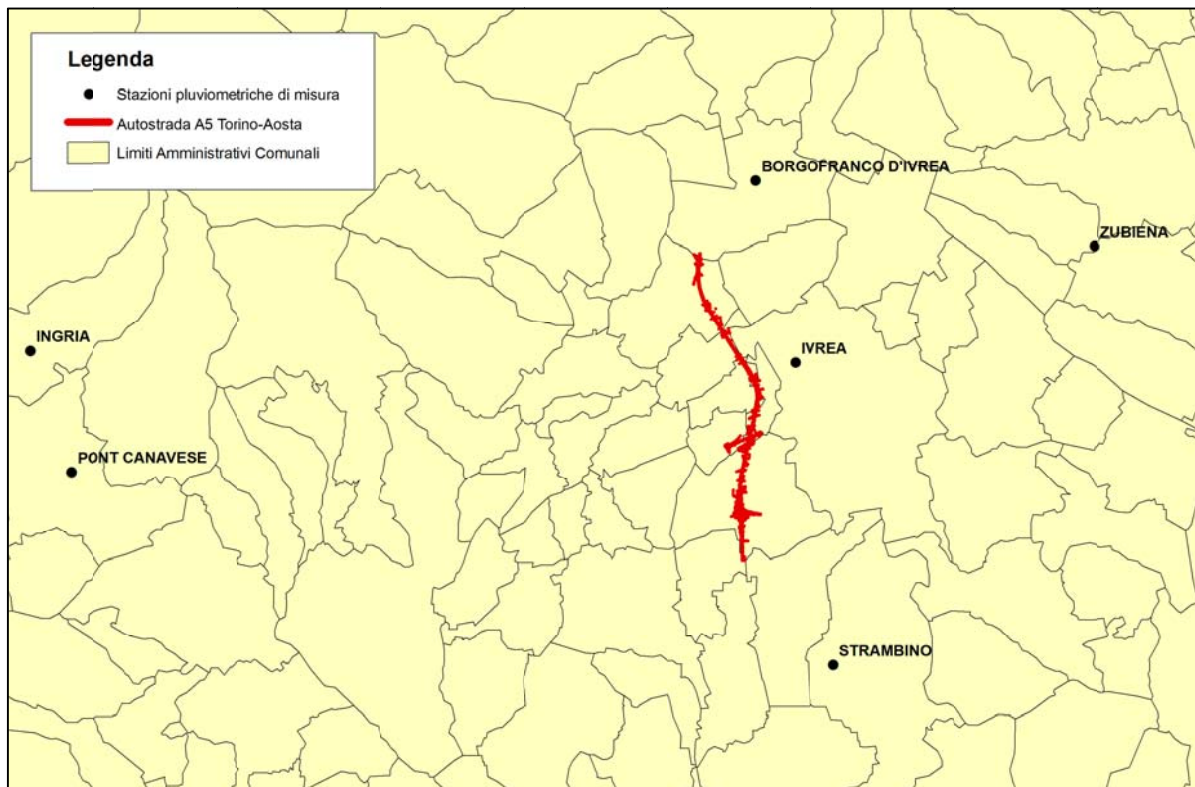


Figura 1 - Ubicazione delle stazioni pluviometriche utilizzate.

3.1.1 Elaborazione statistica

Le su elencate serie storiche di precipitazione intensa di durata superiore all'ora, sono state elaborate statisticamente mediante una procedura di regolarizzazione, al fine di determinare le curve di possibilità climatica $h = a \cdot t^n$ sulle stazioni di registrazione.

La regolarizzazione per assegnati tempi di ritorno è avvenuta utilizzando diverse leggi probabilistiche di previsione. Ad ogni serie storica vengono adattati i seguenti tipi di distribuzione probabilistica:

1. distribuzione log-normale (Galton)

$$f(y) = \frac{0.3989}{ys} * e^{-(\ln y - m)^2 / 2s^2} dy$$

con parametri s,m.

2. distribuzione di Pearson Type III (funzione Gamma)

$$f(y)dy = \frac{1}{s\chi(p)} * \left(\frac{y-a}{s}\right)^{(p-1)} * e^{-\left(\frac{y-a}{s}\right)} dy$$

con parametri s,p,a,

3. distribuzione di Fischer Typpet Type I (Gumbel)

$$f(y)dy = \frac{1}{a} * e^{(-\frac{y-z}{a}) - e^{(-\frac{y-z}{a})}} dy$$

con parametri a,z.

La stima dei parametri avviene utilizzando il metodo della massima verosimiglianza (maximum likelihood). Noti i parametri per i diversi tipi di distribuzione, i valori richiesti di Y di pioggia massima per un assegnato tempo di ritorno soddisfano la condizione per cui l'integrale esteso tra Y e infinito di F(y) dy sia uguale a 1/(Tr), dove Tr è il tempo di ritorno assegnato; tale valore rappresenta la probabilità che in un anno l'altezza di pioggia superi Y.

Per indirizzare la scelta del tipo di distribuzione che meglio si adatta alla serie storica delle osservazioni, vengono calcolati i valori di SQM e PROB.

Il primo rappresenta lo scarto quadratico medio degli scostamenti tra le distribuzioni teoriche ed osservate delle frequenze di non superamento.

Il secondo rappresenta la probabilità, secondo il test di Kolgomorov Smirnov, che la distribuzione teorica rappresenti adeguatamente la distribuzione osservata. In particolare i valori di Ymp rappresentano le massime altezze di pioggia di diversa durata, soddisfacenti la condizione di massima verosimiglianza. La legge probabilistica che meglio rappresenta le distribuzioni è risultata quella di Gumbel.

3.1.2 Curve di possibilità climatica nelle stazioni di misura utilizzate

I risultati dei parametri a e n della curva di possibilità climatica $h = a * t^n$, regolarizzati secondo Gumbel, sono riportati in Tabella 3.

Codice stazione	Denominazione	a10	n10	a20	n20	a50	n50	a100	n100	a200	n200	a500	n500
1332	Pont Canavese	52.19	0.363	59.89	0.362	69.86	0.359	77.33	0.357	84.78	0.355	94.60	0.354
1338	Ingria	40.44	0.528	46.21	0.528	53.68	0.529	59.27	0.530	64.85	0.530	72.21	0.531
1311	Borgofranco D'Ivrea	47.24	0.318	54.47	0.315	63.80	0.308	70.80	0.304	77.77	0.300	87.00	0.296
1312	Ivrea	44.36	0.316	50.48	0.316	58.38	0.315	64.31	0.315	70.24	0.314	78.03	0.314
1317	Strambino	45.04	0.279	51.84	0.277	60.63	0.273	67.22	0.270	73.78	0.267	82.45	0.265
1227	Zubiena	52.57	0.319	60.31	0.319	70.26	0.319	77.75	0.319	85.19	0.319	95.08	0.319

Tabella 3 - Parametri a e n delle serie storiche di durata superiore all'ora regolarizzate per tempo di ritorno 10, 20, 50, 100, 200, 500 anni.

3.1.3 Regionalizzazione delle curve di possibilità climatica

Le curve di possibilità climatica, definite sulla singola stazione di misura, danno una rappresentazione puntuale della legge caratteristica di pioggia; per ottenere la distribuzione della precipitazione sulla porzione di territorio ricompreso tra le stazioni strumentate in precedenza considerate, si è operata una regionalizzazione dell'informazione intensa pluviometrica oraria mediante ragguaglio alla superficie dei parametri a ed n delle curve di possibilità climatica, secondo una maglia costituita da un'area di dimensioni pari a 4 km²; l'operazione è stata eseguita utilizzando il metodo KRIGING.

Tale procedura permette di definire in una qualsiasi area di un territorio un'altezza di pioggia per assegnati durate e tempo di ritorno.

I dati regionalizzati sono stati confrontati quelli contenuti all'interno della "Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica" redatta dall'Autorità di bacino del fiume Po; tale confronto ha mostrato piena compatibilità e congruenza tra i parametri di pioggia "a" ed "n".

Il tratto di autostrada A5 in oggetto è suddivisa in 3 lotti funzionali ciascuno dei quali è caratterizzato pluviometricamente dai seguenti parametri regionalizzati:

Lotto 1

a 10	n 10	a 20	n 20	a 50	n 50	a 100	n 100	a 200	n 200	a 500	n 500
44.99	0.301	51.50	0.299	59.92	0.297	66.23	0.295	72.52	0.293	80.82	0.292

Lotto 2

a 10	n 10	a 20	n 20	a 50	n 50	a 100	n 100	a 200	n 200	a 500	n 500
44.72	0.312	51.07	0.311	59.26	0.309	65.40	0.308	71.54	0.307	79.62	0.306

Lotto 3

a 10	n 10	a 20	n 20	a 50	n 50	a 100	n 100	a 200	n 200	a 500	n 500
45.15	0.320	51.65	0.319	60.05	0.316	66.35	0.315	72.64	0.313	80.92	0.311

Tabella 4 - Valori regionalizzati dei parametri della curva di possibilità climatica di durata superiore all'ora che intersecano l'infrastruttura autostradale.

Nella redazione del presente progetto si è assunto di dimensionare la rete di drenaggio delle acque di piattaforma per tempo di ritorno 25 anni; tale assunzione ha richiesto l'interpolazione dei parametri di pioggia regionalizzati sopra esposti al fine di ottenere il valore di progetto. L'interpolazione è avvenuta su scala logaritmica ed ha consentito la determinazione dei seguenti valori pluviometrici:

Lotto 1 $a_{25} = 52.78$ $n_{25} = 0.299$

Lotto 2 $a_{25} = 52.46$ $n_{25} = 0.311$

Lotto 3 $a_{25} = 53.08$ $n_{25} = 0.319$

I parametri di progetto a tempo di ritorno 25 anni sono relativi a precipitazioni intense di durata superiore all'ora; essi sono stati utilizzati nel dimensionamento della rete di drenaggio di piattaforma in progetto in quanto forniscono valori di portata di maggiore entità e quindi più cautelativi.

3.2 Determinazione delle portate meteoriche prodotte dalla piattaforma autostradale dell'autostrada A5

3.2.1 Modelli di trasformazione afflussi - deflussi

La valutazione delle massime portate di riferimento da assumere per il dimensionamento della rete di drenaggio in progetto sui 3 lotti autostradali, è stata eseguita avvalendosi di modelli concettuali di trasformazione afflussi-deflussi, applicati all'evento di precipitazione associato a tempo di ritorno di 25 anni.

Di seguito si descrive sinteticamente la metodologia utilizzata.

La verifica del sistema di drenaggio esistente è avvenuto applicando preliminarmente 3 metodologie concettuali di calcolo e successivamente scegliendo quella che rappresenta l'inviluppo delle condizioni più gravose; in particolare i metodi applicati sono i seguenti:

- modello A/D della corrivazione;
- modello A/D dell'invaso lineare (IUH);
- modello A/D italiano dell'invaso.

Il metodo che prende in considerazione le condizioni idrodinamiche più gravose è risultato quello dell'invaso lineare (IUH).

Il calcolo idrologico-idraulico è stato eseguito imponendo tempi di pioggia minimi pari a 15 minuti per tratti di rete di drenaggio di estensione inferiore a 1000 m e di 20 minuti per tratti di rete di drenaggio di estensione superiore, in ragione dei tempi di arrivo delle portate al colmo nelle sezioni terminali di ciascun tratto di rete.

3.2.1.1 *Modello A/D della corrivazione*

Il modello concettuale di trasformazione afflussi-deflussi della corrivazione, o cinematico, considera come variabile fondamentale del processo di formazione della piena, la modalità di scorrimento delle acque di pioggia entro il bacino contribuente ed in particolare il "tempo di corrivazione", impiegato da una goccia caduta in un determinato punto per raggiungere la sezione di chiusura.

Esso è un modello di tipo lineare ovvero si basa sull'ipotesi che il sistema idrologico sia lineare e invariante nel tempo (l'idrogramma che si forma a causa di un dato pluviogramma è solo funzione di caratteristiche del bacino stazionarie ed indipendenti dall'evento in esame o da quelli pregressi): risulta pertanto possibile applicare il principio di sovrapposizione degli effetti.

Sotto questa ipotesi, la portata defluente legata ad un afflusso $A(t)$ sarà data dall'integrale nel tempo t di un idrogramma unitario istantaneo (o IUH) $u(t)$, generato da un afflusso di altezza unitaria e durata infinitesima, moltiplicato per l'entità della precipitazione, ovvero dall'integrale di convoluzione:

$$Q(t) = \int_0^{t^*} [u(t - \tau) \cdot A(\tau)] \cdot d\tau .$$

Si ipotizza inoltre che l'idrogramma di afflusso sia costante e pari a:

$$A(t) = \varphi \cdot I(t_p) \cdot S,$$

con φ coefficiente di deflusso, $I(t_p)$ intensità media della pioggia di durata t_p , ed S superficie contribuyente.

Il metodo cinematico definisce un tempo di corrivazione (o di concentrazione) t_c del bacino, pari al tempo impiegato dalla goccia caduta nel punto idraulicamente "più lontano" per giungere alla sezione di chiusura. Quando il tempo di pioggia t_p uguaglia t_c , tutto il bacino contribuisce al deflusso e (nell'ipotesi di afflusso costante) si ha il massimo di portata, il cui valore non aumenta più per $t_p > t_c$.

La soluzione dell'integrale di convoluzione porta pertanto a valutare la portata massima defluente come:

$$Q[m^3/s] = \frac{\varphi \cdot I(t_c) \cdot S}{360}, \quad [1]$$

con:

- φ [-] coefficiente di deflusso medio del bacino;
- $I(t_c)$ [mm/h] intensità media della pioggia di durata pari a t_c ;
- S [ha] superficie contribuyente complessiva.

Per una rete di drenaggio il tempo di corrivazione sarà dato dalla somma $t_c = t_a + t_r$, dove:

- t_a è il *tempo di accesso* alla rete (ovvero quello massimo che la goccia d'acqua impiega a percorrere il bacino e raggiungere un punto della rete);
- t_r è il *tempo di rete*, impiegato dalla goccia per percorrere la rete fino alla sezione in esame.

Il tempo di accesso è generalmente di incerta determinazione, dipendendo nella realtà dalle caratteristiche del bacino (pendenza, uso del suolo, sviluppo della rete di drenaggio minore) e dalle condizioni di saturazione del terreno.

Esistono tuttavia in letteratura numerose formule empiriche per la stima di tale parametro, tra le quali in particolare la seguente, sviluppata dal Politecnico di Milano¹ (Mambretti e Paoletti, 1997), utilizza il modello del condotto equivalente, partendo dall'idea che il deflusso superficiale avvenga in realtà in una rete di piccole canalizzazioni incognite (grondaie, cunette, canalette, ecc.); poiché si fa riferimento ad una rete secondaria fittizia incognita, è possibile stimare l in funzione di S , sulla base di studi statistici sulla struttura topologica delle reti, ottenendo:

$$t_{ai} = \left(\frac{3600^{\frac{n-1}{4}} \cdot 120 \cdot S_i^{0,30}}{S_i^{0,375} \cdot (a \cdot \varphi_i)^{0,25}} \right)^{\frac{4}{n+3}}, \quad [2]$$

¹ Mambretti, S. e Paoletti, A. (1997). *Il metodo del condotto equivalente nella simulazione del deflusso superficiale in ambiente urbano* - Atti del seminario "Modelli di dimensionamento per le fognature urbane" di S.Cassiano (BZ), 28-31/03/95. Modificata considerando una formula empirica per la stima di l (Rasulo, G. e Gissoni, C., 2001).

dove il pedice i indica il sottobacino i -esimo, mentre (oltre alle grandezze già citate):

l [m] è la massima lunghezza di deflusso superficiale (nella rete secondaria fittizia);

s [m/m] è la pendenza media del bacino;

a [mm/h ^{n}], n [-] sono i parametri della curva di possibilità pluviometrica di progetto.

Per quanto riguarda invece il tempo di rete, nell'ipotesi di moto uniforme esso è valutabile semplicemente come rapporto tra la lunghezza del percorso e la velocità media della corrente. Alcune ricerche eseguite presso il Politecnico di Milano (Mignosa et al., 1995; Becciu et al.², 1997) mostrano tuttavia come il criterio di moto uniforme possa in realtà portare ad apprezzabili sovrastime del tempo di rete, con conseguente sottostima della portata al colmo. Risultati più soddisfacenti si ottengono invece con la seguente relazione:

$$t_r = \sum_i \frac{L_i}{1,5 \cdot v_i}, \quad [3]$$

in cui il t_r [s] per il ramo in esame è dato dalla sommatoria (per il ramo stesso e per tutti quelli a monte lungo il percorso più lungo della rete) del rapporto lunghezza L [m] / velocità v [m/s] diviso per il fattore 1.5.

Sommando la [2] e la [3] è dunque possibile ottenere il tempo di concentrazione t_c per la sezione in esame, e quindi, ponendo $t_p = t_c$, determinare la relativa intensità di pioggia $I(t_p)$; dall'applicazione della [1] si ricava la portata massima di progetto Q , sulla base della quale può essere dimensionata la rete.

Si nota come la velocità della corrente nel tratto in esame dipenda dalla portata defluente, per cui viene svolta un'iterazione andando a sostituire nella [3] il valore di v ottenuto dalla Q appena determinata, ricalcolando poi la nuova Q e ripetendo i medesimi passaggi fino a convergenza.

3.2.1.2 Modello A/D dell'invaso lineare (IUH)

Il modello dell'invaso lineare deriva anch'esso dall'integrale di convoluzione descritto per il metodo cinematico; valgono le stesse considerazioni già espresse relativamente alle ipotesi di base (sistema lineare ed invariante, afflusso costante nel tempo).

Il metodo considera come predominante, anziché il moto di deflusso, l'effetto di laminazione degli afflussi meteorici svolto dal volume d'acqua W_x che si deve immagazzinare (sulla superficie del bacino contribuente e all'interno degli stessi rami della rete) affinché la portata Q defluisca attraverso la sezione in esame.

Il legame portata/volume viene assunto lineare, definendo un parametro K (costante d'invaso), dimensionato come un tempo, tale che:

$$Q(t) = \frac{W_x(t)}{K}.$$

Integrando rispetto al tempo tale relazione e l'equazione di continuità, per la quale l'afflusso netto $I(t)$ nel tempo sarà pari alla portata defluente più la variazione di volume di invaso, si ottiene l'idrogramma unitario istantaneo (IUH) dell'invaso lineare, ovvero:

² Becciu, G. et al. (1997). *Risk Design of Urban Drainage Networks on the basis of Experimental Data – Excerpta*, n.11.

$$u(t) = \frac{1}{K} e^{-\frac{t_P}{K}},$$

che sostituito nell'integrale di convoluzione porta, sempre nell'ipotesi di afflusso costante, a determinare la portata massima di piena come:

$$Q[m^3/s] = \varphi \cdot \frac{I(t_P) \cdot S}{360} \cdot \left(1 - e^{-\frac{t_P}{K}} \right), \quad [4]$$

con S in ha, I in mm/h, t_P e K nella medesima unità di misura.

Nota la curva di possibilità pluviometrica di progetto, uguagliando a zero la derivata della [4] rispetto a t_P è possibile determinare la durata di pioggia critica, ovvero quella che produce la portata massima.

Definendo il parametro adimensionale $r = t_P / K$, nel caso di una curva di possibilità pluviometrica monomia (legge di potenza) di parametri (a, n), tale condizione risulta verificata quando:

$$n = 1 - r \cdot \frac{e^{-r}}{1 - e^{-r}}. \quad [5]$$

La costante di invaso K esprime l'effetto combinato di tutti i fattori che determinano il complesso fenomeno della formazione della piena nel bacino, e riveste pertanto il significato di un parametro di taratura.

In letteratura sono disponibili diverse formule di tipo empirico per la stima di questo parametro. Poiché il fenomeno di formazione delle piene non segue in realtà leggi di tipo lineare, una maggiore accuratezza della stima è stata verificata da diversi Autori con l'adozione di ipotesi di quasi linearità, ovvero considerando il fenomeno lineare per il singolo evento di precipitazione, ma con la costante K variabile da evento a evento, in relazione all'afflusso meteorico.

In particolare si fa riferimento alla relazione proposta da Desbordes³ (1975):

$$K[\text{min}] = \frac{4 \cdot S^{0.18} \cdot L^{0.15} \cdot t_P^{0.21}}{h^{0.07} \cdot (1 + \varphi)^{1.9} \cdot (100 \cdot s)^{0.36}} - 0.21, \quad [6]$$

dove, oltre ai parametri già citati, h [mm] è l'altezza di pioggia totale del pluviogramma netto, L[m] la lunghezza dell'asta principale di drenaggio.

Determinato quindi K, ed ottenuto r dalla relazione [5], può essere calcolato il tempo di pioggia $t_P = K \cdot r$. Poiché secondo la [6] K dipende da t_P , occorre iterare l'applicazione delle formule fino a convergenza. La portata massima di progetto Q viene quindi determinata dall'applicazione della [4].

³ Desbordes, M. (1975). *Un essai de modélisation des phénomènes de ruissellement pluvial urbain* – T.S.M. L'EAU, n.3, mars, pp.121-126, Francia.

3.2.1.3 Modello A/D italiano dell'invaso

Il metodo italiano dell'invaso lineare, originariamente concepito da Paladini (1901) e Fantoli⁴ (1904) come metodo di verifica, fu trasformato in metodo di progetto in particolare da Puppini⁵ (1932) e Supino⁶ (1933), che determinarono la durata della pioggia critica e il valore della corrispondente portata in funzione di alcune caratteristiche del bacino, della rete e della curva di possibilità pluviometrica, ben prima che nella bibliografia internazionale apparisse il metodo dell'invaso lineare (IUH) descritto in precedenza.

Anche il metodo italiano assume lineare il legame tra il volume complessivamente invasato $W(t)$ e la portata $Q(t)$ contemporaneamente defluente nella sezione in esame; la portata al colmo viene però stimata in funzione del volume immagazzinato nel sistema bacino-rete, anziché in funzione della costante di invaso K .

Riconducendoci al metodo generale dell'invaso lineare, assumendo $K = Q / W_M$, dove Q e W_M rappresentano rispettivamente la portata massima e il volume di invaso massimo, la [4] può essere riscritta, adottando una CPP monomia di parametri (a, n) e imponendo che il valore di Q sia massimo (secondo la relazione [5]), come:

$$Q = n \cdot (\varphi \cdot a \cdot S)^{\frac{1}{n}} \cdot W_M^{\frac{n-1}{n}} \cdot f(n),$$

dove $f(n)$ è una funzione che dipende solo da n .

In particolare $f(n)$ risulta poco variabile con n (per valori di n compresi tra 0,3 e 0,6 essa assume valori variabili tra 0,78 e 0,84). Assumendo quindi cautelativamente per $f(n)$ un valore costante pari a 0,78, la relazione precedente può essere scritta come:

$$Q[m^3 / s] = \frac{u \cdot S}{1000}, \quad [8.1]$$

con S in [ha], dove u [l/s/ha] è il coefficiente udometrico, definito come:

$$u = 2168 \cdot \frac{n \cdot (\varphi \cdot a)^{\frac{1}{n}}}{w^{\left(\frac{1}{n}-1\right)}}, \quad [8.2]$$

dove il parametro a va inserito in [m/hⁿ].

Il parametro w [m³/m²] rappresenta il volume di invaso specifico, ovvero $w = W_M/S$.

Il volume di invaso massimo W_M può essere determinato come somma dei seguenti fattori:

⁴ Fantoli, G. (1904). *Le acque di piena nelle reti delle fognature di Milano* – Comune di Milano: relazione della commissione Cipolletti, Fantoli, Soldati.

⁵ Puppini, U. (1932). *Coefficienti udometrici per generica scala di deflusso* – L'Ingegnere.

⁶ Supino, G. (1933). *Coefficienti udometrici per canali di fognatura* – Ricerche di Ingegneria.

$$W_M = w_0 \cdot S + W_P + \sum_i W_i, \quad [9]$$

dove:

w_0 è il volume dei piccoli invasi, ovvero un volume di invaso distribuito sulla superficie contribuyente;

W_P è il volume di invaso proprio, immagazzinato all'interno del ramo in esame;

W_i è il volume invasato nell' i -esimo tratto a monte di quello in esame.

Noto W_M , la portata può essere determinata⁷ mediante la [8.2] e la [8.1]; poiché però il volume di invaso proprio dipende dal livello idrico nel collettore in esame, e quindi dalla portata in esso defluente, occorre procedere per via iterativa fino a convergenza.

⁷ Si nota come la formulazione adottata per il calcolo della portata sia conforme a quanto proposto nella stesura originaria degli Autori del metodo. Nell'ambito dell'ingegneria italiana è stata diffusamente utilizzata una successiva rielaborazione, che comporta l'introduzione di un valore maggiorato dell'esponente della curva di possibilità pluviometrica, $n_0 = 4/3 \cdot n$. Tale assunzione deriva dalla generalizzazione di un'esperienza di Fantoli (1904) che sulla base di un'analisi di 6 eventi di precipitazione nell'area urbana milanese ipotizzò una dipendenza del coefficiente di deflusso dalla radice cubica dell'altezza (e quindi del tempo) di pioggia. Per quanto esista in generale una tendenza all'aumento del coefficiente di deflusso al crescere dell'altezza totale di pioggia, essa non risulta tuttavia descritta universalmente da una legge di potenza con esponente 1/3, ma varia grandemente da sito a sito, e in relazione alla tipologia di evento. Non appare inoltre possibile l'applicazione di tale ipotesi allo scroscio critico di progetto (intenso e di breve durata), il quale può essere contenuto in un evento di precipitazione più ampio. Per tali ragioni si è ritenuto opportuno non adottare alcuna maggiorazione dell'esponente n , che peraltro risulta nella stima di portate al colmo di entità minore.

4. ANALISI IDRAULICA

4.1 Sistema di drenaggio delle acque di piattaforma

Di seguito si descrivono i criteri generali adottati nell'impostazione dello schema di raccolta e smaltimento delle acque di piattaforma e le soluzioni tecniche realizzative previste.

In particolare sono stati definiti e sviluppati gli elementi tipologici di intercettazione in piattaforma, di convogliamento e di trattamento che permettono di minimizzare gli impatti a salvaguardia di una zona sensibile, interessata da diversi attingimenti a scopo idropotabile e da potenziali eventi di piena di notevole impatto sul territorio.

L'impostazione generale prevede che le acque raccolte in piattaforma vengano convogliate in un sistema chiuso di fossi di guardia rivestiti o di tubazioni interrate (in c.a. o acciaio) che si sviluppano in piattaforma o al piede dei rilevati, in funzione della livelletta e della tipologia di sezione stradale (rilevato, trincea, viadotto ecc.).

Poiché i lotti 1 e 3 dell'autostrada ricadono in aree esondabili, tale impostazione è anche compatibile con l'esigenza di preservare il sistema di raccolta e trattamento da possibili rischi connessi al verificarsi di eventi di piena particolarmente gravosi.

Le caratteristiche tipologiche e funzionali dei manufatti per la raccolta e il convogliamento degli afflussi meteorici, classificati in base alla tipologia di sezione stradale, risultano:

- Sezioni stradali in rettilineo:
 - sezione corrente: cunetta individuata dal cordolo con caditoia di scarico in pozzetti prefabbricati, collegati da tubazioni in calcestruzzo di diametro 400-800 mm; interasse minimo 40-50 m in funzione della pendenza del tratto;
 - in corrispondenza delle barriere antirumore: cunetta alla francese con caditoia di scarico a interasse 50 m in pozzetti prefabbricati, collegati da tubazioni in calcestruzzo di diametro 400-800 mm;
 - sezione in area non esondabile: fosso di guardia trapezio rivestito in lastre prefabbricate di calcestruzzo con larghezza alla base 0,70 m, altezza 0,75 m e pendenza delle sponde 1/1, alimentato da canalette prefabbricate ad embrice in calcestruzzo;
 - sezione in area interclusa: fosso di guardia trapezio rivestito in lastre prefabbricate di calcestruzzo con larghezza alla base 0,50 m, altezza 0,50 m e pendenza delle sponde 1/1, alimentato da canalette prefabbricate ad embrice in calcestruzzo;
 - in corrispondenza dei viadotti: cunetta individuata dal cordolo, collettore di scarico con interasse 20 m e tubazione in acciaio sottostante all'impalcato di diametro 300-450 mm.
- Sezioni stradali in curva:
 - sezione corrente: cunetta prefabbricata in calcestruzzo ad asola con scarico ad interasse minimo 50 m in pozzetti prefabbricati, collegati da tubazioni in calcestruzzo di diametro 400-800 mm;
 - rampa E: fosso di guardia trapezio rivestito in calcestruzzo con larghezza alla base 0,50 m, altezza 0,25 m e pendenza delle sponde 1/1.

▪ Sezioni stradali in rilevato:

- fosso di guardia trapezio biofiltrante non rivestito per la raccolta delle acque di scarpata con larghezza alla base 0,70 m, altezza 0,75 m e pendenza delle sponde 1/1.

Come prescritto dalla normativa, i recapiti avverranno nell'idrografia superficiale, in recettori finali selezionati in base a caratteristiche funzionali e idrauliche tali da privilegiare i corpi idrici che:

- non assolvano funzioni irrigue;
- presentino una sezione idraulica tale da assorbire senza condizionamenti sensibili la nuova portata scaricata;
- presentino quote altimetriche compatibili con le esigenze di recapito.

Nel caso specifico, il recapito delle acque di piattaforma avviene:

- per il lotto 3, nel rio Acque Rosse, che defluisce in parte in parallelo all'autostrada, intersecandone il tracciato più a valle (vasche V7, V8 e V9);
- l'assenza di recapiti e la vulnerabilità del territorio nel tratto intermedio dell'area di intervento, determinano l'esigenza di prevedere una condotta di scarico in parallelismo all'autostrada per convogliare le acque trattate a valle;
- per il lotto 1 (vasca V3), e per lo scarico di troppo piena del bacino B4 che raccoglie i contributi delle vasche V4, V5 e V6 di cui sopra, nel rio Ribes e per i bacini B1 e B2 funzionali alle rispettive vasche V1 e V2, nell'affluente in sinistra del torrente Chiusella.

Le acque di piattaforma raccolte, con particolare riferimento alle acque affluenti nella fase iniziale degli eventi meteorici (acque di prima pioggia), non verranno in nessun caso immesse direttamente nei recettori ma saranno adeguatamente trattate in appositi impianti separatori di idrocarburi prefabbricati in acciaio.

Le vasche complessivamente previste per il tratto autostradale in oggetto sono 9:

- V1 (progr. pozzetto ingresso 37+100) – Settore di piattaforma afferente: da progr. 36+500 a progr. 37+800. Recapito nel rio Borra della Massa (affluente Chiusella), previo bacino di laminazione e biofiltrazione B1.
- V2 (progr. pozzetto ingresso 37+075) – Settore di piattaforma afferente: da progr. 36+500 a progr. 37+800. Recapito nel rio Borra della Massa (affluente Chiusella), previo bacino di laminazione e biofiltrazione B2.
- V3 (progr. pozzetto ingresso 37+870) – Settore di piattaforma afferente: da progr. 37+800 a progr. 38+900. Recapito nel rio Ribes.
- V4 (progr. pozzetto ingresso 38+900) – Settore di piattaforma afferente: da progr. 38+900 a progr. 40+000. Recapito nel rio Ribes, previo bacino di laminazione e biofiltrazione B4.
- V5 (progr. pozzetto ingresso 40+000) – Settore di piattaforma afferente: da progr. 40+000 a progr. 40+650. Recapito nel rio Ribes, previo bacino di laminazione e biofiltrazione B4.
- V6 (progr. pozzetto ingresso 40+830) – Settore di piattaforma afferente: da progr. 40+650 a progr. 42+000. Recapito nel rio Ribes, previo bacino di laminazione e biofiltrazione B4.
- V7 (progr. pozzetto ingresso 42+870) – Settore di piattaforma afferente: da progr. 42+000 a progr. 42+870. Recapito nel rio Acque Rosse.
- V8 (progr. pozzetto ingresso 43+300) – Settore di piattaforma afferente: da progr. 42+870 a progr. 44+160. Recapito nel rio Acque Rosse.
- V9 (progr. pozzetto ingresso 44+160) – Settore di piattaforma afferente: da progr. 44+160 a progr. 45+350. Recapito nel rio Acque Rosse.

Le caratteristiche dimensionali delle vasche, in termini di superficie impermeabile e portata trattata, sono riassunte nella Tabella 5 seguente, dove le colonne indicano i seguenti elementi:

- vasche: denominazione della vasca di trattamento di prima pioggia;
- superficie: superficie complessiva del bacino afferente alle vasche di trattamento;
- Q prima pioggia: portata di prima pioggia afferente alle vasche, determinata da un tirante idrico di 5 mm di pioggia distribuito sulla superficie complessiva, per un evento di pioggia di 15 minuti;
- Q punta: portata di piena generata sul bacino in esame da un evento meteorico con tempo di ritorno 25 anni;
- TN: taglia nominale, portata limite di prima pioggia che i separatori di idrocarburi sono in grado di trattare.

Vasche	Ubicazione	progressiva asse pozzetto ingresso	progressiva. asse piazzola	Superficie	Q prima pioggia	Q punta	TN
		(m)	(m)	(m ²)	(l/s)	(l/s)	(l/s)
V1	area interclusa	37100	-	34638	192	1170	250
V2	area interclusa	37075	-	33681	187	1139	250
V3	piazzola	37870	37835	29663	165	1006	200
V4		38900	-	29665	165	984	200
V5	piazzola	40000	39965	16900	94	569	150
V6		40830	-	34173	190	942	200
V7	piazzola	42870	42905	24235	135	810	200
V8	piazzola	43300	43265	31765	176	1051	250
V9	piazzola	44160	44125	33590	187	930	250

Tabella 5 - Ubicazione e caratteristiche dimensionali delle vasche di trattamento di prima pioggia.

La portata complessiva del tratto autostradale sotteso a ciascuna delle vasche di raccolta viene parzialmente trattata all'interno delle stesse (per la quota parte corrispondente ai primi 5 mm caduti in 15 minuti), mentre la restante parte viene fatta fluire attraverso il bypass integrato alla vasca e viene convogliata al recapito, insieme all'acqua trattata.

Il sistema è dimensionato per garantire allo scarico un tenore di idrocarburi liberi inferiori a 5 mg/l nelle condizioni di prova previsti dalla norma EN858 ed è configurato in modo da ottenere un carico idraulico superficiale inferiore a 50 m/h.

A valle dei separatori di idrocarburi sono inoltre previsti dei bacini di laminazione e biofiltrazione dimensionati per garantire un effetto di laminazione della portata in uscita e un affinamento del trattamento di rimozione degli inquinanti tali da minimizzare gli impatti sui corpi idrici superficiali ricettori. Tali bacini saranno realizzati esclusivamente per le vasche che ricadono in aree non esondabili o che per ragioni altimetriche possono convergere verso zone protette (vasche V1, V2, V4, V5 e V6); per le vasche V3, V7, V8 e V9, viceversa, lo scarico dei separatori di idrocarburi avverrà direttamente nei rispettivi corpi idrici ricettori.

I bacini di laminazione e biofiltrazione sono dimensionati per invasare completamente la portata di piena con tempo di ritorno 25 anni; si prevede tuttavia uno scarico di troppo pieno per garantire lo svuotamento di tali invasi in caso di eventi di pioggia più gravosi e, al contempo, per evitare che si verifichino fenomeni di rigurgito nelle vasche di trattamento. Per tali ragioni, la quota di fondo scorrevole degli scarichi è prevista superiore alla quota di massimo invaso. Le caratteristiche dimensionali dei bacini risultano:

- B1 (vasca V1): 1.790 m³;
- B2 (vasca V2): 2.850 m³;
- B4 (vasche V4, V5, V6): 16.990 m³.

VASCA	Bacino di laminazione e fitodepurazione	Volume bacino (m ³)	Recapito
V1	bacino B1	1790	affluente Chiusella
V2	bacino B2	2850	affluente Chiusella
V3	-	-	rio Ribes
V4	bacino B4	16990	rio Ribes
V5			
V6			
V7	-	-	rio Acque Rosse
V8	-	-	rio Acque Rosse
V9	-	-	rio Acque Rosse

Tabella 6 - Sistema di trattamento delle acque di prima pioggia e di laminazione delle portate di piena.

Il sistema di trattamento delle acque di piattaforma e di laminazione delle portate di piena verrà trattato nel dettaglio al successivo paragrafo 4.2.

4.1.1 Modello geometrico della rete di drenaggio autostradale

Dall'analisi della geometria del tratto autostradale oggetto di intervento sono stati individuati i bacini elementari scolanti che recapitano in 9 punti definiti idonei per il trattamento delle acque di prima pioggia. Gli schemi dei bacini elementari di piattaforma introdotti nel modello sono riportati negli specifici elaborati grafici (IDR213, 214 e 215).

Qui di seguito si riportano le tabelle relative alla schematizzazione della rete di drenaggio, specificando le caratteristiche geometriche ed i valori delle resistenze distribuite della rete, le caratteristiche fisiografiche ed i coefficienti di deflusso delle superfici scolanti ad essa sottesi.

RAMI DELLA RETE DI DRENAGGIO DESCRIZIONE	Schematizzazione della rete di drenaggio					
	Lunghezza tratto L [m]	Pendenza longitudinale i [%]	Sezione canaletta o tubazione	Dimensione principale D [mm]	Materiale canaletta o tubazione	Coefficiente scabrezza c [m ^{1/3} /s]
1,01	284,00	2,90	circolare	450	acciaio	100
1,02	171,00	7,90	circolare	600	cls	70
1,03	225,00	32,40	circolare	400	cls	70
1,04	168,00	32,40	circolare	400	cls	70
1,05	81,00	32,40	circolare	400	cls	70
1,06	46,00	11,90	circolare	400	cls	70
1,07	46,00	11,90	circolare	400	cls	70
1,08	11,00	5,00	circolare	500	cls	70

VASCA V1		Schematizzazione della rete di drenaggio				
Rami della rete di drenaggio	Lunghezza tratto	Pendenza longitudinale	Sezione canaletta o tubazione	Dimensione principale	Materiale canaletta o tubazione	Coefficiente scabrezza
descrizione	L [m]	i [‰]		D [mm]		c [m ^{1/3} /s]
1,09	12,00	5,00	circolare	400	cls	70
1,10	39,00	5,00	circolare	600	cls	70
1,11	51,00	2,50	circolare	800	cls	70
1,12	270,00	11,70	circolare	800	cls	70
1,13	14,00	20,00	circolare	800	cls	70
1,14	135,00	7,90	circolare	800	cls	70
1,15	162,00	42,00	circolare	400	cls	70
1,16	60,00	3,30	circolare	600	cls	70
1,17	20,00	5,00	circolare	600	cls	70
1,18	53,00	24,40	circolare	600	cls	70
1,19	188,00	2,00	circolare	800	cls	70
1,20	400,00	3,35	circolare	450	acciaio	100
1,21	113,00	32,40	circolare	400	cls	70
1,22	10,00	10,00	circolare	800	cls	70

VASCA V1		Caratteristiche schematiche del bacino afferente						
Rami della rete di drenaggio	Superficie direttamente afferente	Coeff. di deflusso (ramo)	Pendenza bacino (ramo)	Volume piccoli invasi	Superficie afferente totale	Parametri curva possib. pluviometrica sul bacino tot.		Durata pioggia di progetto
descrizione	S [ha]	ϕ [-]	s [‰]	w0 [mm]	S _T [ha]	a [mm/h ⁿ]	n [-]	tp [min]
1,01	0,3335	0,90	25	6,0	0,3335	52,78	0,299	15,0
1,02	0,3507	0,90	25	6,0	0,6842	52,78	0,299	15,0
1,03	0,3418	0,90	25	6,0	0,3418	52,78	0,299	15,0
1,04	0,1893	0,90	25	6,0	0,1893	52,78	0,299	15,0
1,05	0,0920	0,90	25	6,0	0,0920	52,78	0,299	15,0
1,06	0,0859	0,90	25	6,0	0,0859	52,78	0,299	15,0
1,07	0,0919	0,90	25	6,0	0,0919	52,78	0,299	15,0
1,08	0,0000	0,90	25	6,0	0,3418	52,78	0,299	15,0
1,09	0,0000	0,90	25	6,0	0,1893	52,78	0,299	15,0
1,10	0,0000	0,90	25	6,0	0,5929	52,78	0,299	15,0
1,11	0,1179	0,90	25	6,0	0,8027	52,78	0,299	15,0
1,12	0,2334	0,90	25	6,0	1,3779	52,78	0,299	15,0
1,13	0,0000	0,90	25	6,0	2,0621	52,78	0,299	15,0
1,14	0,1755	0,90	25	6,0	2,2376	52,78	0,299	15,0
1,15	0,1819	0,90	25	6,0	0,1819	52,78	0,299	15,0
1,16	0,2455	0,90	25	6,0	0,7425	52,78	0,299	15,0
1,17	0,0000	0,90	25	6,0	0,9244	52,78	0,299	15,0
1,18	0,0667	0,90	25	6,0	0,9911	52,78	0,299	15,0
1,19	0,2351	0,90	25	6,0	1,2262	52,78	0,299	15,0

VASCA V1		Caratteristiche schematiche del bacino afferente						
Rami della rete di drenaggio	Superficie direttamente afferente	Coeff. di deflusso (ramo)	Pendenza bacino (ramo)	Volume piccoli invasi	Superficie afferente totale	Parametri curva possib. pluviometrica sul bacino tot.		Durata pioggia di progetto
descrizione	S [ha]	ϕ [-]	s [%o]	w0 [mm]	S _T [ha]	a [mm/h ⁿ]	n [-]	tp [min]
1,20	0,4970	0,90	25	6,0	0,4970	52,78	0,299	15,0
1,21	0,2257	0,90	25	6,0	0,5070	52,78	0,299	15,0
1,22	0,0000	-	-	-	3,4638	52,78	0,299	15,0

Tabella 7 - Schematizzazione della rete di drenaggio e caratteristiche del bacino afferente – Vasca V1.

VASCA V2		Schematizzazione della rete di drenaggio				
Rami della rete di drenaggio	Lunghezza tratto	Pendenza longitudinale	Sezione canaletta o tubazione	Dimensione principale	Materiale canaletta o tubazione	Coefficiente scabrezza
descrizione	L [m]	i [%o]		D [mm]		c [m ^{1/3} /s]
2,01	284,00	2,90	circolare	450	acciaio	100
2,02	124,00	7,90	circolare	500	cls	70
2,03	11,00	5,00	circolare	500	cls	70
2,04	157,00	7,90	circolare	600	cls	70
2,05	19,00	5,00	circolare	600	cls	70
2,06	121,00	12,10	circolare	400	cls	70
2,07	40,00	16,20	circolare	400	cls	70
2,08	13,00	5,00	circolare	400	cls	70
2,09	18,00	5,00	circolare	500	cls	70
2,10	308,00	16,20	trapezia	500	cls	70
2,11	35,00	33,20	circolare	300	acciaio	100
2,12	11,00	5,00	circolare	400	cls	70
2,13	50,00	5,00	trapezia	500	cls	70
2,14	96,00	5,00	trapezia	500	cls	70
2,15	36,00	33,20	circolare	300	acciaio	100
2,16	52,00	33,20	circolare	400	cls	70
2,17	34,00	5,00	circolare	400	cls	70
2,18	400,00	3,35	circolare	450	acciaio	100
2,19	243,00	24,40	circolare	600	cls	70
2,20	8,00	20,00	circolare	600	cls	70
2,21	79,00	5,00	trapezia	500	cls	70
2,22	264,00	5,00	trapezia	500	cls	70
2,23	10,00	15,00	circolare	800	acciaio	100

VASCA V2		Caratteristiche schematiche del bacino afferente						
Rami della rete di drenaggio	Superficie direttamente afferente	Coeff. di deflusso (ramo)	Pendenza bacino (ramo)	Volume piccoli invasi	Superficie afferente totale	Parametri curva possib. pluviometrica sul bacino tot.		Durata pioggia di progetto
descrizione	S [ha]	ϕ [-]	s [%o]	w0 [mm]	S _T [ha]	a [mm/h ⁿ]	n [-]	tp [min]
2,01	0,3335	0,90	25	6,0	0,3335	52,78	0,299	15,0

VASCA V2		Caratteristiche schematiche del bacino afferente						
Rami della rete di drenaggio	Superficie direttamente afferente	Coeff. di deflusso (ramo)	Pendenza bacino (ramo)	Volume piccoli invasi	Superficie afferente totale	Parametri curva possib. pluviometrica sul bacino tot.		Durata pioggia di progetto
descrizione	S [ha]	ϕ [-]	s [‰]	w0 [mm]	S _T [ha]	a [mm/h ⁿ]	n [-]	tp [min]
2,02	0,2194	0,90	25	6,0	0,5529	52,78	0,299	15,0
2,03	0,0000	0,90	25	6,0	0,5529	52,78	0,299	15,0
2,04	0,2035	0,90	25	6,0	0,7564	52,78	0,299	15,0
2,05	0,0000	0,90	25	6,0	0,7564	52,78	0,299	15,0
2,06	0,0849	0,90	25	6,0	0,0849	52,78	0,299	15,0
2,07	0,0451	0,90	25	6,0	0,0451	52,78	0,299	15,0
2,08	0,0000	0,90	25	6,0	0,1300	52,78	0,299	15,0
2,09	0,0000	0,90	25	6,0	0,4985	52,78	0,299	15,0
2,10	0,3685	0,90	25	6,0	0,3685	52,78	0,299	15,0
2,11	0,0537	0,90	25	6,0	0,0537	52,78	0,299	15,0
2,12	0,0000	0,90	25	6,0	0,0537	52,78	0,299	15,0
2,13	0,0820	0,90	25	6,0	0,1357	52,78	0,299	15,0
2,14	0,1212	0,90	25	6,0	1,3434	52,78	0,299	15,0
2,15	0,0405	0,90	25	6,0	0,0405	52,78	0,299	15,0
2,16	0,0595	0,90	25	6,0	0,1000	52,78	0,299	15,0
2,17	0,0000	0,90	25	6,0	0,1000	52,78	0,299	15,0
2,18	0,4970	0,90	25	6,0	0,4970	52,78	0,299	15,0
2,19	0,5994	0,90	25	6,0	1,0964	52,78	0,299	15,0
2,20	0,0000	0,90	25	6,0	1,0964	52,78	0,299	15,0
2,21	0,1719	0,90	25	6,0	1,2683	52,78	0,299	15,0
2,22	0,4880	0,90	25	6,0	0,7237	52,78	0,299	15,0
2,23	0,0000	0,90	25	6,0	3,3681	52,78	0,299	15,0

Tabella 8 - Schematizzazione della rete di drenaggio e caratteristiche del bacino afferente – Vasca V2.

VASCA V3		Schematizzazione della rete di drenaggio				
Rami della rete di drenaggio	Lunghezza tratto	Pendenza longitudinale	Sezione canaletta o tubazione	Dimensione principale	Materiale canaletta o tubazione	Coefficiente scabrezza
descrizione	L [m]	i [‰]		D [mm]		c [m ^{1/3} /s]
3,01	400,00	1,20	circolare	800	cls	70
3.1bis	275,00	10,60	circolare	600	cls	70
3.1ter	325,00	3,30	circolare	800	cls	70
3,02	40,00	5,00	circolare	800	cls	70
3,03	400,00	1,20	circolare	800	cls	70
3.3bis	200,00	10,60	circolare	800	cls	70
3,04	15,00	5,00	circolare	600	cls	70
3,05	115,00	10,60	circolare	800	cls	70
3.05bis	324,00	3,30	circolare	800	cls	70
3,06	13,00	25,00	circolare	800	cls	70

VASCA V3		Schematizzazione della rete di drenaggio				
Rami della rete di drenaggio descrizione	Lunghezza tratto L [m]	Pendenza longitudinale i [%]	Sezione canaletta o tubazione	Dimensione principale D [mm]	Materiale canaletta o tubazione	Coefficiente scabrezza c [m ^{1/3} /s]
3,07	100,00	2,00	circolare	500	cls	70
3,08	3,00	10,00	circolare	800	acciaio	100
3.1cp	100,00	2,00	circolare	500	cls	70

VASCA V3		Caratteristiche schematiche del bacino afferente						
Rami della rete di drenaggio descrizione	Superficie direttamente afferente S [ha]	Coeff. di deflusso (ramo) φ [-]	Pendenza bacino (ramo) s [%]	Volume piccoli invasi w0 [mm]	Superficie afferente totale S _T [ha]	Parametri curva possib. pluviometrica sul bacino tot. a [mm/h ⁿ] n [-]		Durata pioggia di progetto tp [min]
3,01	0,4999	0,90	25	6,0	0,4999	52,78	0,299	15,0
3.1bis	0,4218	0,90	25	6,0	0,9217	52,78	0,299	15,0
3.1ter	0,3817	0,90	25	6,0	1,3034	52,78	0,299	15,0
3,02	0,0000	0,90	25	6,0	1,4529	52,78	0,299	15,0
3,03	0,5283	0,90	25	6,0	0,5283	52,78	0,299	15,0
3.3bis	0,2641	0,90	25	6,0	0,7924	52,78	0,299	15,0
3,04	0,0000	0,90	25	6,0	0,7924	52,78	0,299	15,0
3,05	0,1497	0,90	25	6,0	0,9421	52,78	0,299	15,0
3.05bis	0,4218	0,90	25	6,0	1,3639	52,78	0,299	15,0
3,06	0,0000	0,90	25	6,0	2,8168	52,78	0,299	15,0
3,07	0,1495	0,90	25	6,0	0,1495	52,78	0,299	15,0
3,08	0,0000	0,90	25	6,0	2,9663	52,78	0,299	15,0
3.1cp	0,1495	0,90	25	6,0	0,1495	52,78	0,299	15,0

Tabella 9 - Schematizzazione della rete di drenaggio e caratteristiche del bacino afferente – Vasca V3.

VASCA V4		Schematizzazione della rete di drenaggio				
Rami della rete di drenaggio descrizione	Lunghezza tratto L [m]	Pendenza longitudinale i [%]	Sezione canaletta o tubazione	Dimensione principale D [mm]	Materiale canaletta o tubazione	Coefficiente scabrezza c [m ^{1/3} /s]
4,01	234,00	5,50	circolare	600	cls	70
4,02	286,00	5,50	trapezia	700	cls	70
4,03	12,00	5,00	circolare	600	cls	70
4,04	80,00	5,50	trapezia	700	cls	70
4,05	10,00	5,00	circolare	600	cls	70
4,06	300,00	5,50	trapezia	700	cls	70
4.6bis	200,00	1,20	trapezia	700	cls	70
4,07	33,00	5,00	circolare	800	cls	70
4,08	665,00	4,70	trapezia	700	cls	70
4,09	15,00	5,00	circolare	600	cls	70
4,10	245,00	4,70	trapezia	700	cls	70

VASCA V4		Schematizzazione della rete di drenaggio				
Rami della rete di drenaggio	Lunghezza tratto	Pendenza longitudinale	Sezione canaletta o tubazione	Dimensione principale	Materiale canaletta o tubazione	Coefficiente scabrezza
descrizione	L [m]	i [%o]		D [mm]		c [m ^{1/3} /s]
4,11	12,00	5,00	circolare	800	cls	70
4,12	190,00	1,20	trapezia	700	cls	70
4,13	3,00	5,00	circolare	800	acciaio	100

VASCA V4		Caratteristiche schematiche del bacino afferente						
Rami della rete di drenaggio	Superficie direttamente afferente	Coeff. di deflusso (ramo)	Pendenza bacino (ramo)	Volume piccoli invasi	Superficie afferente totale	Parametri curva possib. pluviometrica sul bacino tot.		Durata pioggia di progetto
descrizione	S [ha]	ϕ [-]	s [%o]	w0 [mm]	S _T [ha]	a [mm/h ⁿ]	n [-]	tp [min]
4,01	0,3042	0,90	25	6,0	0,3042	52,46	0,311	15,0
4,02	0,3853	0,90	25	6,0	0,6895	52,46	0,311	15,0
4,03	0,0000	0,90	25	6,0	0,6895	52,46	0,311	15,0
4,04	0,1049	0,90	25	6,0	0,7944	52,46	0,311	15,0
4,05	0,0000	0,90	25	6,0	0,7944	52,46	0,311	15,0
4,06	0,3942	0,90	25	6,0	1,1886	52,46	0,311	15,0
4.6bis	0,2628	0,90	25	6,0	1,4514	52,46	0,311	15,0
4,07	0,0000	0,90	25	6,0	1,4514	52,46	0,311	15,0
4,08	0,9270	0,90	25	6,0	0,9270	52,46	0,311	15,0
4,09	0,0000	0,90	25	6,0	0,9270	52,46	0,311	15,0
4,10	0,3195	0,90	25	6,0	1,2465	52,46	0,311	15,0
4,11	0,0000	0,90	25	6,0	1,2465	52,46	0,311	15,0
4,12	0,2686	0,90	25	6,0	1,5151	52,46	0,311	15,0
4,13	0,0000	0,90	25	6,0	2,9665	52,46	0,311	15,0

Tabella 10 - Schematizzazione della rete di drenaggio e caratteristiche del bacino afferente – Vasca V4.

VASCA V5		Schematizzazione della rete di drenaggio				
Rami della rete di drenaggio	Lunghezza tratto	Pendenza longitudinale	Sezione canaletta o tubazione	Dimensione principale	Materiale canaletta o tubazione	Coefficiente scabrezza
descrizione	L [m]	i [%o]		D [mm]		c [m ^{1/3} /s]
5,01	650,00	2,00	circolare	800	cls	70
5,02	26,00	5,00	circolare	800	cls	70
5,03	650,00	2,00	circolare	800	cls	70
5,04	5,00	5,00	circolare	800	acciaio	100

VASCA V5		Caratteristiche schematiche del bacino afferente						
Rami della rete di drenaggio	Superficie direttamente afferente	Coeff. di deflusso (ramo)	Pendenza bacino (ramo)	Volume piccoli invasi	Superficie afferente totale	Parametri curva possib. pluviometrica sul bacino tot.		Durata pioggia di progetto
descrizione	S [ha]	ϕ [-]	s [%o]	w0 [mm]	S _T [ha]	a [mm/h ⁿ]	n [-]	tp [min]
5,01	0,8450	0,90	25	6,0	0,8450	52,46	0,311	15,0
5,02	0,0000	0,90	25	6,0	0,8450	52,46	0,311	15,0
5,03	0,8450	0,90	25	6,0	0,8450	52,46	0,311	15,0
5,04	0,0000	0,90	25	6,0	1,6900	52,46	0,311	15,0

Tabella 11 - Schematizzazione della rete di drenaggio e caratteristiche del bacino afferente – Vasca V5.

VASCA V6		Schematizzazione della rete di drenaggio				
Rami della rete di drenaggio	Lunghezza tratto	Pendenza longitudinale	Sezione canaletta o tubazione	Dimensione principale	Materiale canaletta o tubazione	Coefficiente scabrezza
descrizione	L [m]	i [%o]		D [mm]		c [m ^{1/3} /s]
6,01	490,00	2,00	circolare	450	acciaio	100
6,02	75,00	2,00	circolare	600	cls	70
6.2bis	125,00	12,20	circolare	600	cls	70
6,03	13,00	5,00	circolare	600	cls	70
6,04	470,00	12,20	circolare	600	cls	70
6,05	180,00	0,30	circolare	600	cls	70
6,06	13,00	5,00	circolare	800	cls	70
6,07	490,00	2,00	circolare	450	acciaio	100
6,08	75,00	2,00	circolare	600	cls	70
6.8bis	595,00	12,20	circolare	600	cls	70
6,09	180,00	0,30	circolare	600	cls	70
6,10	15,00	5,00	circolare	800	acciaio	100

VASCA V6		Caratteristiche schematiche del bacino afferente						
Rami della rete di drenaggio	Superficie direttamente afferente	Coeff. di deflusso (ramo)	Pendenza bacino (ramo)	Volume piccoli invasi	Superficie afferente totale	Parametri curva possib. pluviometrica sul bacino tot.		Durata pioggia di progetto
descrizione	S [ha]	ϕ [-]	s [%o]	w0 [mm]	S _T [ha]	a [mm/h ⁿ]	n [-]	tp [min]
6,01	0,5880	0,90	25	6,0	0,5880	52,46	0,311	20,0
6,02	0,1113	0,90	25	6,0	0,6993	52,46	0,311	20,0
6.2bis	0,1643	0,90	25	6,0	0,8636	52,46	0,311	20,0
6,03	0,0000	0,90	25	6,0	0,8636	52,46	0,311	20,0
6,04	0,6132	0,90	25	6,0	1,4768	52,46	0,311	20,0
6,05	0,2354	0,90	25	6,0	0,2354	52,46	0,311	20,0
6,06	0,0000	0,90	25	6,0	1,7122	52,46	0,311	20,0
6,07	0,5880	0,90	25	6,0	0,5880	52,46	0,311	20,0
6,08	0,1113	0,90	25	6,0	0,6993	52,46	0,311	20,0
6.8bis	0,7734	0,90	25	6,0	1,4727	52,46	0,311	20,0
6,09	0,2324	0,90	25	6,0	0,2324	52,46	0,311	20,0

VASCA V6		Caratteristiche schematiche del bacino afferente						
Rami della rete di drenaggio	Superficie direttamente afferente	Coeff. di deflusso (ramo)	Pendenza bacino (ramo)	Volume piccoli invasi	Superficie afferente totale	Parametri curva possib. pluviometrica sul bacino tot.		Durata pioggia di progetto
descrizione	S [ha]	ϕ [-]	s [‰]	w0 [mm]	S _T [ha]	a [mm/h ⁿ]	n [-]	tp [min]
6,10	0,0000	0,90	25	6,0	3,4173	52,46	0,311	20,0

Tabella 12 - Schematizzazione della rete di drenaggio e caratteristiche del bacino afferente – Vasca V6.

VASCA V7		Schematizzazione della rete di drenaggio				
Rami della rete di drenaggio	Lunghezza tratto	Pendenza longitudinale	Sezione canaletta o tubazione	Dimensione principale	Materiale canaletta o tubazione	Coefficiente scabrezza
descrizione	L [m]	i [‰]		D [mm]		c [m ^{1/3} /s]
7,01	870,00	2,90	circolare	800	cls	70
7,02	13,00	5,00	circolare	800	cls	70
7,03	870,00	2,90	circolare	800	cls	70
7,04	13,00	5,00	circolare	800	acciaio	100

VASCA V7		Caratteristiche schematiche del bacino afferente						
Rami della rete di drenaggio	Superficie direttamente afferente	Coeff. di deflusso (ramo)	Pendenza bacino (ramo)	Volume piccoli invasi	Superficie afferente totale	Parametri curva possib. pluviometrica sul bacino tot.		Durata pioggia di progetto
descrizione	S [ha]	ϕ [-]	s [‰]	w0 [mm]	S _T [ha]	a [mm/h ⁿ]	n [-]	tp [min]
7,01	1,1881	0,90	25	6,0	1,1881	53,08	0,319	15,0
7,02	0,0000	0,90	25	6,0	1,1881	53,08	0,319	15,0
7,03	1,2354	0,90	25	6,0	1,2354	53,08	0,319	15,0
7,04	0,0000	0,90	25	6,0	2,4235	53,08	0,319	15,0

Tabella 13 - Schematizzazione della rete di drenaggio e caratteristiche del bacino afferente – Vasca V7.

VASCA V8		Schematizzazione della rete di drenaggio					
Rami della rete di drenaggio	Lunghezza tratto	Pendenza longitudinale	Sezione canaletta o tubazione	Dimensione principale	Materiale canaletta o tubazione	Coefficiente scabrezza	
descrizione	L [m]	i [‰]		D [mm]		c [m ^{1/3} /s]	
8,01	860,00	1,40	circolare	800	cls	70	
8,02	430,00	2,90	circolare	600	cls	70	
8,03	13,00	5,00	circolare	800	cls	70	
8,04	294,00	1,40	circolare	500	cls	70	
8,05	13,00	5,00	circolare	600	cls	70	
8,06	566,00	1,40	circolare	800	cls	70	
8,07	430,00	2,90	circolare	600	cls	70	
8,08	13,00	5,00	circolare	800	acciaio	100	

VASCA V8		Caratteristiche schematiche del bacino afferente						
Rami della rete di drenaggio	Superficie direttamente afferente	Coeff. di deflusso (ramo)	Pendenza bacino (ramo)	Volume piccoli invasi	Superficie afferente totale	Parametri curva possib. pluviometrica sul bacino tot.		Durata pioggia di progetto
descrizione	S [ha]	ϕ [-]	s [‰]	w0 [mm]	S _T [ha]	a [mm/h ⁿ]	n [-]	tp [min]
8,01	1,0670	0,90	25	6,0	1,0670	53,08	0,319	15,0
8,02	0,5200	0,90	25	6,0	0,5200	53,08	0,319	15,0
8,03	0,0000	0,90	25	6,0	1,5870	53,08	0,319	15,0
8,04	0,3178	0,90	25	6,0	0,3178	53,08	0,319	15,0
8,05	0,0000	0,90	25	6,0	0,3178	53,08	0,319	15,0
8,06	0,7517	0,90	25	6,0	1,0695	53,08	0,319	15,0
8,07	0,5200	0,90	25	6,0	0,5200	53,08	0,319	15,0
8,08	0,0000	0,90	25	6,0	3,1765	53,08	0,319	15,0

Tabella 14 - Schematizzazione della rete di drenaggio e caratteristiche del bacino afferente – Vasca V8.

VASCA V9		Schematizzazione della rete di drenaggio				
Rami della rete di drenaggio	Lunghezza tratto	Pendenza longitudinale	Sezione canaletta o tubazione	Dimensione principale	Materiale canaletta o tubazione	Coefficiente scabrezza
descrizione	L [m]	i [‰]		D [mm]		c [m ^{1/3} /s]
9,01	250,00	19,40	circolare	400	cls	70
9.1bis	990,00	1,40	circolare	1.000	cls	70
9,03	92,00	19,40	circolare	400	cls	70
9,04	13,00	5,00	circolare	400	cls	70
9,05	158,00	19,40	circolare	400	cls	70
9.5bis	990,00	1,40	circolare	1.000	cls	70
9,02	13,00	5,00	circolare	1.000	cls	70
9,06	26,00	5,00	circolare	1.000	cls	70

VASCA V9		Caratteristiche schematiche del bacino afferente						
Rami della rete di drenaggio	Superficie direttamente afferente	Coeff. di deflusso (ramo)	Pendenza bacino (ramo)	Volume piccoli invasi	Superficie afferente totale	Parametri curva possib. pluviometrica sul bacino tot.		Durata pioggia di progetto
descrizione	S [ha]	ϕ [-]	s [‰]	w0 [mm]	S _T [ha]	a [mm/h ⁿ]	n [-]	tp [min]
9,01	0,3264	0,90	25	6,0	0,3264	53,08	0,319	20,0
9.1bis	1,4165	0,90	25	6,0	1,7429	53,08	0,319	20,0
9,03	0,1194	0,90	25	6,0	0,1194	53,08	0,319	20,0
9,04	0,0000	0,90	25	6,0	0,1194	53,08	0,319	20,0
9,05	0,2061	0,90	25	6,0	0,3255	53,08	0,319	20,0
9.5bis	1,2906	0,90	25	6,0	1,6161	53,08	0,319	20,0
9,02	0,0000	0,90	25	6,0	1,7429	53,08	0,319	20,0
9,06	0,0000	0,90	25	6,0	3,3590	53,08	0,319	20,0

Tabella 15 - Schematizzazione della rete di drenaggio e caratteristiche del bacino afferente – Vasca V9.

I coefficienti di deflusso sono stati assunti in base alle caratteristiche di permeabilità delle superfici scolanti di ciascun tratto di autostrada; in particolare per le superfici pavimentate costituite da asfalto drenante, è stato assunto un coefficiente di deflusso pari a 0.90 mentre per quelle di scarpata (a verde) 0.30.

La durata della pioggia di progetto è stato assunto pari a 15 minuti, ad eccezione delle vasche V6 e V9, per le quali è stato impiegato un tempo di 20 minuti, a causa della lunghezza della tratta autostradale di competenza di quasi 1200 m.

4.1.2 Risultati ottenuti

Nelle tabelle di seguito esposte vengono illustrati i risultati della verifica e del dimensionamento delle canalizzazioni di drenaggio per ciascuna direttrice di deflusso. Le opere di canalizzazione sono state considerate adeguate idraulicamente quando il loro riempimento, per la portata di progetto, si mantiene inferiore o uguale al 70%. Solo in alcuni isolati casi (tubazioni staffate ai viadotti, tratti terminali delle reti afferenti alle vasche) è stato ritenuto adeguato anche un riempimento maggiore in ragione delle esigenze realizzative della rete di drenaggio.

VASCA V1		Portate massime di progetto e verifica idraulica della rete					
Rami della rete descrizione	Sezione canaletta o tubazione	Dimensione principale D [mm]	Portata di progetto Q [m ³ /s]	Tirante idrico y [mm]	Grado di riempimento R [%]	Velocità media v [m/s]	Numero di Froude Fr [-]
1,01	circolare	450	0,116	243	54,0%	1,33	0,94
1,02	circolare	600	0,238	288	48,0%	1,77	1,16
1,03	circolare	400	0,119	160	40,0%	2,54	2,26
1,04	circolare	400	0,066	116	29,0%	2,18	2,29
1,05	circolare	400	0,032	80	20,0%	1,79	2,25
1,06	circolare	400	0,030	100	25,0%	1,22	1,38
1,07	circolare	400	0,032	104	26,0%	1,23	1,38
1,08	circolare	500	0,119	245	49,0%	1,25	0,90
1,09	circolare	400	0,066	196	49,0%	1,08	0,86
1,10	circolare	600	0,206	306	51,0%	1,42	0,92
1,11	circolare	800	0,279	376	47,0%	1,20	0,69
1,12	circolare	800	0,476	328	41,0%	2,45	1,52
1,13	circolare	800	0,707	352	44,0%	3,32	1,97
1,14	circolare	800	0,766	496	62,0%	2,34	1,13
1,15	circolare	400	0,063	108	27,0%	2,32	2,60
1,16	circolare	600	0,258	402	67,0%	1,28	0,67
1,17	circolare	600	0,321	408	68,0%	1,57	0,82
1,18	circolare	600	0,344	258	43,0%	2,96	2,08
1,19	circolare	800	0,424	528	66,0%	1,21	0,55
1,20	circolare	450	0,173	306	68,0%	1,50	0,91
1,21	circolare	400	0,177	204	51,0%	2,74	2,18
1,22	circolare	800	1,170	632	79,0%	2,75	1,08

Tabella 16 - Portate massime di progetto e verifica idraulica della rete – Vasca V1.

VASCA V2		Portate massime di progetto e verifica idraulica della rete					
Rami della rete	Sezione canaletta o tubazione	Dimensione principale	Portata di progetto	Tirante idrico	Grado di riempimento	Velocità media	Numero di Froude
descrizione		D [mm]	Q [m³/s]	y [mm]	R [%]	v [m/s]	Fr [-]
2,01	circolare	450	0,116	243	54,0%	1,33	0,94
2,02	circolare	500	0,192	285	57,0%	1,66	1,08
2,03	circolare	500	0,192	335	67,0%	1,38	0,80
2,04	circolare	600	0,263	306	51,0%	1,81	1,15
2,05	circolare	600	0,263	354	59,0%	1,51	0,88
2,06	circolare	400	0,030	100	25,0%	1,21	1,39
2,07	circolare	400	0,016	68	17,0%	1,11	1,57
2,08	circolare	400	0,045	160	40,0%	0,97	0,89
2,09	circolare	500	0,174	310	62,0%	1,36	0,83
2,10	trapezia	500	0,128	118	38,7%	1,77	1,78
2,11	circolare	300	0,019	57	19,0%	2,00	3,10
2,12	circolare	400	0,019	100	25,0%	0,76	0,90
2,13	trapezia	500	0,047	90	10,6%	0,89	0,96
2,14	trapezia	500	0,464	335	55,9%	1,66	1,08
2,15	circolare	300	0,014	48	16,0%	1,93	3,05
2,16	circolare	400	0,035	84	21,0%	1,82	2,29
2,17	circolare	400	0,035	136	34,0%	0,93	0,90
2,18	circolare	450	0,173	306	68,0%	1,50	0,91
2,19	circolare	600	0,380	276	46,0%	3,00	2,06
2,20	circolare	600	0,380	288	48,0%	2,83	1,85
2,21	trapezia	500	0,439	325	53,6%	1,64	1,08
2,22	trapezia	500	0,252	240	35,5%	1,42	1,05
2,23	circolare	800	1,139	416	52,0%	4,31	2,36

Tabella 17 - Portate massime di progetto e verifica idraulica della rete – Vasca V2.

VASCA V3		Portate massime di progetto e verifica idraulica della rete					
Rami della rete	Sezione canaletta o tubazione	Dimensione principale	Portata di progetto	Tirante idrico	Grado di riempimento	Velocità media	Numero di Froude
descrizione		D [mm]	Q [m³/s]	y [mm]	R [%]	v [m/s]	Fr [-]
3,01	circolare	800	0,174	360	45,0%	0,79	0,48
3.1bis	circolare	600	0,320	318	53,0%	2,10	1,32
3.1ter	circolare	800	0,451	464	58,0%	1,49	0,75
3,02	circolare	800	0,501	440	55,0%	1,77	0,94
3,03	circolare	800	0,184	368	46,0%	0,81	0,48
3.3bis	circolare	800	0,275	256	32,0%	1,99	1,47
3,04	circolare	600	0,275	366	61,0%	1,52	0,87
3,05	circolare	800	0,327	280	35,0%	2,09	1,46
3.05bis	circolare	800	0,471	480	60,0%	1,50	0,74
3,06	circolare	800	0,957	400	50,0%	3,81	2,16

VASCA V3		Portate massime di progetto e verifica idraulica della rete					
Rami della rete	Sezione canaletta o tubazione	Dimensione principale	Portata di progetto	Tirante idrico	Grado di riempimento	Velocità media	Numero di Froude
descrizione		D [mm]	Q [m³/s]	y [mm]	R [%]	v [m/s]	Fr [-]
3,07	circolare	500	0,052	200	40,0%	0,71	0,58
3,08	circolare	800	1,006	432	54,0%	3,63	1,91
3.1cp	circolare	500	0,052	200	40,0%	0,71	0,58

Tabella 18 - Portate massime di progetto e verifica idraulica della rete – Vasca V3.

VASCA V4		Portate massime di progetto e verifica idraulica della rete					
Rami della rete	Sezione canaletta o tubazione	Dimensione principale	Portata di progetto	Tirante idrico	Grado di riempimento	Velocità media	Numero di Froude
descrizione		D [mm]	Q [m³/s]	y [mm]	R [%]	v [m/s]	Fr [-]
4,01	circolare	600	0,104	204	34,0%	1,22	1,01
4,02	trapezia	700	0,234	188	15,3%	1,41	1,11
4,03	circolare	600	0,234	330	55,0%	1,47	0,90
4,04	trapezia	700	0,270	203	16,8%	1,48	1,12
4,05	circolare	600	0,270	360	60,0%	1,52	0,87
4,06	trapezia	700	0,402	255	22,4%	1,65	1,14
4.6bis	trapezia	700	0,490	435	45,4%	0,99	0,56
4,07	circolare	800	0,490	432	54,0%	1,77	0,95
4,08	trapezia	700	0,315	233	19,9%	1,45	1,05
4,09	circolare	600	0,315	402	67,0%	1,56	0,83
4,10	trapezia	700	0,422	278	24,9%	1,55	1,06
4,11	circolare	800	0,422	392	49,0%	1,72	0,97
4,12	trapezia	700	0,511	443	46,5%	1,01	0,56
4,13	circolare	800	0,984	544	68,0%	2,70	1,23

Tabella 19 - Portate massime di progetto e verifica idraulica della rete – Vasca V4.

VASCA V5		Portate massime di progetto e verifica idraulica della rete					
Rami della rete	Sezione canaletta o tubazione	Dimensione principale	Portata di progetto	Tirante idrico	Grado di riempimento	Velocità media	Numero di Froude
descrizione		D [mm]	Q [m³/s]	y [mm]	R [%]	v [m/s]	Fr [-]
5,01	circolare	800	0,287	408	51,0%	1,11	0,61
5,02	circolare	800	0,287	320	40,0%	1,53	1,00
5,03	circolare	800	0,287	408	51,0%	1,11	0,61
5,04	circolare	800	0,569	384	48,0%	2,38	1,39

Tabella 20 - Portate massime di progetto e verifica idraulica della rete – Vasca V5.

VASCA V6		Portate massime di progetto e verifica idraulica della rete					
Rami della rete	Sezione canaletta o tubazione	Dimensione principale	Portata di progetto	Tirante idrico	Grado di riempimento	Velocità media	Numero di Froude
descrizione		D [mm]	Q [m³/s]	y [mm]	R [%]	v [m/s]	Fr [-]
6,01	circolare	450	0,164	365	81,0%	1,19	0,61

VASCA V6		Portate massime di progetto e verifica idraulica della rete					
Rami della rete	Sezione canaletta o tubazione	Dimensione principale	Portata di progetto	Tirante idrico	Grado di riempimento	Velocità media	Numero di Froude
descrizione		D [mm]	Q [m³/s]	y [mm]	R [%]	v [m/s]	Fr [-]
6,02	circolare	600	0,195	396	66,0%	0,99	0,53
6.2bis	circolare	600	0,241	258	43,0%	2,07	1,47
6,03	circolare	600	0,241	336	56,0%	1,48	0,89
6,04	circolare	600	0,412	354	59,0%	2,37	1,37
6,05	circolare	600	0,066	360	60,0%	0,37	0,21
6,06	circolare	800	0,477	424	53,0%	1,76	0,95
6,07	circolare	450	0,164	365	81,0%	1,19	0,61
6,08	circolare	600	0,195	396	66,0%	0,99	0,53
6.8bis	circolare	600	0,410	354	59,0%	2,36	1,37
6,09	circolare	600	0,065	354	59,0%	0,37	0,21
6,10	circolare	800	0,942	528	66,0%	2,68	1,25

Tabella 21 - Portate massime di progetto e verifica idraulica della rete – Vasca V6.

VASCA V7		Portate massime di progetto e verifica idraulica della rete					
Rami della rete	Sezione canaletta o tubazione	Dimensione principale	Portata di progetto	Tirante idrico	Grado di riempimento	Velocità media	Numero di Froude
descrizione		D [mm]	Q [m³/s]	y [mm]	R [%]	v [m/s]	Fr [-]
7,01	circolare	800	0,402	456	57,0%	1,36	0,71
7,02	circolare	800	0,402	384	48,0%	1,69	0,97
7,03	circolare	800	0,418	464	58,0%	1,38	0,71
7,04	circolare	800	0,810	472	59,0%	2,63	1,31

Tabella 22 - Portate massime di progetto e verifica idraulica della rete – Vasca V7.

VASCA V8		Portate massime di progetto e verifica idraulica della rete					
Rami della rete	Sezione canaletta o tubazione	Dimensione principale	Portata di progetto	Tirante idrico	Grado di riempimento	Velocità media	Numero di Froude
descrizione		D [mm]	Q [m³/s]	y [mm]	R [%]	v [m/s]	Fr [-]
8,01	circolare	800	0,362	536	67,0%	1,01	0,46
8,02	circolare	600	0,177	330	55,0%	1,11	0,68
8,03	circolare	800	0,535	456	57,0%	1,81	0,93
8,04	circolare	500	0,108	350	70,0%	0,74	0,41
8,05	circolare	600	0,108	210	35,0%	1,23	0,96
8,06	circolare	800	0,363	536	67,0%	1,01	0,46
8,07	circolare	600	0,177	330	55,0%	1,11	0,68
8,08	circolare	800	1,051	568	71,0%	2,75	1,20

Tabella 23 - Portate massime di progetto e verifica idraulica della rete – Vasca V8.

VASCA V9		Portate massime di progetto e verifica idraulica della rete					
Rami della rete	Sezione canaletta o tubazione	Dimensione principale	Portata di progetto	Tirante idrico	Grado di riempimento	Velocità media	Numero di Froude
descrizione		D [mm]	Q [m³/s]	y [mm]	R [%]	v [m/s]	Fr [-]
9,01	circolare	400	0,092	160	40,0%	1,95	1,75
9.1bis	circolare	1.000	0,487	550	55,0%	1,10	0,52
9,03	circolare	400	0,033	96	24,0%	1,44	1,76
9,04	circolare	400	0,033	136	34,0%	0,89	0,90
9,05	circolare	400	0,091	160	40,0%	1,94	1,75
9.5bis	circolare	1.000	0,451	530	53,0%	1,07	0,52
9,02	circolare	1.000	0,487	380	38,0%	1,78	1,04
9,06	circolare	1.000	0,930	550	55,0%	2,10	0,98

Tabella 24 - Portate massime di progetto e verifica idraulica della rete – Vasca V9.

A valle della vasca V6 si diparte una tubazione di scarico per il recapito delle acque di piattaforma al bacino di laminazione e fitodepurazione B4, in calcestruzzo, di diametro 1000 mm e pendenza 0,2%. Sulla stessa linea di scarico si immette anche il contributo di portata afferente alla vasca V5, 880 m più a valle, in corrispondenza di un pozzetto di salto. A valle del pozzetto e in considerazione dell'incremento di portata da convogliare, il diametro della tubazione diventa di 1200 mm, mantenendo costante la livelletta. Lo scarico nel bacino avviene 871 m a valle, dopo aver oltrepassato le rampe dello svincolo di Ivrea.

Le condizioni di verifica sono le seguenti:

scarico V5-V6		Portate massime di progetto e verifica idraulica della rete						
Rami della rete	Sezione tubazione	Dimensione principale	Pendenza longitudinale	Portata di progetto	Tirante idrico	Grado di riempimento	Velocità media	Numero di Froude
descrizione		D [mm]	i [‰]	Q [m³/s]	y [mm]	R [%]	v [m/s]	Fr [-]
Tratto 1 (V6)	circolare	1.000	2,00	0,942	800	80,0%	1,41	0,493
Tratto 2 (V5)	circolare	1.200	2,00	1,511	936	78,0%	1,60	0,52

Tabella 25 - Verifica idraulica della rete di scarico al bacino B4 – Vasche V6 e V5.

Si riportano in Allegato 1 le verifiche idrauliche in moto uniforme di tutte le canalizzazioni costituenti il sistema di drenaggio di piattaforma del tratto autostradale oggetto di studio (cunetta al ciglio nella sezione corrente, cunetta alla francese, cunetta al ciglio in corrispondenza dei viadotti, canaletta ad asola, tubazioni in calcestruzzo e in acciaio, fossi rivestiti a sezione trapezia).

4.1.3 Metodo cinematico per la verifica della capacità di smaltimento del sistema canaletta - cordolo – embrice e dell'interasse degli organi di scarico

Il drenaggio della piattaforma è realizzato per mezzo di una canaletta confinata dal cordolo bituminoso delimitante la piattaforma al ciglio o da apposite canalette ubicate nello spartitraffico nel caso di sezioni in curva, che recapitano, a seconda della livelletta e delle caratteristiche della rete di drenaggio, in inviti opportunamente sagomati per il deflusso negli embrici e di qui nei fossi di guardia, in caditoie su pozzetti collegati da tubazioni o in bocchette di scarico grigliate su tubazioni staffate agli impalcati dei viadotti.

L'espressione che permette di ricavare la portata prodotta da un tratto di piattaforma autostradale è quella del metodo cinematico:

$$Q = \frac{1}{3.6 \cdot 10^6} \varphi A i$$

dove:

- φ = coefficiente di deflusso (assunto pari a 0.90 in modo da tener conto di un ritardo nella generazione della portata per effetto dell'invaso operato dell'asfalto drenante);
- $A_{\text{piattaforma}}$ = area del bacino contribuente (carreggiata autostradale), compreso tra due embrici, scarichi o caditoie successivi;
- i = intensità di pioggia di progetto (Tr25 anni) per evento di durata 15 min.

L'unico tratto autostradale che presenta canalizzazioni rivestite a cielo aperto alimentate da embrici, è quello afferente alla vasca V4 che si trova in area non esondabile (progr. km. 38+900 – 40+000). In tal caso, la portata di pioggia, per raggiungere l'embrice, deve ruscellare nella canaletta realizzata al margine della carreggiata all'interno del "pacchetto" manto di usura – banchina, avente la geometria raffigurata nella figura riportata qui di seguito, e immettersi mediante invito a ventaglio posto esternamente alla carreggiata nell'embrice stesso.

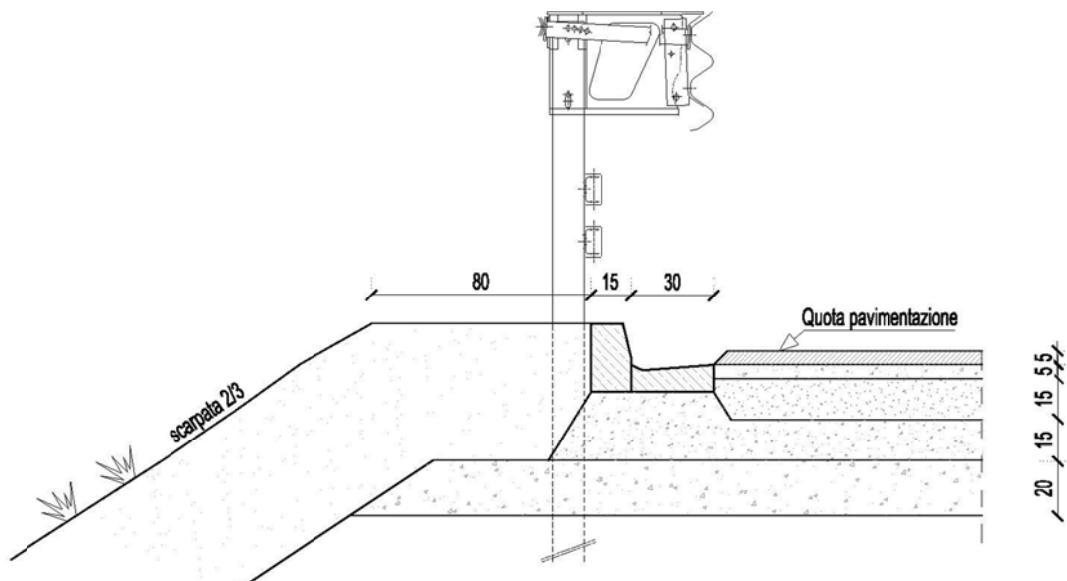


Figura 2 - Schematizzazione della cunetta al ciglio della carreggiata.

Nell'ipotesi di embrici aventi interassi di 20 m, l'applicazione del metodo cinematico per una larghezza media della carreggiata di 13 m, porta a considerare una portata affluente di 8,86 l/s.

Si è applicata la nota formula di Chezy per determinare il livello idrico che si instaura in occasione dell'evento di riferimento nella sezione più critica (quella immediatamente a monte dell'imbocco dell'embrice).

Nell'espressione di Chezy.

$$Q = \chi \cdot \Omega \cdot (R \cdot i_f)^{0.5} \quad \text{con } \chi = C \cdot R^{(1/6)}$$

C	coefficiente di resistenza distribuita secondo Strickler assunto pari a 70 [m ^{1/3} s ⁻¹],
Ω	area bagnata della sezione idraulica [m ²],
R	raggio idraulico [m],
i _f	pendenza del fondo assunta pari al 1,2‰ per il tratto autostradale più gravoso [m/m].

Come si evince dalla scala di deflusso, una portata di 8,86 l/s determina la formazione di un velo d'acqua sul manto di usura che interessa una fascia di asfalto larga meno di 1 m al margine esterno della carreggiata.

Affinché non si instaurino fenomeni di rigurgito della portata e quindi l'innalzamento dei livelli sulla banchina, la portata defluente deve essere smaltita dagli inviti, posti con interasse assegnato. La verifica idraulica del sistema cordolo embrice è stata effettuata schematizzando un "efflusso a stramazzo" all'imbocco sul cordolo e un moto uniforme nella sezione dell'embrice.

La verifica del cordolo è avvenuta applicando la formula dello stramazzo in larga soglia espresso dalla formulazione

$$Q = \mu \cdot L \cdot h \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h} = 0,01811 \text{ (m}^3\text{/s)} = 18,11 \text{ (l/s)}$$

dove le grandezze utilizzate hanno il seguente significato:

- Q: portata defluente (m³/s);
- μ: coefficiente di efflusso pari a 0,385 (-);
- L: luce di efflusso = 0,95 (m), data la geometria dell'imbocco;
- h: carico idraulico che si instaura nel cordolo 0,05 (m);
- g: accelerazione di gravità (m/s²).

Fissando un livello massimo ammissibile del pelo libero nel cordolo all'imbocco dell'embrice pari a 0,05 m (tale da non interessare l'asfalto in superficie), dall'applicazione della formula sopra riportata risulta una portata massima di 18,11 l/s, sempre superiore alle portate effettive defluenti negli embrici (8,86 l/s); pertanto la sezione assegnata all'imbocco degli embrici è tale da garantire un corretto convogliamento delle acque di pioggia senza interessare il piano viabile.

Una metodologia analoga è stata impiegata per determinare gli interassi delle caditoie per le sezioni in rettilineo correnti e in presenza di barriera antirumore, degli scarichi nei pozzetti per le sezioni in curva e delle bocchette di scarico in corrispondenza dei viadotti.

La verifica degli interassi minimi di progetto è stata condotta, per ciascun lotto, secondo i seguenti step successivi:

- determinazione della portata affluente allo scarico in funzione dell'interasse assegnato, della larghezza della carreggiata e dei dati di possibilità climatica;
- individuazione del tratto più critico per le condizioni di deflusso, ovvero di minima pendenza longitudinale della sede stradale per le differenti tipologie di canalizzazione (cunetta al ciglio, cunetta alla francese, canaletta ad asola, cunetta al ciglio su viadotto);
- definizione della capacità di portata delle differenti canalizzazioni per le pendenze minime individuate (cfr. scale di deflusso in moto uniforme in Allegato 1);
- confronto tra la portata affluente per i diversi interassi ipotizzati e la capacità di portata delle canalizzazioni;
- assegnazione dell'interasse minimo degli organi di scarico.

I risultati della procedura sopra descritta e l'individuazione degli interassi minimi per i tratti con condizione di deflusso più gravose sono riportati in Allegato 2.

Relativamente all'ottimizzazione delle reti di drenaggio in funzione degli interassi minimi degli organi di scarico e delle capacità di portata delle canalizzazioni si rimanda infine ai tabulati di verifica riportati in Allegato 3.

4.2 Dimensionamento del sistema di trattamento delle acque di piattaforma e laminazione delle portate di piena

4.2.1 Vasche di trattamento delle acque di prima pioggia

Prima di essere immesse nel corpo recettore, le acque di origine meteorica (estremamente cariche di sostanze inquinanti) devono subire i seguenti trattamenti:

- separazione dei solidi grossolani;
- separazione dei solidi sedimentabili mediante apposito comparto opportunamente dimensionato;
- separazione degli idrocarburi prima dell'immissione nel corpo recettore.

Nell'ottica di un inserimento ambientale dell'infrastruttura volto al rispetto della tutela ambientale del territorio e dei corpi idrici, nel lotto in progetto si prevede di utilizzare un sistema di trattamento in continuo, poiché si prevede il trattamento di tutte le acque di prima pioggia sottese dalla piattaforma stradale, lungo tratti di lunghezza anche rilevante. Tale sistema garantisce una buona efficienza depurativa delle acque anche per portate di seconda pioggia, ma soprattutto è caratterizzato da un funzionamento a gravità, senza l'impiego di organi elettromeccanici automatizzati (sistemi di pompaggio), che richiederebbero un elevato onere in termini di esecuzione impiantistica, gestione e manutenzione.

Le vasche di trattamento delle acque di prima pioggia sono costituite da impianti separatori di idrocarburi prefabbricati in acciaio dotati di:

- scolmatore di piena e by-pass integrati per la deviazione delle portate in ingresso eccedenti quelle trattabili;
- comparto di decantazione per la rimozione dei solidi sedimentabili;
- filtro coalescente lamellare in polipropilene a nido d'ape per l'aggregazione dei liquidi leggeri per facilitarne la flottazione;
- otturatore automatico galleggiante a protezione dell'uscita.

L'impianto prevede uno scomparto scolmatore di piena, uno scomparto di decantazione e uno scomparto di separazione oli con filtro a coalescenza munito di dispositivo di scarico con otturatore a galleggiante mobile opportunamente tarato; tale da impedire la fuoriuscita di oli quando la camera di raccolta è completamente riempita.

Il decantatore è configurato in modo da ottenere un carico idraulico superficiale inferiore a 50 m/h. Il volume utile del decantatore è di 100 litri per l/s trattato ed è tale da condurre ad un tempo di transito superiore ai 190 secondi, tempo sufficiente a consentire la separazione dalle sostanze sedimentabili. Le acque così pretrattate vengono avviate attraverso la sezione di separazione oli, dove subiscono una flottazione delle sostanze leggere. Il sistema è dimensionato per garantire allo scarico un tenore di idrocarburi liberi inferiori a 5 mg/l nelle condizioni di prova previsti dalla norma EN858.

Per consentire di abbattere il carico inquinante, garantendo così il rispetto dei limiti agli scarichi imposti dal Decreto Legislativo n. 152 del 2006, viene impiegato il filtro a coalescenza. Con questo sistema le microparticelle di oli aderiscono ad un particolare materiale coalescente (effetto di assorbimento), che ne determina un incremento delle dimensioni (effetto di coalescenza), risultando così favorita la flottazione in superficie.

In relazione alla manutenzione ordinaria del sistema di depurazione, occorre prevedere ameno un'estrazione semestrale dei liquidi leggeri e ad uno svuotamento annuale dei fanghi. E' necessario tuttavia evidenziare che la frequenza delle operazioni di manutenzione è funzione del carico inquinante a cui il separatore è sottoposto. Le operazioni di manutenzione consistono nella rimozione del solido sedimentato e asportazione degli idrocarburi flottanti, nonché nella pulitura dei filtri a coalescenza con idropulitrice.

Il criterio di dimensionamento delle vasche è basato sul calcolo della portata scolante. Il volume di prima pioggia viene individuato dal prodotto dall'altezza d'acqua di prima pioggia h per l'estensione della superficie scolante raggiunta.

$$V = \phi \cdot S \cdot h \text{ [m}^3\text{]}$$

dove S è l'area [m²] e h l'altezza di pioggia [m] e ϕ indica il coefficiente di deflusso per la superficie considerata (considerato cautelativamente pari a 1).

Le normative vigenti identificano le acque di prima pioggia quelle corrispondenti ad una precipitazione meteorica di 5 mm da cui si ottiene un volume specifico di 50 m³/ha. Considerando che questo volume cada in un tempo di pioggia di 15 min si ottiene la portata da trattare all'interno delle vasche con principio di funzionamento in continuo. Le dimensioni dei separatori di idrocarburi prescelti sono tali da essere in grado di smaltire e trattare una portata in ingresso massima pari a 250 l/s. Le caratteristiche dimensionali delle 9 vasche previste per il tratto autostradale in esame sono riportate nella seguente tabella.

Vasche	Ubicazione	progr. asse pozzetto ingresso (m)	progr. asse piazzola (m)	S (m ²)	V prima pioggia (m ³)	Q prima pioggia (l/s)	Q punta (l/s)	Separatori di idrocarburi	
								TN (l/s)	Q punta smaltibile (l/s)
V1	area interclusa	37100	-	34638	173	192	1170	250	1250
V2	area interclusa	37075	-	33681	168	187	1139	250	1250
V3	piazzola	37870	37835	29663	148	165	1006	200	1000
V4		38900	-	29665	148	165	984	200	1000
V5	piazzola	40000	39965	16900	85	94	569	150	750
V6		40830	-	34173	171	190	942	200	1000
V7	piazzola	42870	42905	24235	121	135	810	200	1000
V8	piazzola	43300	43265	31765	159	176	1051	250	1250
V9	piazzola	44160	44125	33590	168	187	930	250	1250

Tabella 26 - Dimensionamento delle vasche di trattamento delle acque di prima pioggia.

4.2.2 Bacini di biofiltrazione e per l'invaso delle portate di piena (Metodo SCS)

A valle dei separatori di idrocarburi preposti al trattamento delle acque di prima pioggia e nelle aree non esondabili, è prevista la realizzazione di 3 bacini di laminazione e fitodepurazione che raccolgono le acque trattate dalle vasche e la quota parte di portata meteorica relativa all'evento di pioggia di riferimento bypassate dai sistemi di trattamento. In particolare saranno previsti i seguenti bacini:

- B1, ubicata nell'area interclusa individuata dalla rampa E e dalla rampa A, a servizio della vasca V1;
- B2, ubicata nell'area interclusa individuata dalla rampa E e dalla rampa C, a servizio della vasca V2;
- B4, ubicata a sud dello svincolo di Ivrea in direzione Torino, a servizio della vasca V4, che vi recapita direttamente e delle vasche V5 e V6, che scaricano nel bacino mediante una tubazione in cls, di lunghezza circa 870 m per la V5 (DN1200 mm) e di ulteriori 880 m per la V6 (DN 1000 mm).

Al fine di valutare il volume delle vasche di laminazione in funzione della portata di piena affluente, si è applicato il metodo di trasformazione afflussi - deflussi proposto dal Soil Conservation Service.

L'analisi si basa in particolare sui seguenti criteri:

- le precipitazioni intense vengono desunte dalla regionalizzazione descritta in precedenza;
- il tempo di corrivazione viene valutato a partire dai parametri fisiografici delle superfici scolanti, secondo l'espressione empirica specifica del metodo;

La determinazione delle portate prodotte dalla piattaforma autostradale con tempo di ritorno 25 anni è stata effettuata secondo la metodologia esposta al paragrafo 3.2 e i risultati, vasca per vasca, sono riassunti nelle tabelle riportate al paragrafo 4.1.2.

La determinazione del tempo di corrivazione (t_c) per il bacino in esame è stata effettuata a partire dai valori delle caratteristiche fisiografiche ed altimetriche delle aree scolanti in base alla seguente espressione:

$$t_c = 0.057 \frac{L^{0.8} (S + 1)}{\sqrt{y}}$$

con L percorso idraulico (km) e y pendenza delle aree scolanti (m/m).

Il parametro S rappresenta la massima ritenzione del bacino, funzione del tipo e del grado di saturazione del terreno e dell'uso del suolo, la cui espressione risulta:

$$S = \frac{1000}{CN} - 10$$

dove CN è il Runoff Curve Number, coefficiente sperimentale che indica le caratteristiche idrologiche delle superfici scolanti classificate sulla base di valutazioni in merito alla classe di appartenenza del suolo, al tipo di copertura e destinazione d'uso del terreno e alle condizioni di umidità (contenuto d'acqua) del suolo in condizioni naturali. Tale parametro è circa corrispondente al coefficiente di deflusso utilizzato applicando il metodo cinematico.

Assumendo in input i dati pluviometrici e geometrici caratteristici dei bacini afferenti alle vasche in esame e considerando un idrogramma di piena generato da una precipitazione intensa a tempo di ritorno 25 anni con tempo di crescita pari al tempo di corrivazione t_c e tempo di decrescita pari a $2 t_c$, si genera un volume di pioggia di circa 1790 m³ per il bacino B1, di 2850 m³ per il bacino B2 e di 16990 m³ per il bacino B4. I dati e la forma degli idrogrammi sono riportati rispettivamente in Tabella 27 e in Figura 3.

Bacino di laminazione e fitodepurazione	Vasca afferente	a (mm/h ⁿ)	n	L (km)	y (m/m)	tc (h)	T ritardo idrogramma (s)	Q punta (m ³ /s)	V idrogramma (m ³)
bacino B1	V1	52,78	0,299	0,5	0,005	0,463	0	0,716	1783
bacino B2	V2	52,78	0,299	0,5	0,005	0,463	0	1,139	2848
bacino B4	V4	52,46	0,311	1,1	0,004	0,973	0	0,984	5170
bacino B4	V5	52,46	0,311	0,65	0,003	2,332	554	0,569	7165
bacino B4	V6	52,46	0,311	1,17	0,005	0,914	1187	0,942	4649

Tabella 27 - Dimensionamento dei bacini di laminazione e fitodepurazione.

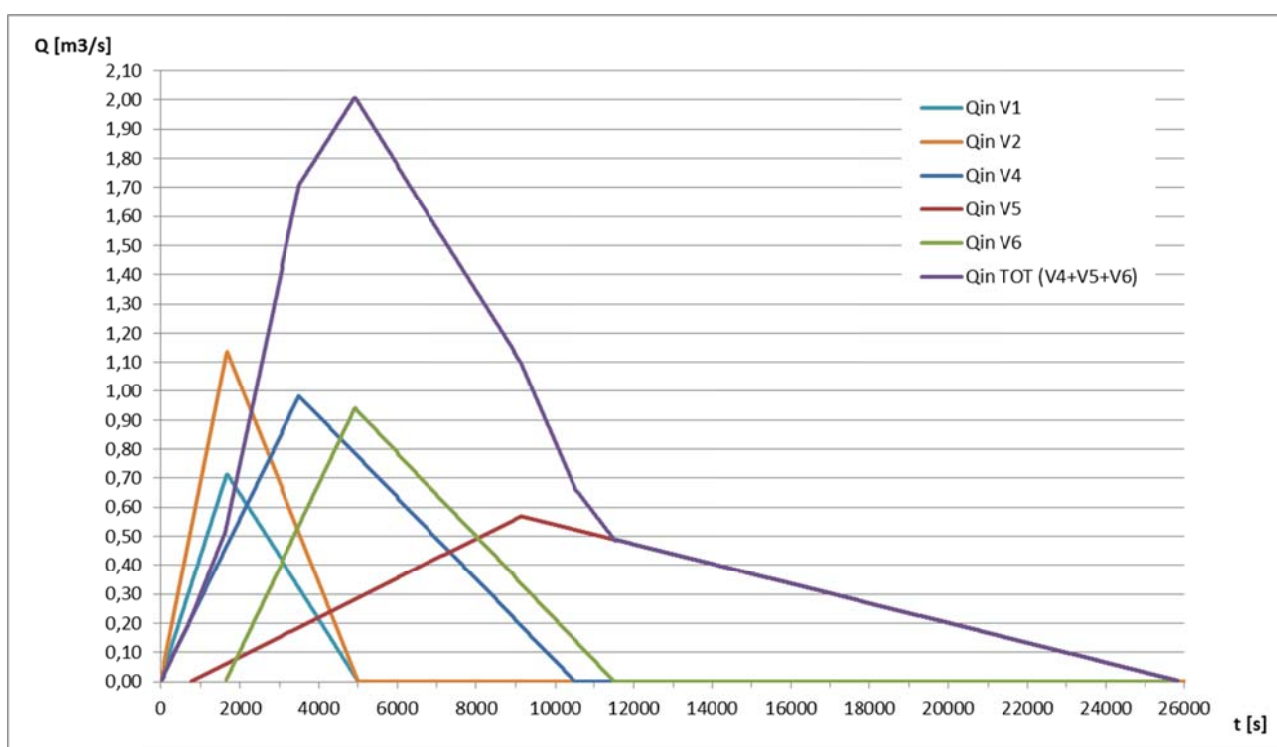


Figura 3 - Idrogrammi a tempo di ritorno 25 anni generati dai bacini afferenti alle vasche V1, V2 e V4, V5, V6.

Si osserva in particolare come, per il bacino B4, gli idrogrammi in uscita dalle vasche V4, V5 e V6 risultino traslati sulla scala dei tempi in funzione della distanza dal punto di scarico della vasca di trattamento considerata al bacino di recapito. I tempi di ritardo dell'idrogramma sono stati calcolati considerando la velocità media a tubo pieno per la distanza da percorrere. L'idrogramma somma dei singoli contributi al bacino B4 presenta un valore di portata $Q_{in\ tot}$ e inizia con il primo contributo generato dalla vasca più vicina V4 e termina quando si esaurisce l'ultimo idrogramma (V5). La forma, non più triangolare come nei casi singoli, è individuata dalla linea viola di Figura 3.

I bacini saranno realizzati in scavo e la loro dimensione sarà tale da contenere interamente il volume di pioggia generato dai bacini elementari di piattaforma afferenti. A tal fine, le vasche in progetto dovranno avere le dimensioni minime indicate nella seguente tabella.

Bacino di laminazione e fitodepurazione	Volume (m ³)	Altezza massimo invaso (m)	Altezza minima da p.c. (m)	Superficie (m ²)	Recapito
bacino B1	1790	1,50	3,10	1200	Borra della Massa (affluente Chiusella)
bacino B2	2850	1,50	3,05	1900	Borra della Massa (affluente Chiusella)
bacino B4	16990	1,50	3,20	11400	Rio Ribes

Tabella 28 - Caratteristiche geometriche dei bacini di laminazione e fitodepurazione.

Sulla base delle informazioni disponibili in relazione alle caratteristiche del sottosuolo in corrispondenza dei siti in cui sono previsti i bacini, si può stimare un coefficiente di permeabilità molto basso che determina una lenta infiltrazione delle acque invasate. Per tale ragione e per motivi di sicurezza nel caso di eventi con tempo di ritorno superiore di quello di progetto o nel caso di eventi con uguale tempo di ritorno, ma che si verificano quando i bacini sono ancora pieni, tutte le vasche saranno dotate di uno scarico di troppo pieno. Tali scarichi sono costituiti da tubazioni in calcestruzzo DN400 mm, dimensionati per una portata di 112 l/s, con quota di fondo scorrevole pari o superiore alla quota di massimo invaso.

La verifica idraulica dei bacini di laminazione è riportata in Allegato 4. Nonostante il dimensionamento delle vasche non lo prevedano a scopo cautelativo, come indicato nel presente paragrafo, l'analisi effettuata tiene conto anche del funzionamento dello scarico di troppo pieno, al fine di valutarne l'effetto in caso di volumi di pioggia in ingresso superiori a quelli generati dall'evento meteorico di riferimento o per eventi successivi ad invaso pieno.

Il trattamento di fitodepurazione ha lo scopo di abbattere il carico di nutrienti (azoto e fosforo) delle acque. Lo scopo è quello di realizzare un biotipo che abbia oltre alla funzione di riqualificazione naturalistica anche quella di creare un'area in grado di ottenere un trattamento qualitativo e quantitativo delle acque.

Si è scelto di fare coincidere i bacini di fitodepurazione con le vasche di laminazione delle portate. La coesistenza dei due sistemi è infatti possibile con gli opportuni accorgimenti. Durante gli eventi meteorici di normale intensità l'area può fungere da bacino di fitodepurazione, mentre durante gli eventi di forte intensità e di lunga durata può fungere da bacino di laminazione. Infatti è più che plausibile che durante quest'ultimi eventi il carico inquinante sia molto diluito e che l'efficacia del trattamento di fitodepurazione sarebbe compromessa.

Per quanto riguarda la stima dell'abbattimento delle sostanze inquinanti in soluzione e che quindi non sono state rimosse per sedimentazione o adsorbimento, si è fatto riferimento ai dati di letteratura di seguito riportati:

- apporto minimo di ossigeno = $4.5 - 9.0 \text{ g/m}^2 \times d$ (Brix, 1994);
- azoto ammoniacale nitrificabile = $0.5 - 1.9 \text{ g N/d}$ (Tanner 1994);
- apporto di C organico da parte delle radici = $0.7 - 1.5 \text{ g/m}^2 \times d$ (Radtke, 1985);
- denitrificazione = variabile (diminuisce drasticamente a $T < 5 \text{ C}^\circ$); il solo apporto di C organico da parte delle radici consente di abbattere circa $0.3 - 0.7 \text{ g N/m}^2 \times d$ (Radtke 1950).

Tenendo conto di tutte le fonti di carbonio organico, il dato più probabile per l'abbattimento di azoto ossidato può essere assunto cautelativamente pari a 2.23 mg N/l (Piatzer 1996).

I bacini verranno fatti colonizzare da macrofite le cui radici saranno in grado di trasferire ossigeno al di sotto della superficie di impregnazione totale con acqua. La phragmites è una canna autoctona molto resistente ed

infestante, in grado di eliminare altre essenze competendo con esse, con il pregio di non richiedere particolare manutenzione.

Il dimensionamento dei bacini di fitodepurazione si basa tutt'ora su criteri di natura semiempirica. Ciò è dovuto alla difficoltà di rappresentare in modo matematico i complessi meccanismi di rimozione degli inquinanti e il ruolo giocato dai fattori ambientali, quali la temperatura.

La portata massima che i bacini di fitodepurazione saranno in grado di trattare sarà pari a circa 50 l/s. A tal proposito, si ricorda che i 3 bacini in progetto sono stati dimensionati nell'ipotesi di invasare interamente l'evento di progetto (Q Tr 25 anni) senza che si attivi lo scarico verso il ricettore finale (scarico troppo pieno).

ALLEGATO 1 - Verifiche idrauliche in moto uniforme
delle canalizzazioni

Scala di deflusso in moto uniforme, sezione generica

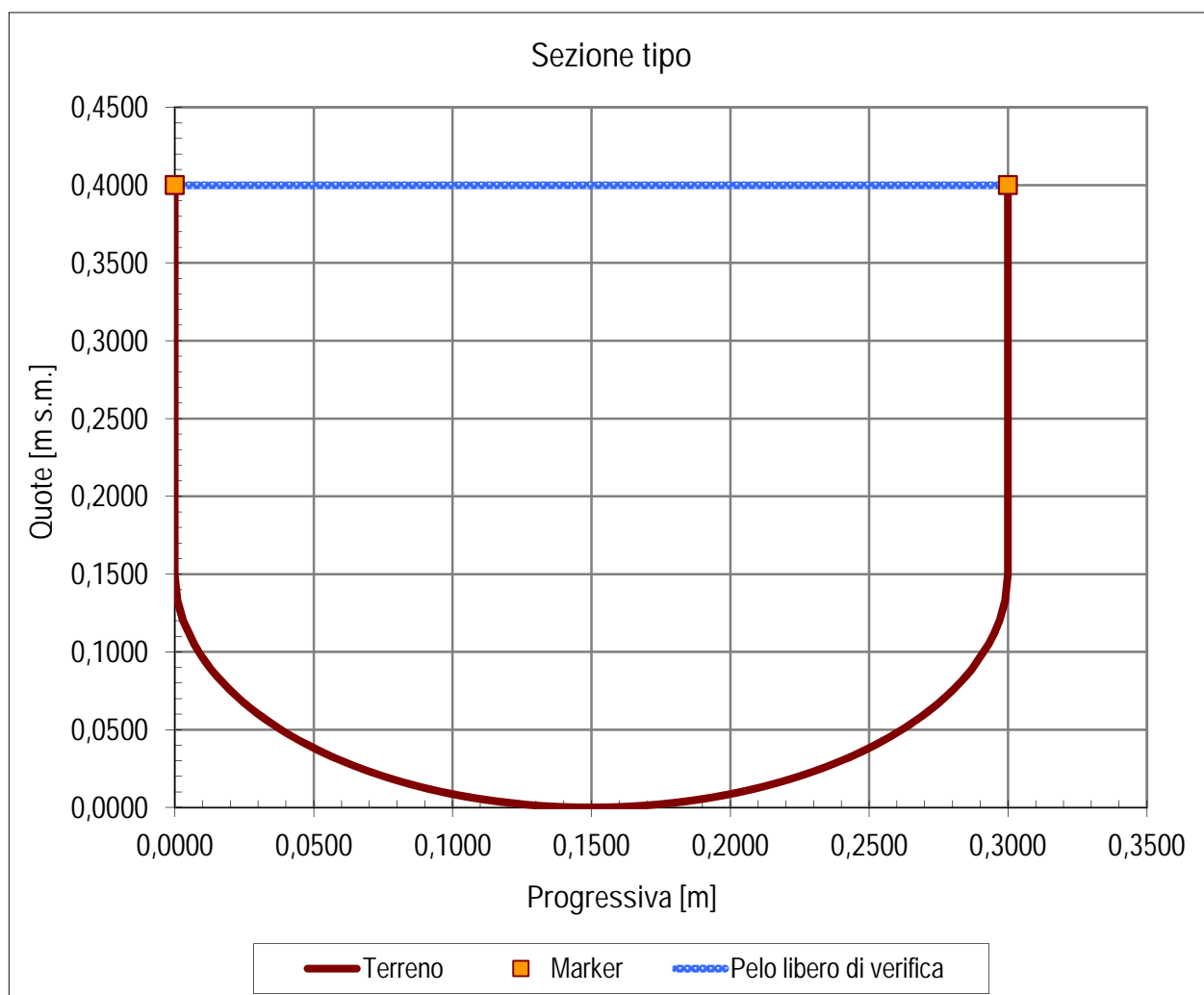
Sezione di verifica: Canaletta ad asola - pendenza 0,03%

Dati geometrici

Livello idrico minimo:	Y_0 [m]	0,00
Livello idrico massimo:	Y_{max} [m]	0,40
Livello idrico di verifica:	Y [m]	0,40
Picchetto di marker sinistro:		1
Picchetto di marker destro:		100
Pendenza longitudinale:	i [%]	0,03%

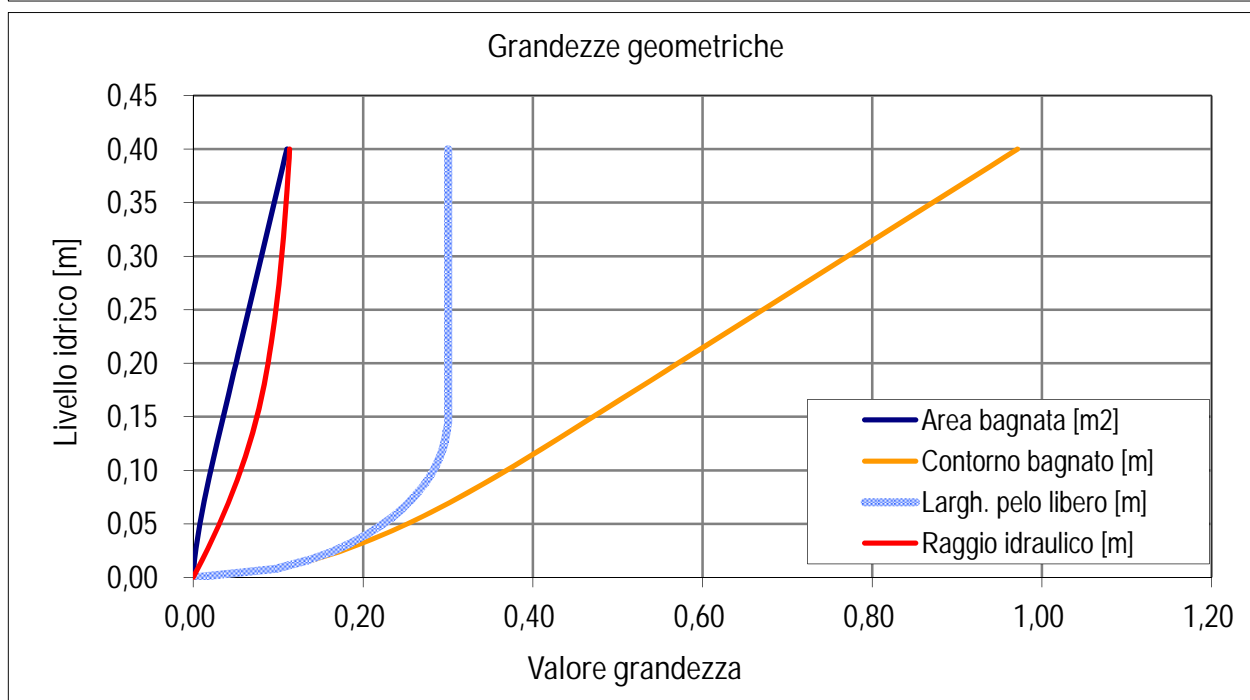
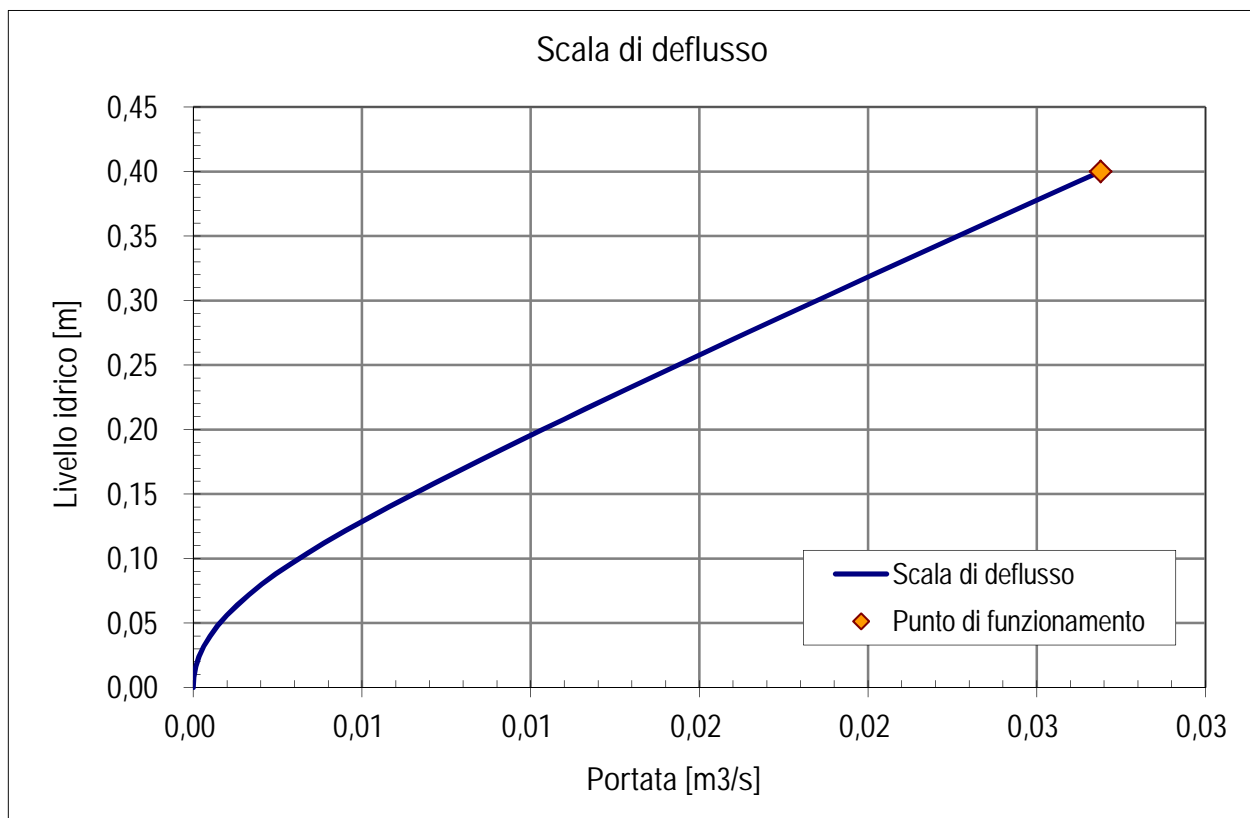
Risultati

Portata massima defluibile:	Q_{max} [m ³ /s]	0,02689
Portata di verifica:	Q [m ³ /s]	0,02689
Riempimento:	r [%]	100,0%
Area bagnata	A [m ²]	0,11
Perimetro bagnato	B [m]	0,97
Larghezza pelo libero	b [m]	0,30
Scabrezza media equivalente:	c' [m ^{1/3} /s]	60,0



Scala di deflusso in moto uniforme, sezione generica

Sezione di verifica: Canaletta ad asola - pendenza 0,03%



Scala di deflusso in moto uniforme, sezione generica

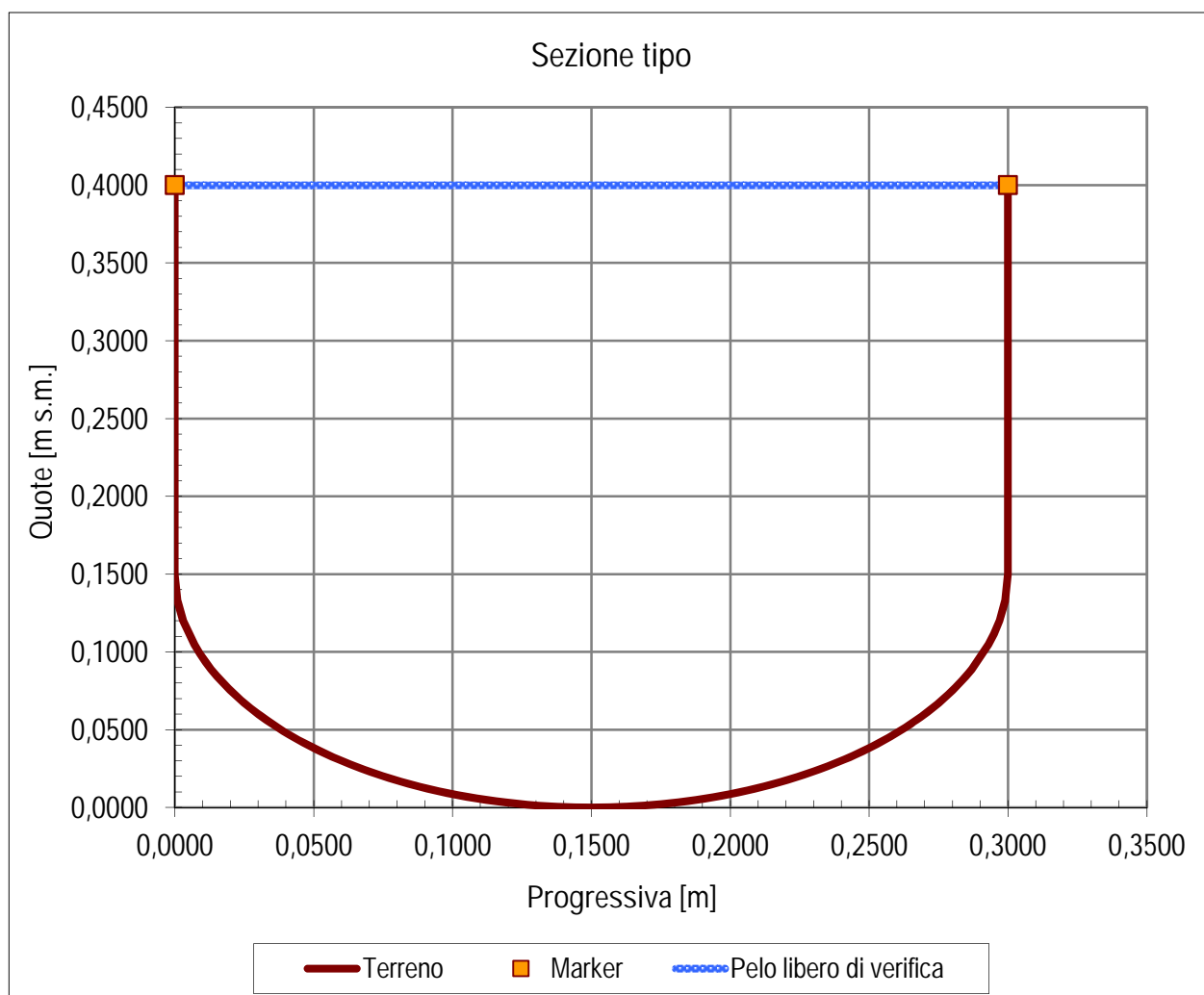
Sezione di verifica: Canaletta ad asola - pendenza 0,14%

Dati geometrici

Livello idrico minimo:	Yo [m]	0,00
Livello idrico massimo:	Ymax [m]	0,40
Livello idrico di verifica:	Y [m]	0,40
Picchetto di marker sinistro:		1
Picchetto di marker destro:		100
Pendenza longitudinale:	i [%]	0,14%

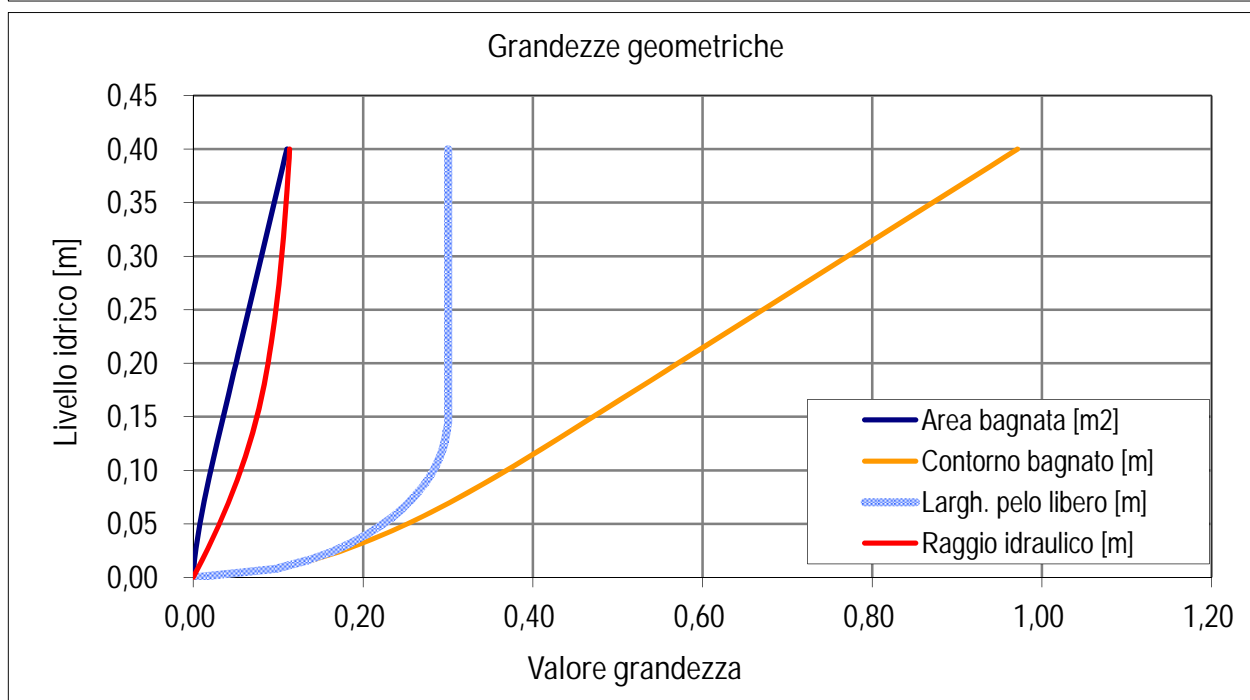
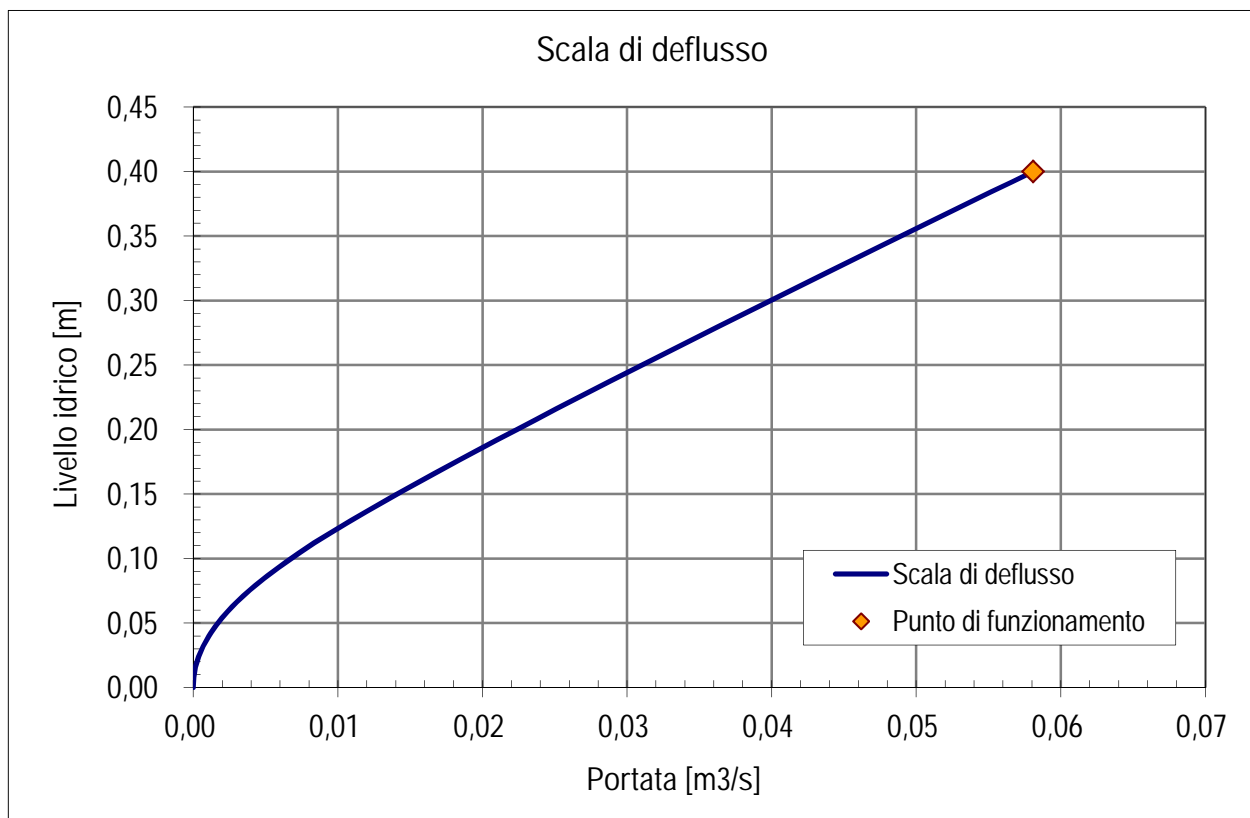
Risultati

Portata massima defluibile:	Q_{max} [m ³ /s]	0,05809
Portata di verifica:	Q [m³/s]	0,05809
Riempimento:	r [%]	100,0%
Area bagnata	A [m ²]	0,11
Perimetro bagnato	B [m]	0,97
Larghezza pelo libero	b [m]	0,30
Scabrezza media equivalente:	c' [m ^{1/3} /s]	60,0



Scala di deflusso in moto uniforme, sezione generica

Sezione di verifica: Canaletta ad asola - pendenza 0,14%



Scala di deflusso in moto uniforme, sezione generica

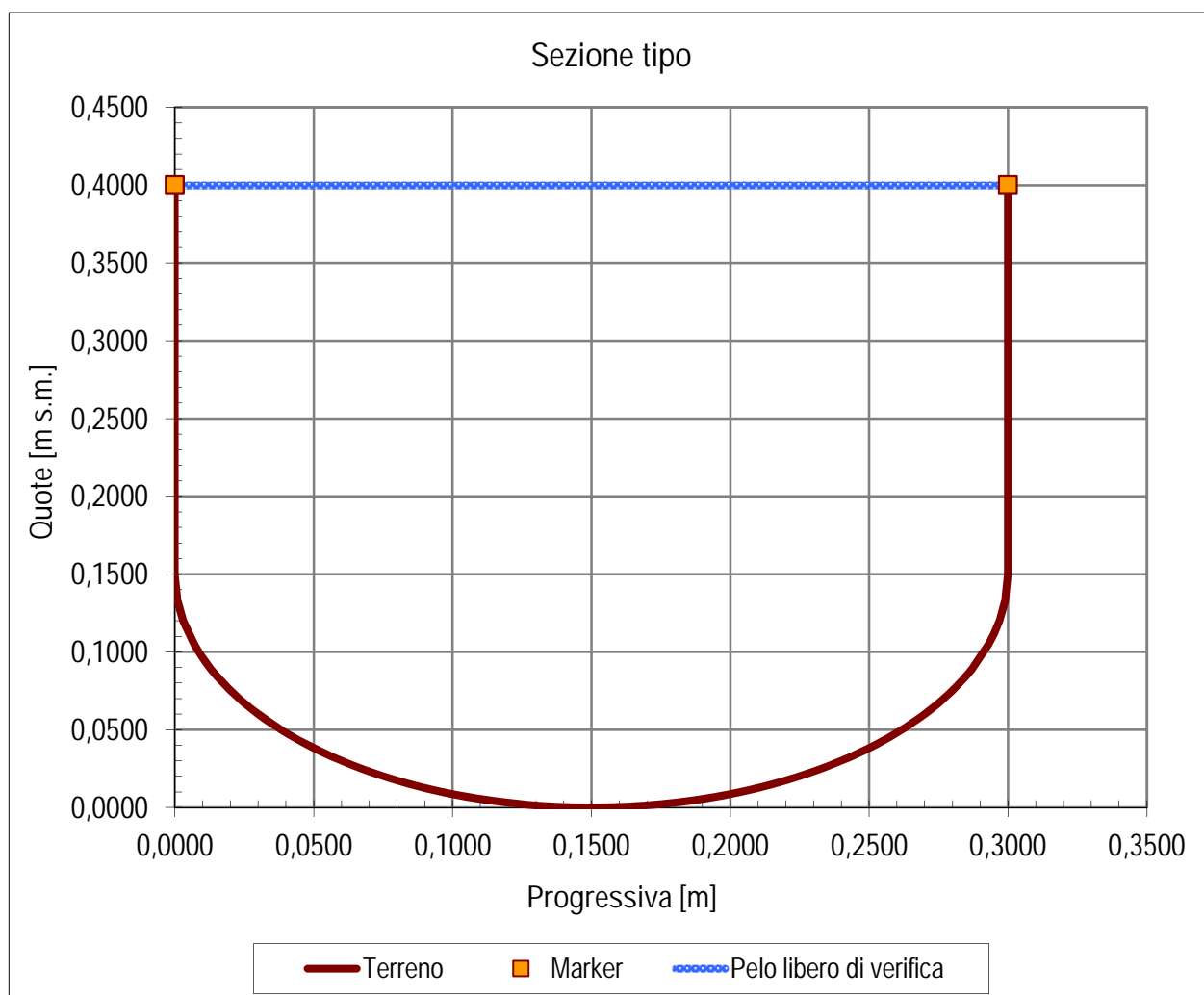
Sezione di verifica: Canaletta ad asola - pendenza 0,33%

Dati geometrici

Livello idrico minimo:	Yo [m]	0,00
Livello idrico massimo:	Ymax [m]	0,40
Livello idrico di verifica:	Y [m]	0,40
Picchetto di marker sinistro:		1
Picchetto di marker destro:		100
Pendenza longitudinale:	i [%]	0,33%

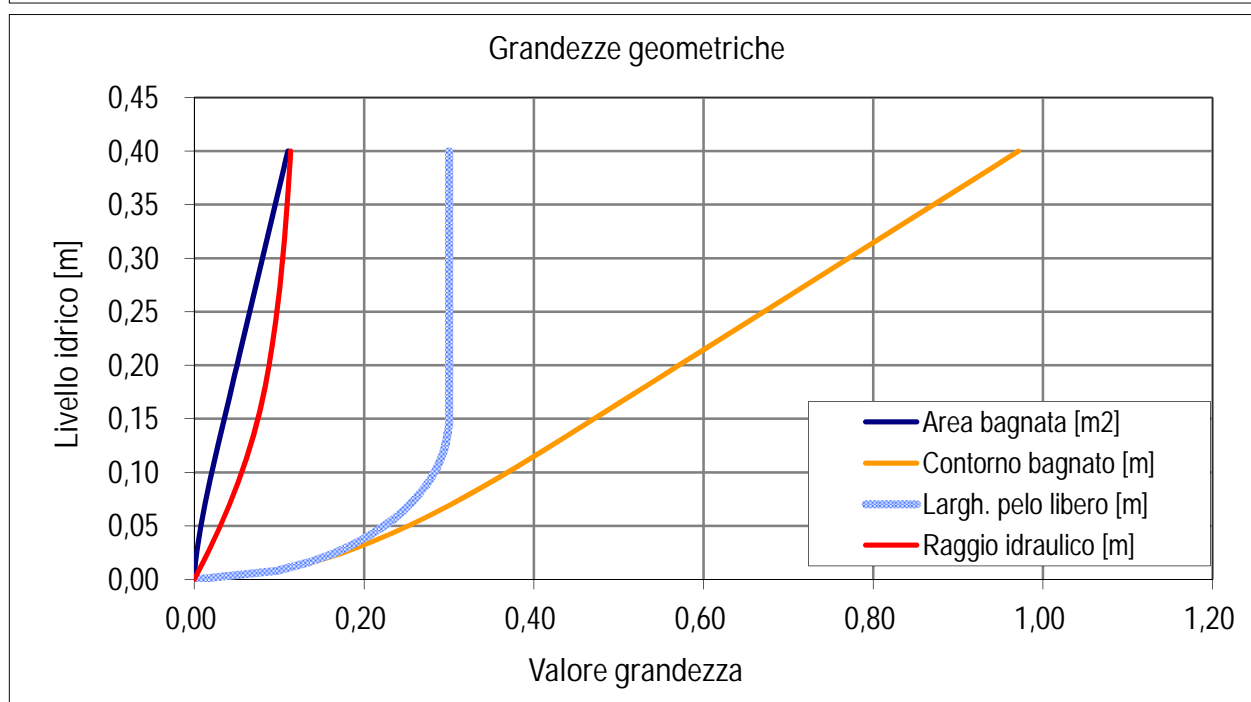
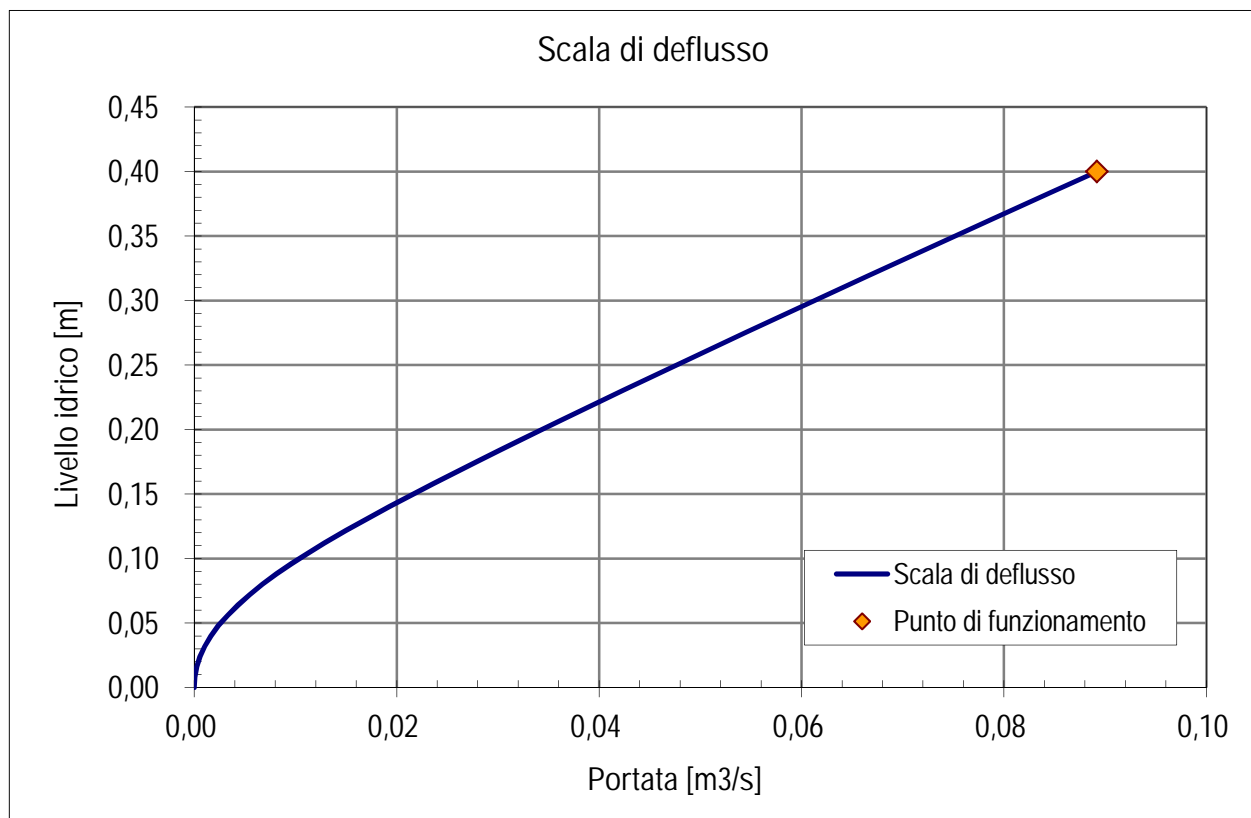
Risultati

Portata massima defluibile:	Q_{max} [m ³ /s]	0,08919
Portata di verifica:	Q [m³/s]	0,08919
Riempimento:	r [%]	100,0%
Area bagnata	A [m ²]	0,11
Perimetro bagnato	B [m]	0,97
Larghezza pelo libero	b [m]	0,30
Scabrezza media equivalente:	c' [m ^{1/3} /s]	60,0



Scala di deflusso in moto uniforme, sezione generica

Sezione di verifica: Canaletta ad asola - pendenza 0,33%



Scala di deflusso in moto uniforme, sezione generica

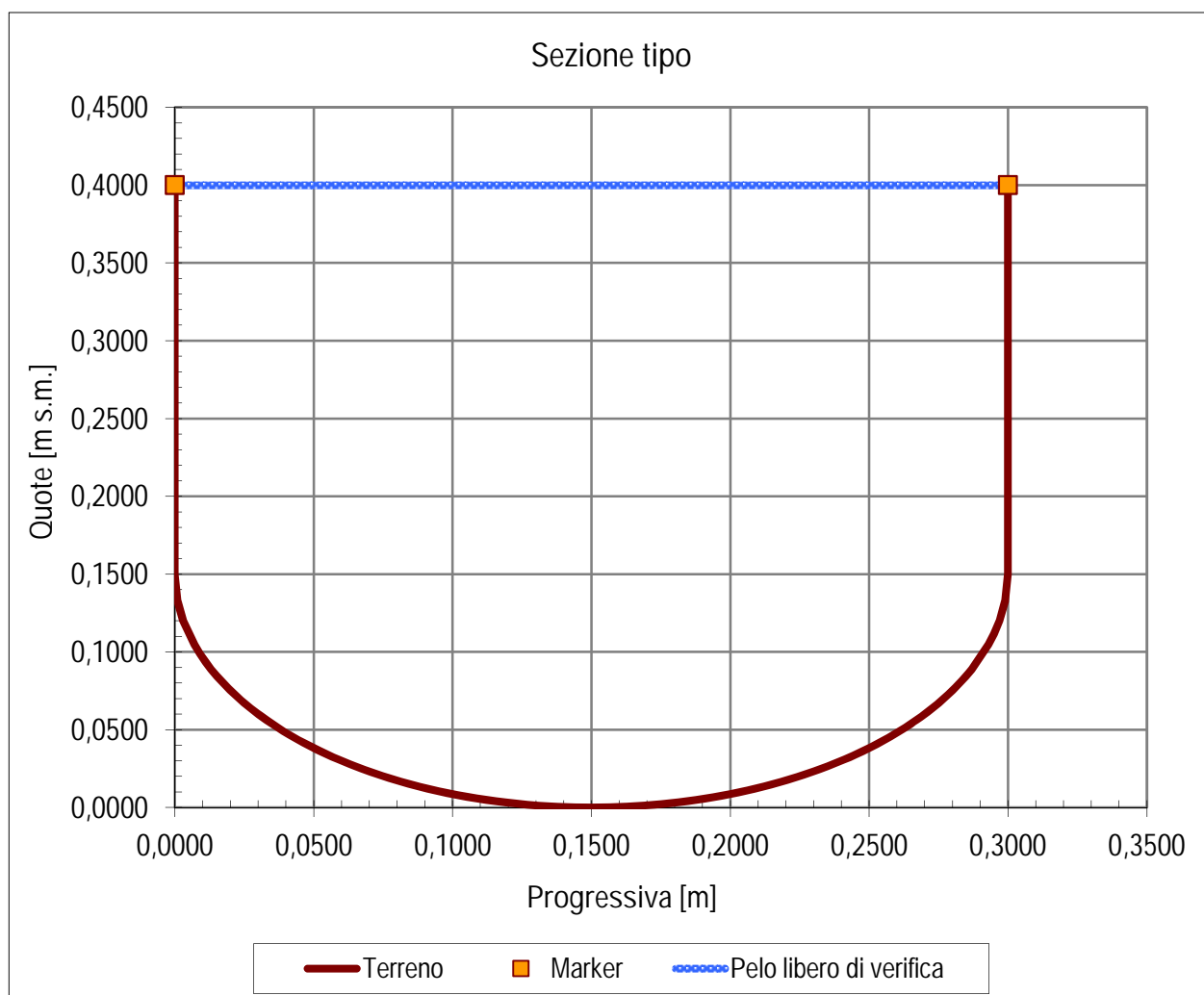
Sezione di verifica: Canaletta ad asola - pendenza 1,06%

Dati geometrici

Livello idrico minimo:	Yo [m]	0,00
Livello idrico massimo:	Ymax [m]	0,40
Livello idrico di verifica:	Y [m]	0,40
Picchetto di marker sinistro:		1
Picchetto di marker destro:		100
Pendenza longitudinale:	i [%]	1,06%

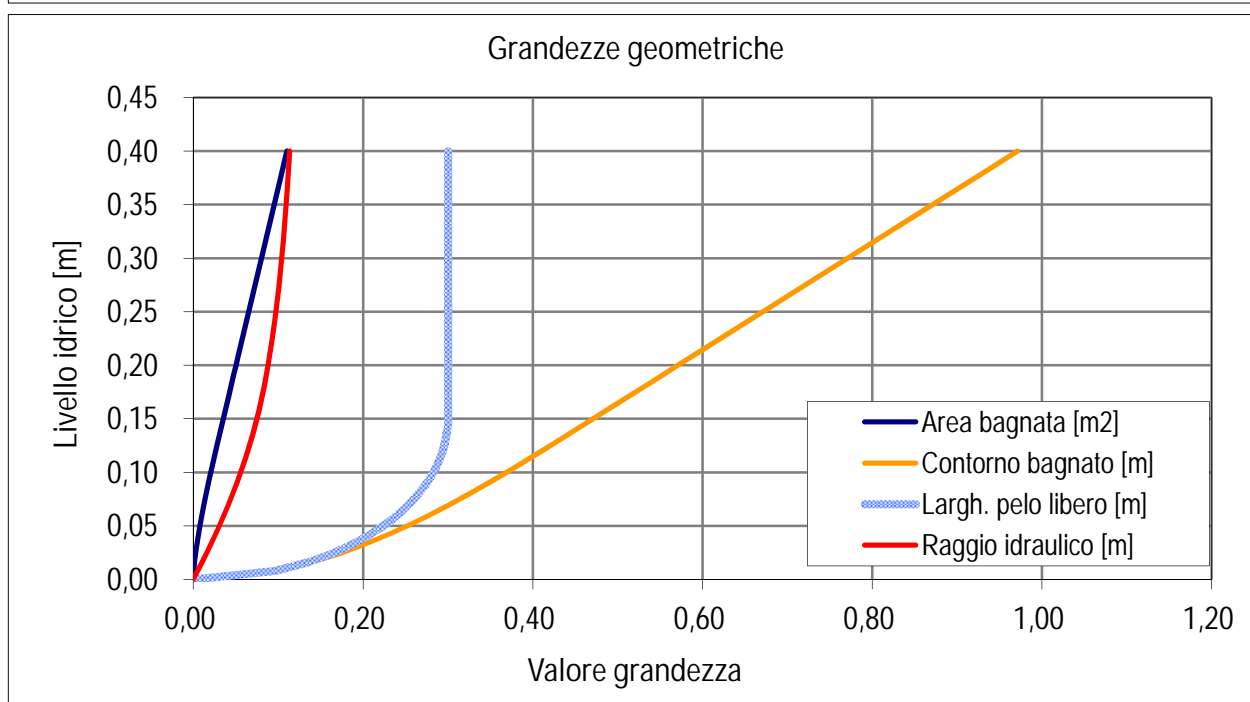
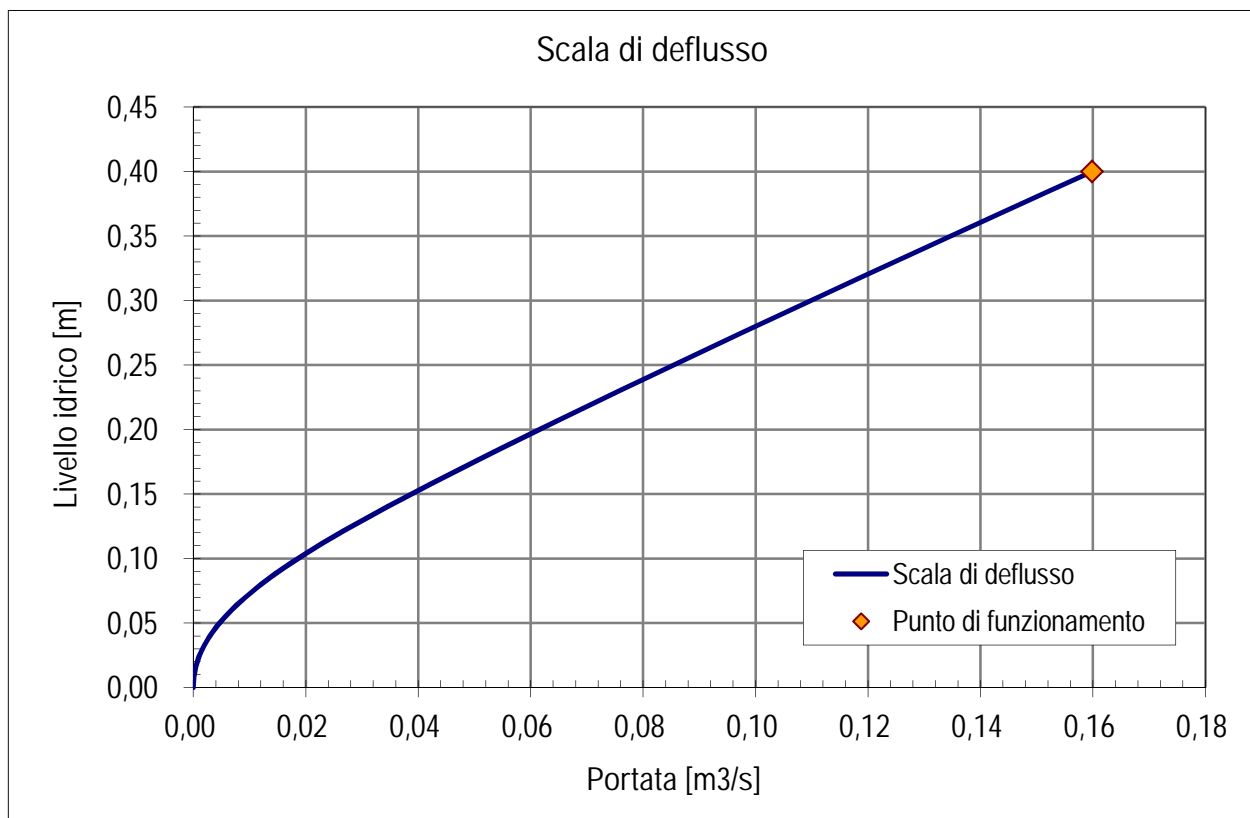
Risultati

Portata massima defluibile:	Q_{max} [m ³ /s]	0,15985
Portata di verifica:	Q [m³/s]	0,15985
Riempimento:	r [%]	100,0%
Area bagnata	A [m ²]	0,11
Perimetro bagnato	B [m]	0,97
Larghezza pelo libero	b [m]	0,30
Scabrezza media equivalente:	c' [m ^{1/3} /s]	60,0



Scala di deflusso in moto uniforme, sezione generica

Sezione di verifica: Canaletta ad asola - pendenza 1,06%



Scala di deflusso in moto uniforme, sezione generica

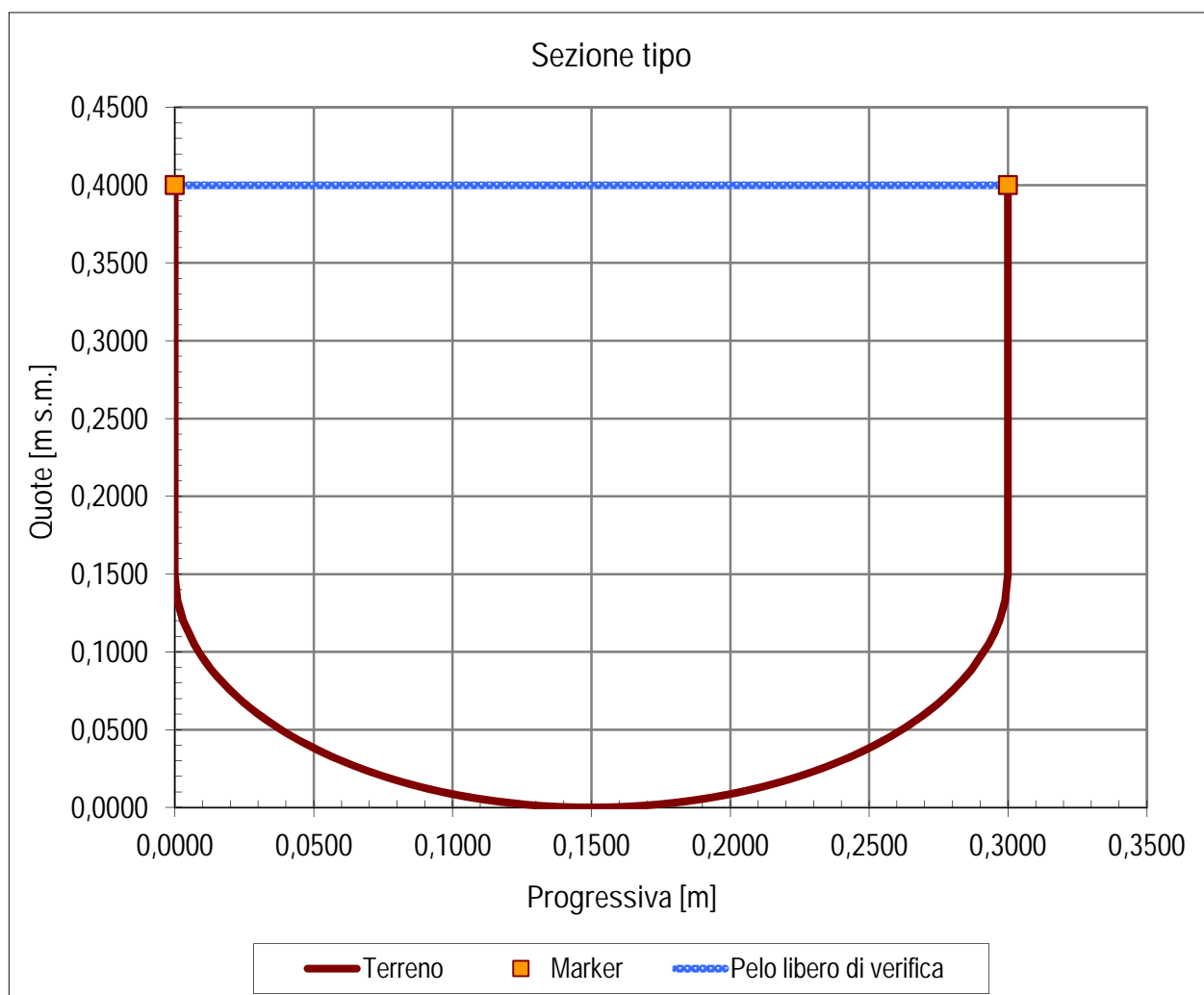
Sezione di verifica: Canaletta ad asola - pendenza 1,22%

Dati geometrici

Livello idrico minimo:	Y_0 [m]	0,00
Livello idrico massimo:	Y_{max} [m]	0,40
Livello idrico di verifica:	Y [m]	0,40
Picchetto di marker sinistro:		1
Picchetto di marker destro:		100
Pendenza longitudinale:	i [%]	1,22%

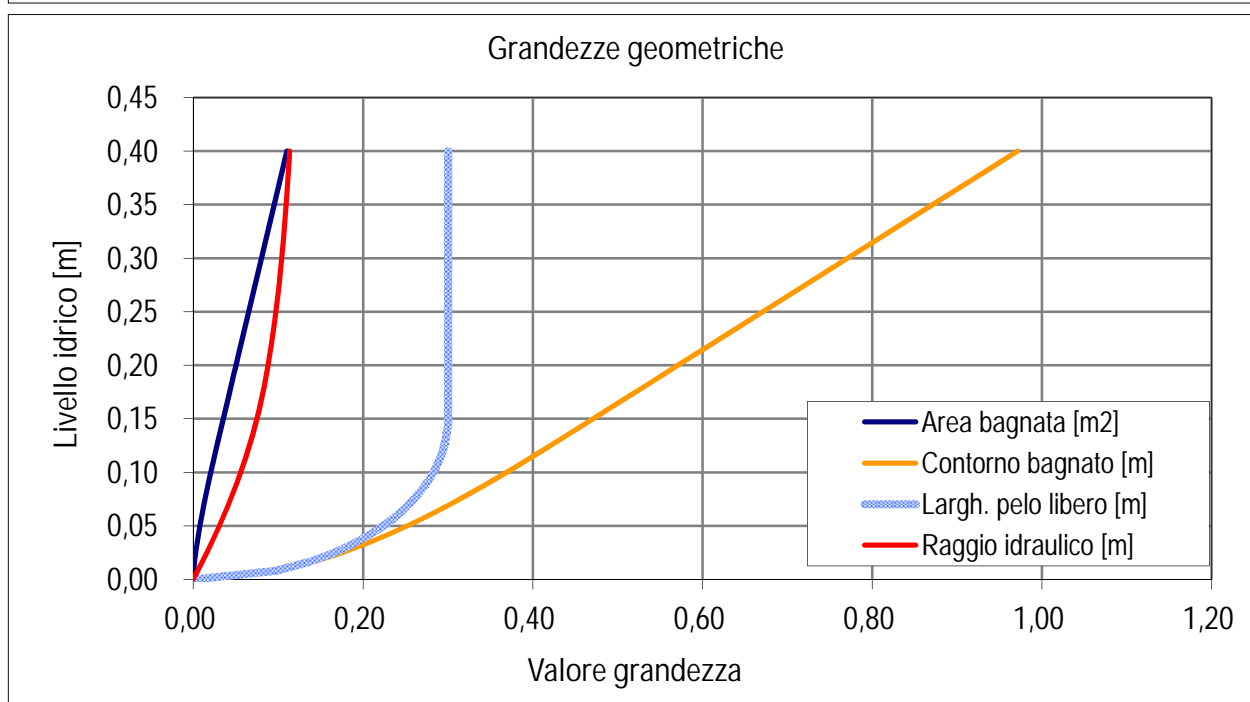
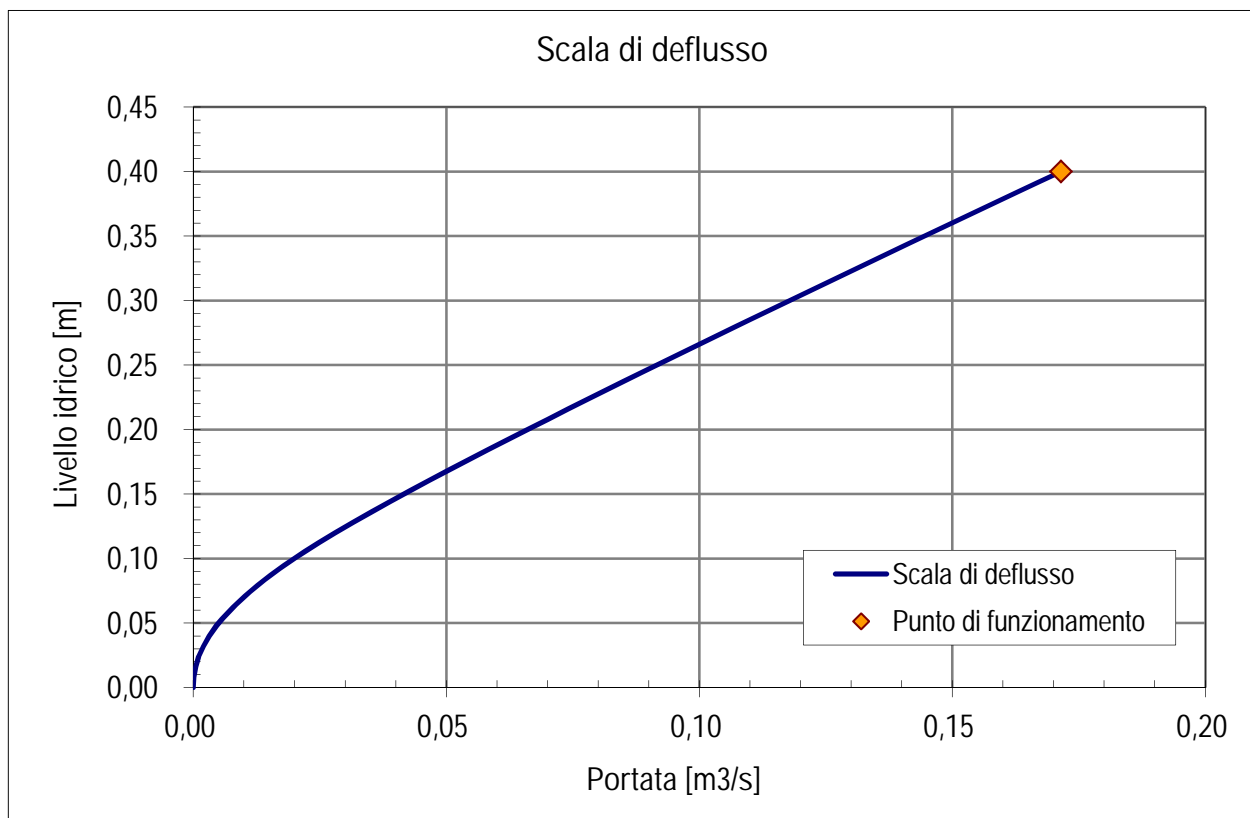
Risultati

Portata massima defluibile:	Q_{max} [m ³ /s]	0,17149
Portata di verifica:	Q [m ³ /s]	0,17149
Riempimento:	r [%]	100,0%
Area bagnata	A [m ²]	0,11
Perimetro bagnato	B [m]	0,97
Larghezza pelo libero	b [m]	0,30
Scabrezza media equivalente:	c' [m ^{1/3} /s]	60,0



Scala di deflusso in moto uniforme, sezione generica

Sezione di verifica: Canaletta ad asola - pendenza 1,22%



Scala di deflusso in moto uniforme, sezione generica

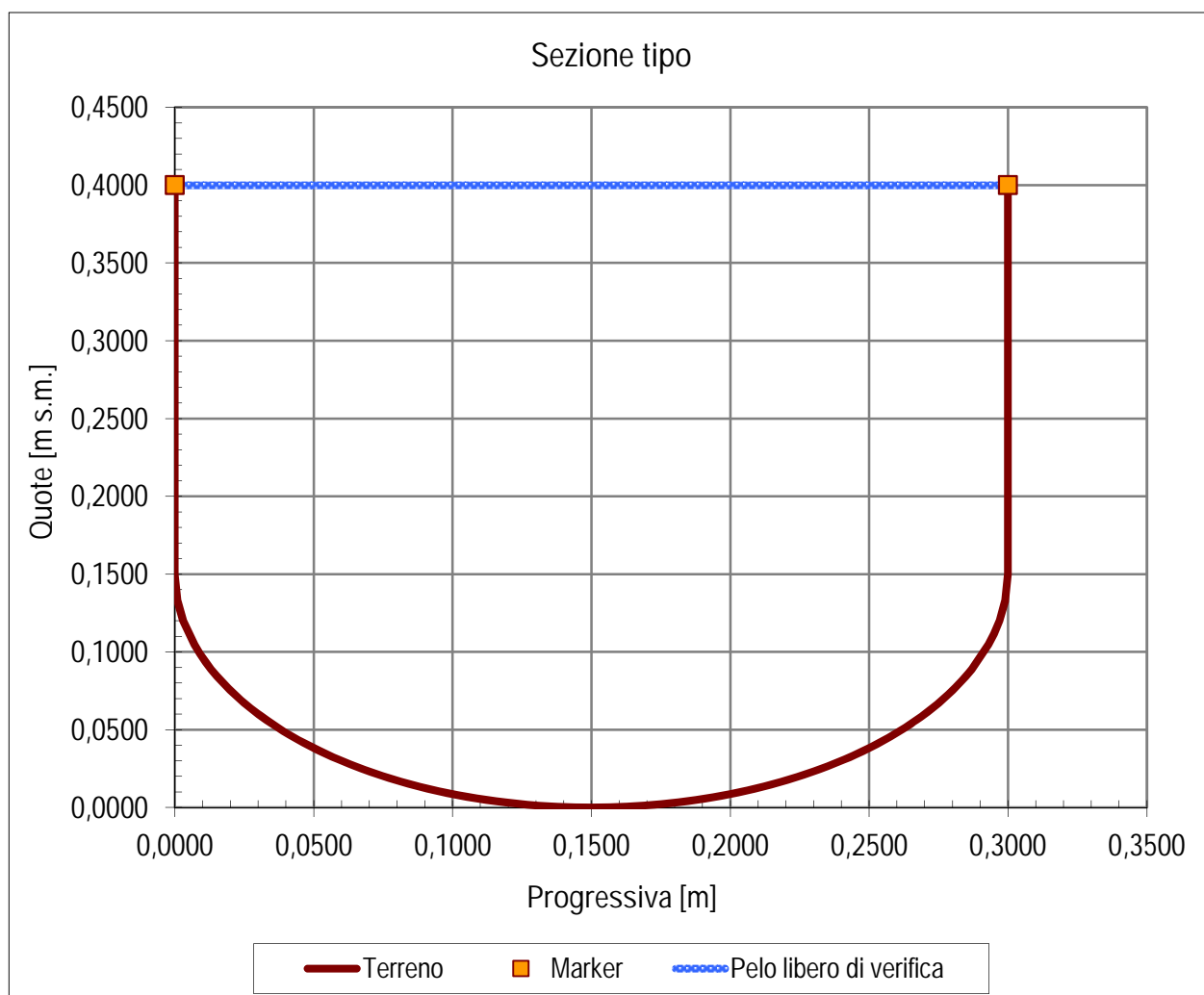
Sezione di verifica: Canaletta ad asola - pendenza 1,94%

Dati geometrici

Livello idrico minimo:	Yo [m]	0,00
Livello idrico massimo:	Ymax [m]	0,40
Livello idrico di verifica:	Y [m]	0,40
Picchetto di marker sinistro:		1
Picchetto di marker destro:		100
Pendenza longitudinale:	i [%]	1,94%

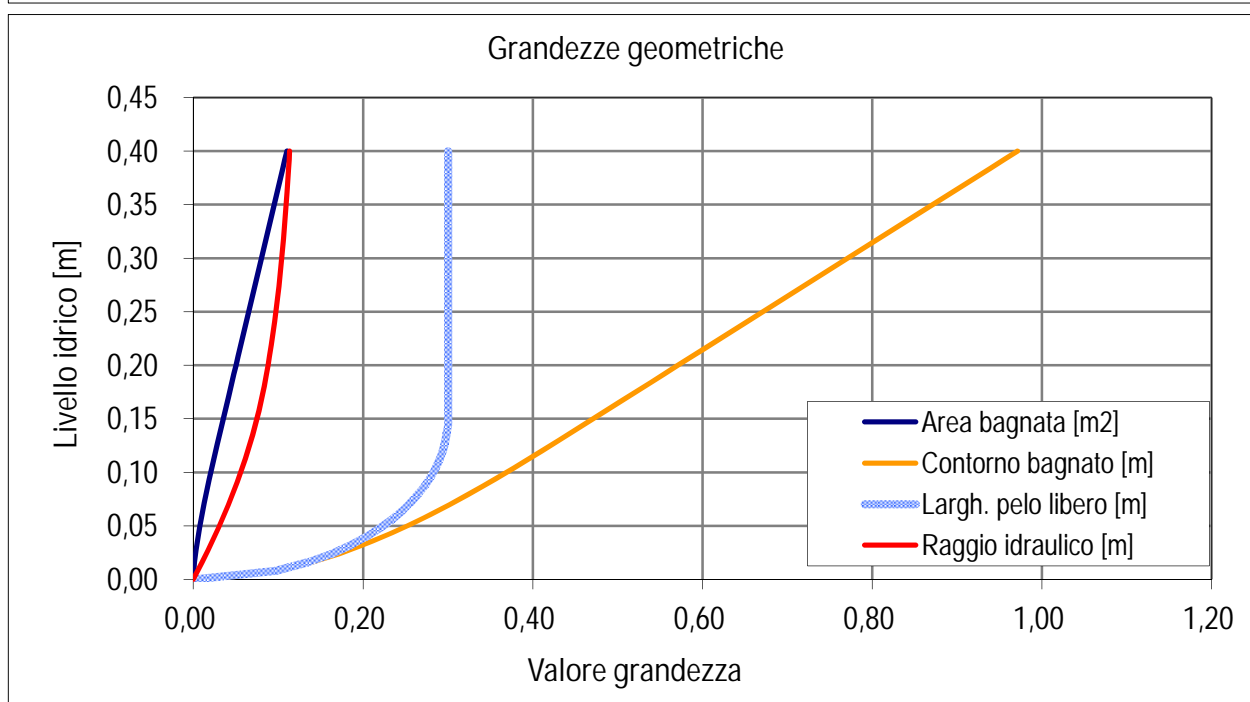
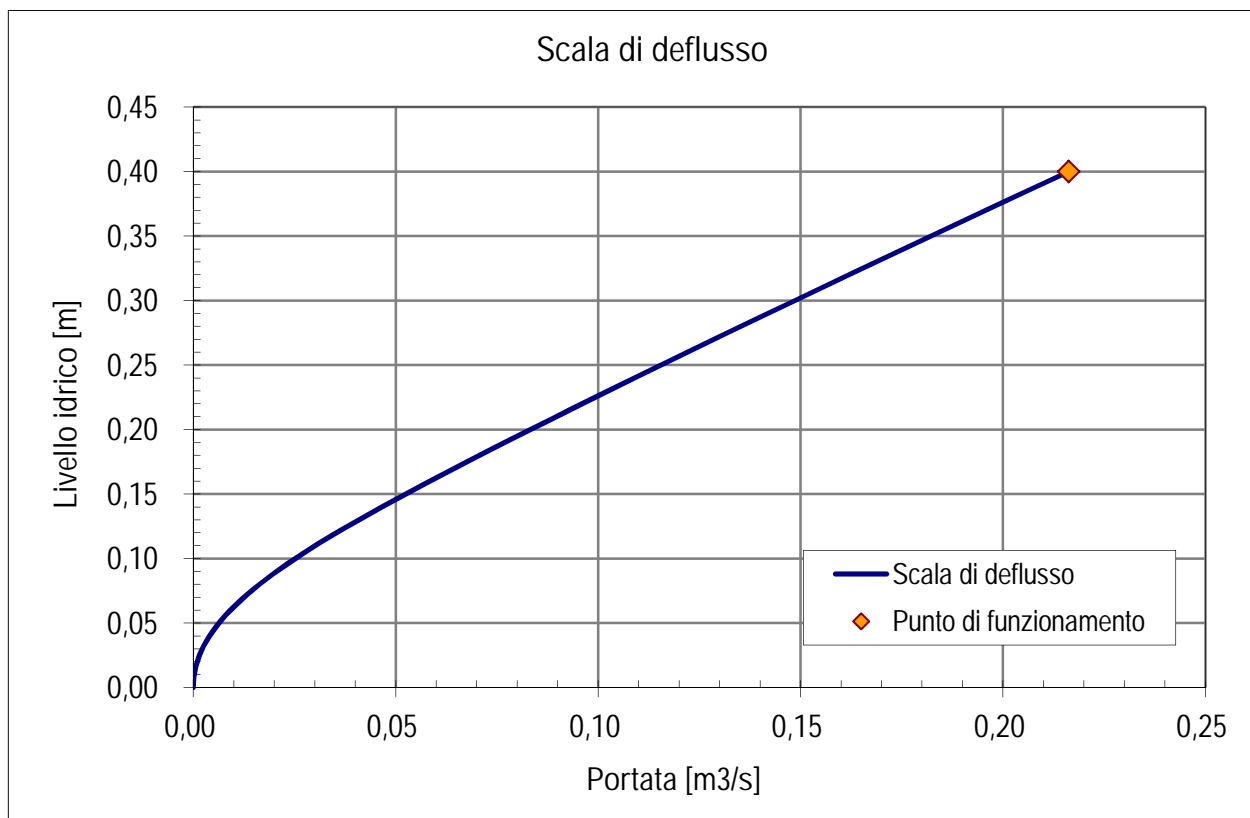
Risultati

Portata massima defluibile:	Q_{max} [m ³ /s]	0,21625
Portata di verifica:	Q [m³/s]	0,21625
Riempimento:	r [%]	100,0%
Area bagnata	A [m ²]	0,11
Perimetro bagnato	B [m]	0,97
Larghezza pelo libero	b [m]	0,30
Scabrezza media equivalente:	c' [m ^{1/3} /s]	60,0



Scala di deflusso in moto uniforme, sezione generica

Sezione di verifica: Canaletta ad asola - pendenza 1,94%



Scala di deflusso in moto uniforme, sezione generica

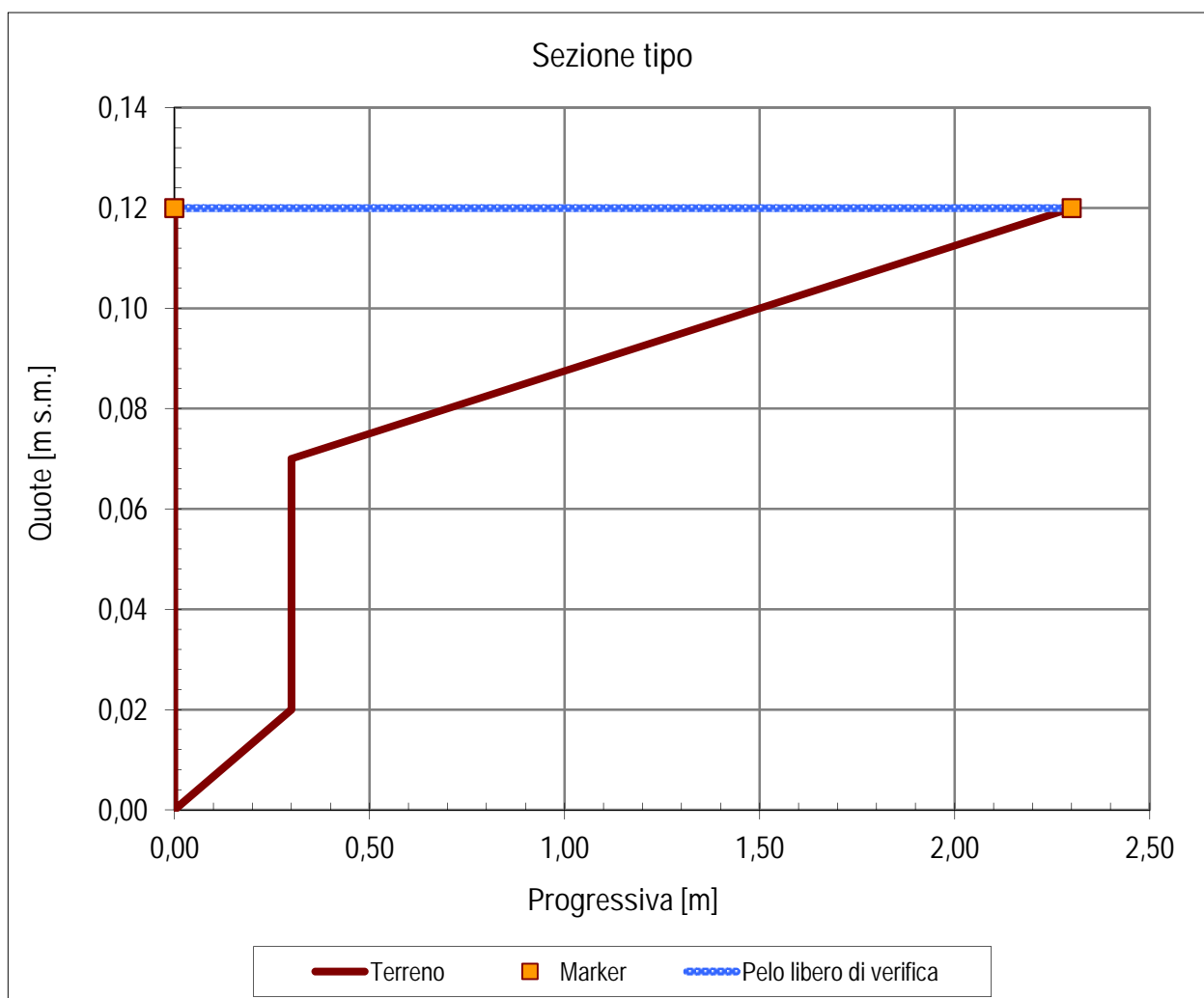
Sezione di verifica: Cunetta ciglio carreggiata - pendenza 0,03%

Dati geometrici

Livello idrico minimo:	Y_0 [m]	0,00
Livello idrico massimo:	Y_{max} [m]	0,12
Livello idrico di verifica:	Y [m]	0,12
Picchetto di marker sinistro:		1
Picchetto di marker destro:		5
Pendenza longitudinale:	i [%]	0,03%

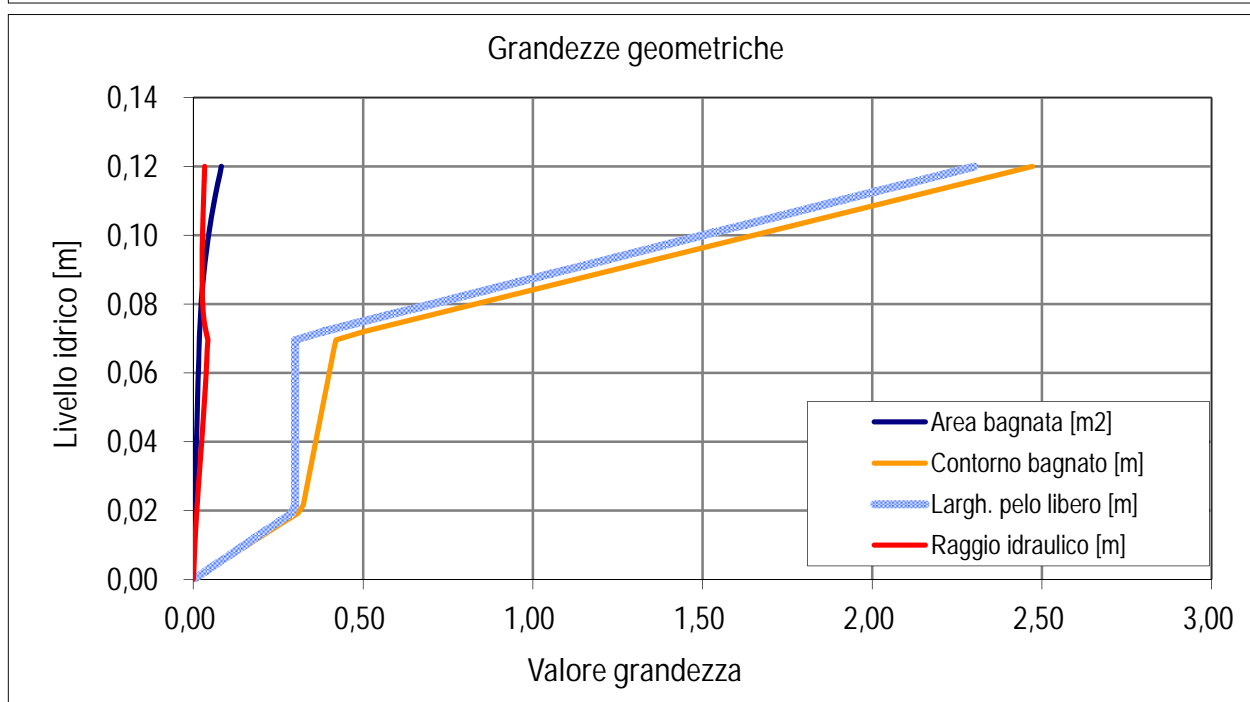
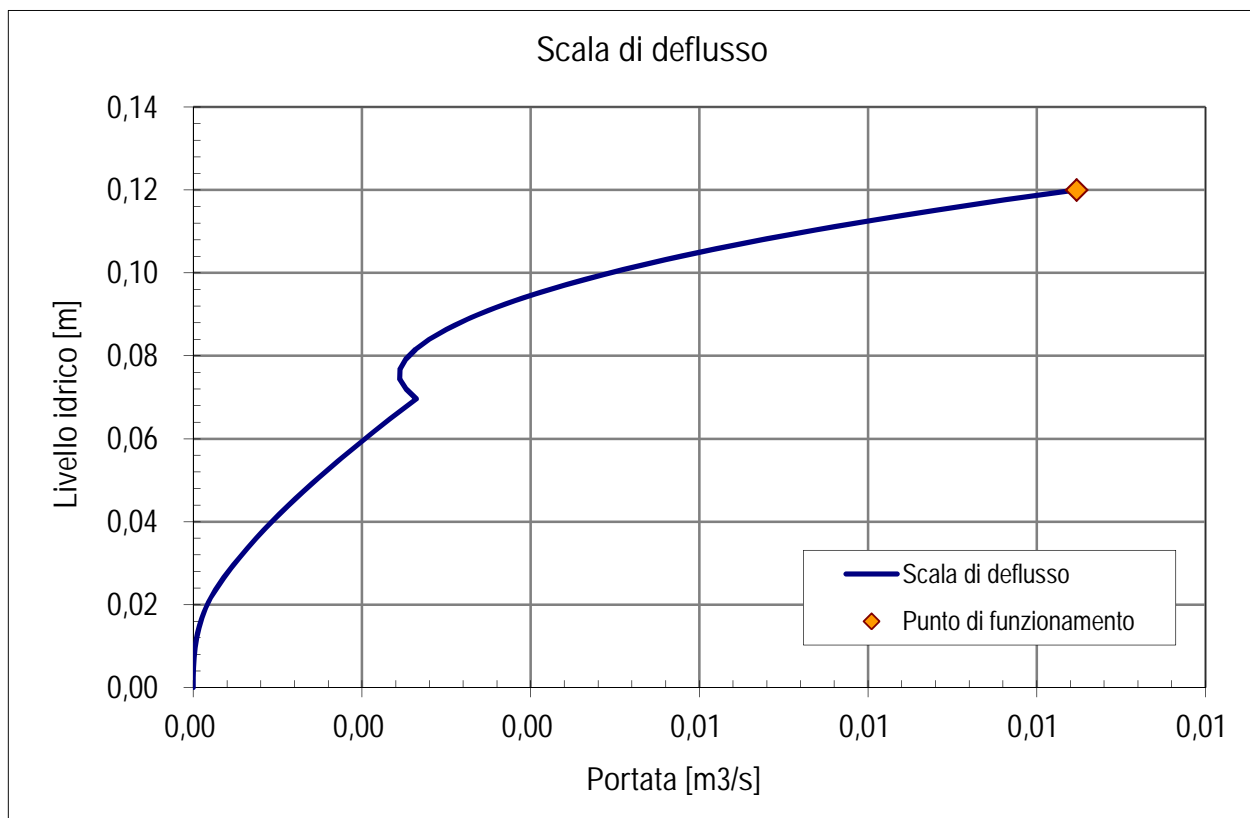
Risultati

Portata massima defluibile:	Q_{max} [m ³ /s]	0,01048
Portata di verifica:	Q [m ³ /s]	0,01048
Riempimento:	r [%]	100,0%
Area bagnata	A [m ²]	0,08
Perimetro bagnato	B [m]	2,47
Larghezza pelo libero	b [m]	2,30
Scabrezza media equivalente:	c' [m ^{1/3} /s]	60,0



Scala di deflusso in moto uniforme, sezione generica

Sezione di verifica: Cunetta ciglio carreggiata - pendenza 0,03%



Scala di deflusso in moto uniforme, sezione generica

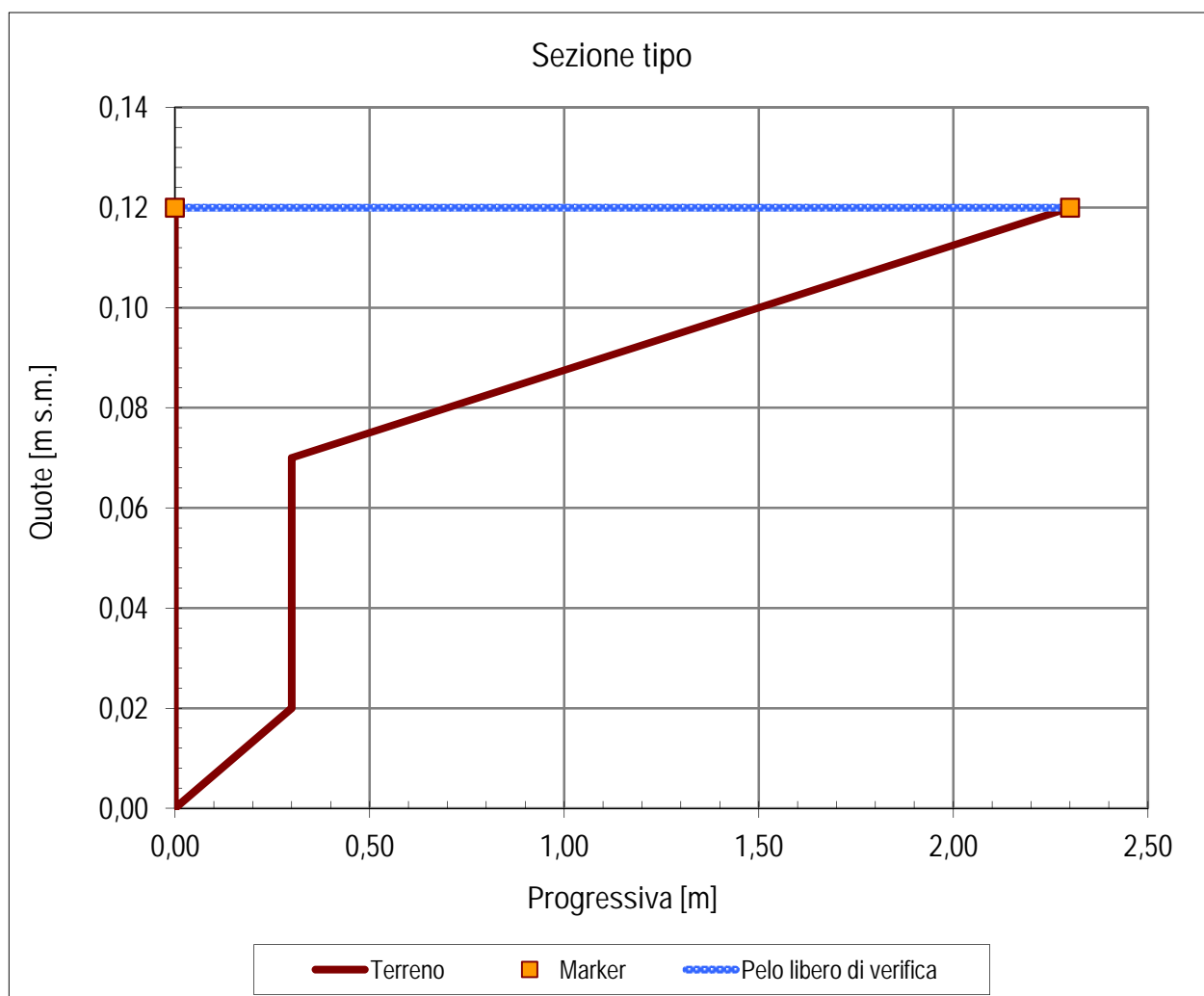
Sezione di verifica: Cunetta ciglio carreggiata - pendenza 0,12%

Dati geometrici

Livello idrico minimo:	Y_0 [m]	0,00
Livello idrico massimo:	Y_{max} [m]	0,12
Livello idrico di verifica:	Y [m]	0,12
Picchetto di marker sinistro:		1
Picchetto di marker destro:		5
Pendenza longitudinale:	i [%]	0,12%

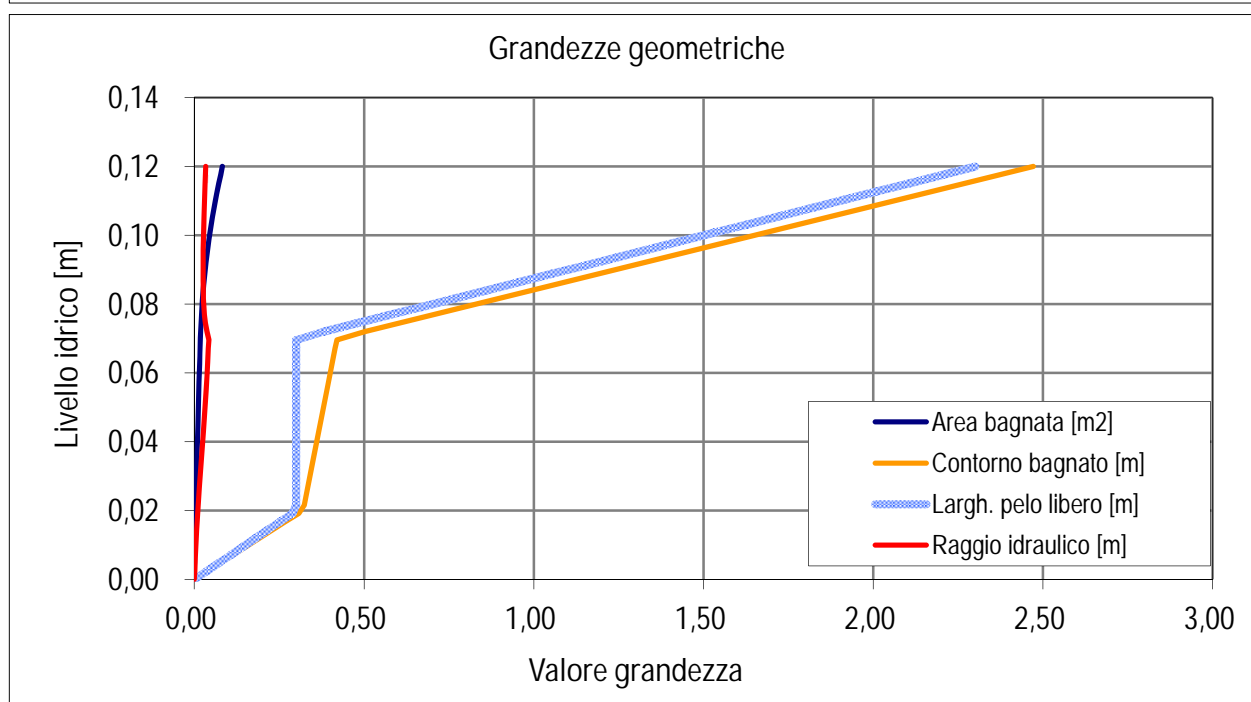
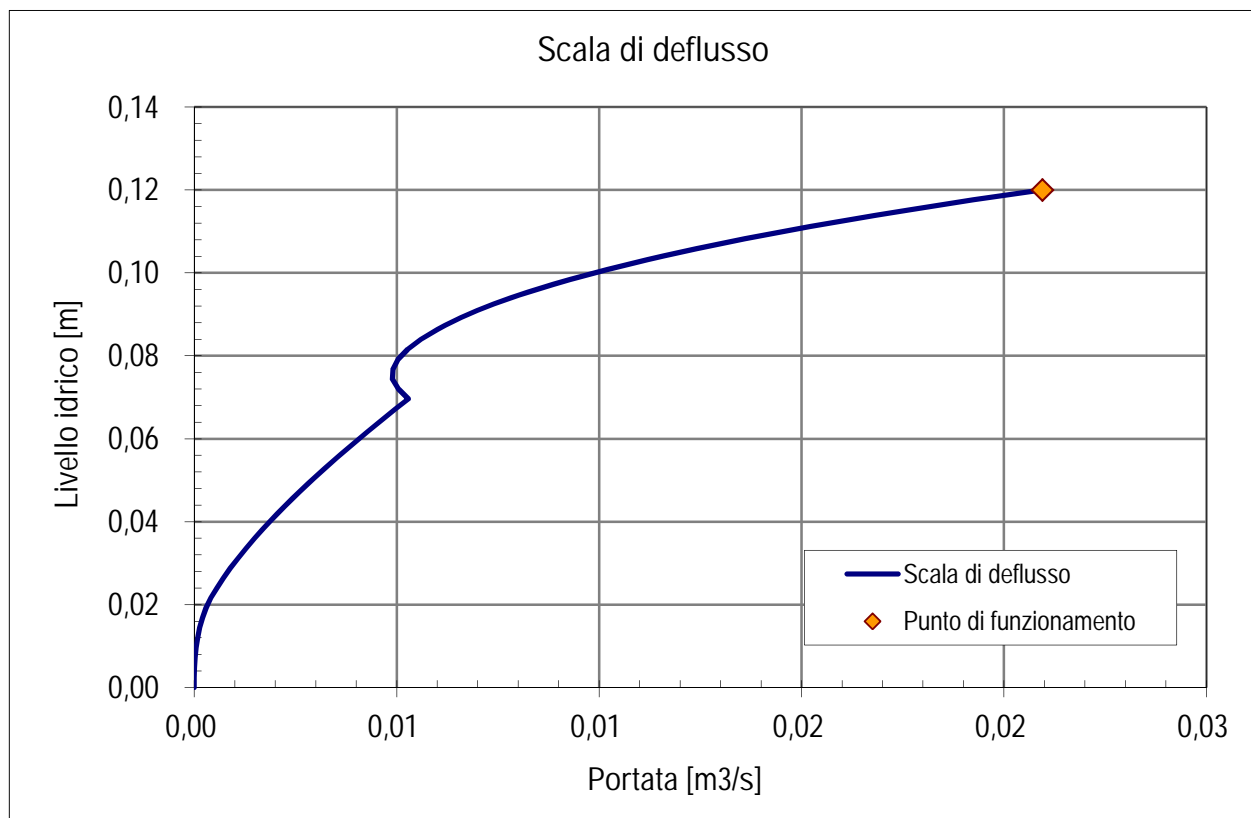
Risultati

Portata massima defluibile:	Q_{max} [m ³ /s]	0,02095
Portata di verifica:	Q [m ³ /s]	0,02095
Riempimento:	r [%]	100,0%
Area bagnata	A [m ²]	0,08
Perimetro bagnato	B [m]	2,47
Larghezza pelo libero	b [m]	2,30
Scabrezza media equivalente:	c' [m ^{1/3} /s]	60,0



Scala di deflusso in moto uniforme, sezione generica

Sezione di verifica: Cunetta ciglio carreggiata - pendenza 0,12%



Scala di deflusso in moto uniforme, sezione generica

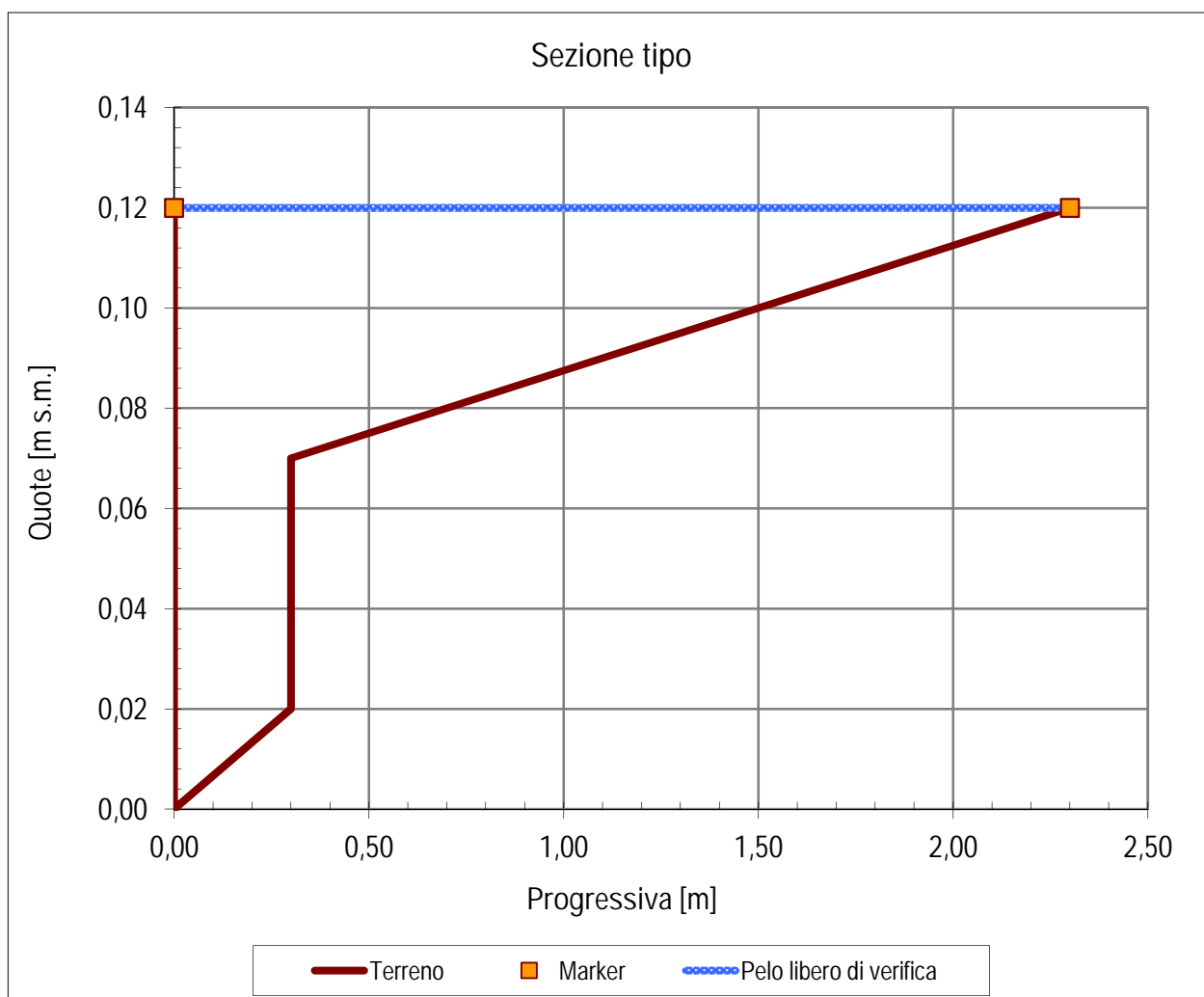
Sezione di verifica: Cunetta ciglio carreggiata - pendenza 0,14%

Dati geometrici

Livello idrico minimo:	Yo [m]	0,00
Livello idrico massimo:	Ymax [m]	0,12
Livello idrico di verifica:	Y [m]	0,12
Picchetto di marker sinistro:		1
Picchetto di marker destro:		5
Pendenza longitudinale:	i [%]	0,14%

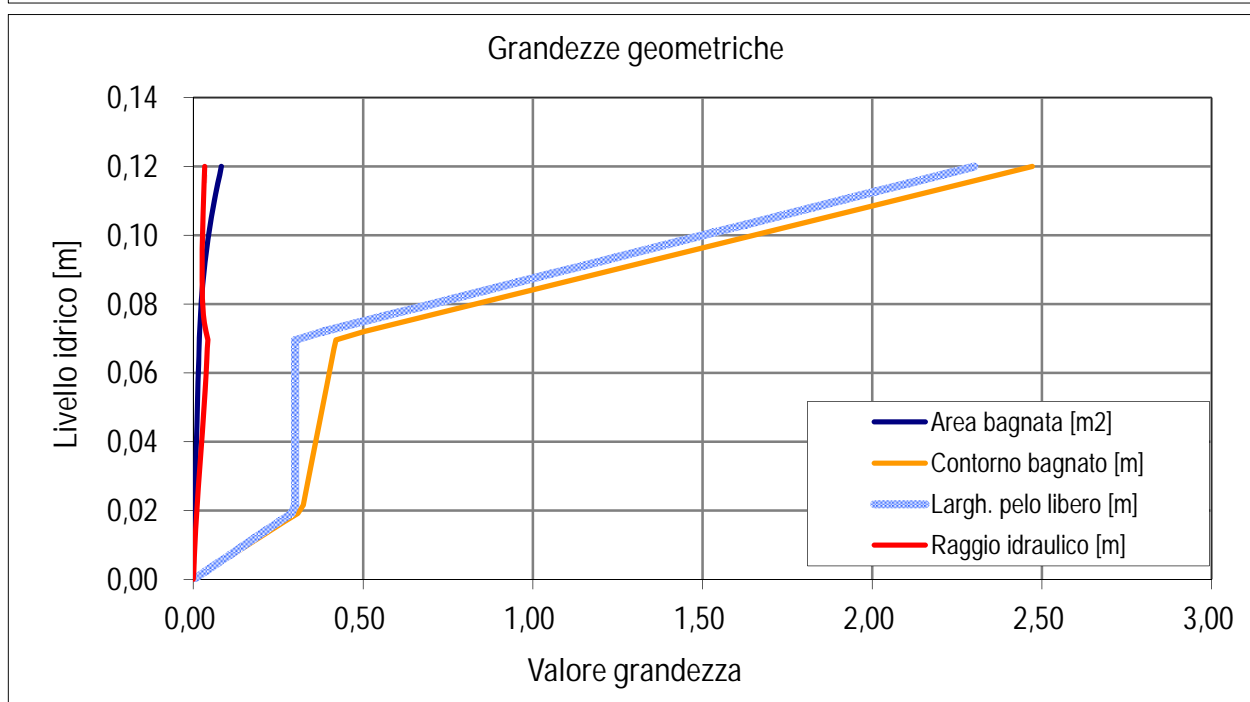
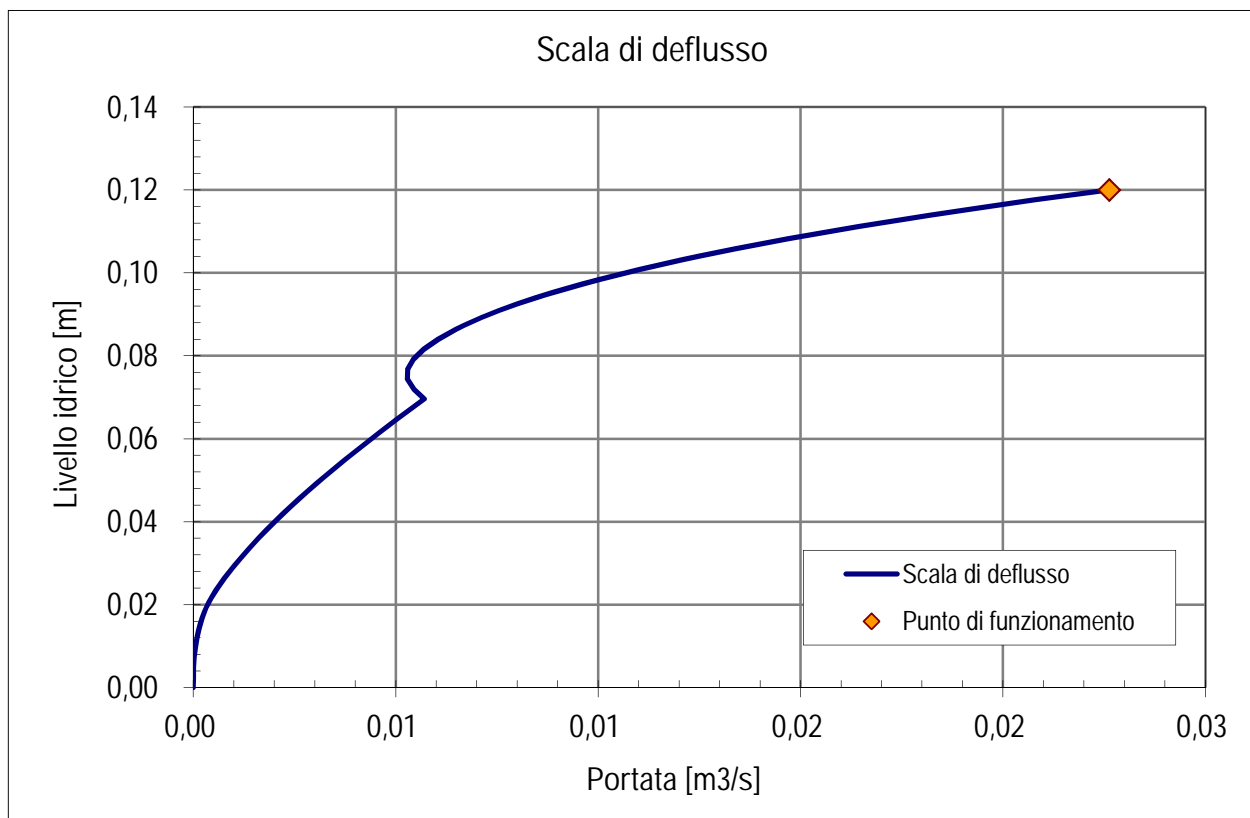
Risultati

Portata massima defluibile:	Q_{max} [m ³ /s]	0,02263
Portata di verifica:	Q [m³/s]	0,02263
Riempimento:	r [%]	100,0%
Area bagnata	A [m ²]	0,08
Perimetro bagnato	B [m]	2,47
Larghezza pelo libero	b [m]	2,30
Scabrezza media equivalente:	c' [m ^{1/3} /s]	60,0



Scala di deflusso in moto uniforme, sezione generica

Sezione di verifica: Cunetta ciglio carreggiata - pendenza 0,14%



Scala di deflusso in moto uniforme, sezione generica

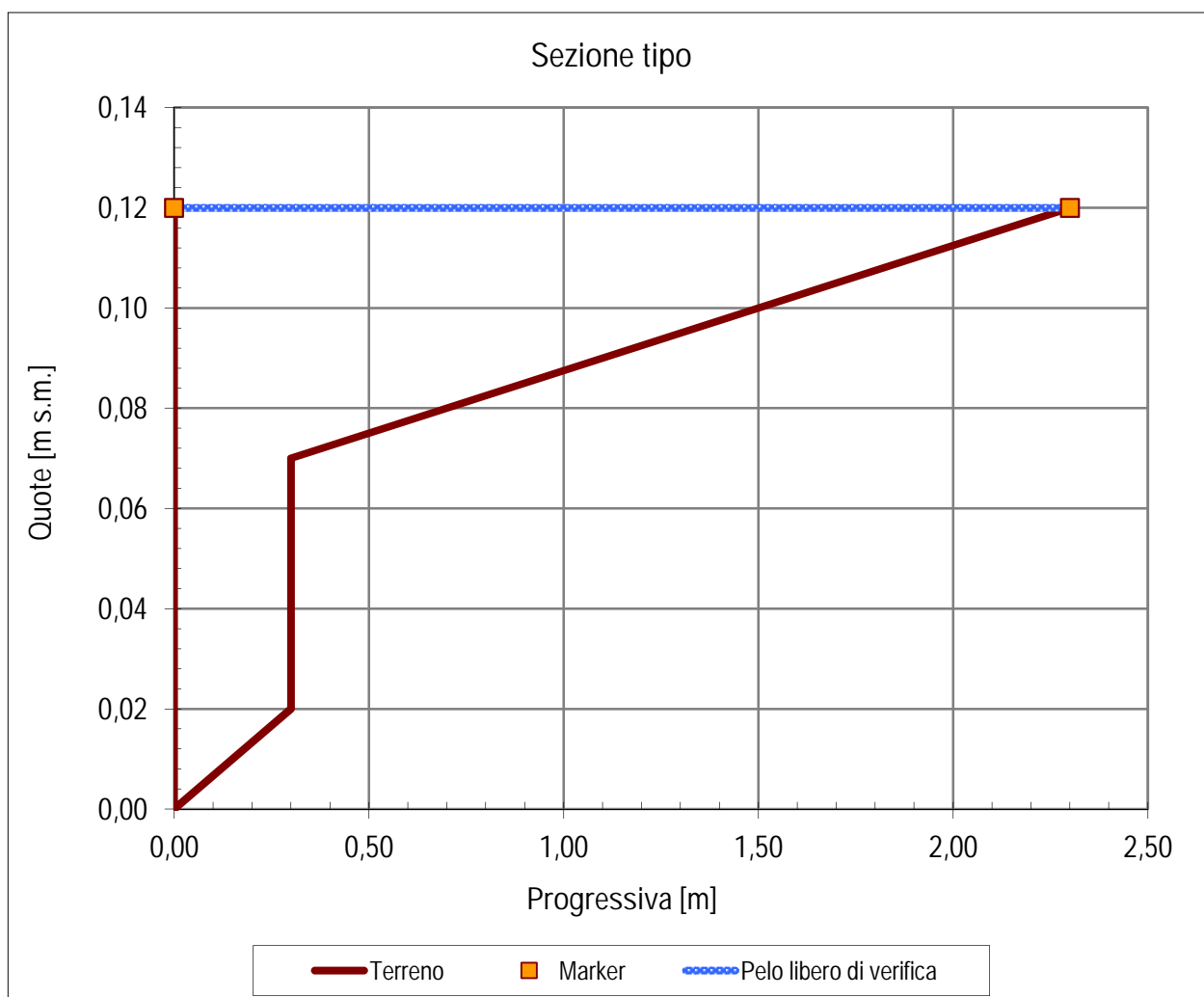
Sezione di verifica: Cunetta ciglio carreggiata - pendenza 0,29%

Dati geometrici

Livello idrico minimo:	Yo [m]	0,00
Livello idrico massimo:	Ymax [m]	0,12
Livello idrico di verifica:	Y [m]	0,12
Picchetto di marker sinistro:		1
Picchetto di marker destro:		5
Pendenza longitudinale:	i [%]	0,29%

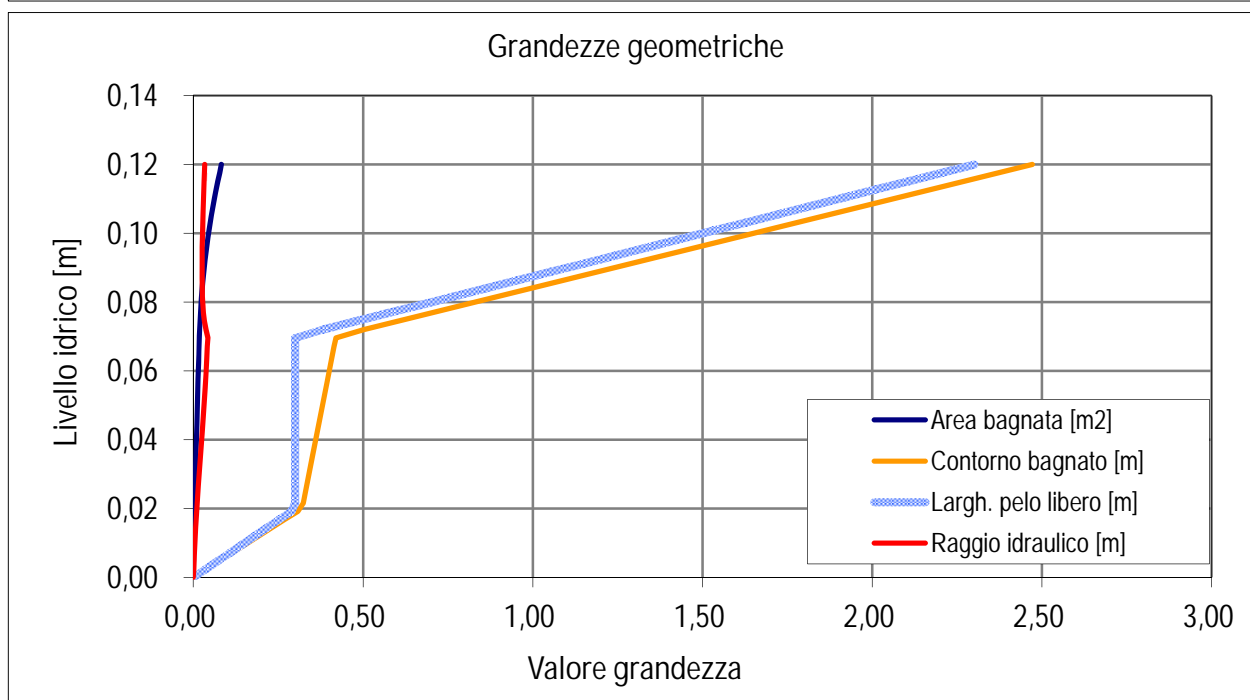
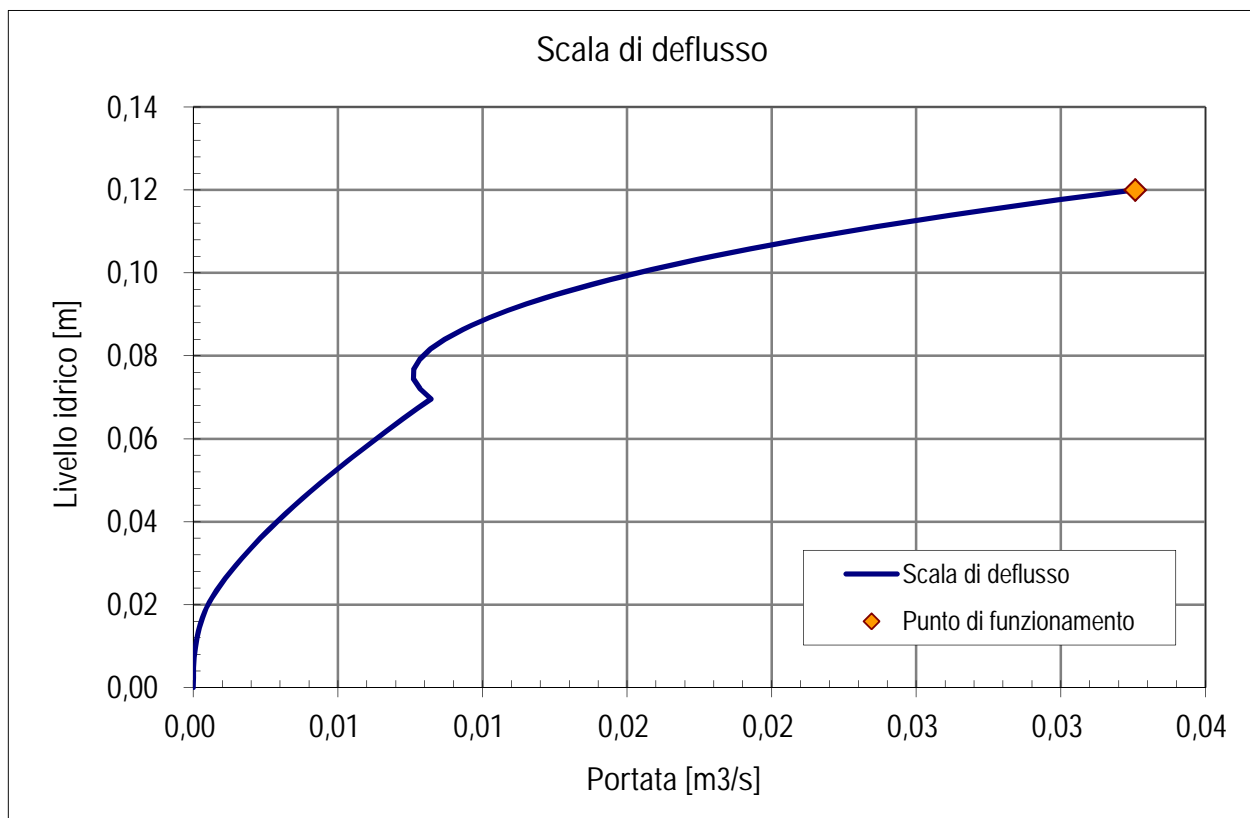
Risultati

Portata massima defluibile:	Q_{max} [m ³ /s]	0,03257
Portata di verifica:	Q [m³/s]	0,03257
Riempimento:	r [%]	100,0%
Area bagnata	A [m ²]	0,08
Perimetro bagnato	B [m]	2,47
Larghezza pelo libero	b [m]	2,30
Scabrezza media equivalente:	c' [m ^{1/3} /s]	60,0



Scala di deflusso in moto uniforme, sezione generica

Sezione di verifica: Cunetta ciglio carreggiata - pendenza 0,29%



Scala di deflusso in moto uniforme, sezione generica

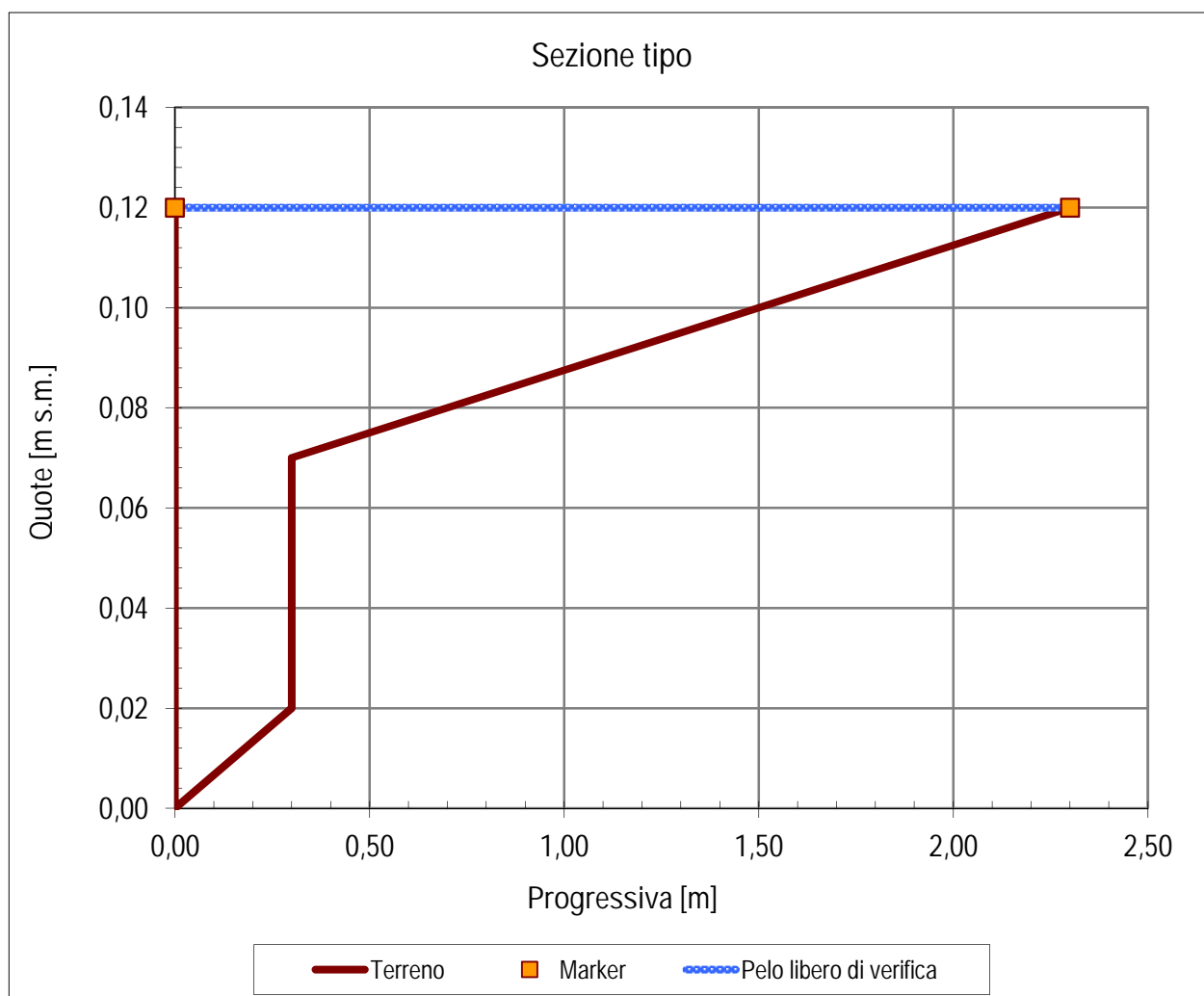
Sezione di verifica: Cunetta ciglio carreggiata - pendenza 1,19%

Dati geometrici

Livello idrico minimo:	Yo [m]	0,00
Livello idrico massimo:	Ymax [m]	0,12
Livello idrico di verifica:	Y [m]	0,12
Picchetto di marker sinistro:		1
Picchetto di marker destro:		5
Pendenza longitudinale:	i [%]	1,19%

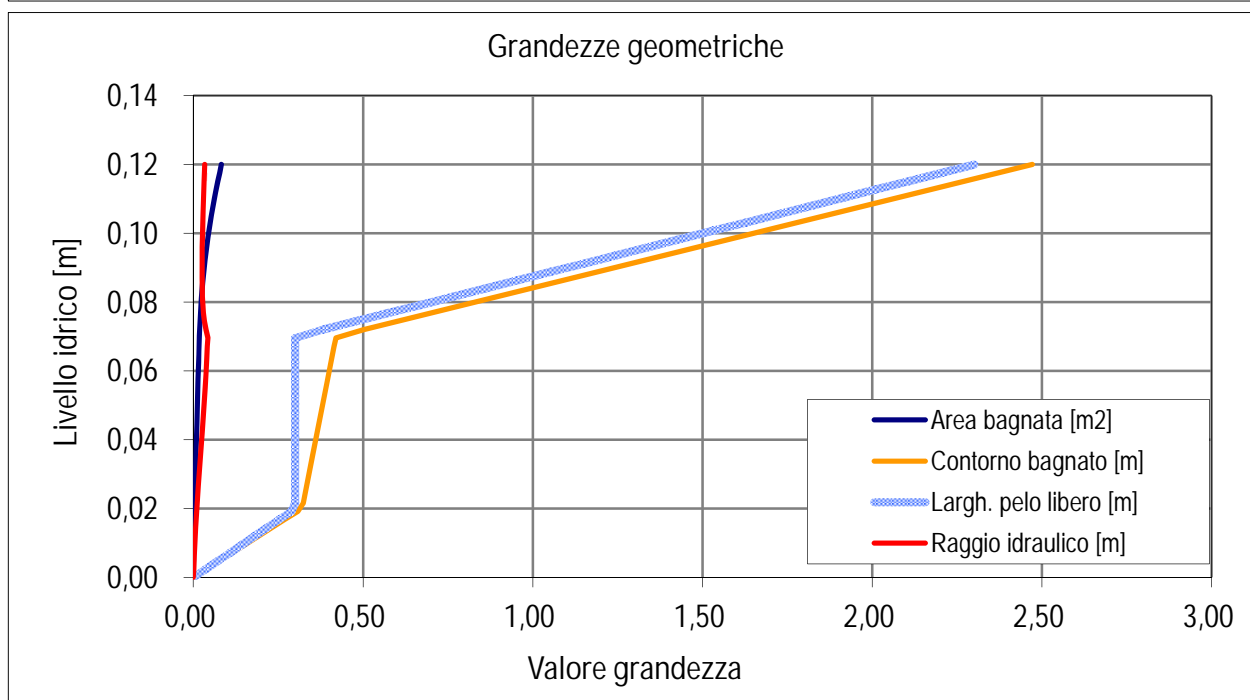
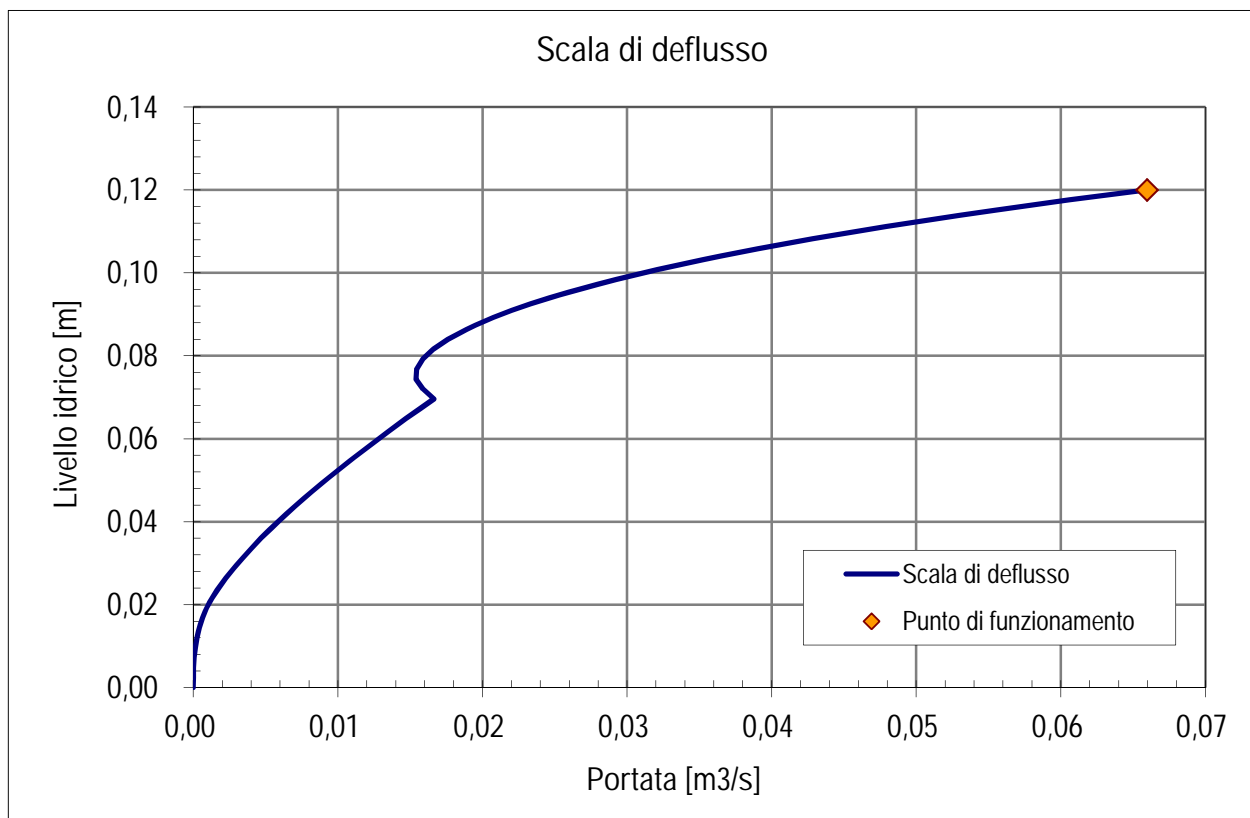
Risultati

Portata massima defluibile:	Q_{max} [m ³ /s]	0,06598
Portata di verifica:	Q [m³/s]	0,06598
Riempimento:	r [%]	100,0%
Area bagnata	A [m ²]	0,08
Perimetro bagnato	B [m]	2,47
Larghezza pelo libero	b [m]	2,30
Scabrezza media equivalente:	c' [m ^{1/3} /s]	60,0



Scala di deflusso in moto uniforme, sezione generica

Sezione di verifica: Cunetta ciglio carreggiata - pendenza 1,19%



Scala di deflusso in moto uniforme, sezione generica

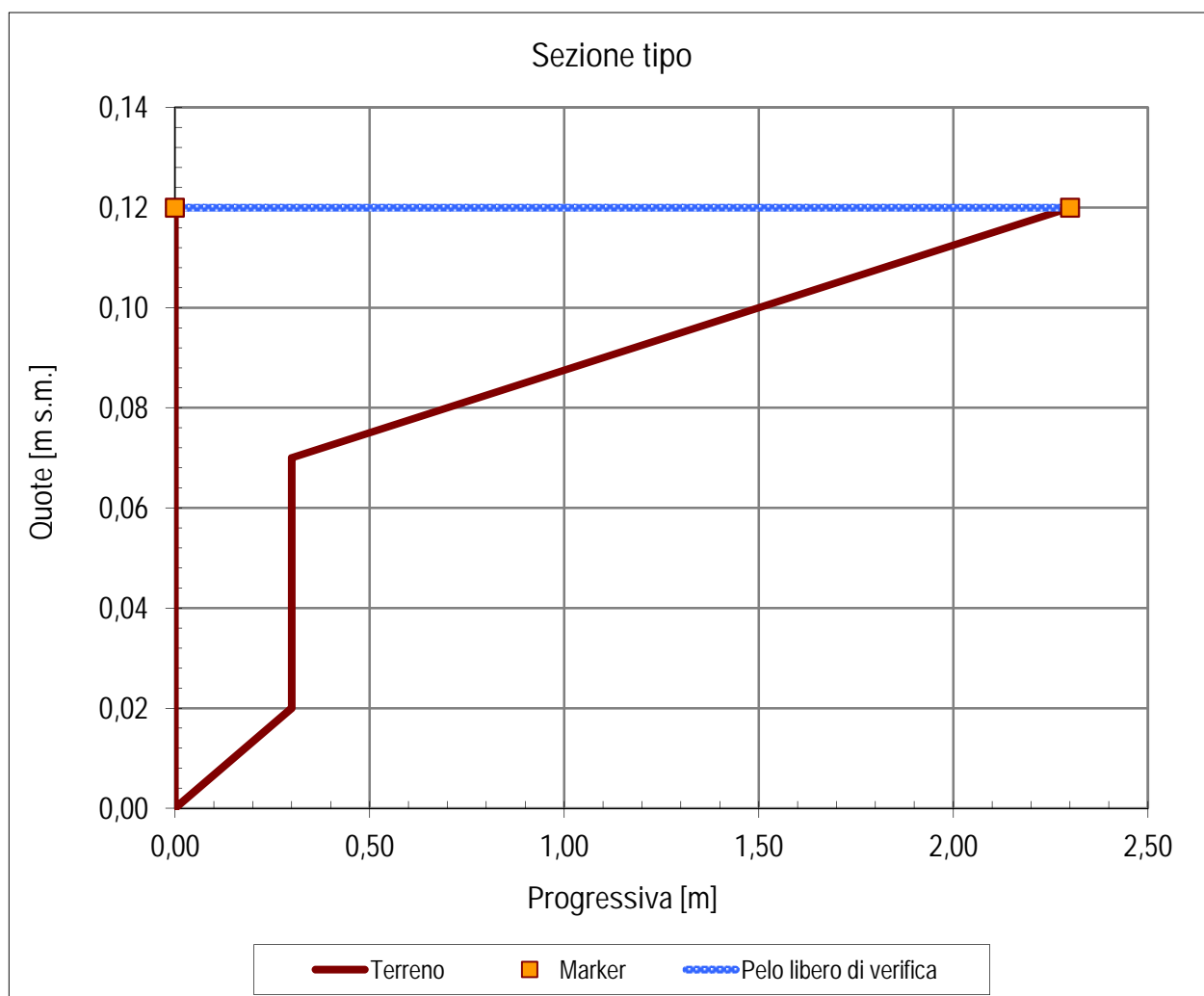
Sezione di verifica: Cunetta ciglio carreggiata - pendenza 1,21%

Dati geometrici

Livello idrico minimo:	Yo [m]	0,00
Livello idrico massimo:	Ymax [m]	0,12
Livello idrico di verifica:	Y [m]	0,12
Picchetto di marker sinistro:		1
Picchetto di marker destro:		5
Pendenza longitudinale:	i [%]	1,21%

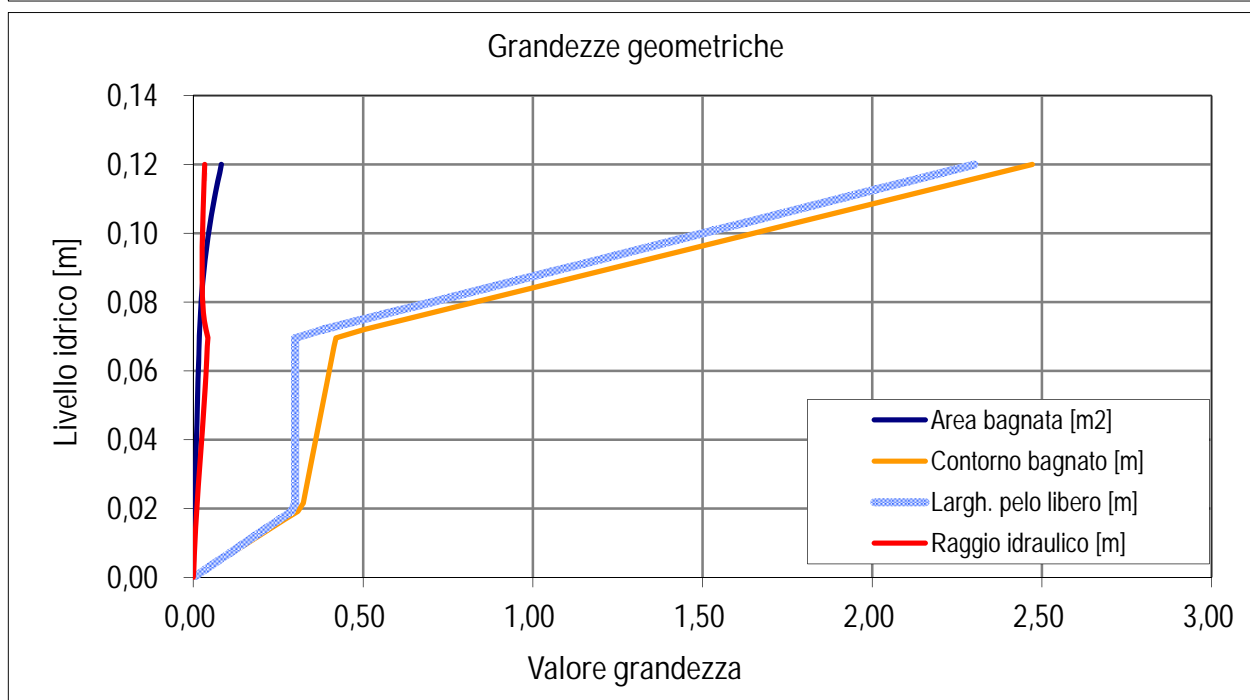
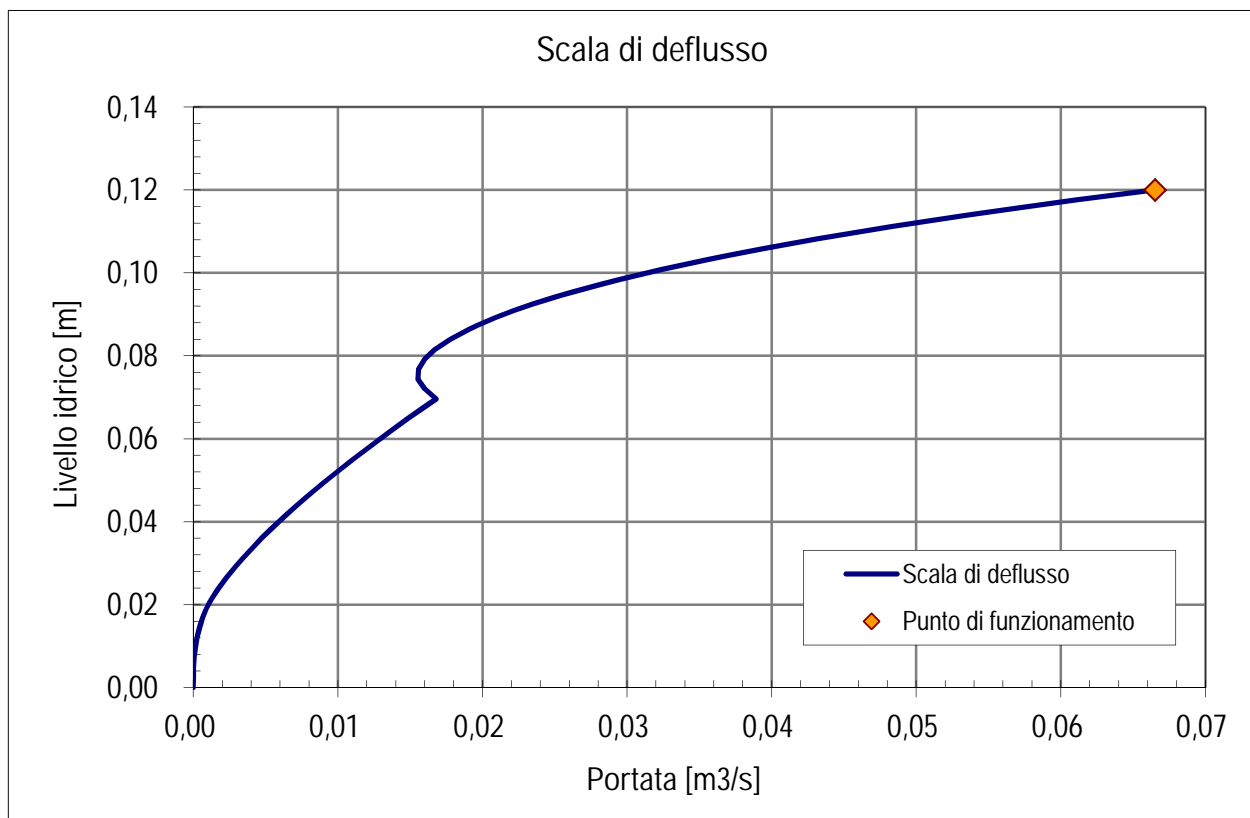
Risultati

Portata massima defluibile:	Q_{max} [m ³ /s]	0,06653
Portata di verifica:	Q [m³/s]	0,06653
Riempimento:	r [%]	100,0%
Area bagnata	A [m ²]	0,08
Perimetro bagnato	B [m]	2,47
Larghezza pelo libero	b [m]	2,30
Scabrezza media equivalente:	c' [m ^{1/3} /s]	60,0



Scala di deflusso in moto uniforme, sezione generica

Sezione di verifica: Cunetta ciglio carreggiata - pendenza 1,21%



Scala di deflusso in moto uniforme, sezione generica

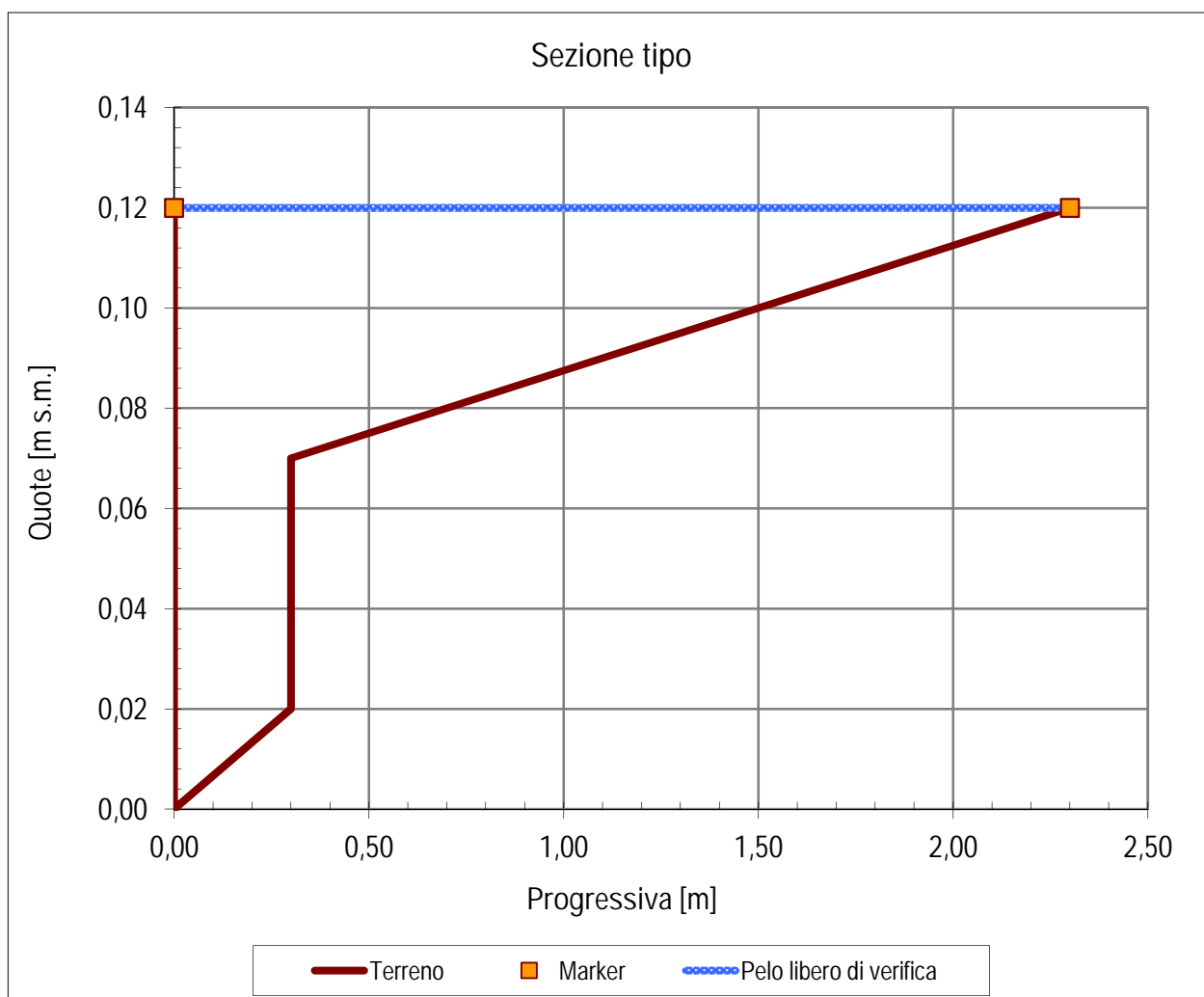
Sezione di verifica: Cunetta ciglio carreggiata - pendenza 1,62%

Dati geometrici

Livello idrico minimo:	Y_0 [m]	0,00
Livello idrico massimo:	Y_{max} [m]	0,12
Livello idrico di verifica:	Y [m]	0,12
Picchetto di marker sinistro:		1
Picchetto di marker destro:		5
Pendenza longitudinale:	i [%]	1,62%

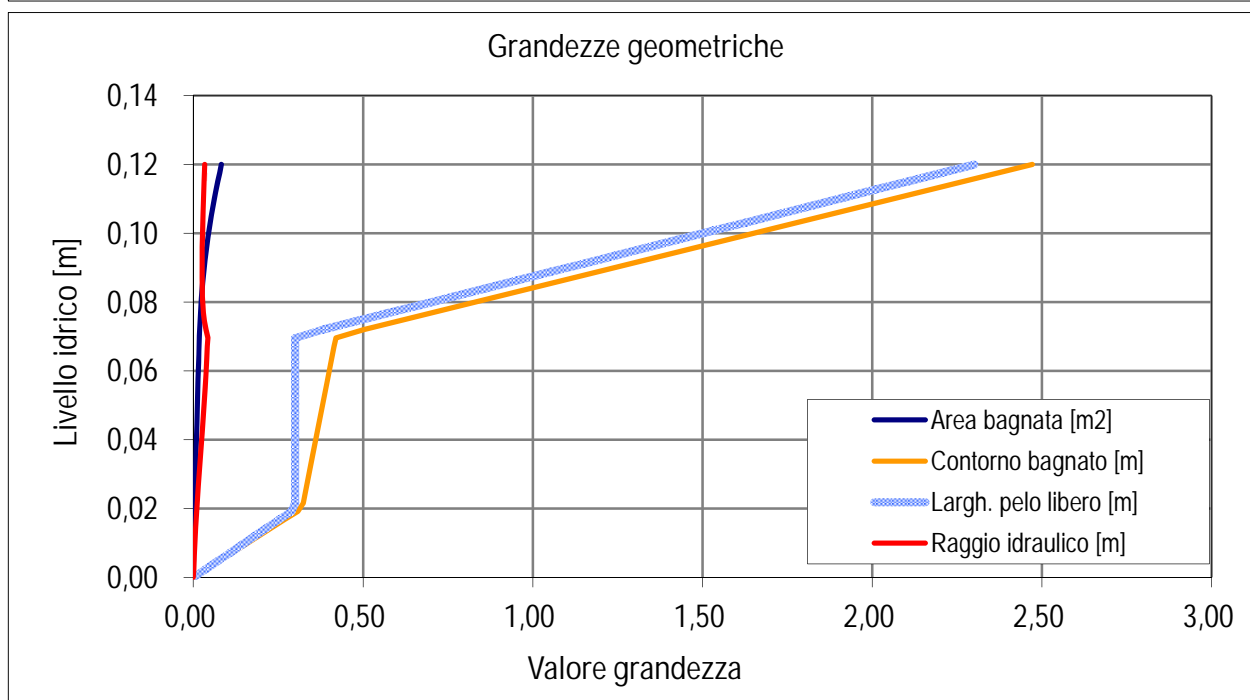
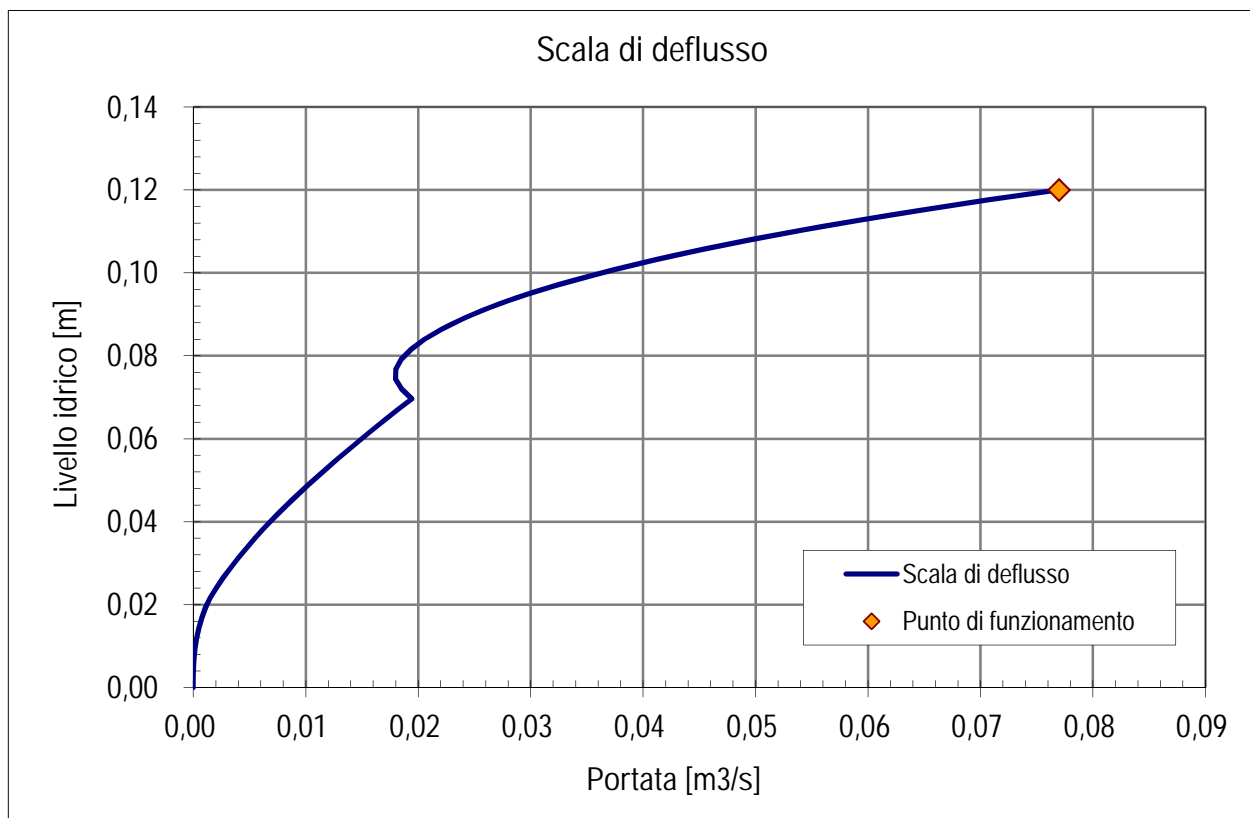
Risultati

Portata massima defluibile:	Q_{max} [m ³ /s]	0,07698
Portata di verifica:	Q [m ³ /s]	0,07698
Riempimento:	r [%]	100,0%
Area bagnata	A [m ²]	0,08
Perimetro bagnato	B [m]	2,47
Larghezza pelo libero	b [m]	2,30
Scabrezza media equivalente:	c' [m ^{1/3} /s]	60,0



Scala di deflusso in moto uniforme, sezione generica

Sezione di verifica: Cunetta ciglio carreggiata - pendenza 1,62%



Scala di deflusso in moto uniforme, sezione generica

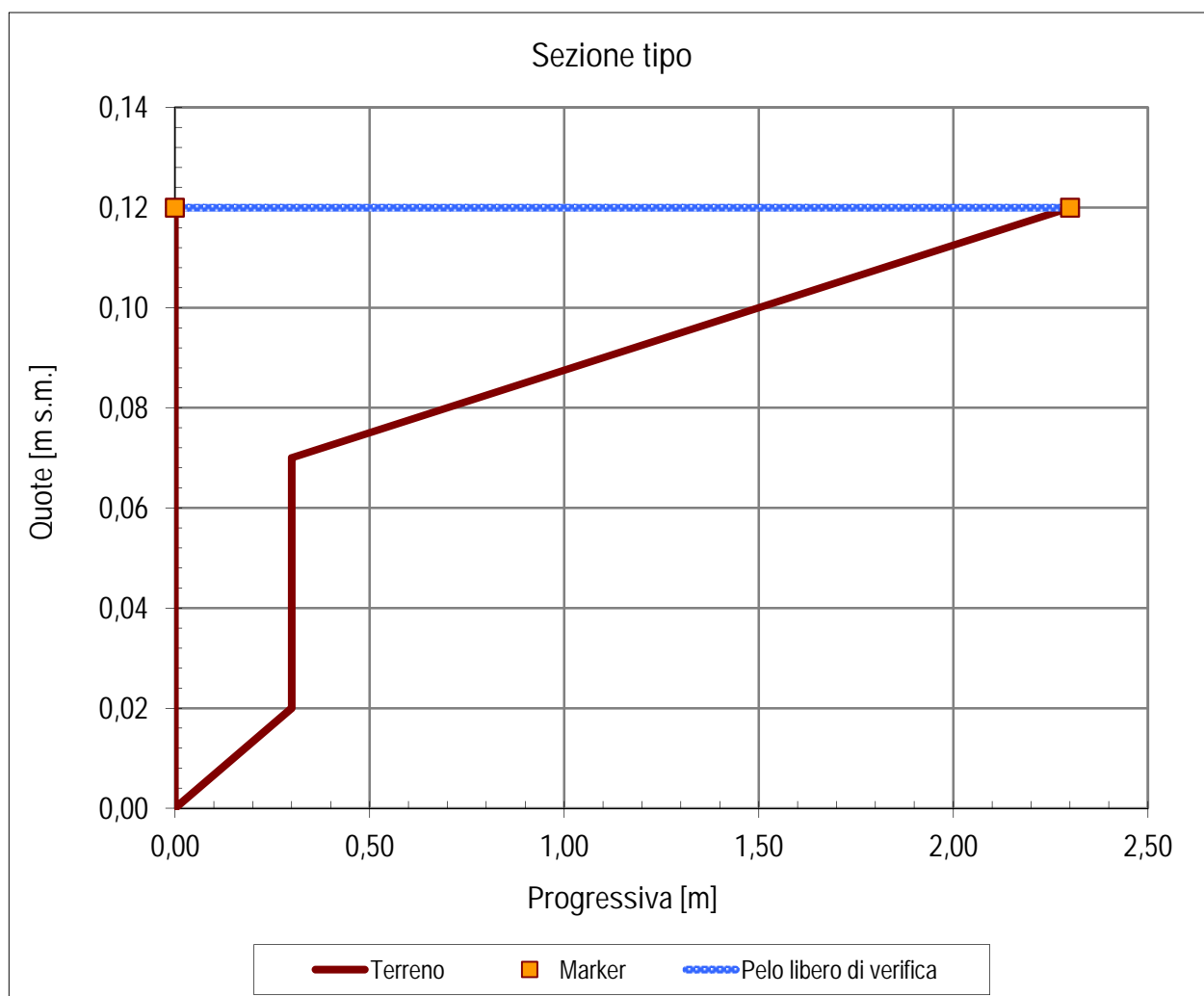
Sezione di verifica: Cunetta ciglio carreggiata - pendenza 1,94%

Dati geometrici

Livello idrico minimo:	Yo [m]	0,00
Livello idrico massimo:	Ymax [m]	0,12
Livello idrico di verifica:	Y [m]	0,12
Picchetto di marker sinistro:		1
Picchetto di marker destro:		5
Pendenza longitudinale:	i [%]	1,94%

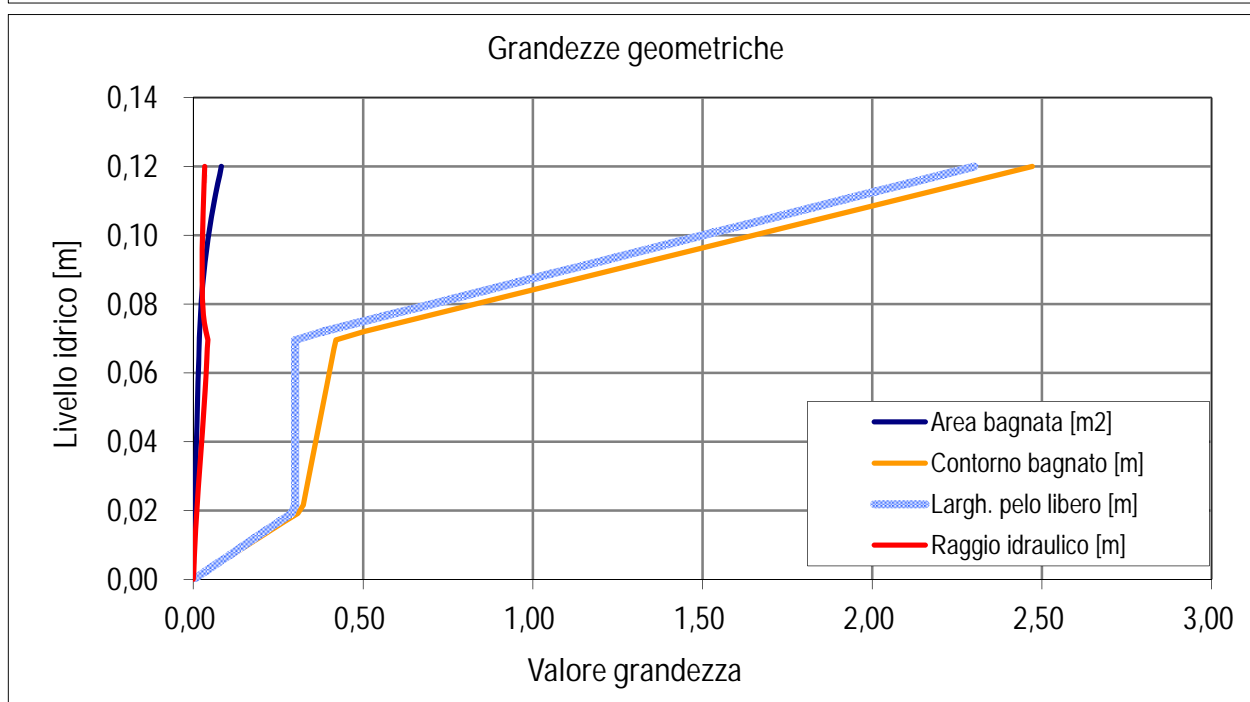
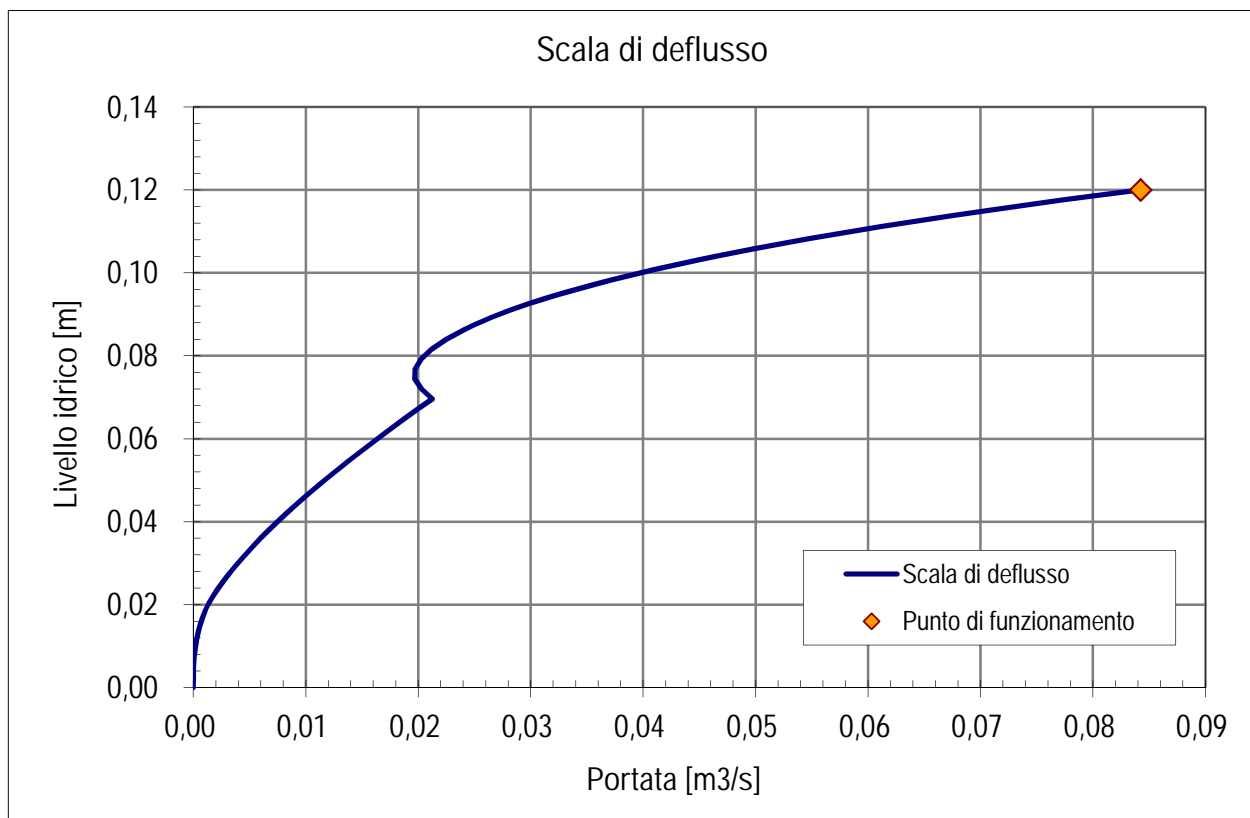
Risultati

Portata massima defluibile:	Q_{max} [m ³ /s]	0,08424
Portata di verifica:	Q [m³/s]	0,08424
Riempimento:	r [%]	100,0%
Area bagnata	A [m ²]	0,08
Perimetro bagnato	B [m]	2,47
Larghezza pelo libero	b [m]	2,30
Scabrezza media equivalente:	c' [m ^{1/3} /s]	60,0



Scala di deflusso in moto uniforme, sezione generica

Sezione di verifica: Cunetta ciglio carreggiata - pendenza 1,94%



Scala di deflusso in moto uniforme, sezione generica

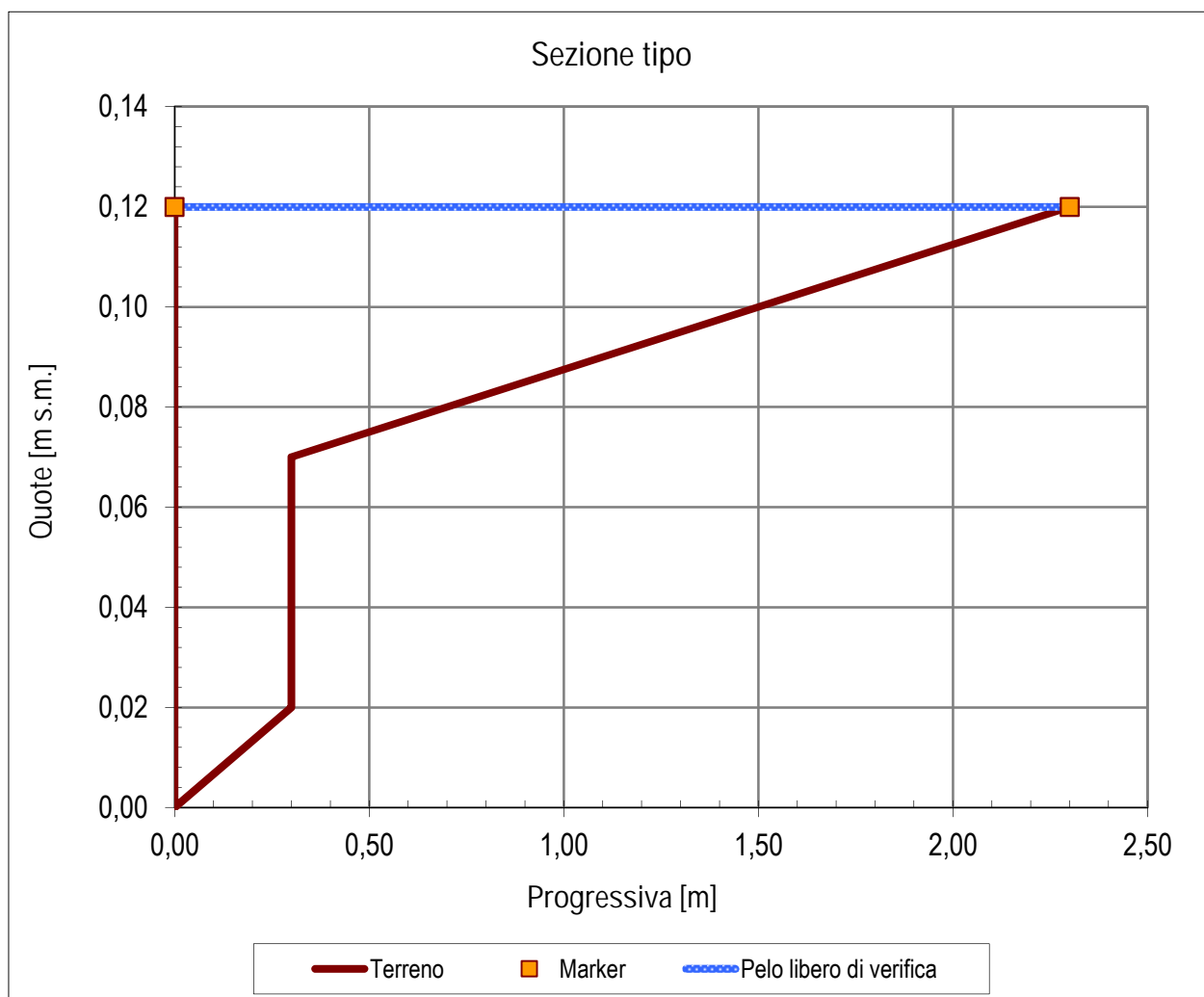
Sezione di verifica: Cunetta ciglio carreggiata - pendenza 3,24%

Dati geometrici

Livello idrico minimo:	Yo [m]	0,00
Livello idrico massimo:	Ymax [m]	0,12
Livello idrico di verifica:	Y [m]	0,12
Picchetto di marker sinistro:		1
Picchetto di marker destro:		5
Pendenza longitudinale:	i [%]	3,24%

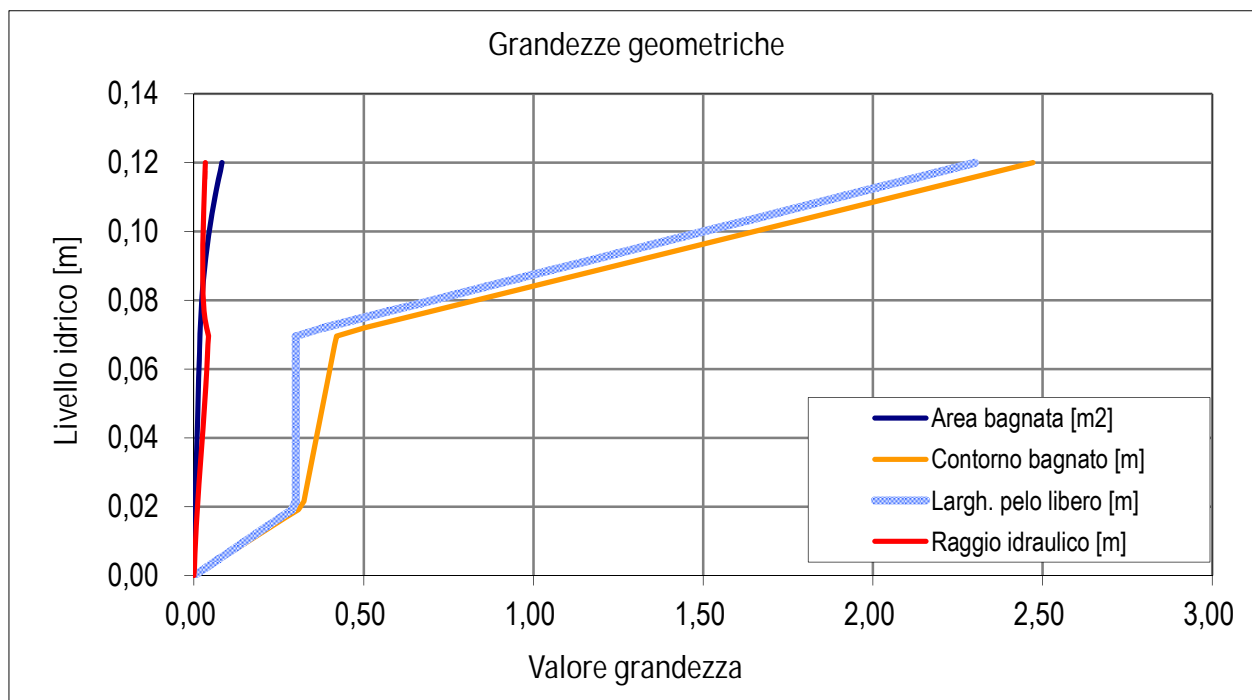
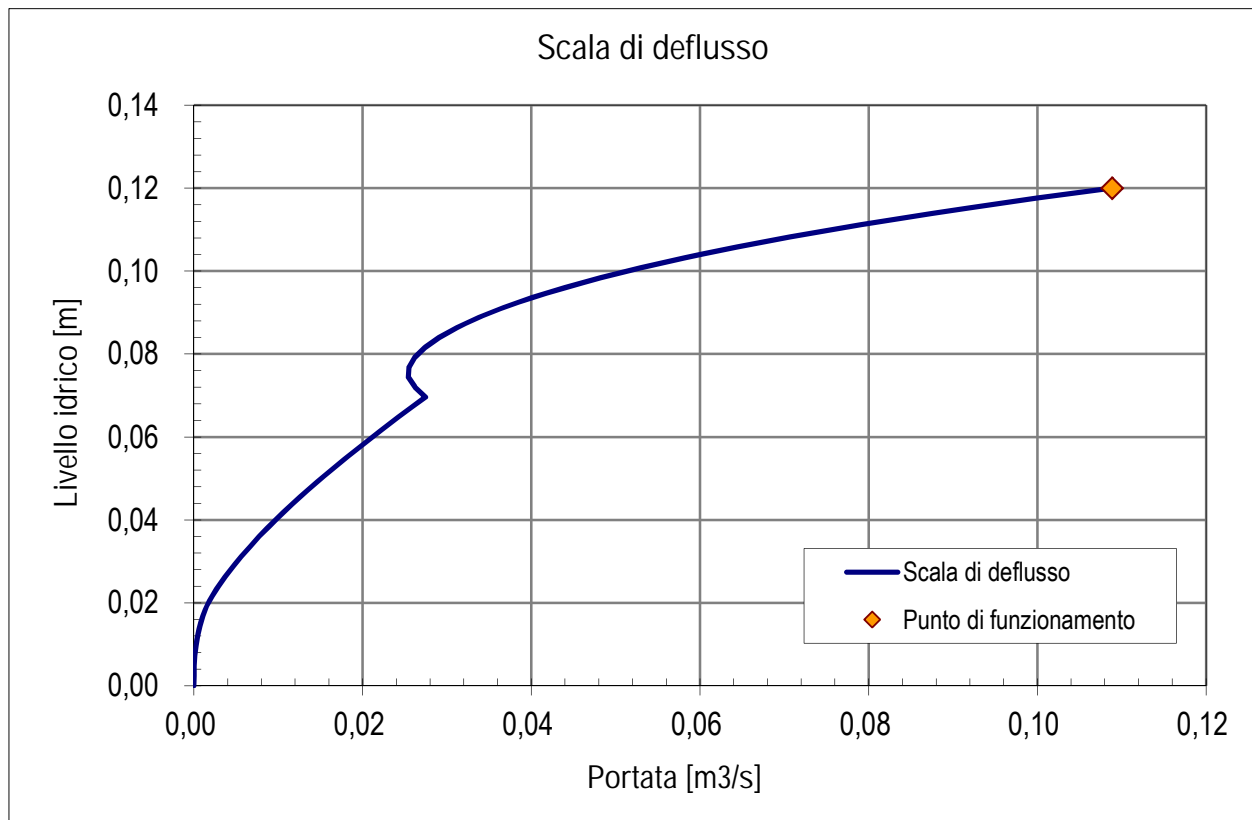
Risultati

Portata massima defluibile:	Q_{max} [m ³ /s]	0,10886
Portata di verifica:	Q [m ³ /s]	0,10886
Riempimento:	r [%]	100,0%
Area bagnata	A [m ²]	0,08
Perimetro bagnato	B [m]	2,47
Larghezza pelo libero	b [m]	2,30
Scabrezza media equivalente:	c' [m ^{1/3} /s]	60,0



Scala di deflusso in moto uniforme, sezione generica

Sezione di verifica: Cunetta ciglio carreggiata - pendenza 3,24%



Scala di deflusso in moto uniforme, sezione generica

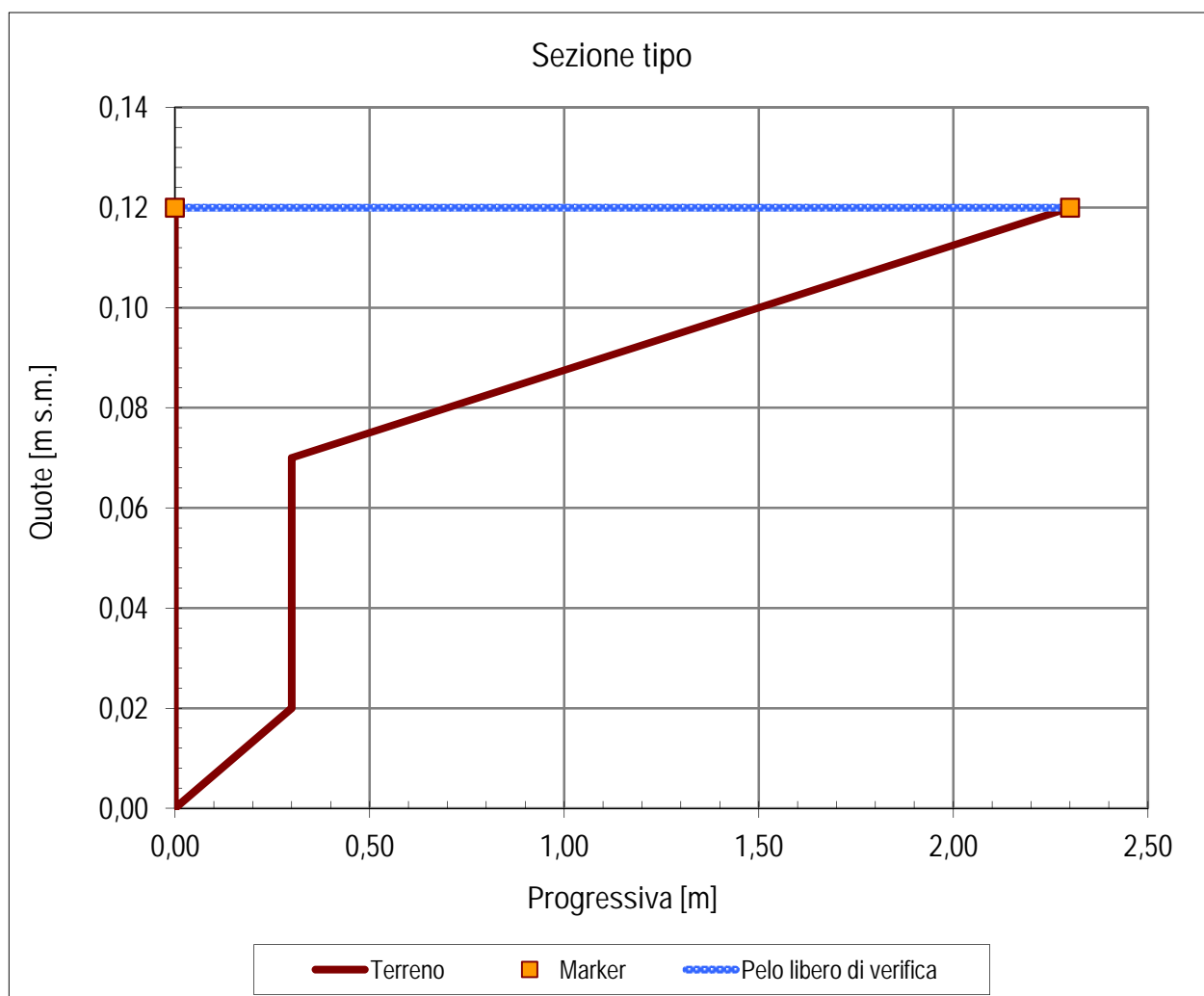
Sezione di verifica: Cunetta ciglio carreggiata - pendenza 3,32%

Dati geometrici

Livello idrico minimo:	Y_0 [m]	0,00
Livello idrico massimo:	Y_{max} [m]	0,12
Livello idrico di verifica:	Y [m]	0,12
Picchetto di marker sinistro:		1
Picchetto di marker destro:		5
Pendenza longitudinale:	i [%]	3,32%

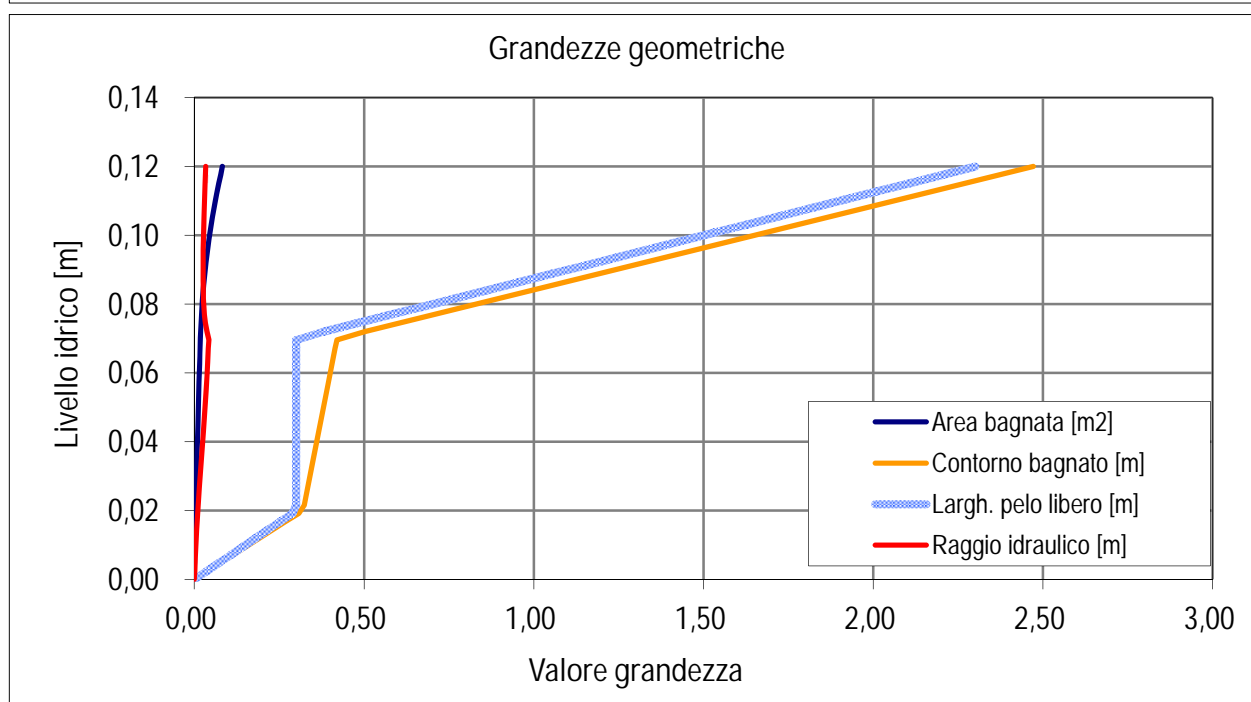
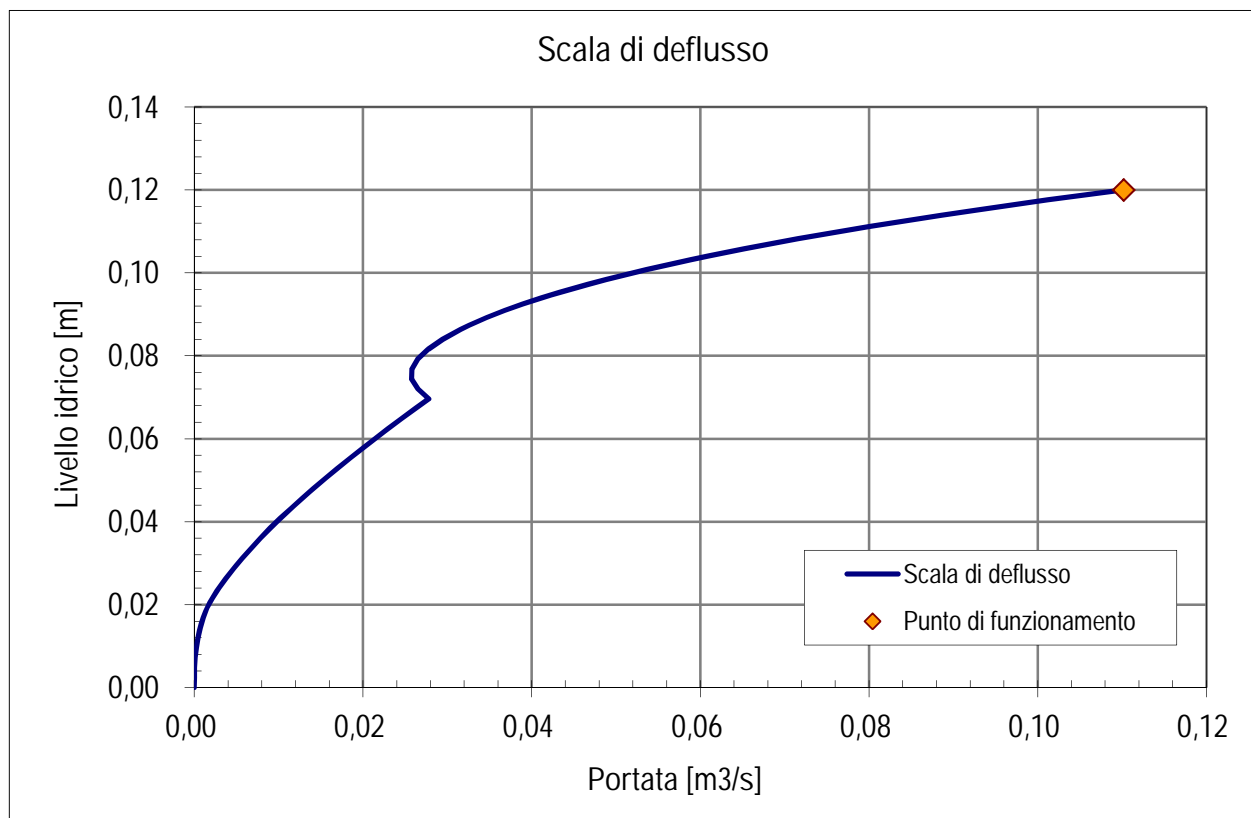
Risultati

Portata massima defluibile:	Q_{max} [m ³ /s]	0,11020
Portata di verifica:	Q [m ³ /s]	0,11020
Riempimento:	r [%]	100,0%
Area bagnata	A [m ²]	0,08
Perimetro bagnato	B [m]	2,47
Larghezza pelo libero	b [m]	2,30
Scabrezza media equivalente:	c' [m ^{1/3} /s]	60,0



Scala di deflusso in moto uniforme, sezione generica

Sezione di verifica: Cunetta ciglio carreggiata - pendenza 3,32%



Scala di deflusso in moto uniforme, sezione generica

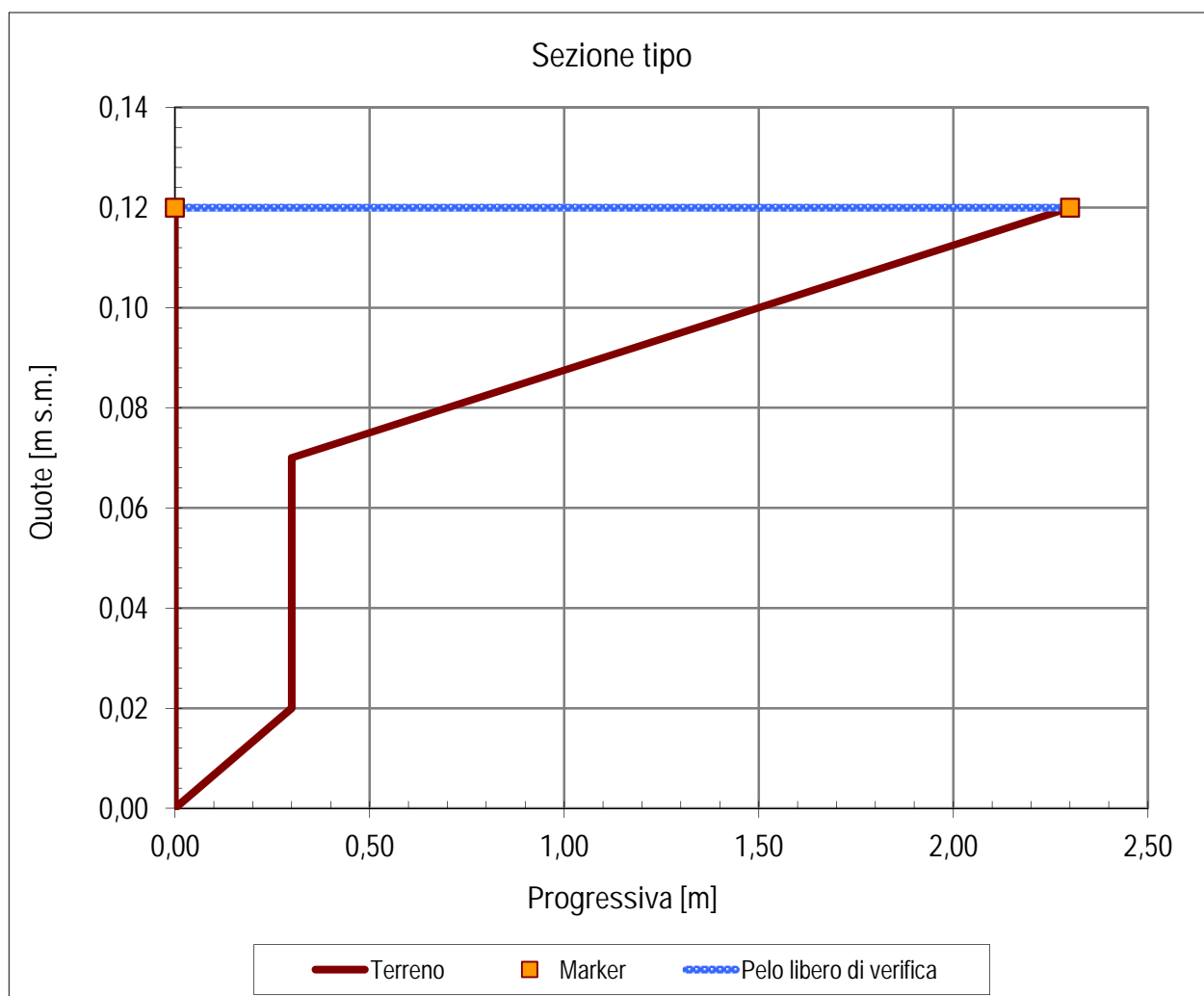
Sezione di verifica: Cunetta ciglio carreggiata - pendenza 4,2%

Dati geometrici

Livello idrico minimo:	Y_0 [m]	0,00
Livello idrico massimo:	Y_{max} [m]	0,12
Livello idrico di verifica:	Y [m]	0,12
Picchetto di marker sinistro:		1
Picchetto di marker destro:		5
Pendenza longitudinale:	i [%]	4,20%

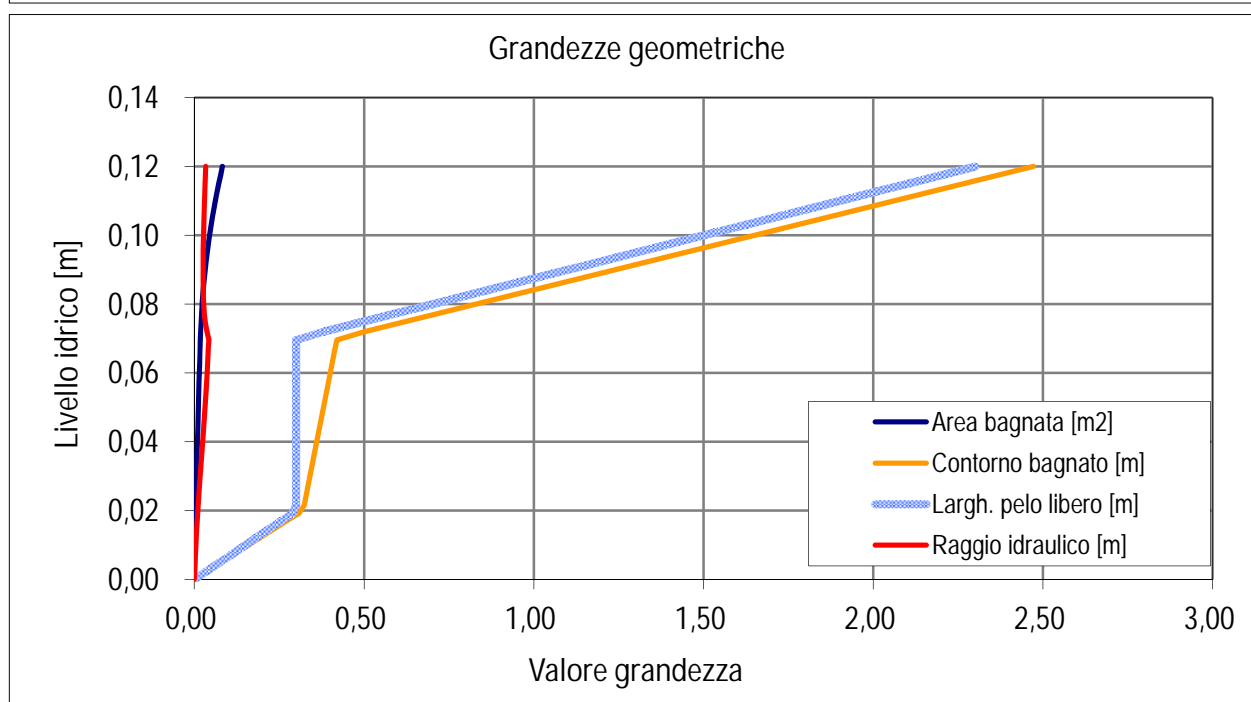
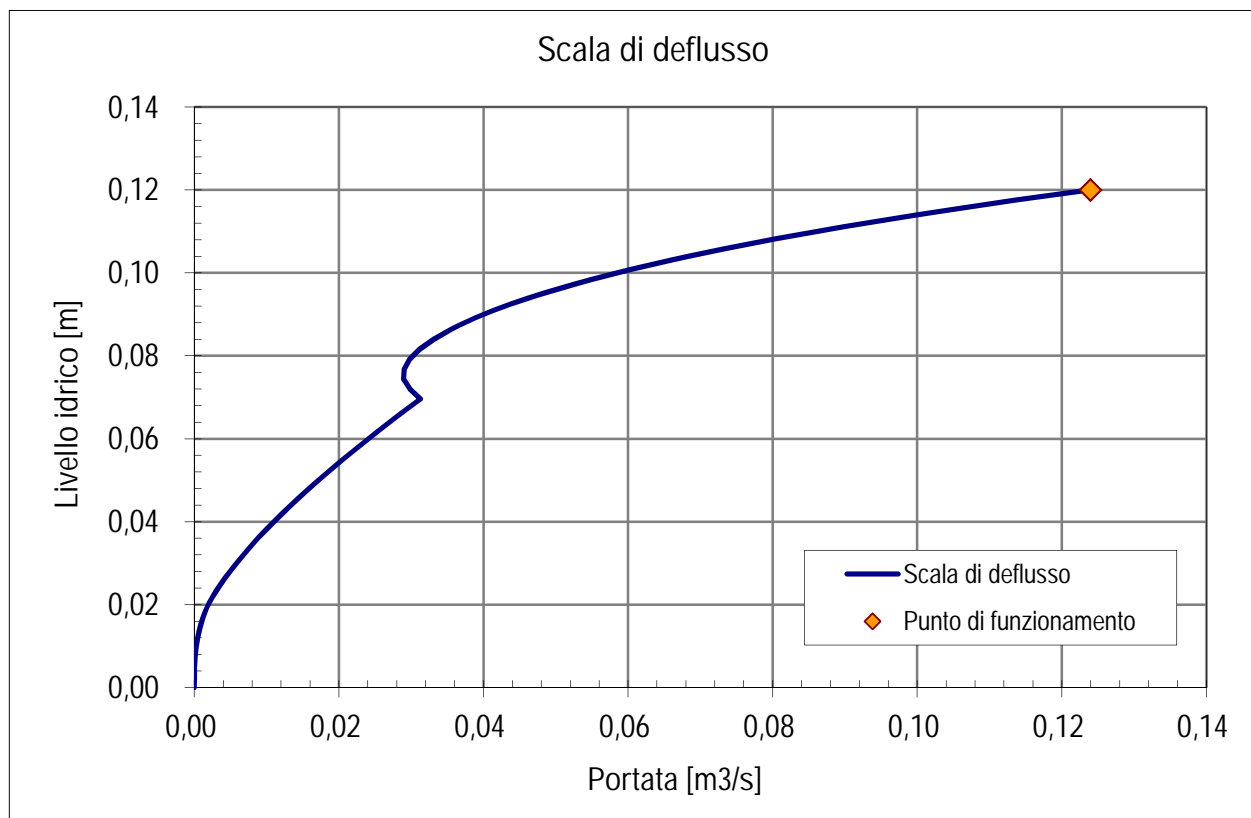
Risultati

Portata massima defluibile:	Q_{max} [m ³ /s]	0,12395
Portata di verifica:	Q [m ³ /s]	0,12395
Riempimento:	r [%]	100,0%
Area bagnata	A [m ²]	0,08
Perimetro bagnato	B [m]	2,47
Larghezza pelo libero	b [m]	2,30
Scabrezza media equivalente:	c' [m ^{1/3} /s]	60,0



Scala di deflusso in moto uniforme, sezione generica

Sezione di verifica: Cunetta ciglio carreggiata - pendenza 4,2%



Scala di deflusso in moto uniforme, sezione generica

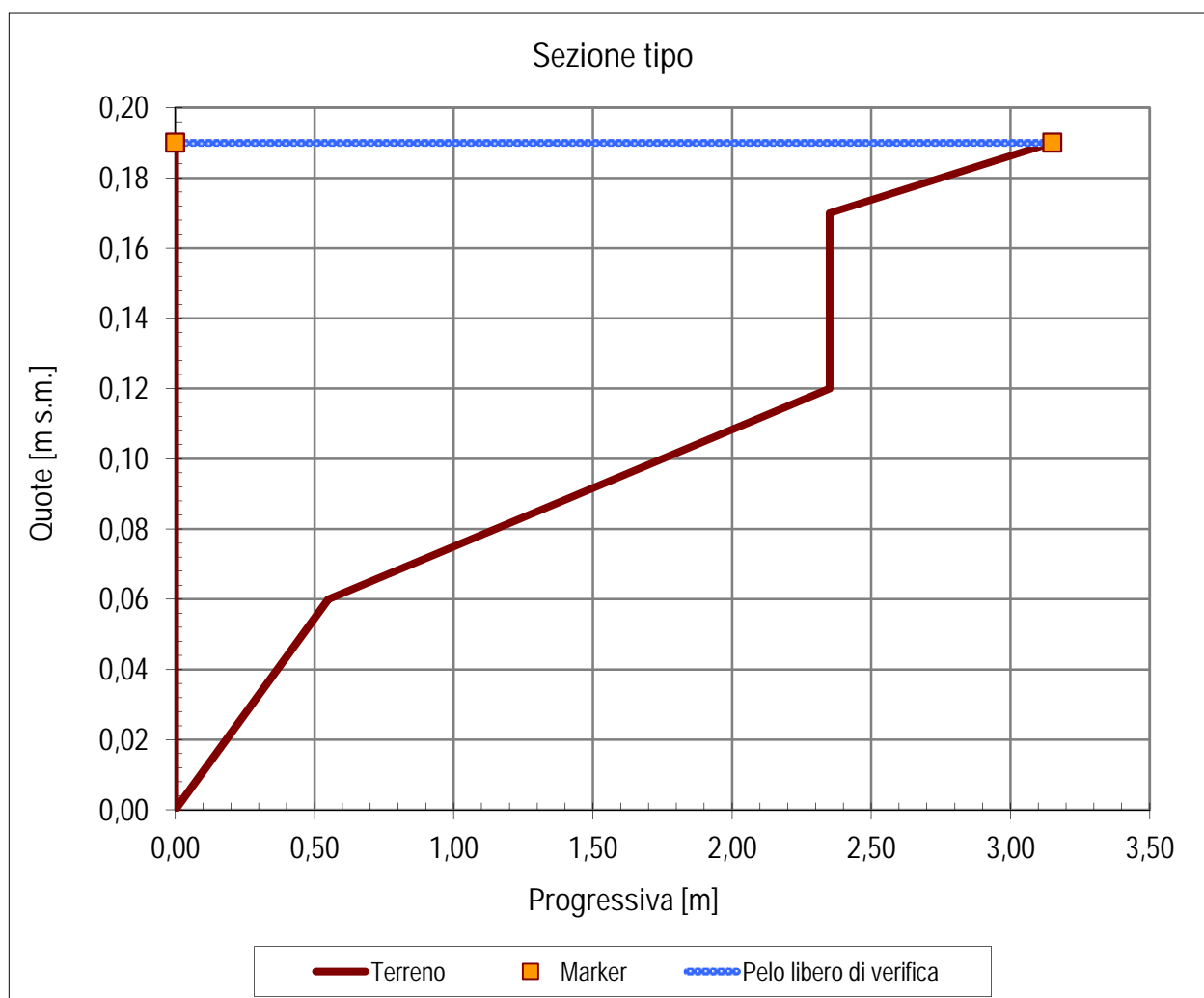
Sezione di verifica: Cunetta alla francese in corrispondenza della barriera antirumore - pendenza 0,55%

Dati geometrici

Livello idrico minimo:	Yo [m]	0,00
Livello idrico massimo:	Ymax [m]	0,19
Livello idrico di verifica:	Y [m]	0,19
Picchetto di marker sinistro:		1
Picchetto di marker destro:		6
Pendenza longitudinale:	i [%]	0,55%

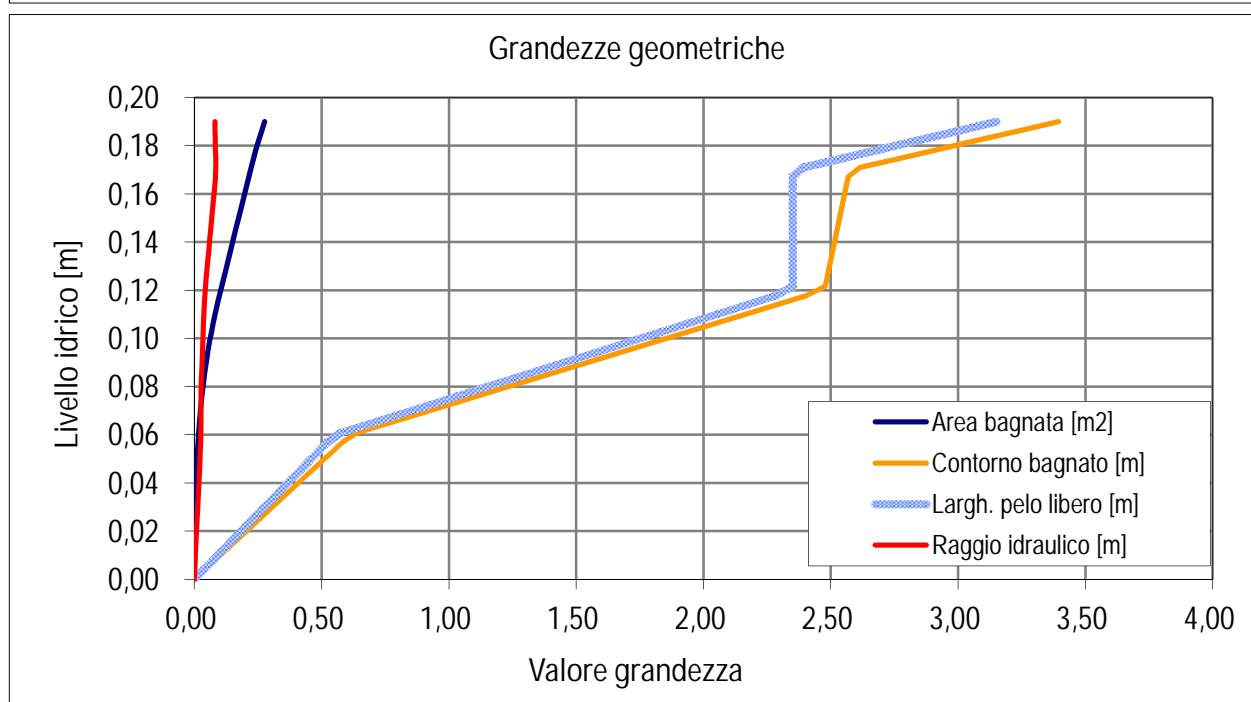
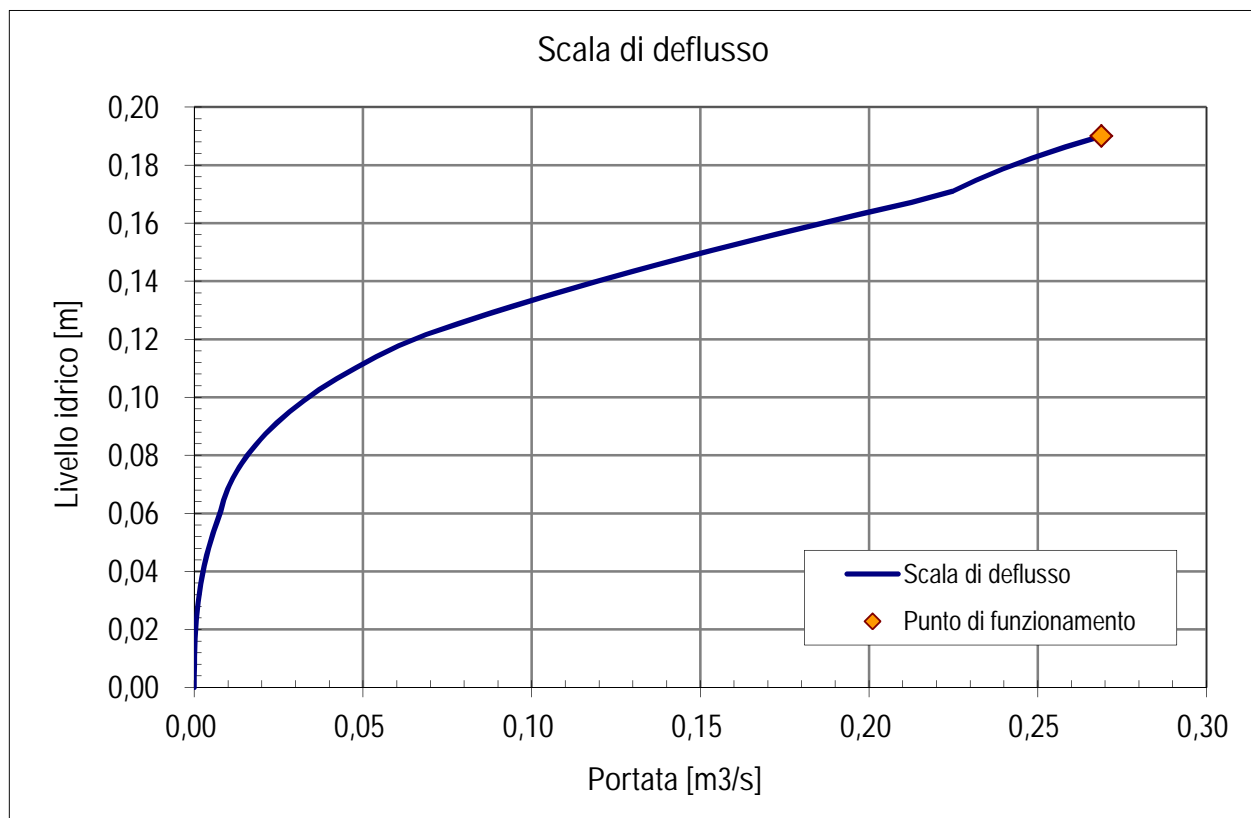
Risultati

Portata massima defluibile:	Q_{max} [m ³ /s]	0,26891
Portata di verifica:	Q [m³/s]	0,26891
Riempimento:	r [%]	100,0%
Area bagnata	A [m ²]	0,28
Perimetro bagnato	B [m]	3,39
Larghezza pelo libero	b [m]	3,15
Scabrezza media equivalente:	c' [m ^{1/3} /s]	70,0



Scala di deflusso in moto uniforme, sezione generica

Sezione di verifica: Cunetta alla francese in corrispondenza della barriera antirumore - pendenza 0,55%



Scala di deflusso in moto uniforme, sezione generica

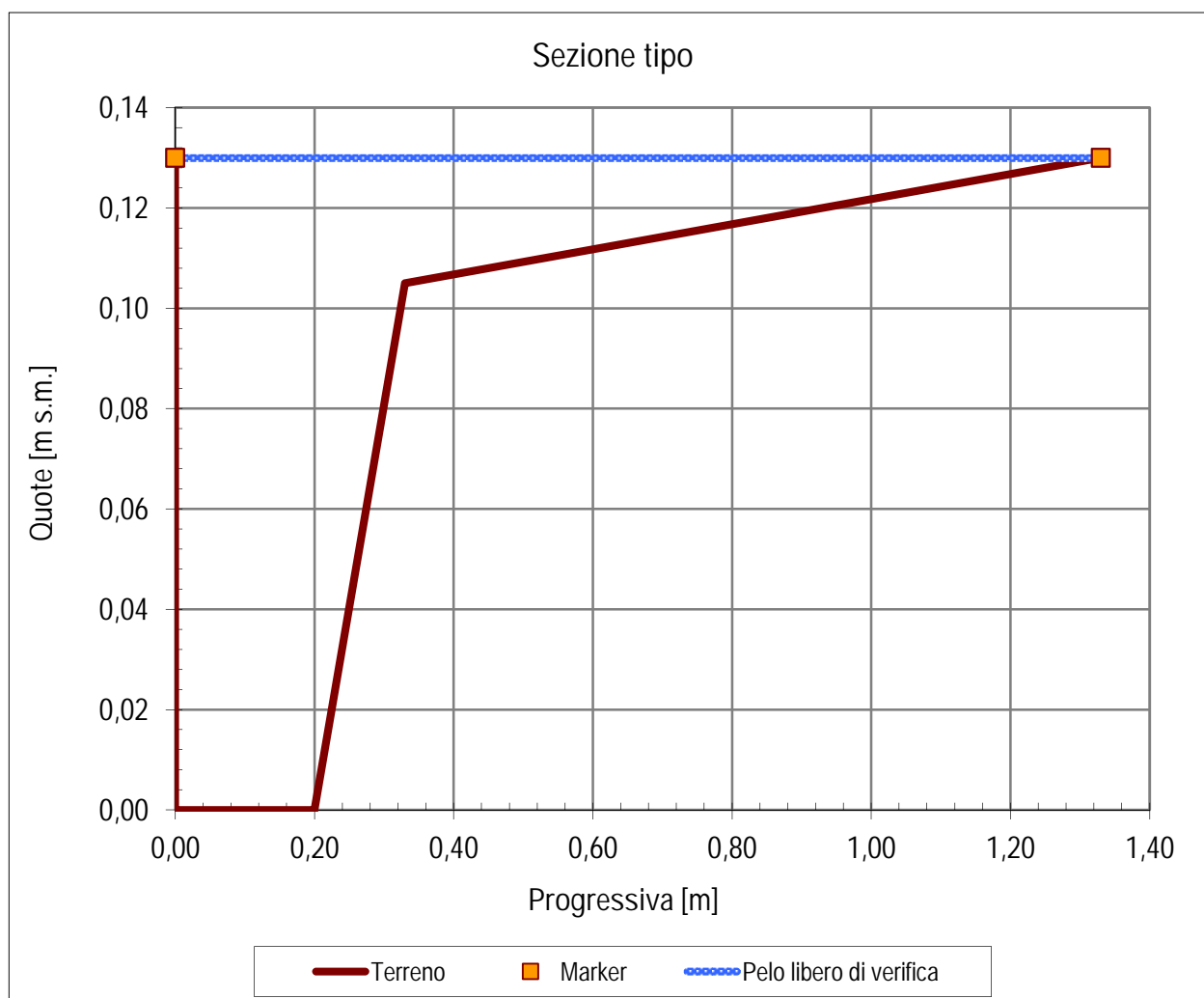
Sezione di verifica: Cunetta ciglio viadotto Chiusella

Dati geometrici

Livello idrico minimo:	Yo [m]	0,00
Livello idrico massimo:	Ymax [m]	0,13
Livello idrico di verifica:	Y [m]	0,13
Picchetto di marker sinistro:		1
Picchetto di marker destro:		5
Pendenza longitudinale:	i [%]	0,29%

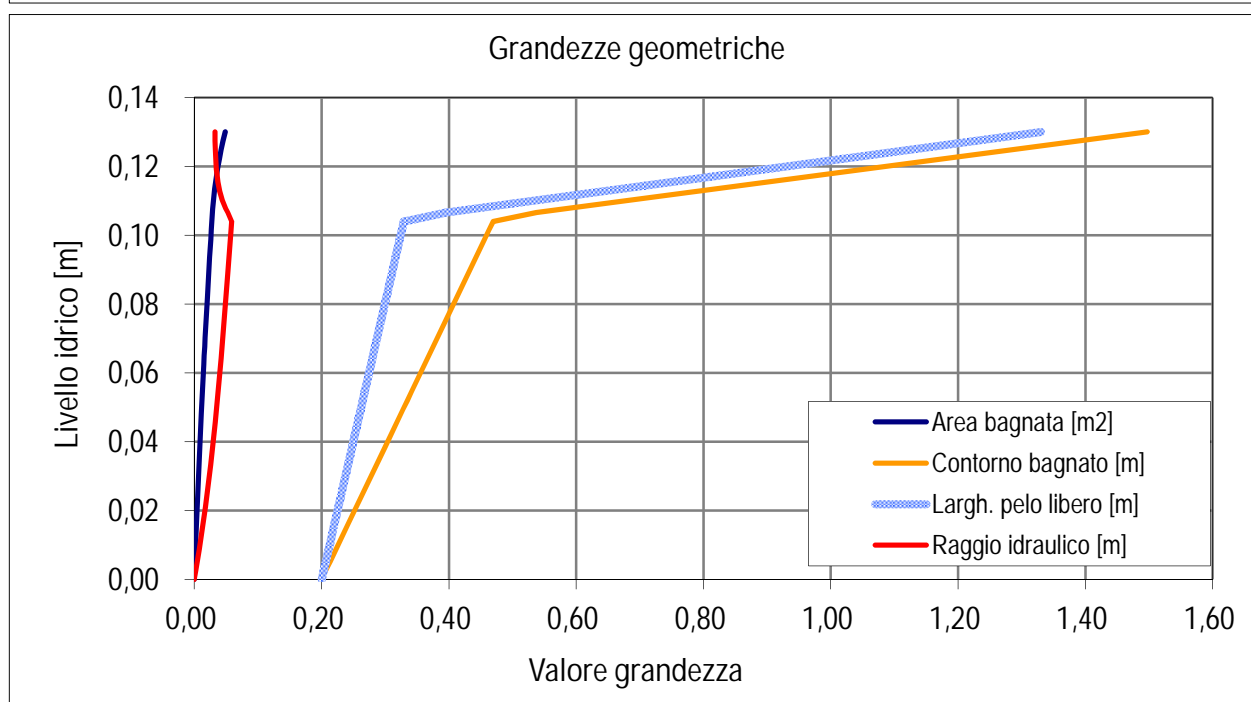
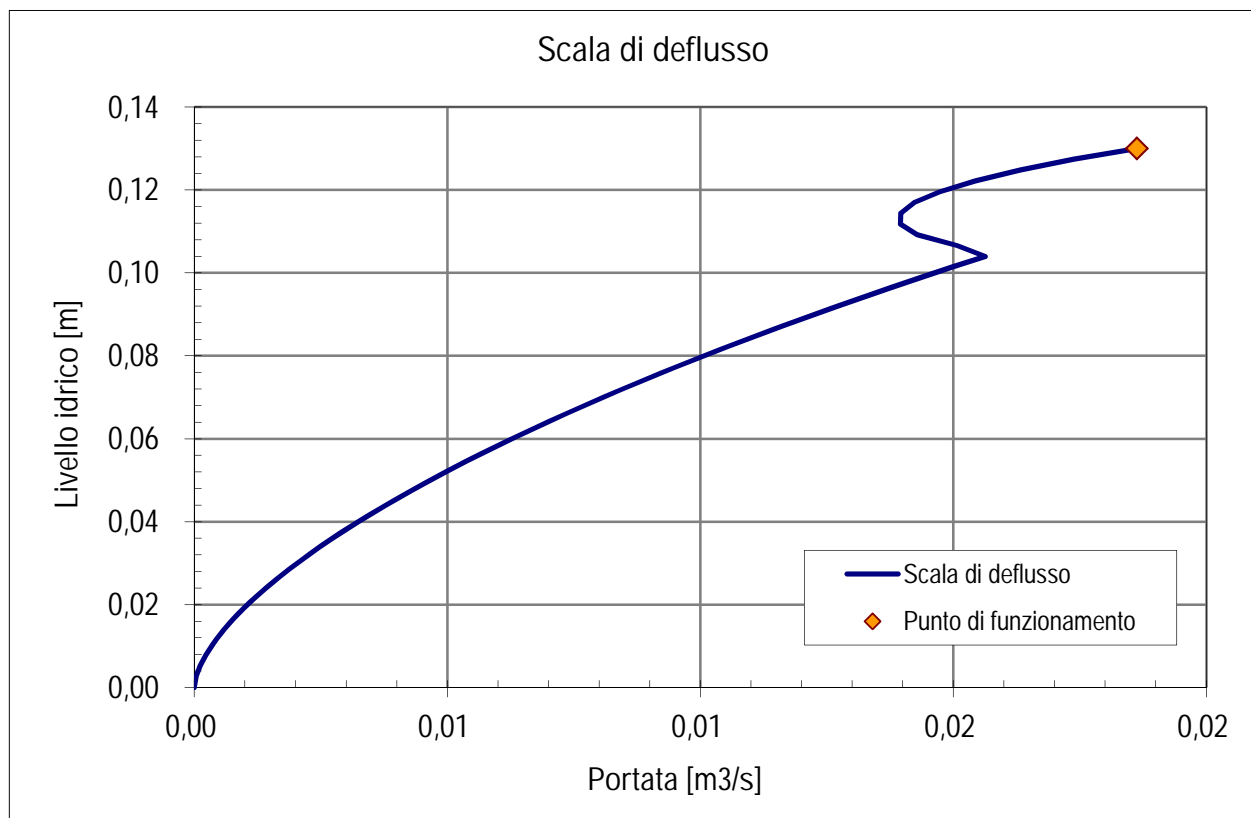
Risultati

Portata massima defluibile:	Q_{max} [m ³ /s]	0,01862
Portata di verifica:	Q [m³/s]	0,01862
Riempimento:	r [%]	100,0%
Area bagnata	A [m ²]	0,05
Perimetro bagnato	B [m]	1,50
Larghezza pelo libero	b [m]	1,33
Scabrezza media equivalente:	c' [m ^{1/3} /s]	70,0



Scala di deflusso in moto uniforme, sezione generica

Sezione di verifica: Cunetta ciglio viadotto Chiusella



Scala di deflusso in moto uniforme, sezione generica

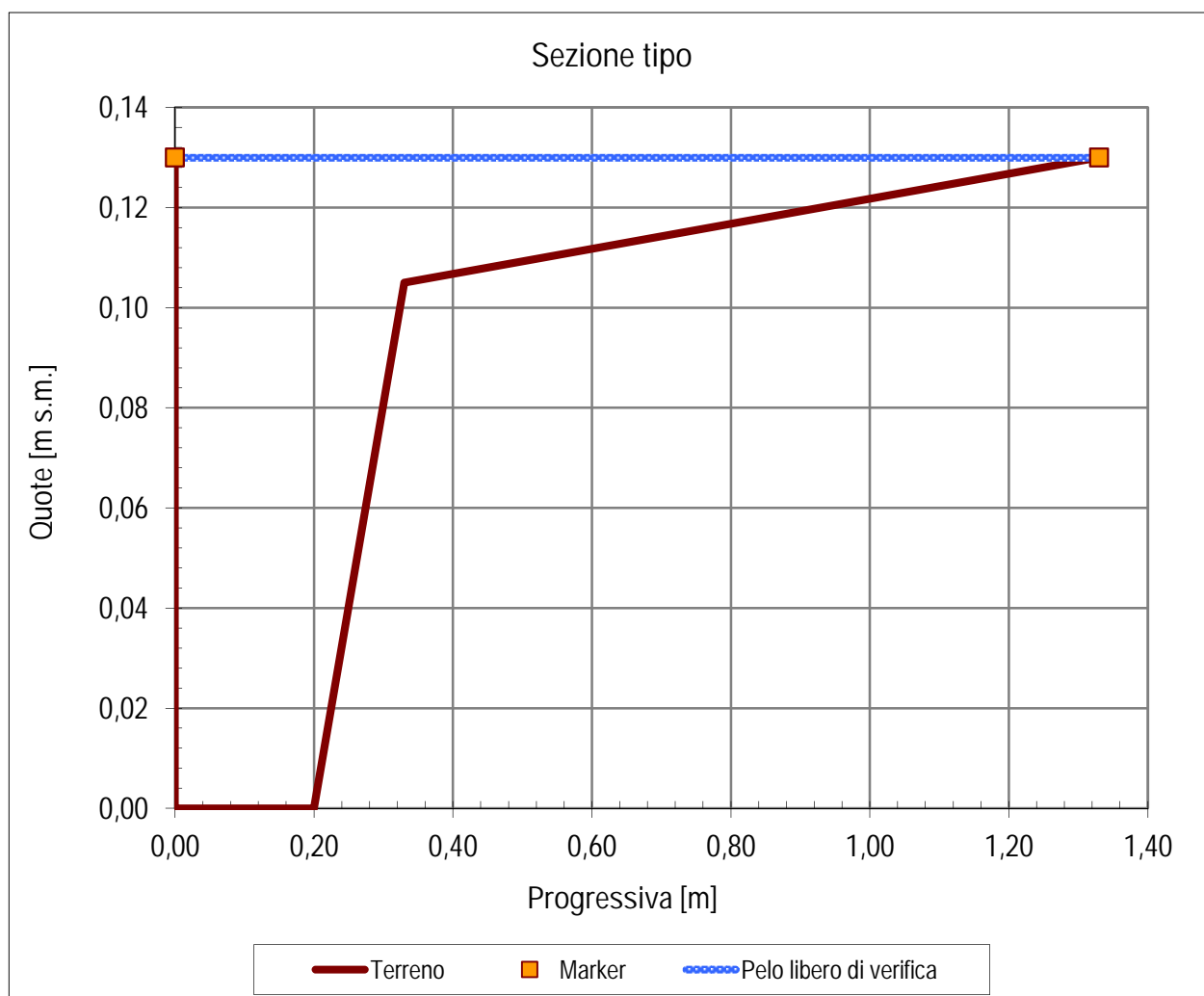
Sezione di verifica: Cunetta ciglio viadotto Cartiera

Dati geometrici

Livello idrico minimo:	Yo [m]	0,00
Livello idrico massimo:	Ymax [m]	0,13
Livello idrico di verifica:	Y [m]	0,13
Picchetto di marker sinistro:		1
Picchetto di marker destro:		5
Pendenza longitudinale:	i [%]	0,33%

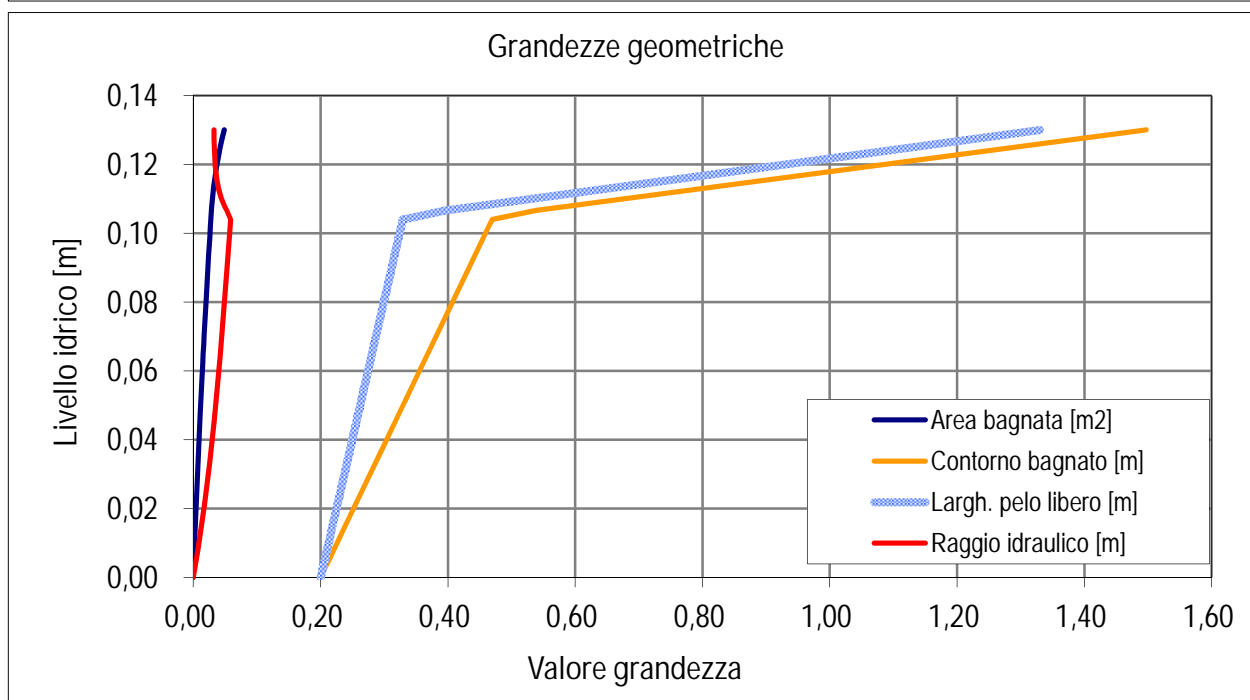
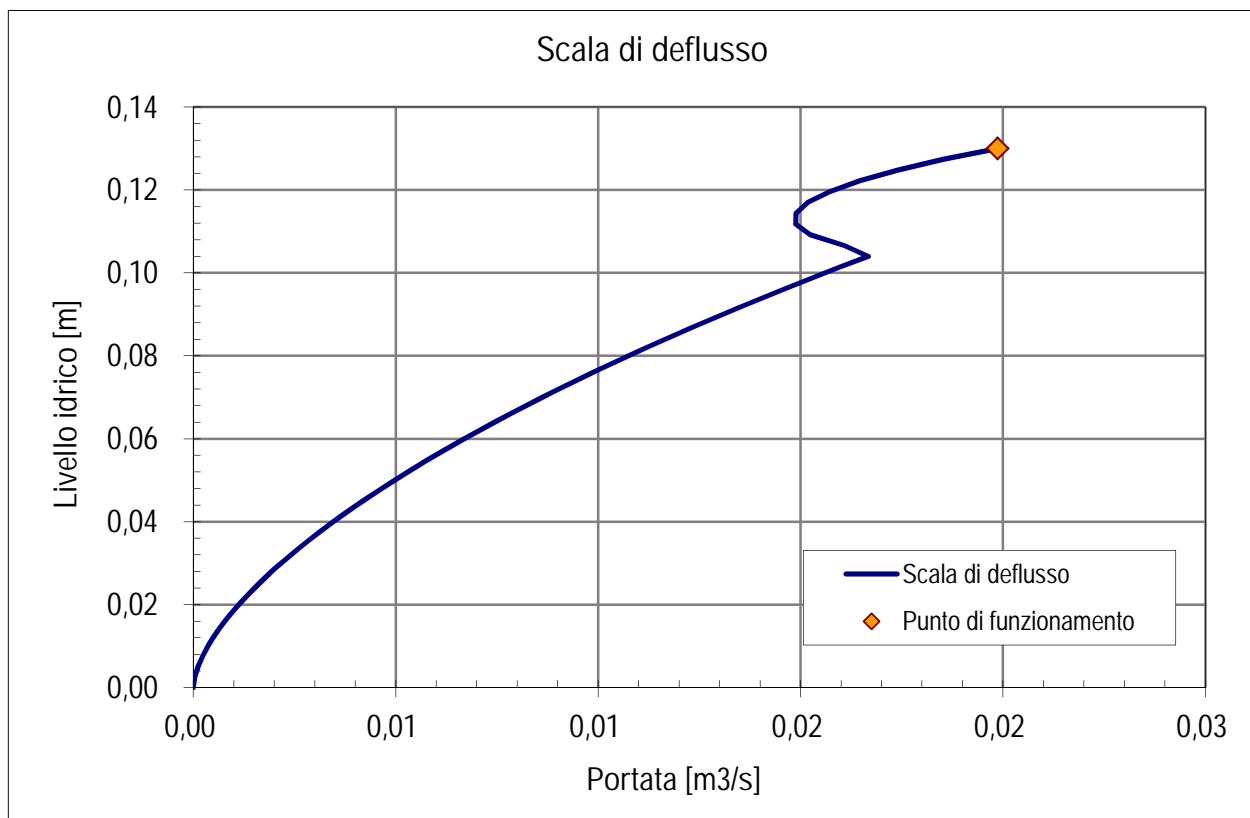
Risultati

Portata massima defluibile:	Q_{max} [m ³ /s]	0,01987
Portata di verifica:	Q [m³/s]	0,01987
Riempimento:	r [%]	100,0%
Area bagnata	A [m ²]	0,05
Perimetro bagnato	B [m]	1,50
Larghezza pelo libero	b [m]	1,33
Scabrezza media equivalente:	c' [m ^{1/3} /s]	70,0



Scala di deflusso in moto uniforme, sezione generica

Sezione di verifica: Cunetta ciglio viadotto Cartiera



Scala di deflusso in moto uniforme, sezione generica

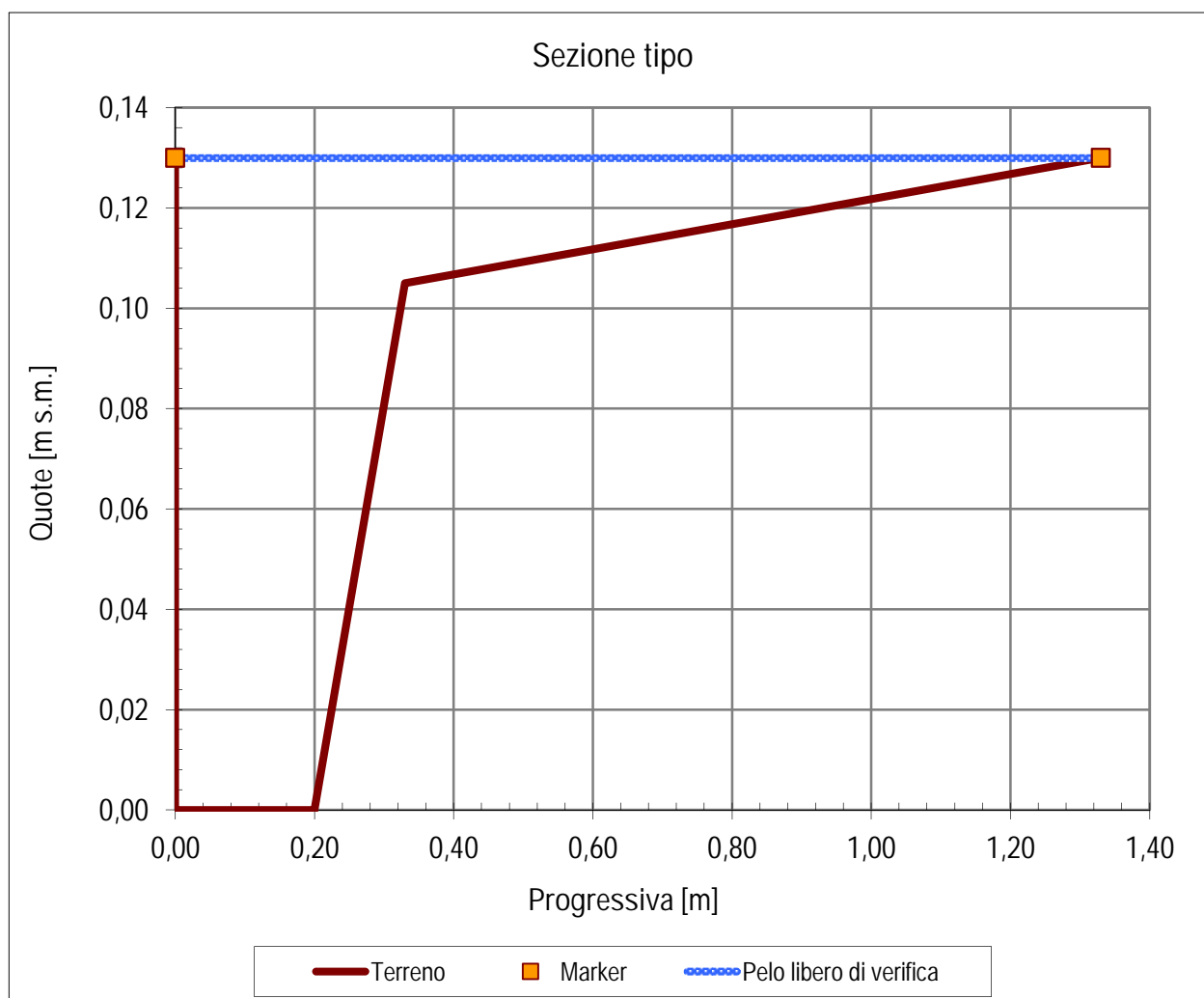
Sezione di verifica: Cunetta ciglio viadotto Fiorano

Dati geometrici

Livello idrico minimo:	Y_0 [m]	0,00
Livello idrico massimo:	Y_{max} [m]	0,13
Livello idrico di verifica:	Y [m]	0,13
Picchetto di marker sinistro:		1
Picchetto di marker destro:		5
Pendenza longitudinale:	i [%]	0,20%

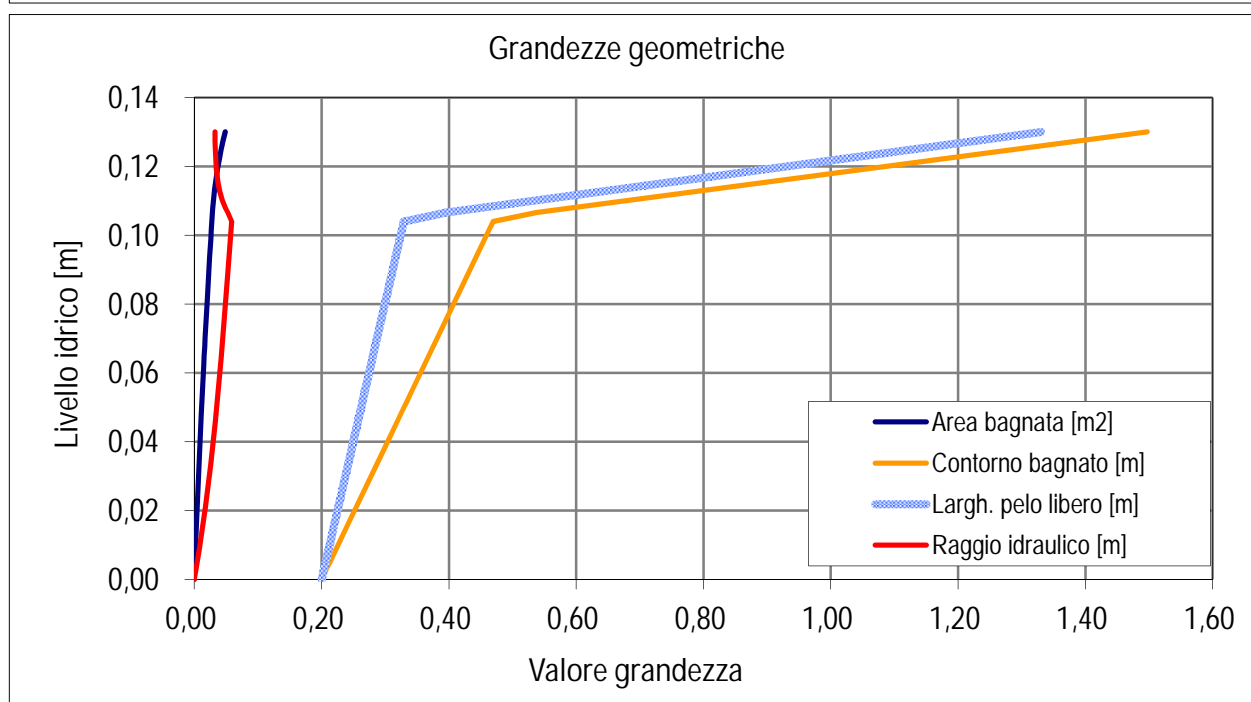
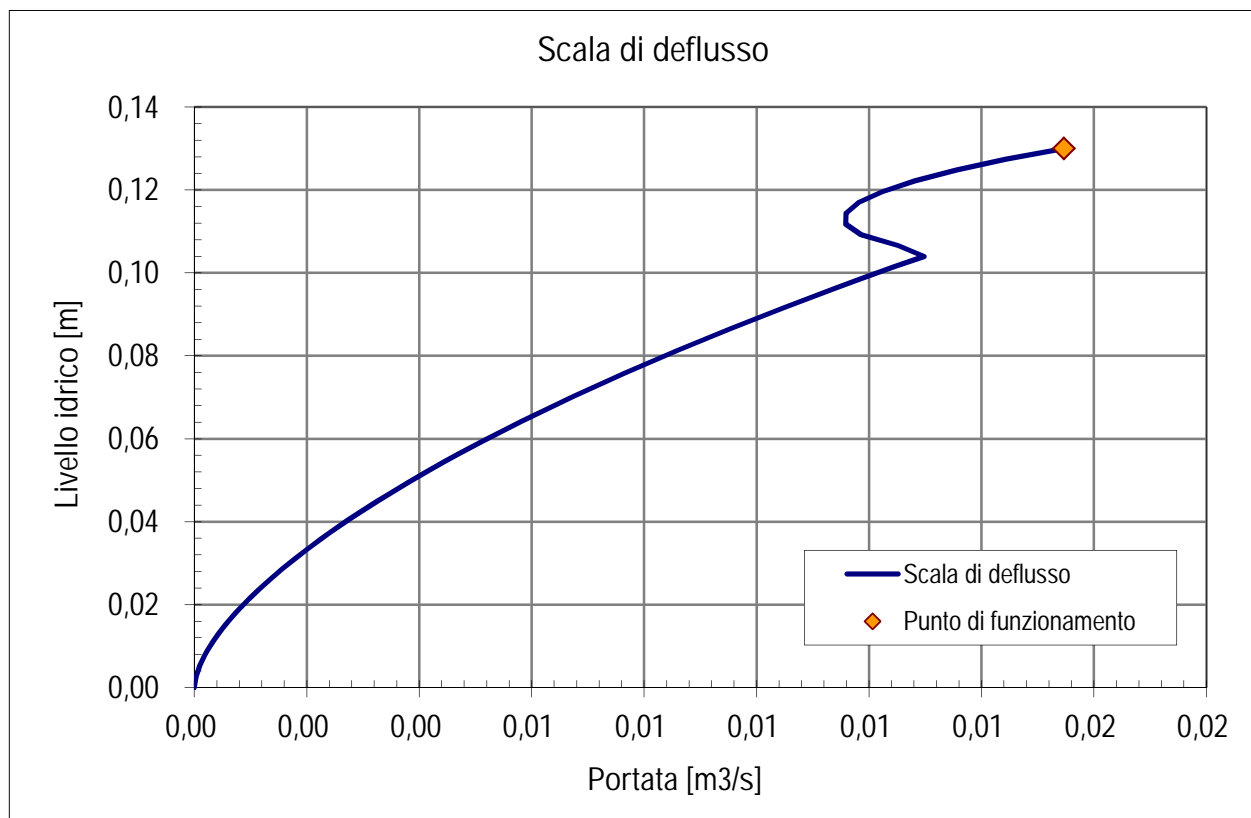
Risultati

Portata massima defluibile:	Q_{max} [m ³ /s]	0,01547
Portata di verifica:	Q [m ³ /s]	0,01547
Riempimento:	r [%]	100,0%
Area bagnata	A [m ²]	0,05
Perimetro bagnato	B [m]	1,50
Larghezza pelo libero	b [m]	1,33
Scabrezza media equivalente:	c' [m ^{1/3} /s]	70,0



Scala di deflusso in moto uniforme, sezione generica

Sezione di verifica: Cunetta ciglio viadotto Fiorano



Moto uniforme in canaletta trapezia

Fosso di guardia rivestito - pendenza 0,47%

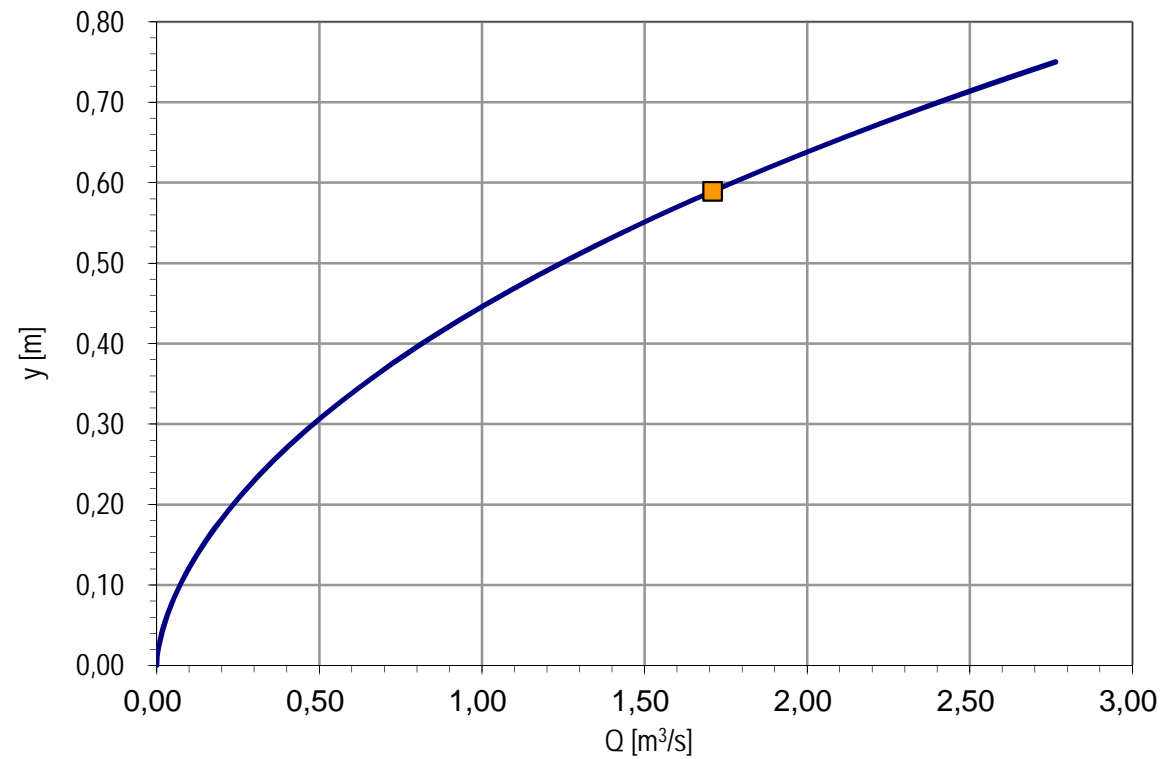


L (m)	0,70	da variare
h (m)	0,75	da variare
y/x[SX]	1,00	da variare
y/x[DX]	1,00	da variare
SX (ø)	45,00	
DX (ø)	45,00	
Yo (m)	0,00	da variare
dY (m)	0,01	
i (‰)	4,70	da variare

c [L]	70	da variare
c [SX]	70	da variare
c [DX]	70	da variare

Ymax [m]	0,75
Qmax [m ³ /s]	2,76

Riempimento [frazione]	0,70
Q [m ³ /s]	1,71
Y [m]	0,59
v [m/s]	2,25



Moto uniforme in canaletta trapezia

Fosso di guardia rivestito - pendenza 0,55%

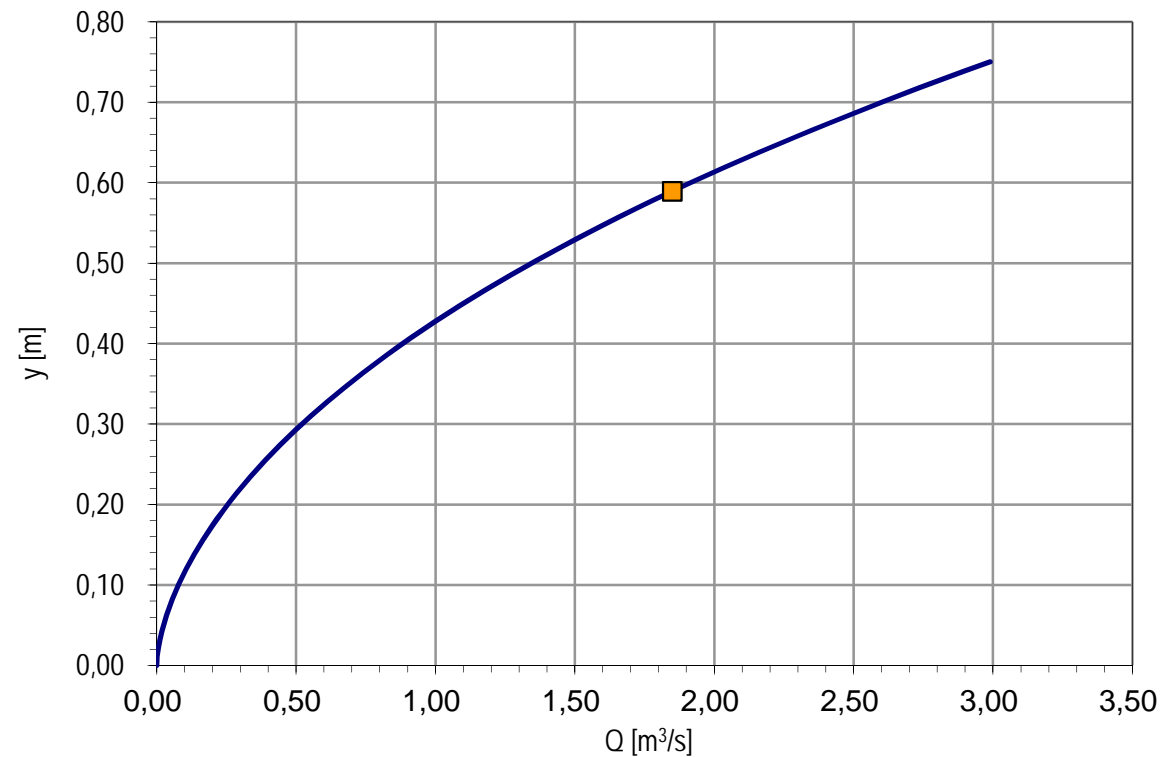


L (m)	0,70	da variare
h (m)	0,75	da variare
y/x[SX]	1,00	da variare
y/x[DX]	1,00	da variare
SX (°)	45,00	
DX (°)	45,00	
Yo (m)	0,00	da variare
dY (m)	0,01	
i (‰)	5,50	da variare

c [L]	70	da variare
c [SX]	70	da variare
c [DX]	70	da variare

Ymax [m]	0,70
Qmax [m ³ /s]	2,58

Riempimento [frazione]	0,70
Q [m ³ /s]	1,85
Y [m]	0,59
v [m/s]	2,43



Moto uniforme in canaletta trapezia

Fosso di guardia rivestito - pendenza 1,62%

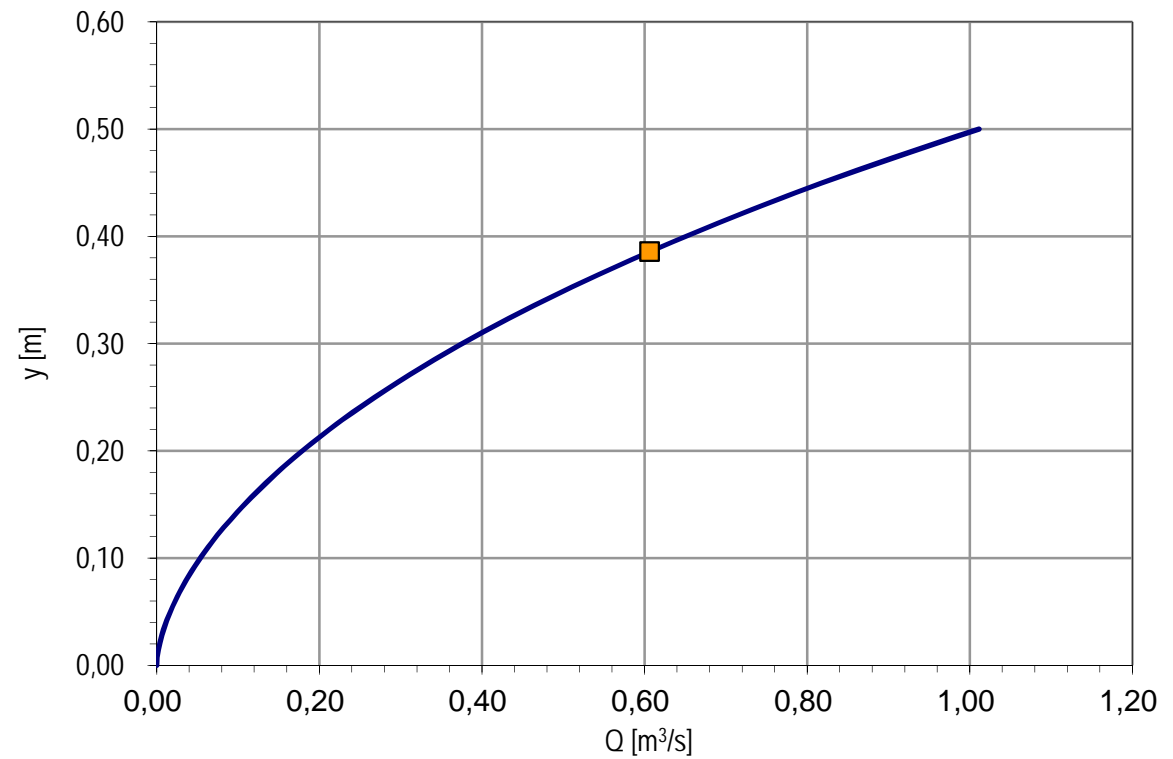


L (m)	0,50	da variare
h (m)	0,50	da variare
y/x[SX]	1,00	da variare
y/x[DX]	1,00	da variare
SX (°)	45,00	
DX (°)	45,00	
Yo (m)	0,00	da variare
dY (m)	0,01	
i (‰)	5,00	da variare

c [L]	70	da variare
c [SX]	70	da variare
c [DX]	70	da variare

Ymax [m]	0,50
Qmax [m ³ /s]	1,01

Riempimento [frazione]	0,70
Q [m ³ /s]	0,61
Y [m]	0,39
v [m/s]	1,77



Moto uniforme in canaletta trapezia

Fosso di guardia rivestito - pendenza 1,62%

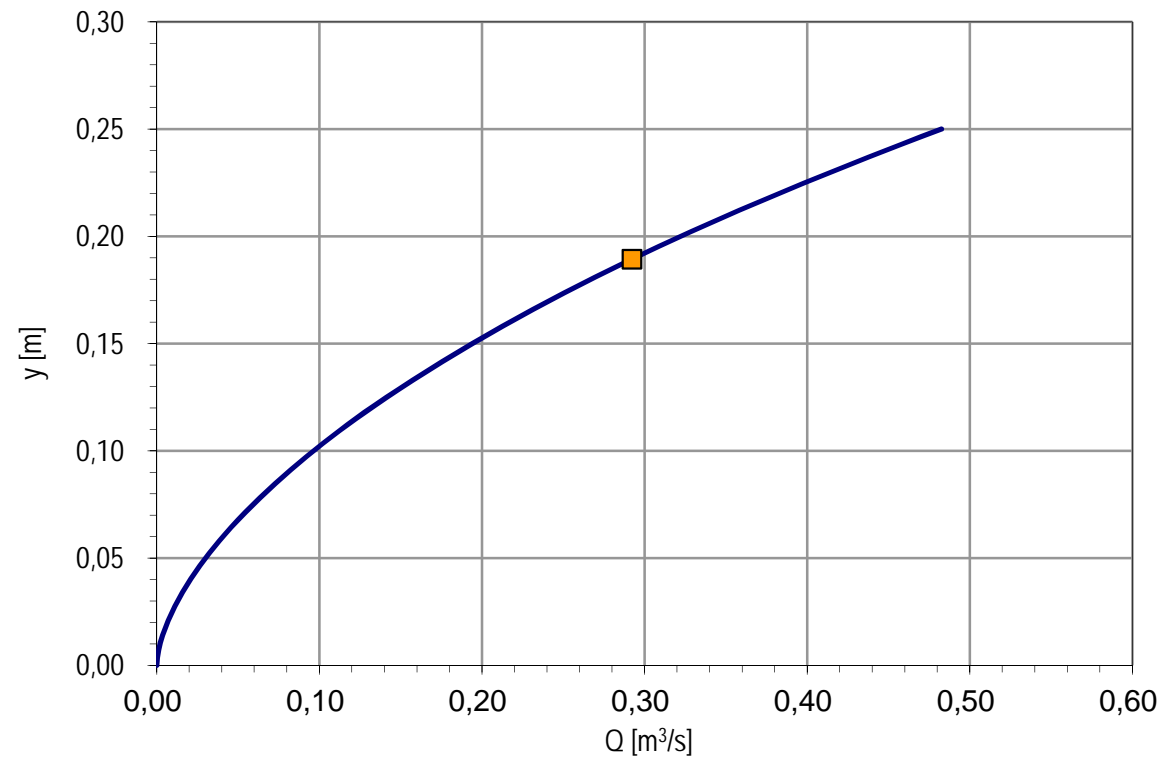


L (m)	0,50	da variare
h (m)	0,25	da variare
y/x[SX]	1,00	da variare
y/x[DX]	1,00	da variare
SX (°)	45,00	
DX (°)	45,00	
Yo (m)	0,00	da variare
dY (m)	0,00	
i (‰)	16,20	da variare

c [L]	70	da variare
c [SX]	70	da variare
c [DX]	70	da variare

Ymax [m]	0,25
Qmax [m ³ /s]	0,48

Riempimento [frazione]	0,70
Q [m ³ /s]	0,29
Y [m]	0,19
v [m/s]	2,24



Moto uniforme in canaletta circolare

tubazione in acciaio DN 300 - pendenza 0,33%

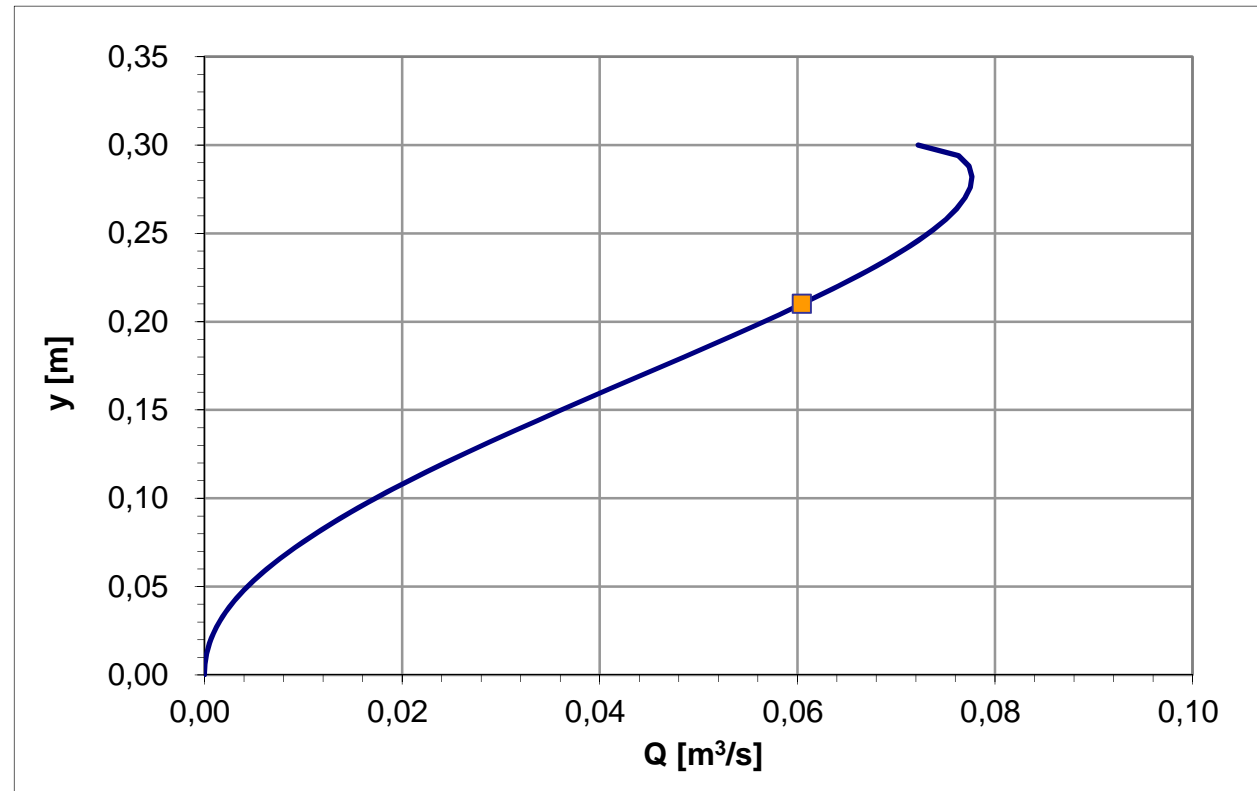


Dati canaletta

D (m):	0,30	da variare
i (‰):	3,30	da variare
c [$m^{1/3}/s$]:	100	da variare

Riempimento [frazione] 0,70 da variare

Q [m^3/s]	0,060
Y [m]	0,21
v [m/s]	1,14



Moto uniforme in canaletta circolare

tubazione in acciaio DN 450 - pendenza 0,20%

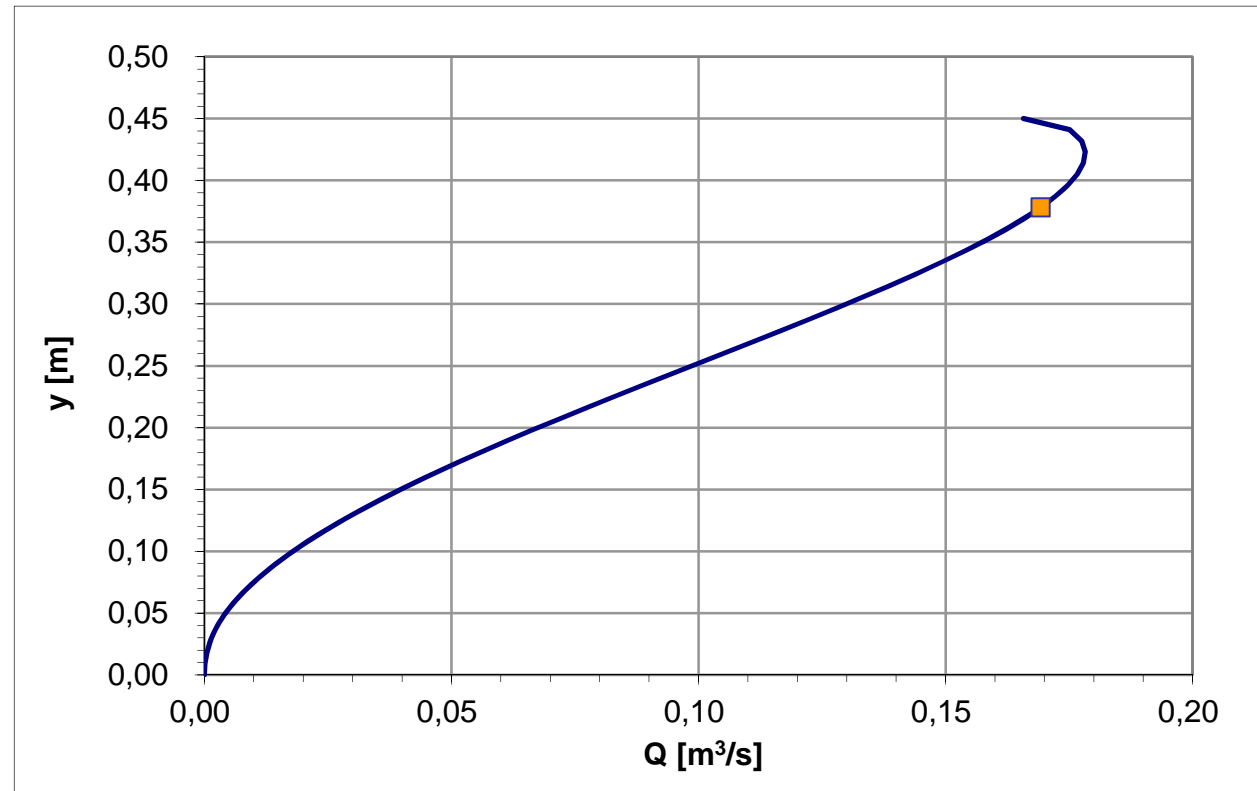


Dati canaletta

D (m):	0,45	da variare
i (‰):	2,00	da variare
c [m ^{1/3} /s]:	100	da variare

Riempimento [frazione] 0,85 da variare

Q [m ³ /s]	0,169
Y [m]	0,38
v [m/s]	1,19



Moto uniforme in canaletta circolare

tubazione in acciaio DN 450 - pendenza 0,29%

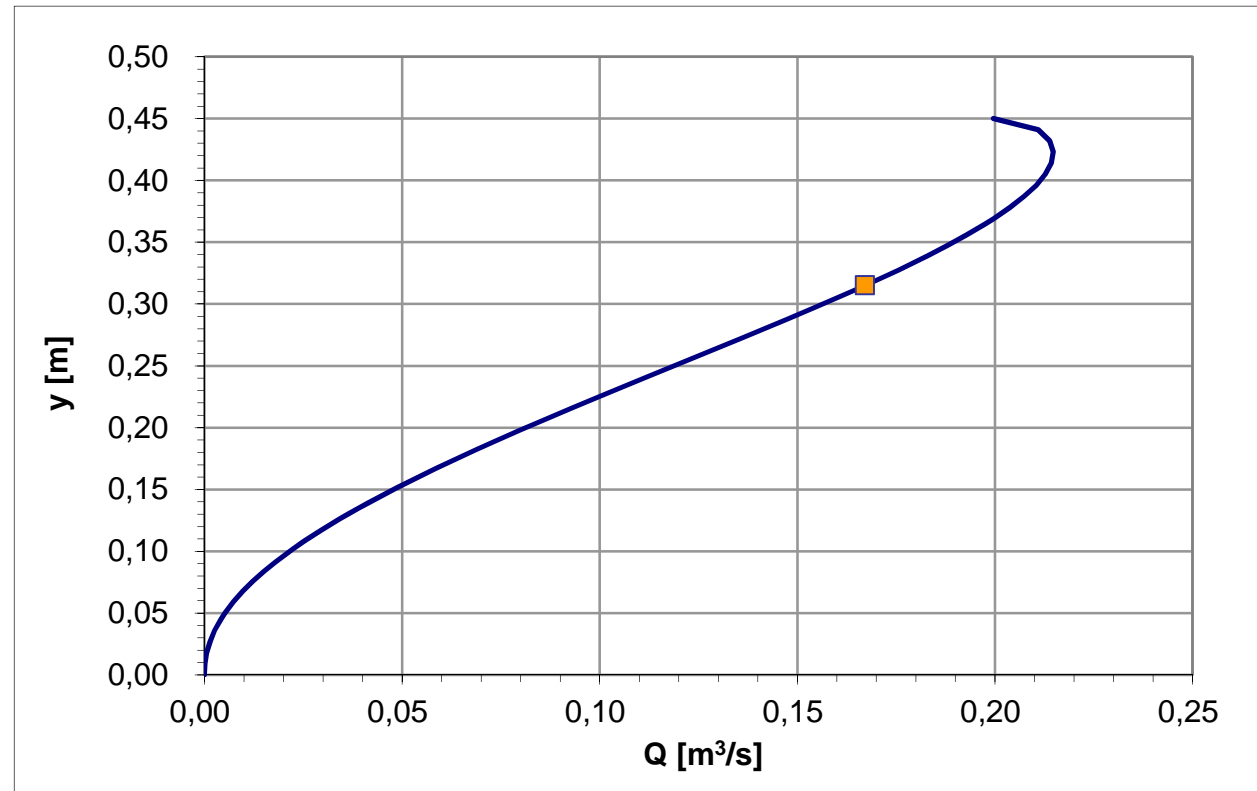


Dati canaletta

D (m):	0,45	da variare
i (‰):	2,90	da variare
c [m ^{1/3} /s]:	100	da variare

Riempimento [frazione] 0,70 da variare

Q [m ³ /s]	0,167
Y [m]	0,32
v [m/s]	1,41



Moto uniforme in canaletta circolare

tubazione in acciaio DN 450 - pendenza 0,33%

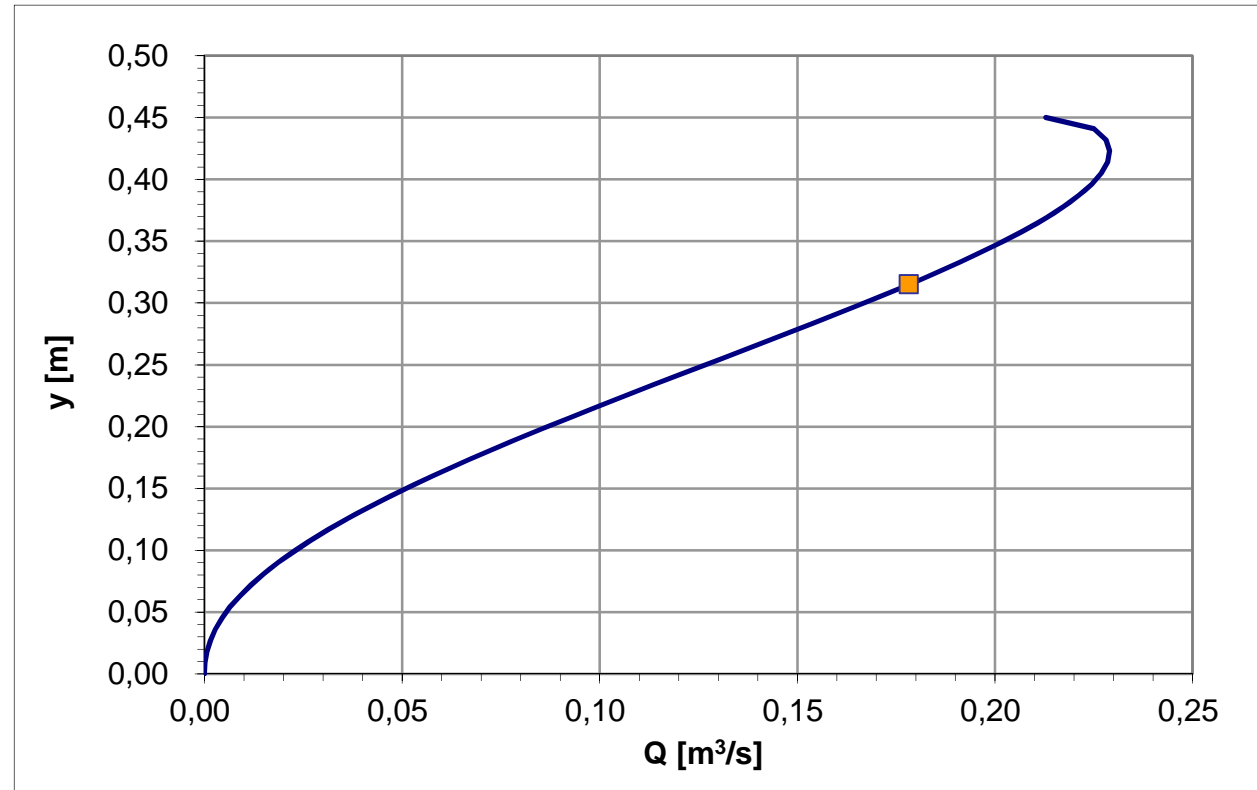


Dati canaletta

D (m):	0,45	da variare
i (‰):	3,30	da variare
c [m ^{1/3} /s]:	100	da variare

Riempimento [frazione] 0,70 da variare

Q [m ³ /s]	0,178
Y [m]	0,32
v [m/s]	1,50

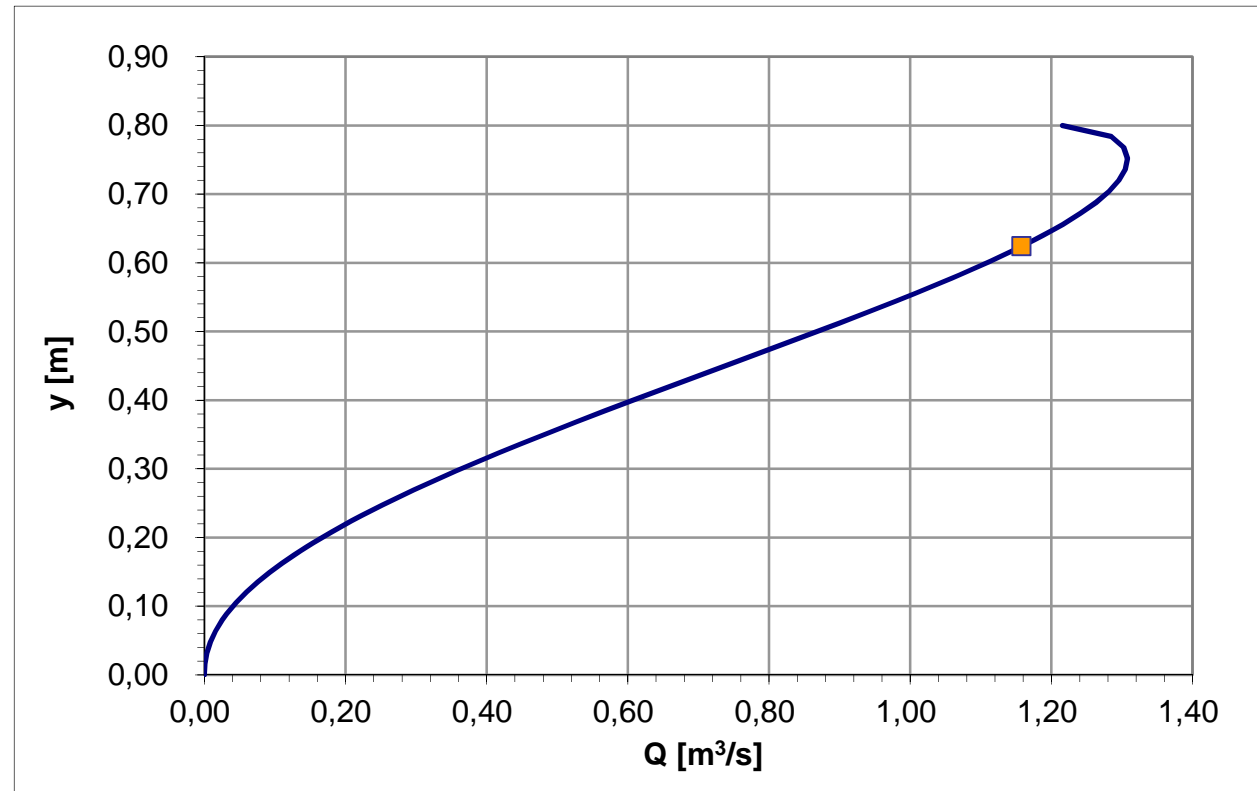


Moto uniforme in canaletta circolare*tubazione in acciaio DN 800 - pendenza 0,5%***Dati canaletta**

D (m):	0,80	da variare
i (‰):	5,00	da variare
c [m ^{1/3} /s]:	100	da variare

Riempimento [frazione] 0,80 da variare

Q [m ³ /s]	1,158
Y [m]	0,62
v [m/s]	2,75



Moto uniforme in canaletta circolare

tubazione in acciaio DN 800 - pendenza 1,00%

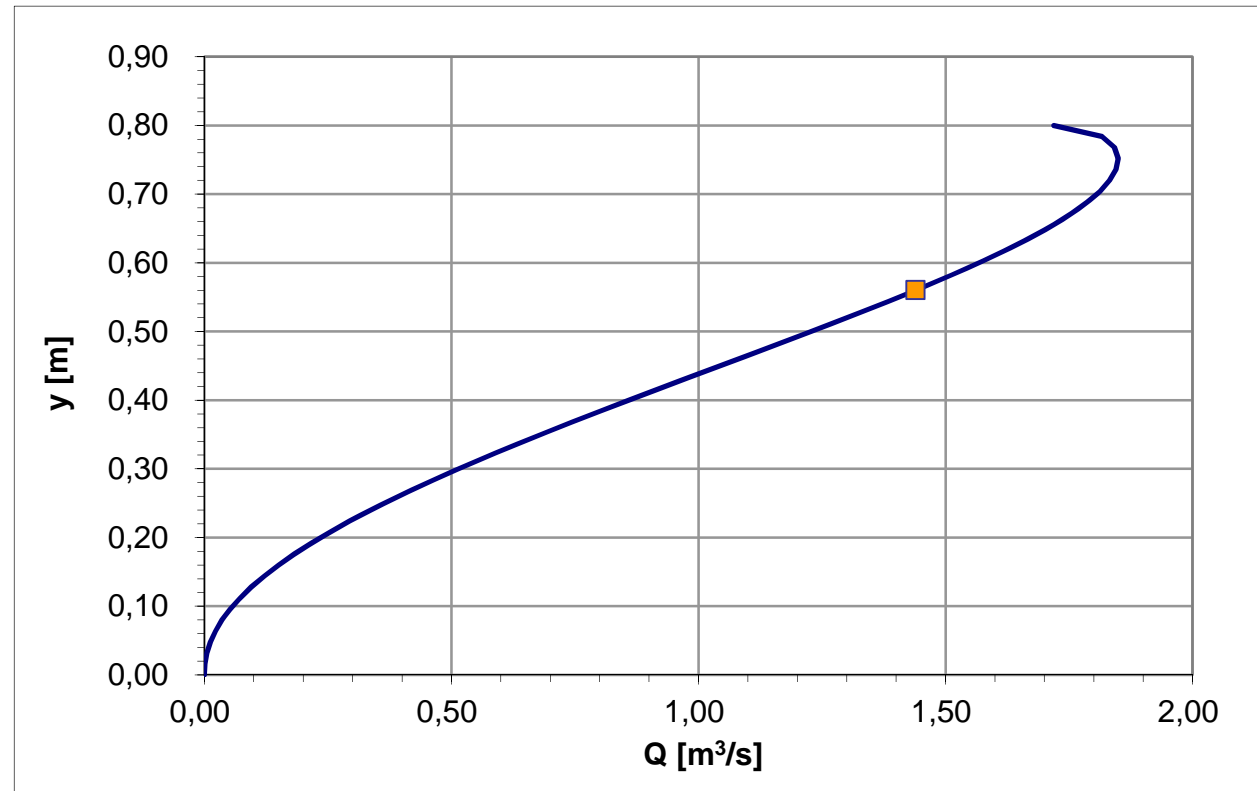


Dati canaletta

D (m):	0,80	da variare
i (‰):	10,00	da variare
c [$m^{1/3}/s$]:	100	da variare

Riempimento [frazione] 0,70 da variare

Q [m^3/s]	1,439
Y [m]	0,56
v [m/s]	3,83



Moto uniforme in canaletta circolare

tubazione in acciaio DN 800 - pendenza 1,50%

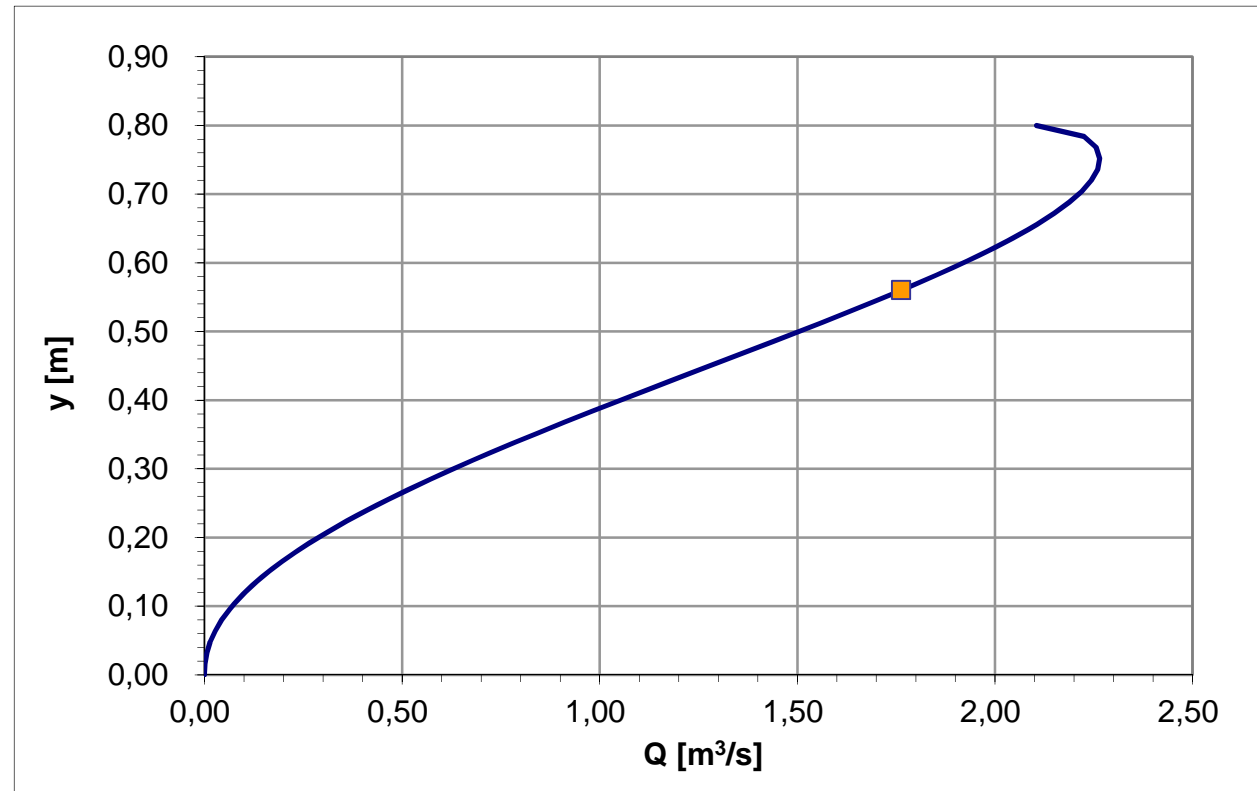


Dati canaletta

D (m):	0,80	da variare
i (‰):	15,00	da variare
c [m ^{1/3} /s]:	100	da variare

Riempimento [frazione] 0,70 da variare

Q [m ³ /s]	1,763
Y [m]	0,56
v [m/s]	4,69



Moto uniforme in canaletta circolare

tubazione in acciaio DN 800 - pendenza 2,50%

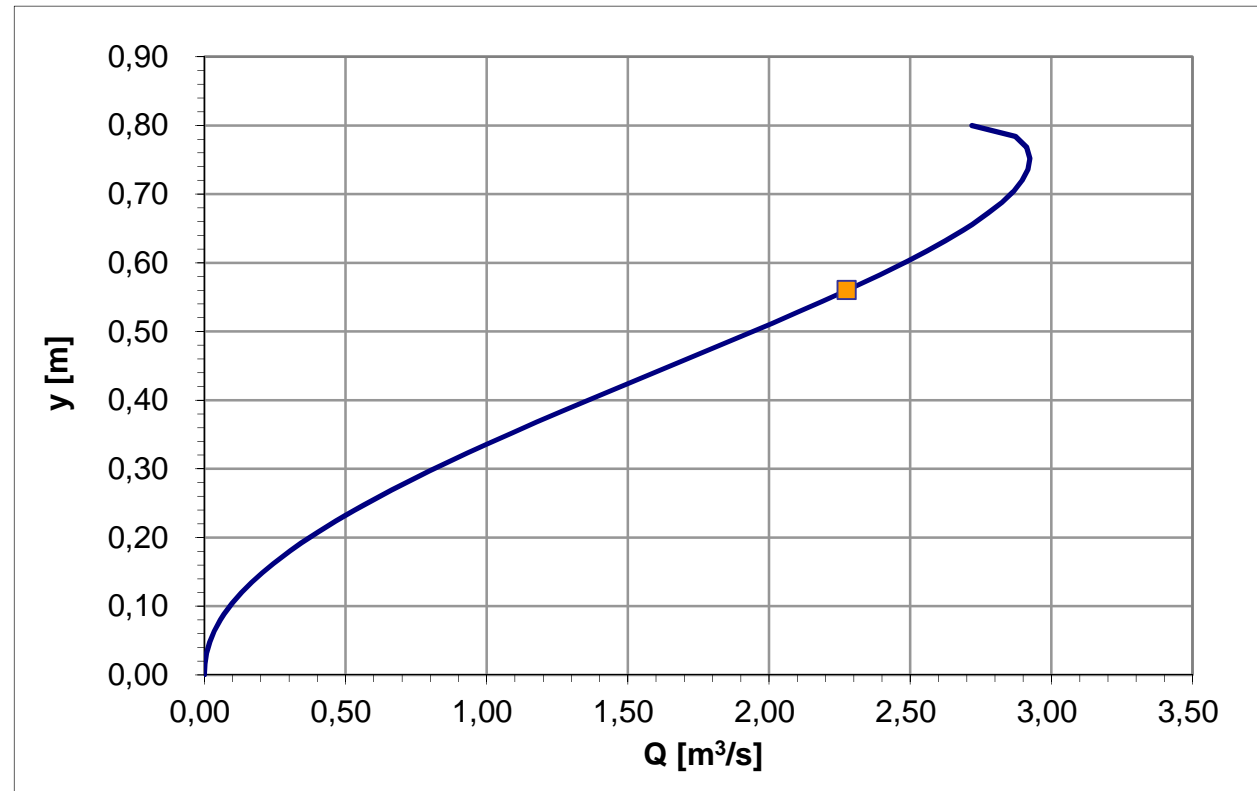


Dati canaletta

D (m):	0,80	da variare
i (‰):	25,00	da variare
c [$m^{1/3}/s$]:	100	da variare

Riempimento [frazione] 0,70 da variare

Q [m^3/s]	2,276
Y [m]	0,56
v [m/s]	6,06



Moto uniforme in canaletta circolare

tubazione in cls DN 400 - pendenza 0,14%

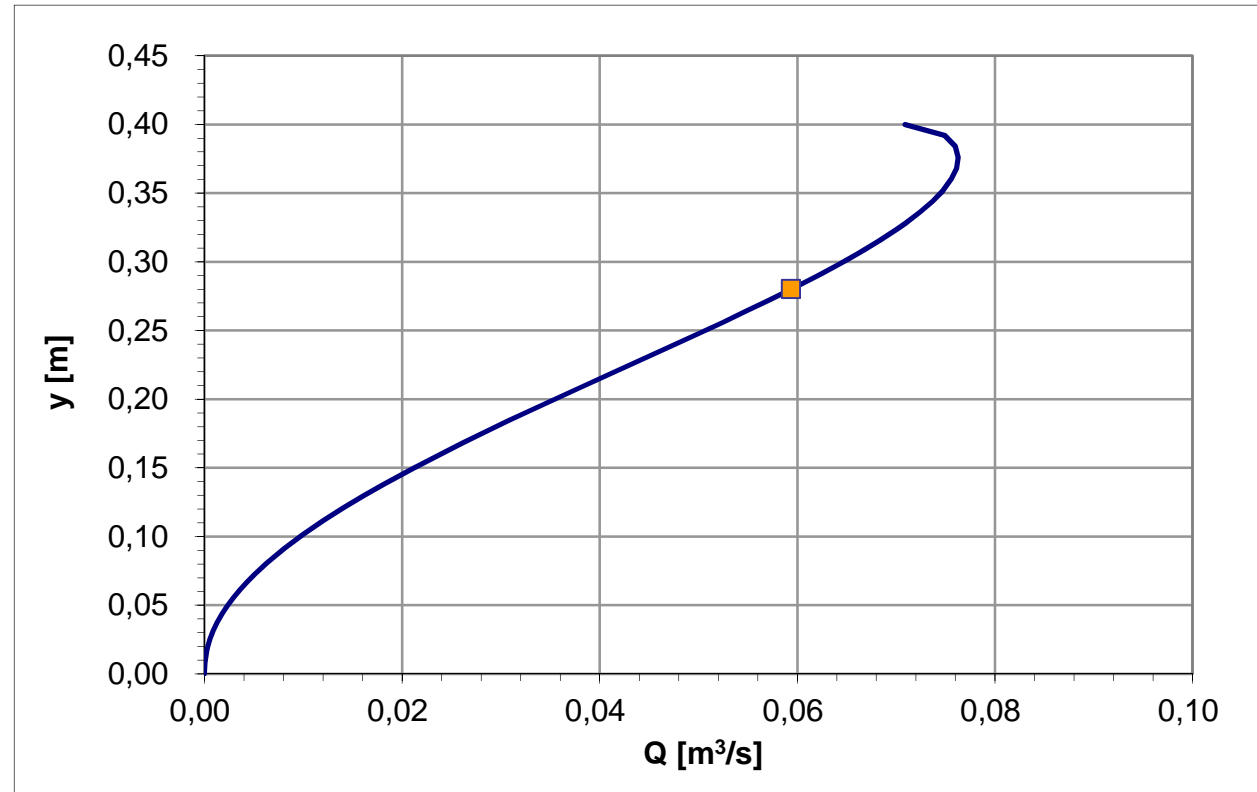


Dati canaletta

D (m):	0,40	da variare
i (‰):	1,40	da variare
c [$m^{1/3}/s$]:	70	da variare

Riempimento [frazione] 0,70 da variare

Q [m^3/s]	0,059
Y [m]	0,28
v [m/s]	0,63



Moto uniforme in canaletta circolare

tubazione in cls DN 400 - pendenza 0,20%

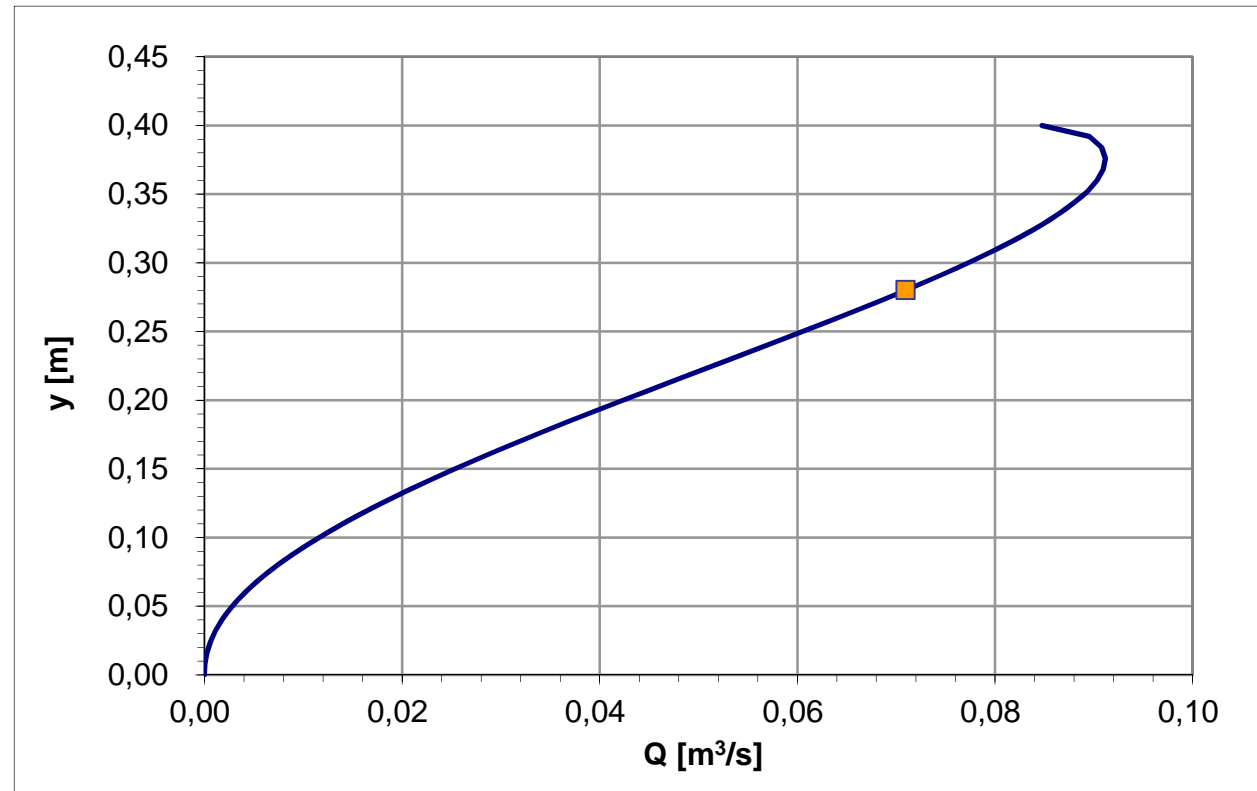


Dati canaletta

D (m):	0,40	da variare
i (‰):	2,00	da variare
c [$m^{1/3}/s$]:	70	da variare

Riempimento [frazione] 0,70 da variare

Q [m^3/s]	0,071
Y [m]	0,28
v [m/s]	0,76



Moto uniforme in canaletta circolare

tubazione in cls DN 400 - pendenza 0,29%

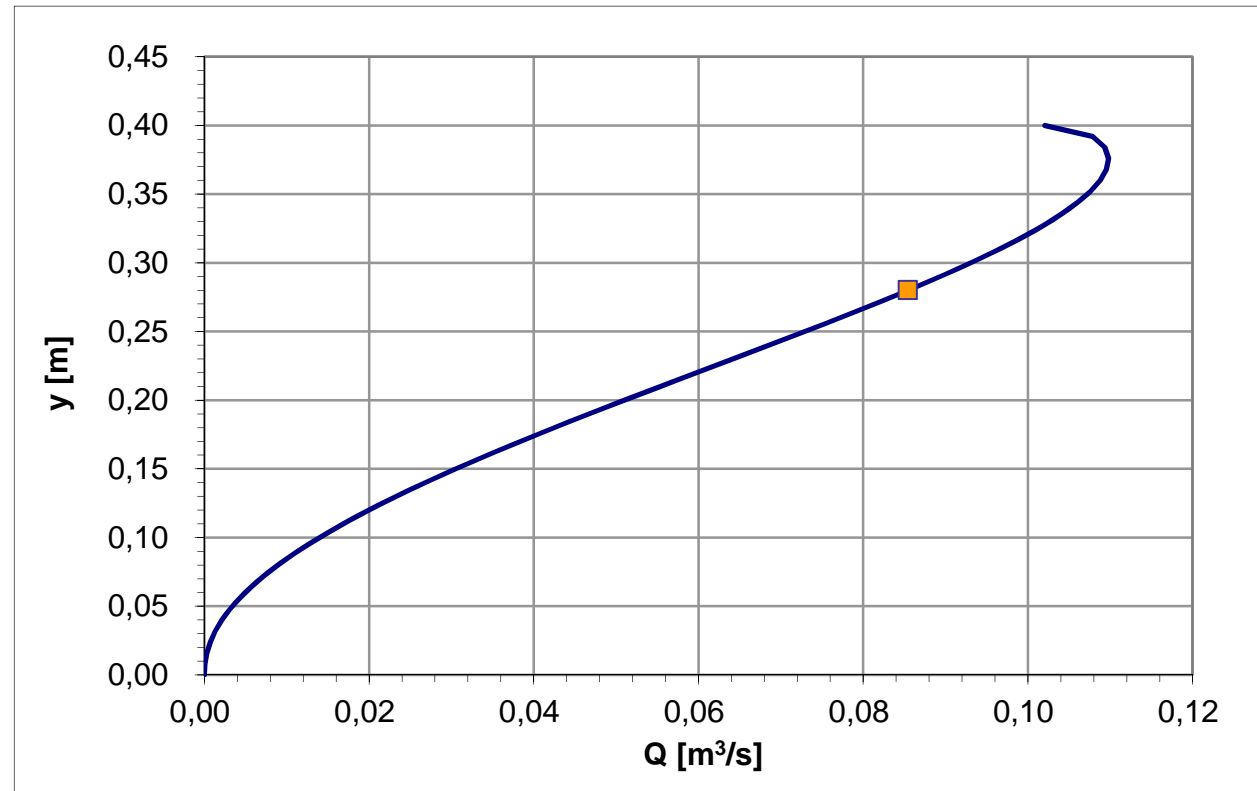


Dati canaletta

D (m):	0,40	da variare
i (‰):	2,90	da variare
c [$m^{1/3}/s$]:	70	da variare

Riempimento [frazione] 0,70 da variare

Q [m^3/s]	0,085
Y [m]	0,28
v [m/s]	0,91



Moto uniforme in canaletta circolare
tubazione in cls DN 400 - pendenza 0,5%

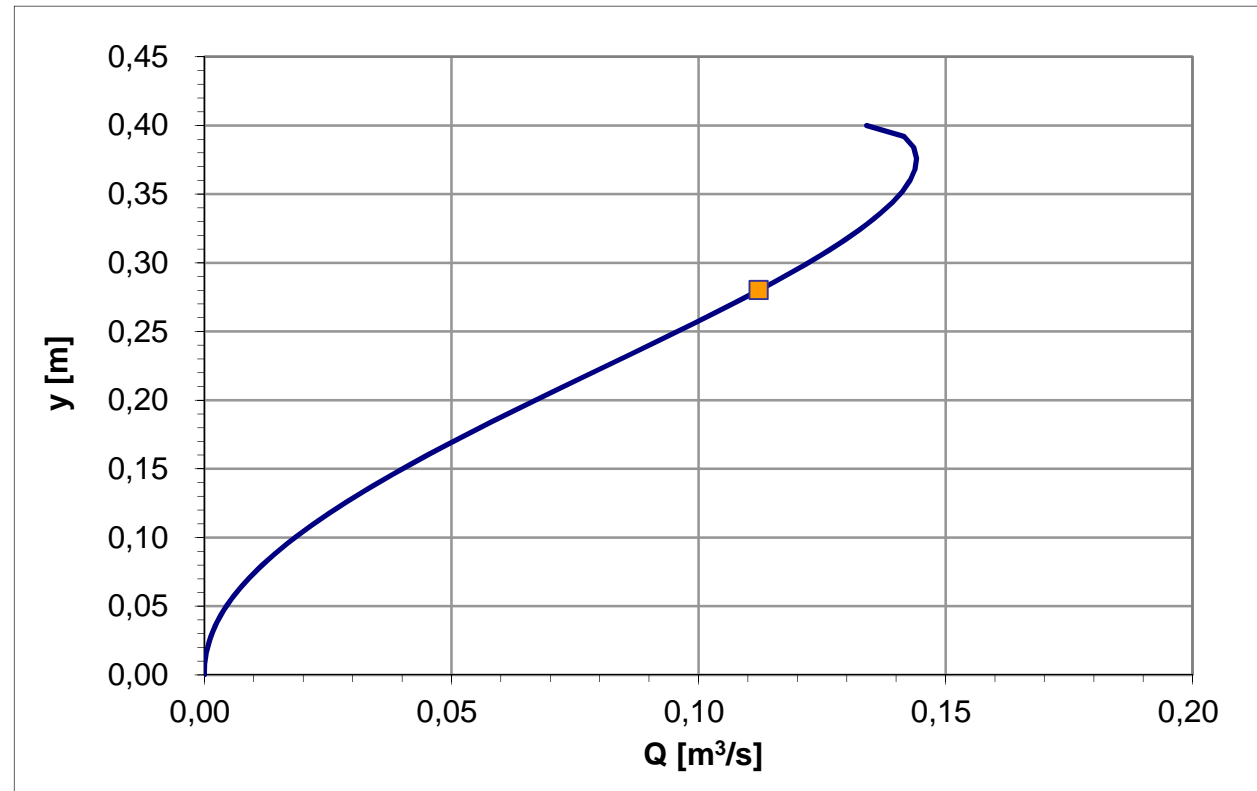


Dati canaletta

D (m):	0,40	da variare
i (‰):	5,00	da variare
c [$m^{1/3}/s$]:	70	da variare

Riempimento [frazione] 0,70 da variare

Q [m^3/s]	0,112
Y [m]	0,28
v [m/s]	1,19



Moto uniforme in canaletta circolare

tubazione in cls DN 400 - pendenza 1,94%

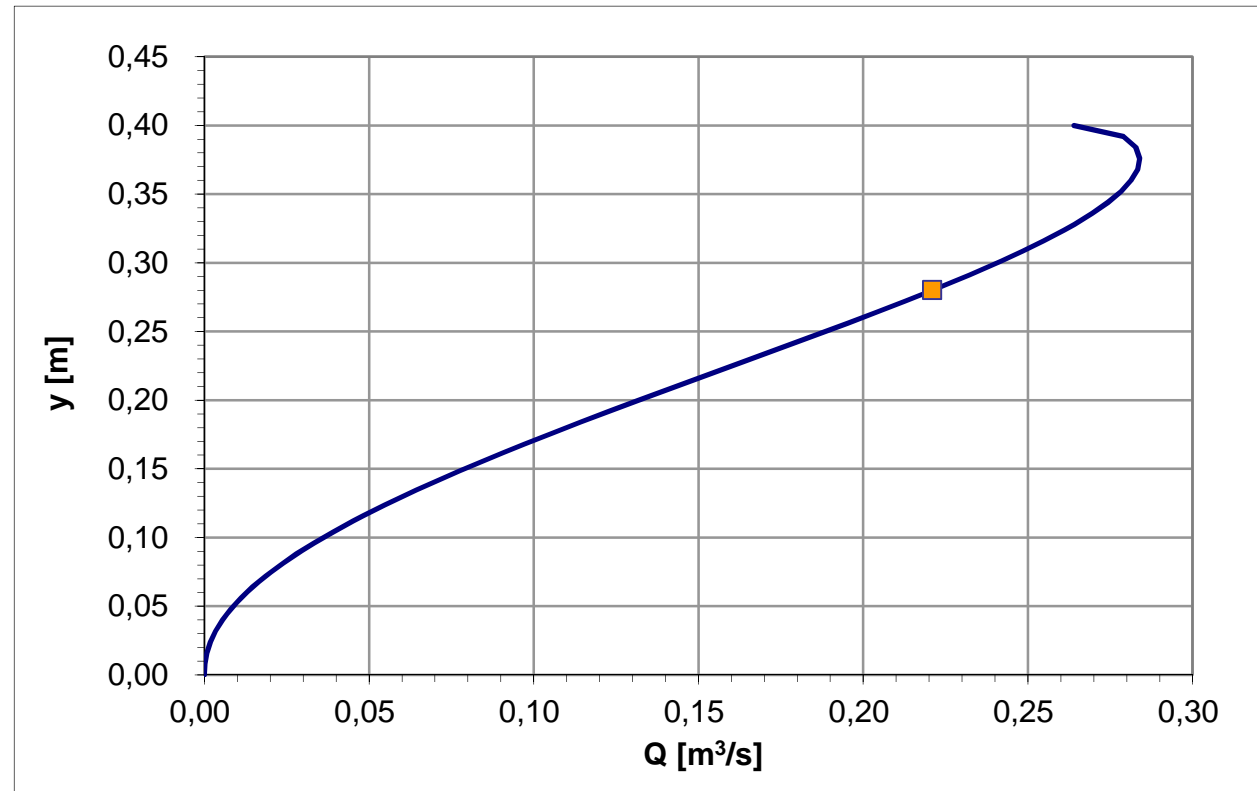


Dati canaletta

D (m):	0,40	da variare
i (‰):	19,40	da variare
c [m ^{1/3} /s]:	70	da variare

Riempimento [frazione] 0,70 da variare

Q [m ³ /s]	0,221
Y [m]	0,28
v [m/s]	2,35



Moto uniforme in canaletta circolare

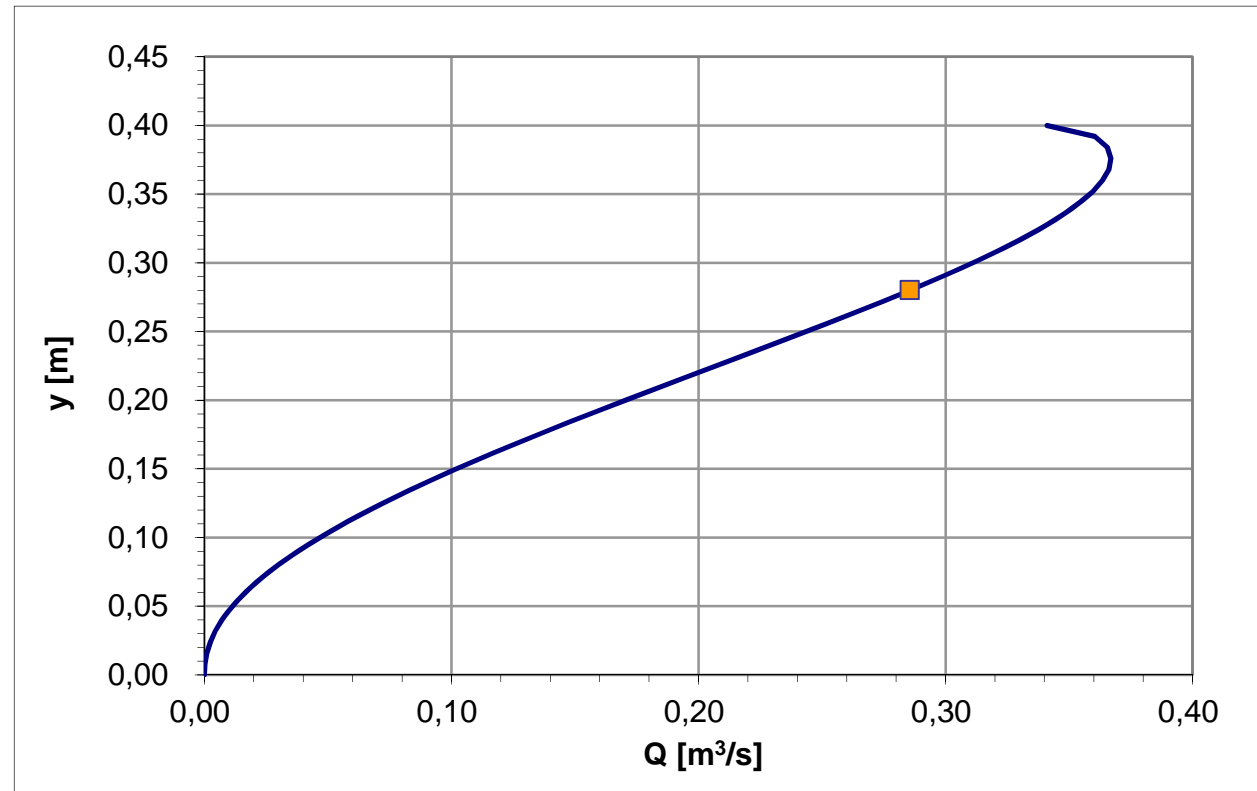
tubazione in cls DN 400 - pendenza 3,24%

Dati canaletta

D (m):	0,40	da variare
i (‰):	32,40	da variare
c [$m^{1/3}/s$]:	70	da variare

Riempimento [frazione] 0,70 da variare

Q [m^3/s]	0,286
Y [m]	0,28
v [m/s]	3,04



Moto uniforme in canaletta circolare

tubazione in cls DN 400 - pendenza 3,32%

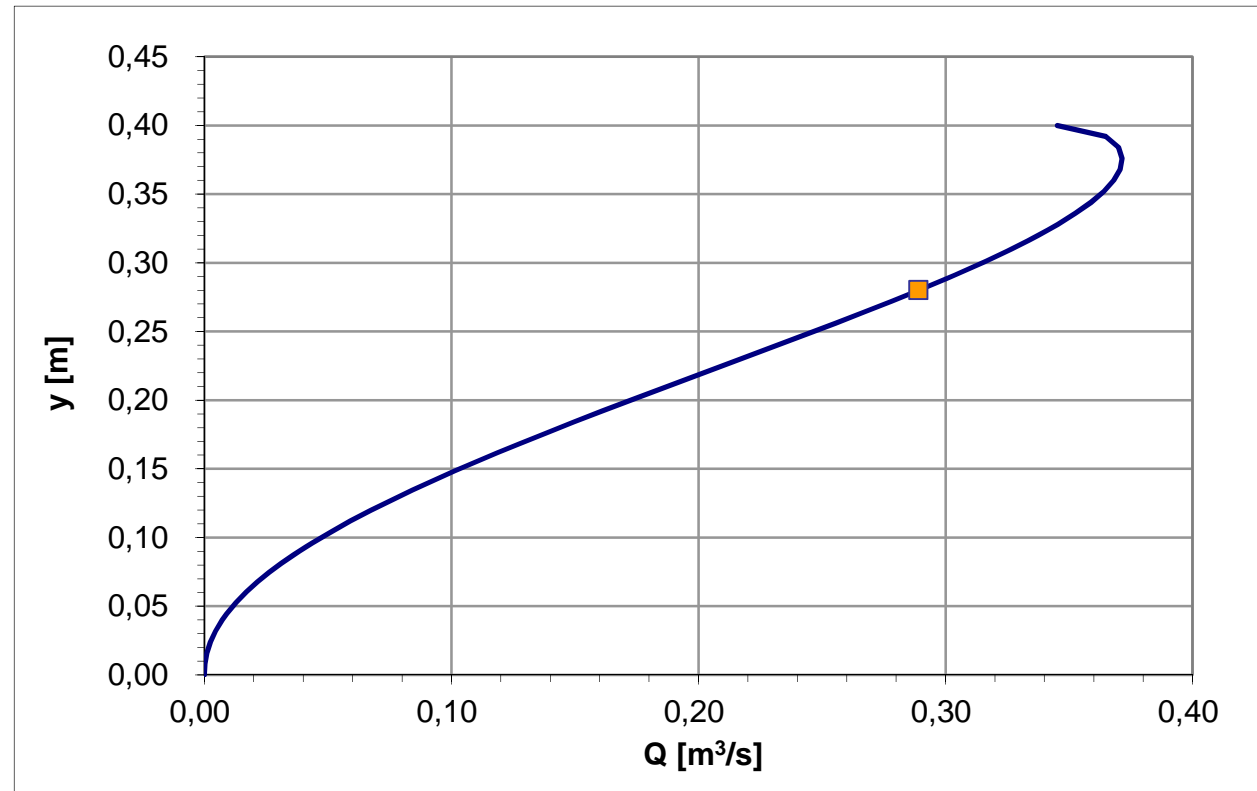


Dati canaletta

D (m):	0,40	da variare
i (‰):	33,20	da variare
c [$m^{1/3}/s$]:	70	da variare

Riempimento [frazione] 0,70 da variare

Q [m^3/s]	0,289
Y [m]	0,28
v [m/s]	3,08



Moto uniforme in canaletta circolare

tubazione in cls DN 500 - pendenza 0,12%

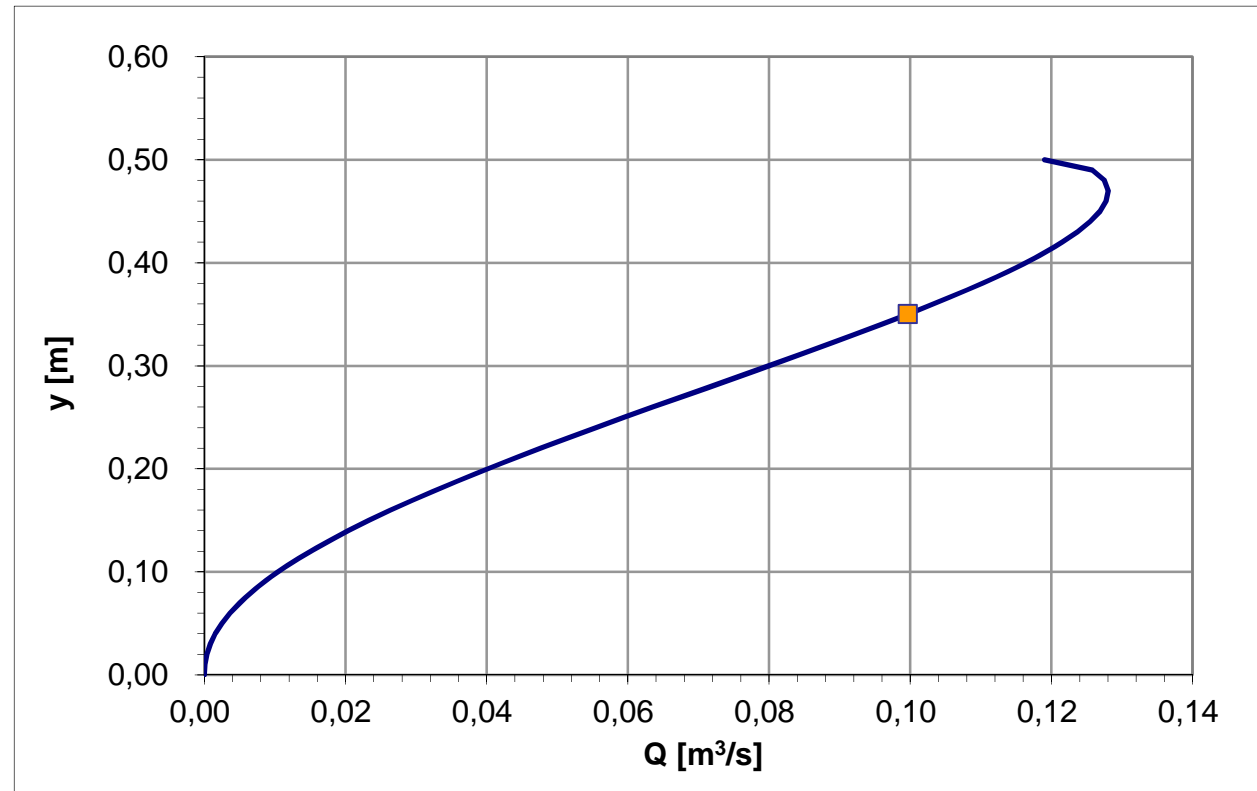


Dati canaletta

D (m):	0,50	da variare
i (‰):	1,20	da variare
c [m ^{1/3} /s]:	70	da variare

Riempimento [frazione] 0,70 da variare

Q [m ³ /s]	0,100
Y [m]	0,35
v [m/s]	0,68



Moto uniforme in canaletta circolare

tubazione in cls DN 500 - pendenza 0,14%

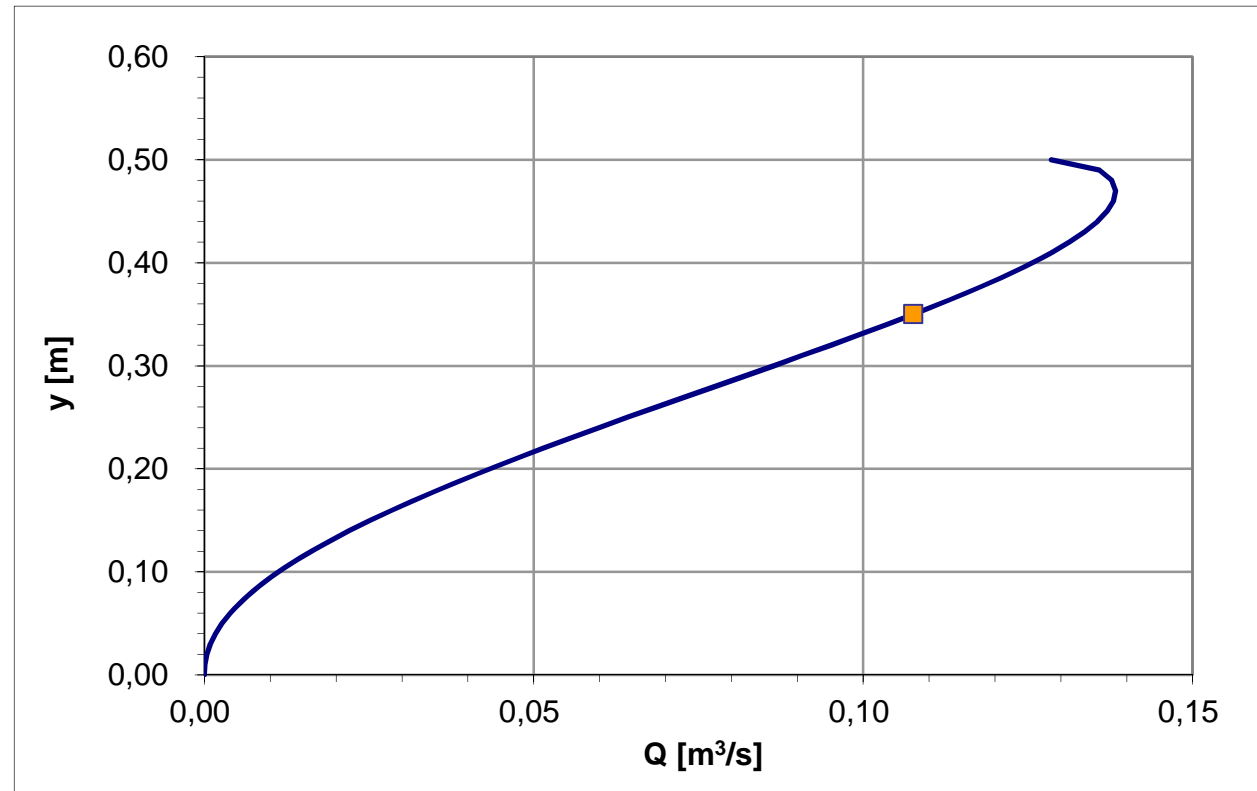


Dati canaletta

D (m):	0,50	da variare
i (‰):	1,40	da variare
c [m ^{1/3} /s]:	70	da variare

Riempimento [frazione] 0,70 da variare

Q [m ³ /s]	0,108
Y [m]	0,35
v [m/s]	0,73



Moto uniforme in canaletta circolare
tubazione in cls DN 500 - pendenza 0,2%

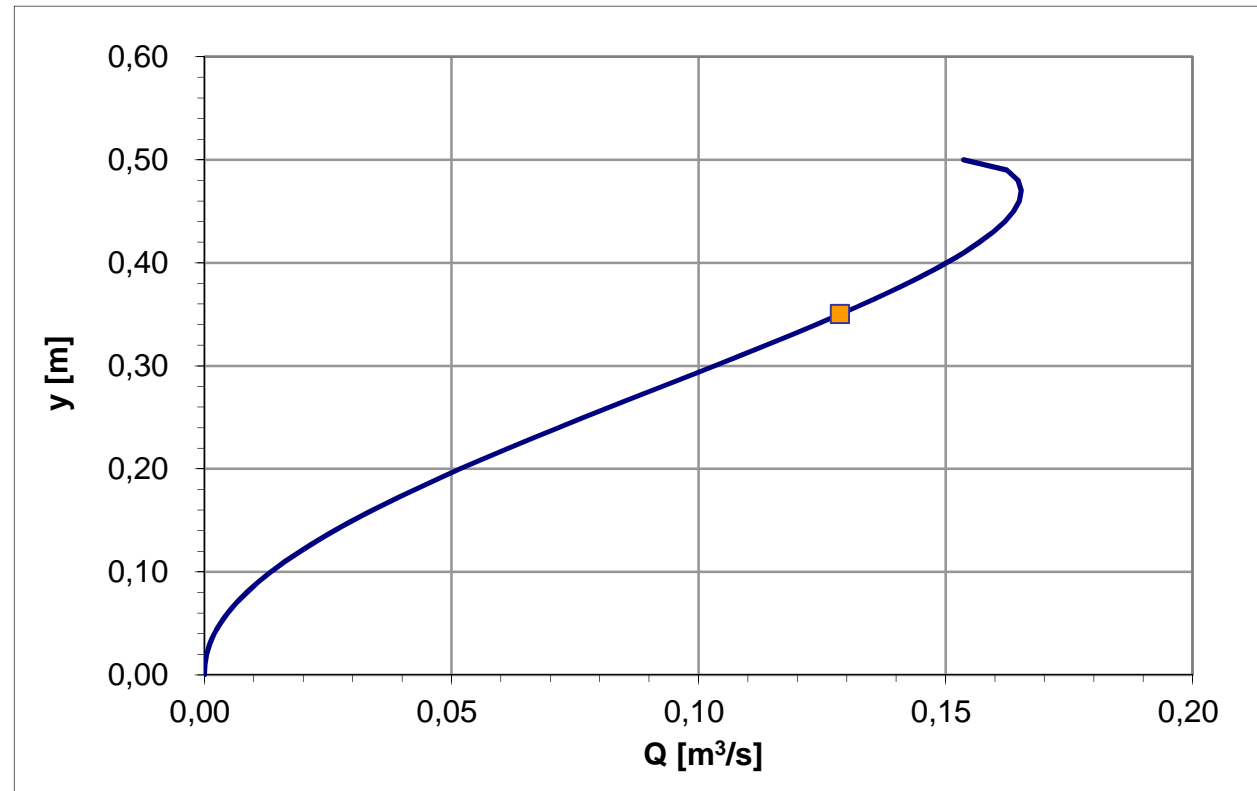


Dati canaletta

D (m):	0,50	da variare
i (‰):	2,00	da variare
c [$m^{1/3}/s$]:	70	da variare

Riempimento [frazione] 0,70 da variare

Q [m^3/s]	0,129
Y [m]	0,35
v [m/s]	0,88



Moto uniforme in canaletta circolare

tubazione in cls DN 500 - pendenza 0,29%

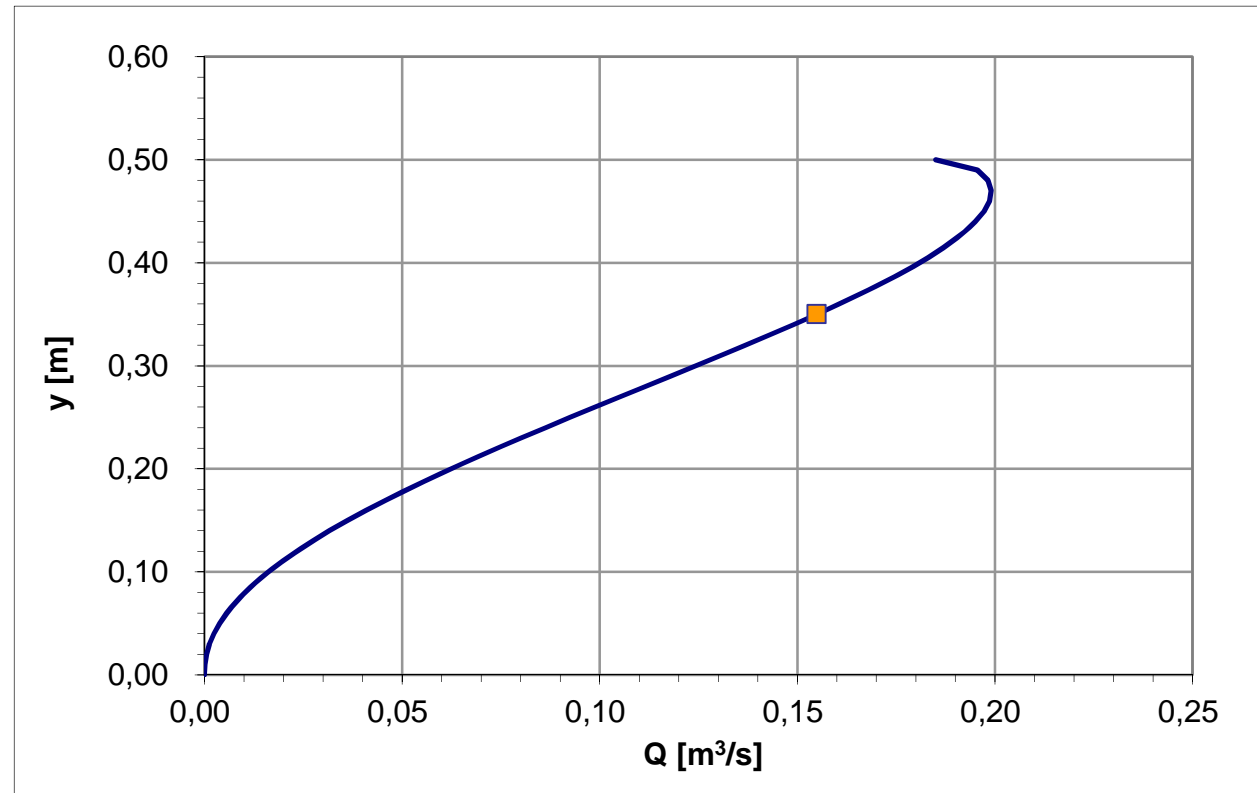


Dati canaletta

D (m):	0,50	da variare
i (‰):	2,90	da variare
c [$m^{1/3}/s$]:	70	da variare

Riempimento [frazione] 0,70 da variare

Q [m^3/s]	0,155
Y [m]	0,35
v [m/s]	1,06



Moto uniforme in canaletta circolare
 tubazione in cls DN 500 - pendenza 0,5%

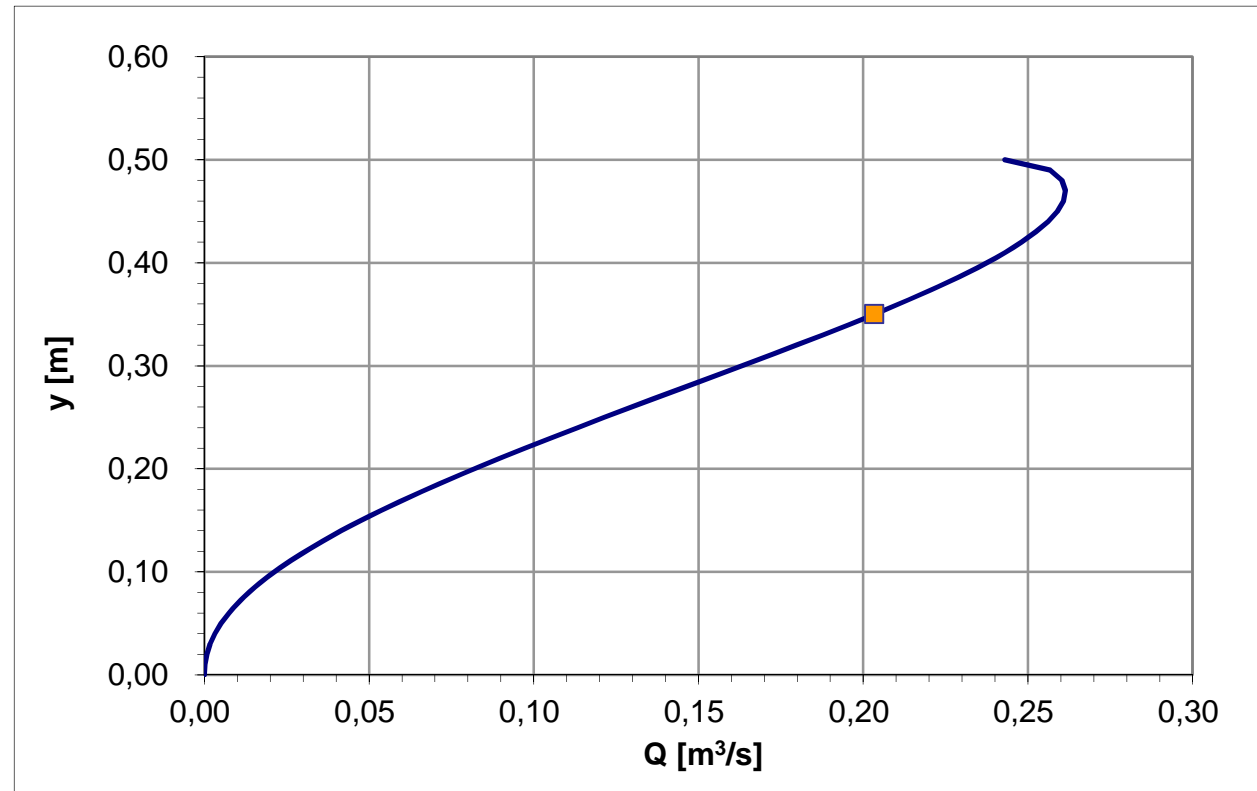


Dati canaletta

D (m):	0,50	da variare
i (‰):	5,00	da variare
c [m ^{1/3} /s]:	70	da variare

Riempimento [frazione] 0,70 da variare

Q [m ³ /s]	0,203
Y [m]	0,35
v [m/s]	1,39



Moto uniforme in canaletta circolare

tubazione in cls DN 500 - pendenza 0,79%

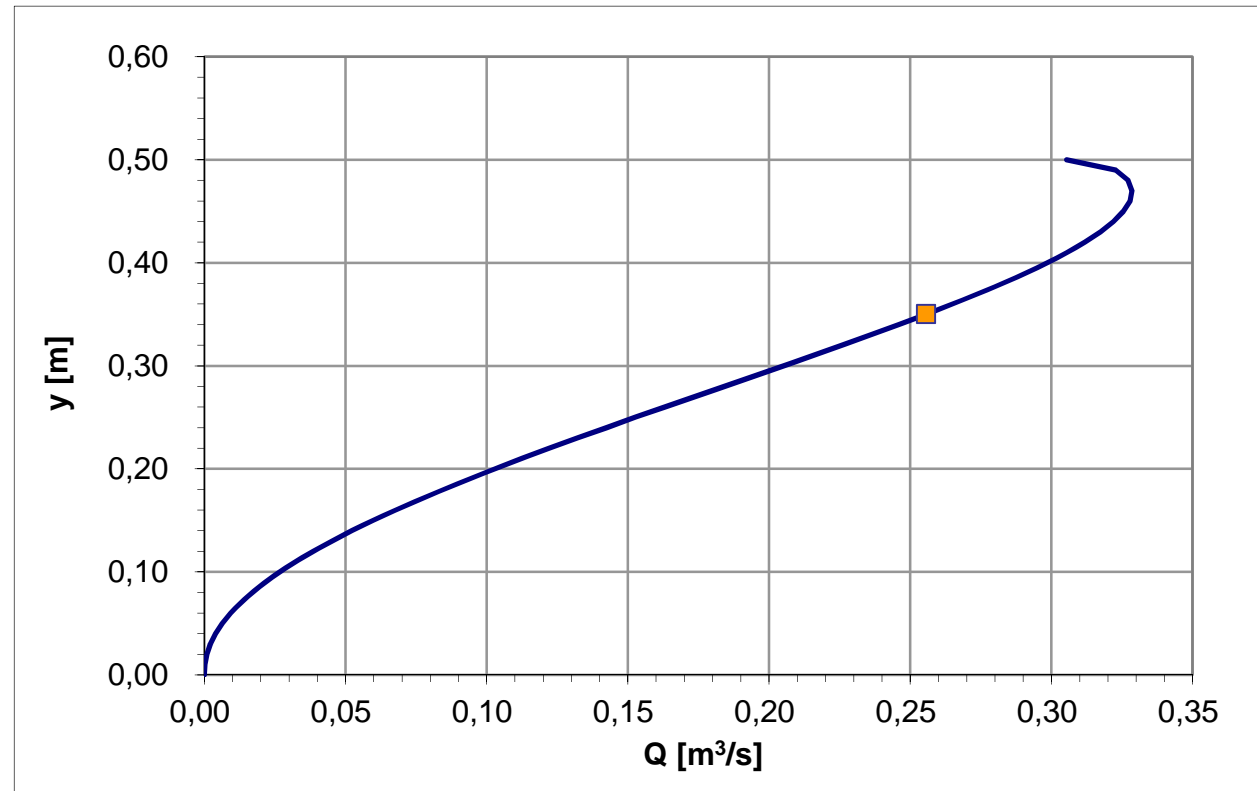


Dati canaletta

D (m):	0,50	da variare
i (‰):	7,90	da variare
c [m ^{1/3} /s]:	70	da variare

Riempimento [frazione] 0,70 da variare

Q [m ³ /s]	0,256
Y [m]	0,35
v [m/s]	1,74



Moto uniforme in canaletta circolare

tubazione in cls DN 500 - pendenza 1,94%

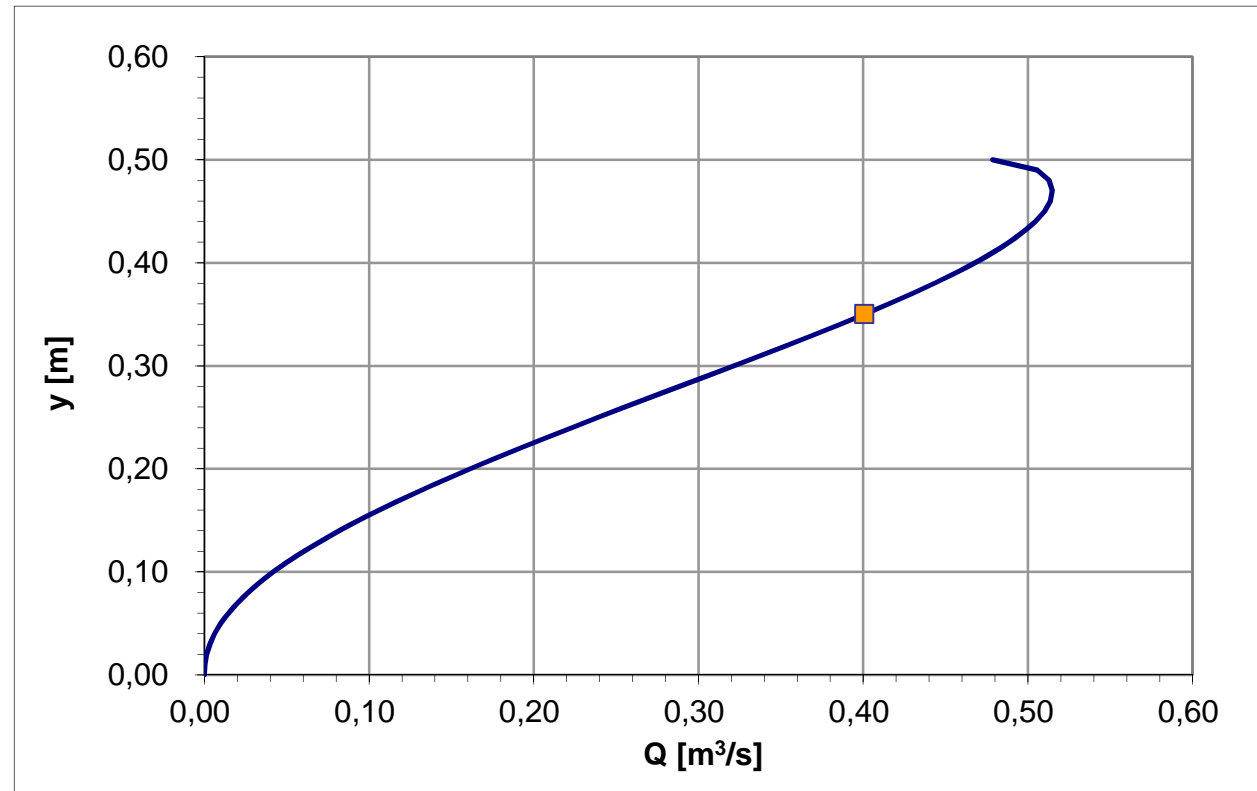


Dati canaletta

D (m):	0,50	da variare
i (‰):	19,40	da variare
c [m ^{1/3} /s]:	70	da variare

Riempimento [frazione] 0,70 da variare

Q [m ³ /s]	0,401
Y [m]	0,35
v [m/s]	2,73



Moto uniforme in canaletta circolare
 tubazione in cls DN 500 - pendenza 2,0%

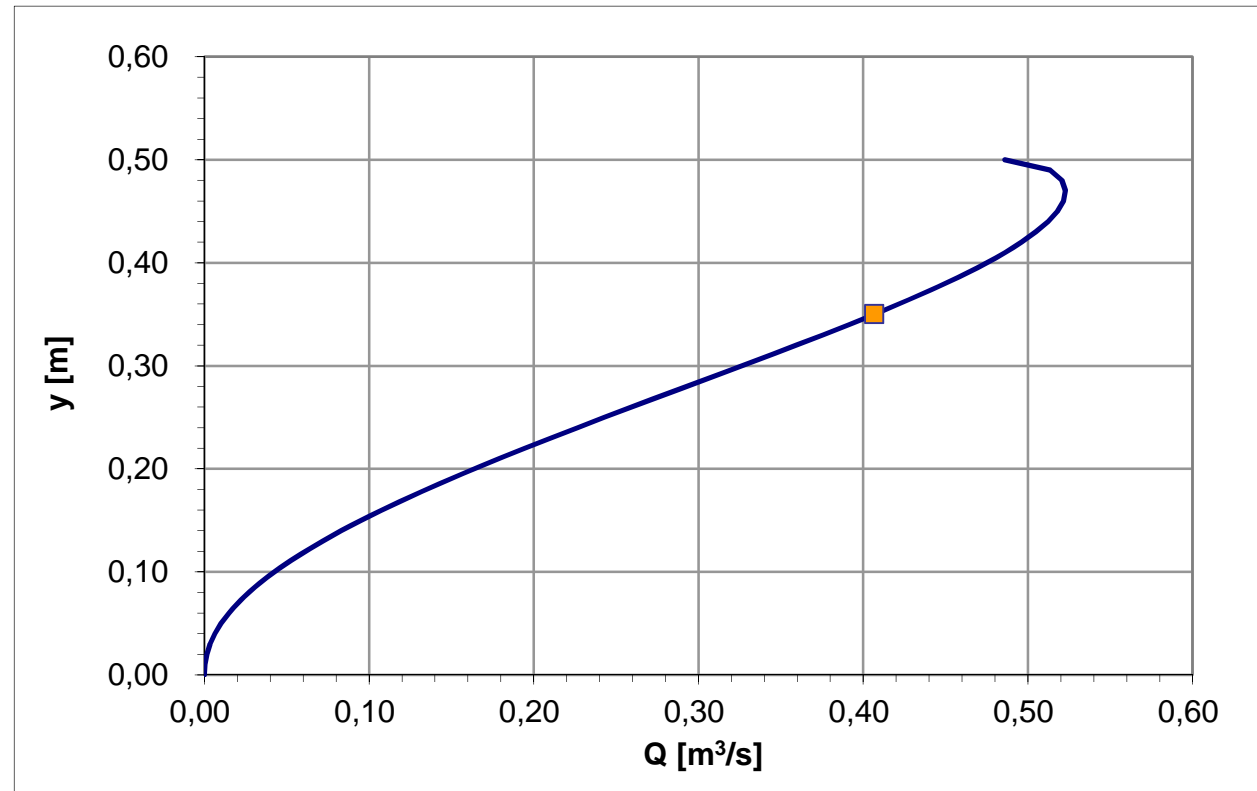


Dati canaletta

D (m):	0,50	da variare
i (‰):	20,00	da variare
c [m ^{1/3} /s]:	70	da variare

Riempimento [frazione] 0,70 da variare

Q [m ³ /s]	0,407
Y [m]	0,35
v [m/s]	2,77



Moto uniforme in canaletta circolare

tubazione in cls DN 500 - pendenza 2,44%

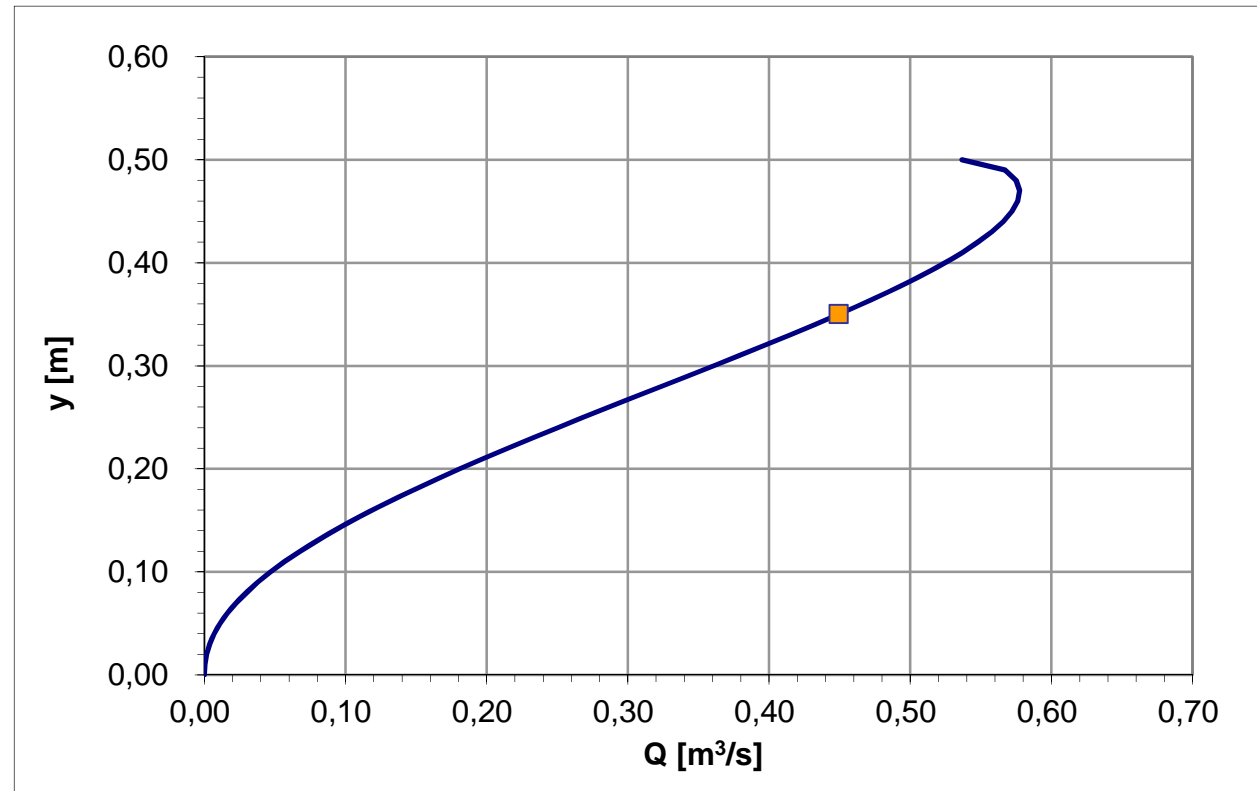


Dati canaletta

D (m):	0,50	da variare
i (‰):	24,40	da variare
c [$m^{1/3}/s$]:	70	da variare

Riempimento [frazione] 0,70 da variare

Q [m^3/s]	0,449
Y [m]	0,35
v [m/s]	3,06



Moto uniforme in canaletta circolare
tubazione in cls DN 500 - pendenza 2,5%

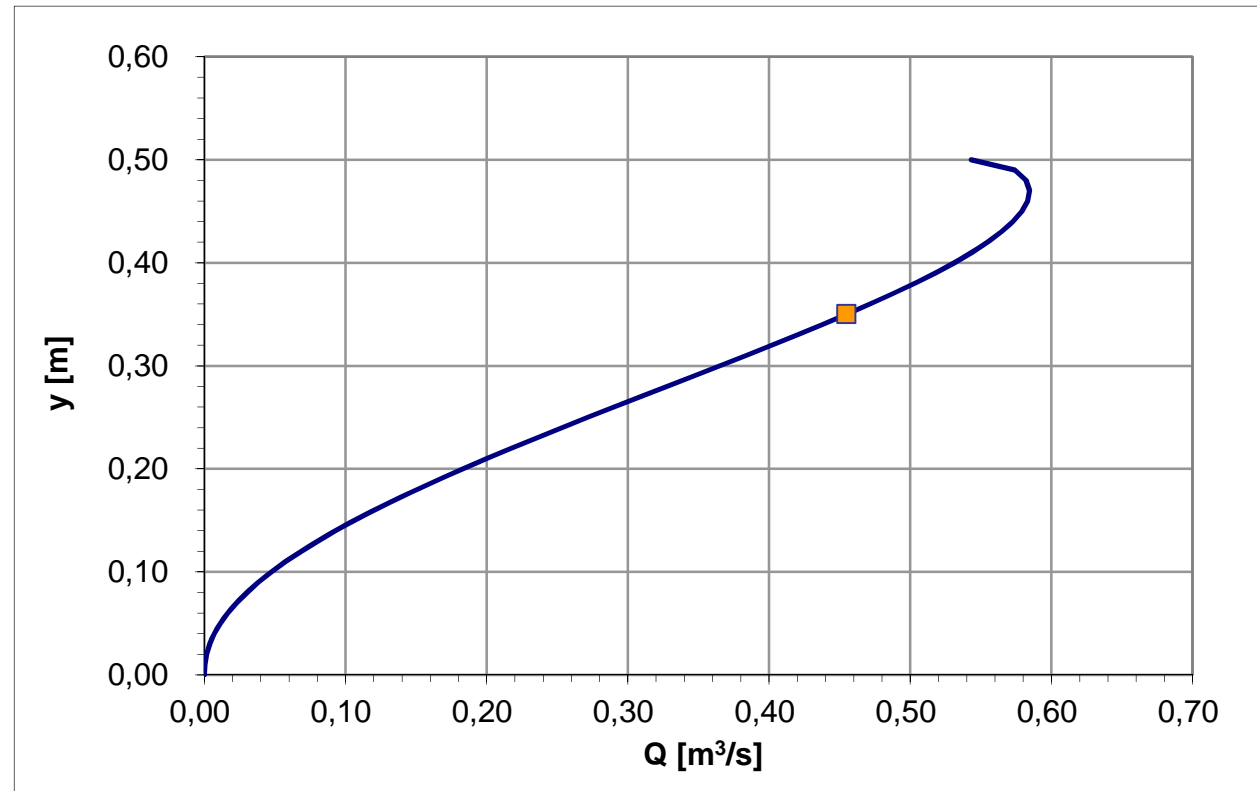


Dati canaletta

D (m):	0,50	da variare
i (‰):	25,00	da variare
c [$m^{1/3}/s$]:	70	da variare

Riempimento [frazione] 0,70 da variare

Q [m^3/s]	0,455
Y [m]	0,35
v [m/s]	3,10



Moto uniforme in canaletta circolare

tubazione in cls DN 600 - pendenza 0,03%

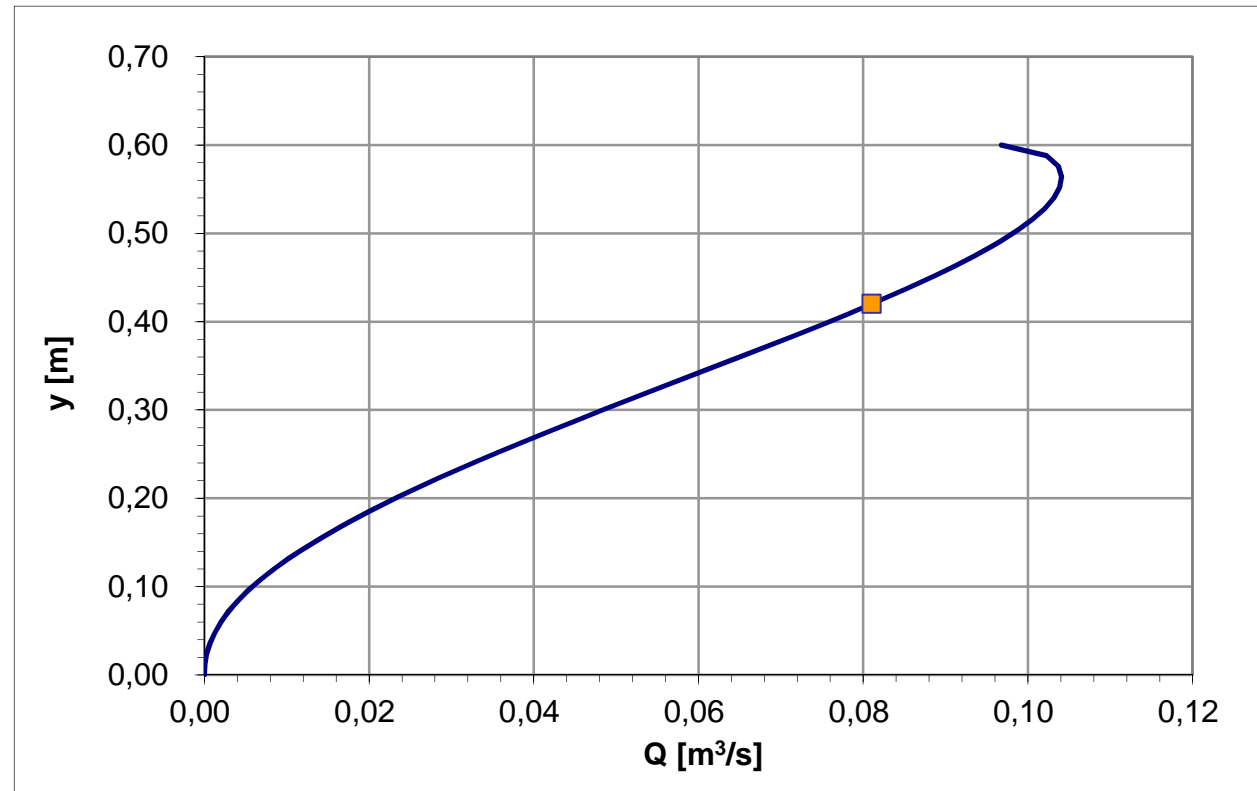


Dati canaletta

D (m):	0,60	da variare
i (‰):	0,30	da variare
c [$m^{1/3}/s$]:	70	da variare

Riempimento [frazione] 0,70 da variare

Q [m^3/s]	0,081
Y [m]	0,42
v [m/s]	0,38



Moto uniforme in canaletta circolare

tubazione in cls DN 600 - pendenza 0,12%

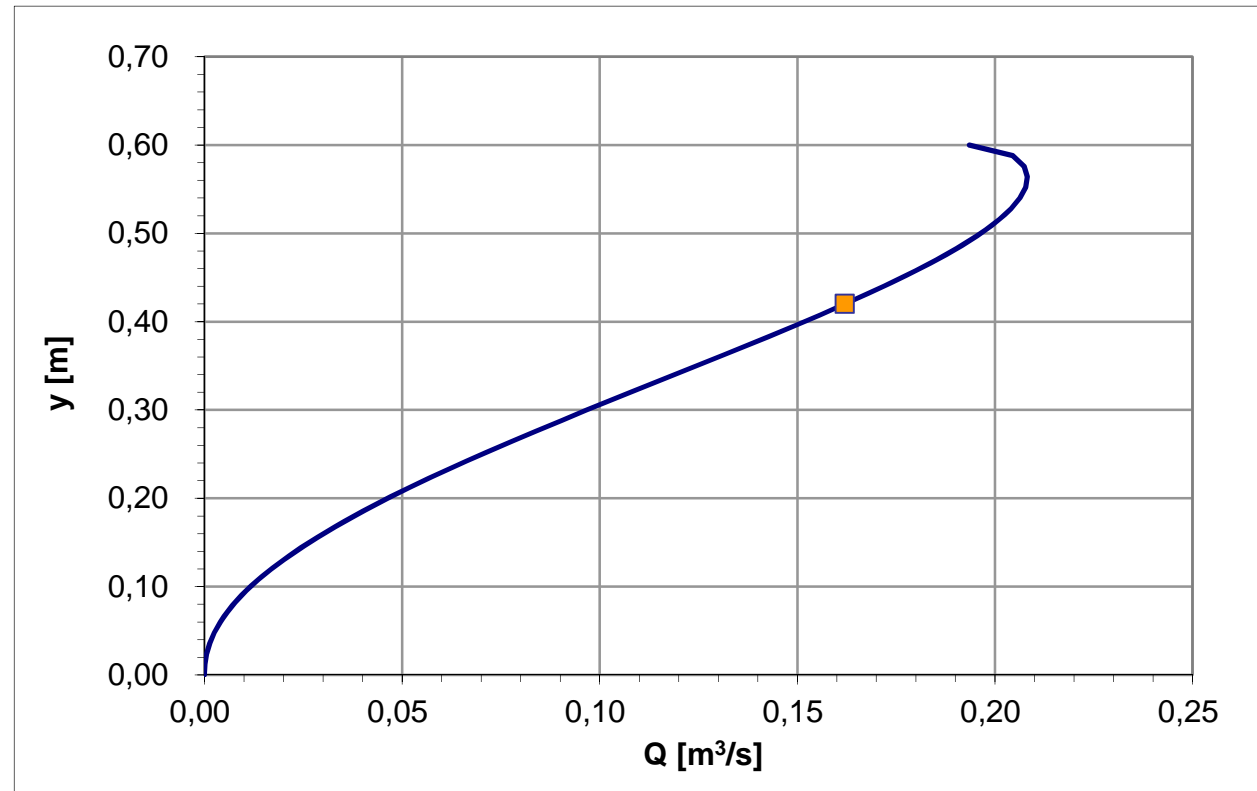


Dati canaletta

D (m):	0,60	da variare
i (‰):	1,20	da variare
c [$m^{1/3}/s$]:	70	da variare

Riempimento [frazione] 0,70 da variare

Q [m^3/s]	0,162
Y [m]	0,42
v [m/s]	0,77



Moto uniforme in canaletta circolare

tubazione in cls DN 600 - pendenza 0,14%

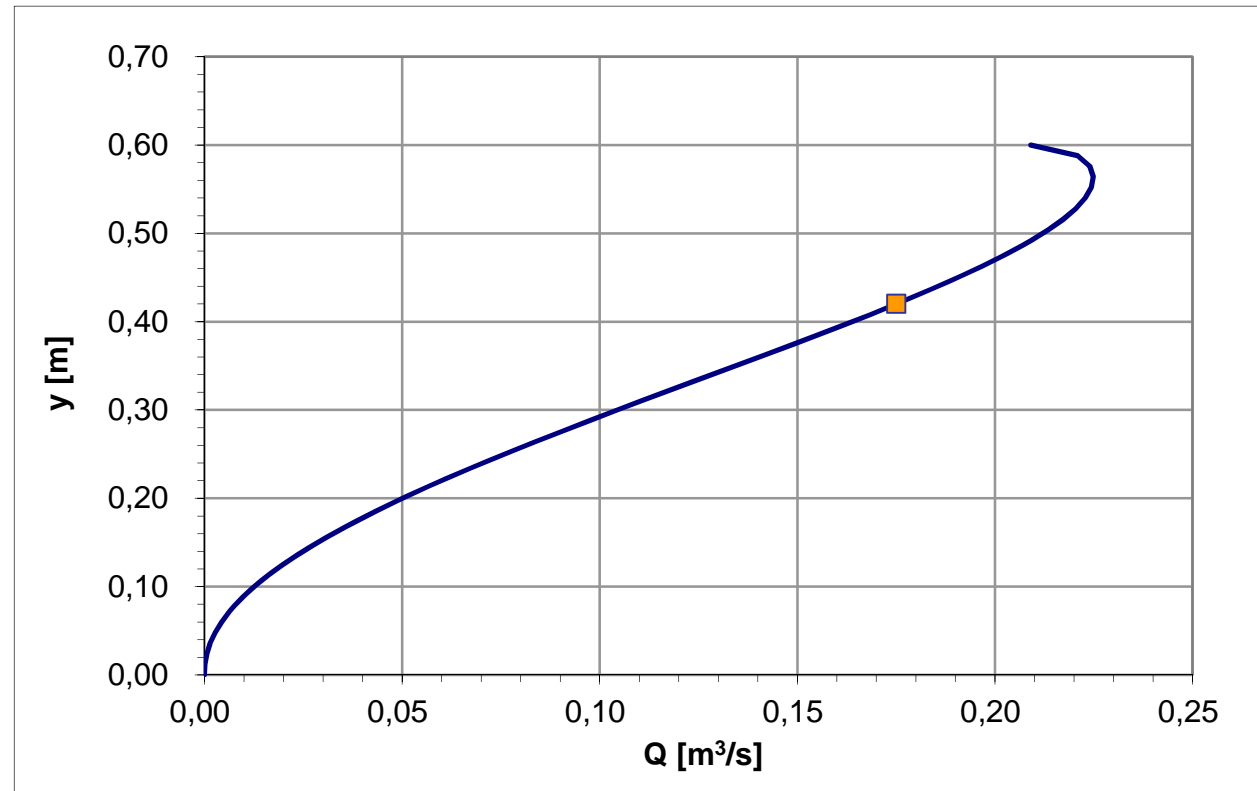


Dati canaletta

D (m):	0,60	da variare
i (‰):	1,40	da variare
c [$m^{1/3}/s$]:	70	da variare

Riempimento [frazione] 0,70 da variare

Q [m^3/s]	0,175
Y [m]	0,42
v [m/s]	0,83



Moto uniforme in canaletta circolare

tubazione in cls DN 600 - pendenza 0,20%

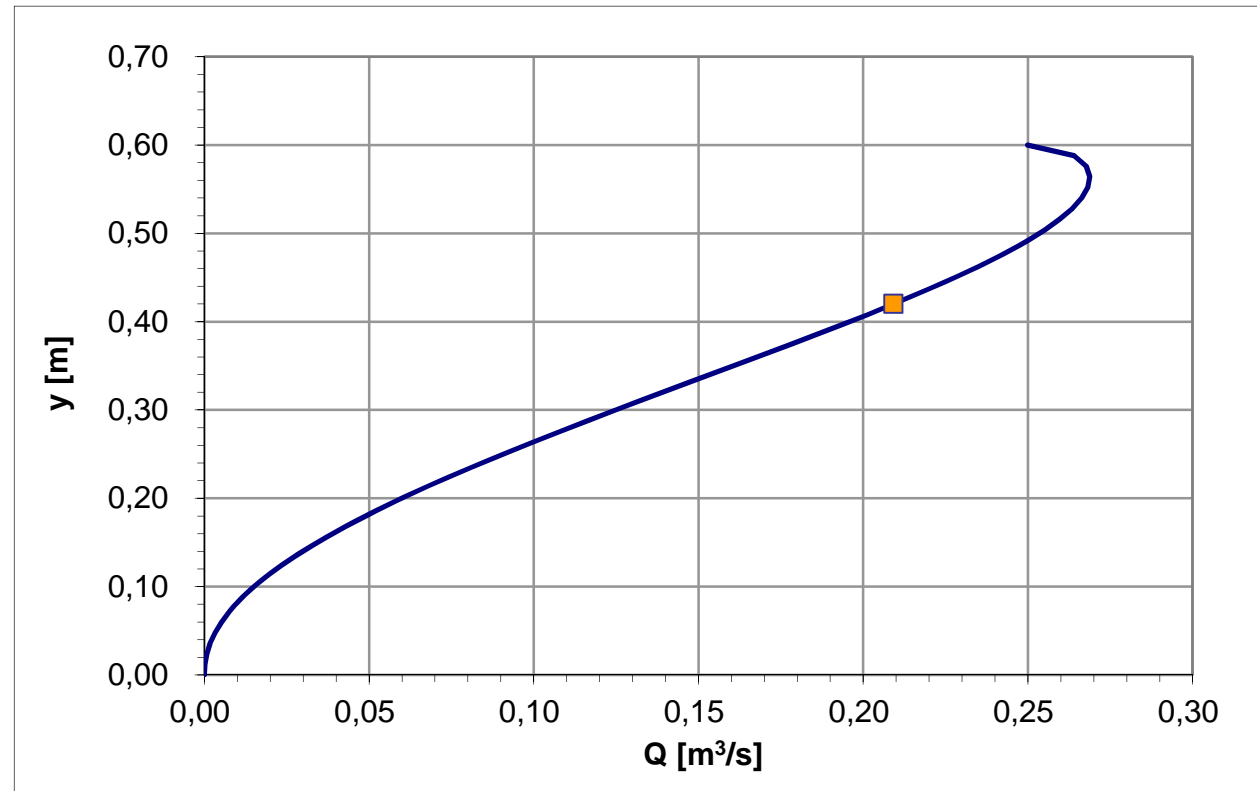


Dati canaletta

D (m):	0,60	da variare
i (‰):	2,00	da variare
c [$m^{1/3}/s$]:	70	da variare

Riempimento [frazione] 0,70 da variare

Q [m^3/s]	0,209
Y [m]	0,42
v [m/s]	0,99



Moto uniforme in canaletta circolare

tubazione in cls DN 600 - pendenza 0,29%

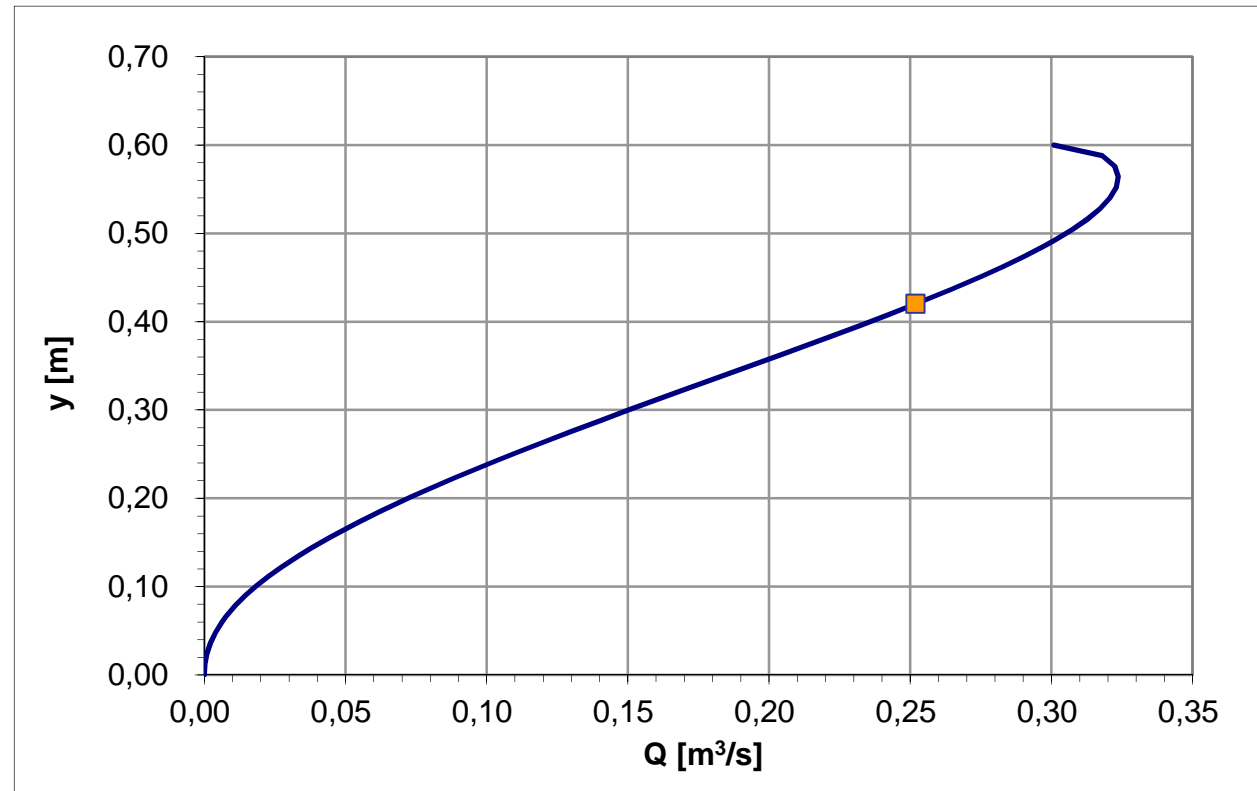


Dati canaletta

D (m):	0,60	da variare
i (‰):	2,90	da variare
c [m ^{1/3} /s]:	70	da variare

Riempimento [frazione] 0,70 da variare

Q [m ³ /s]	0,252
Y [m]	0,42
v [m/s]	1,19



Moto uniforme in canaletta circolare

tubazione in cls DN 600 - pendenza 0,33%

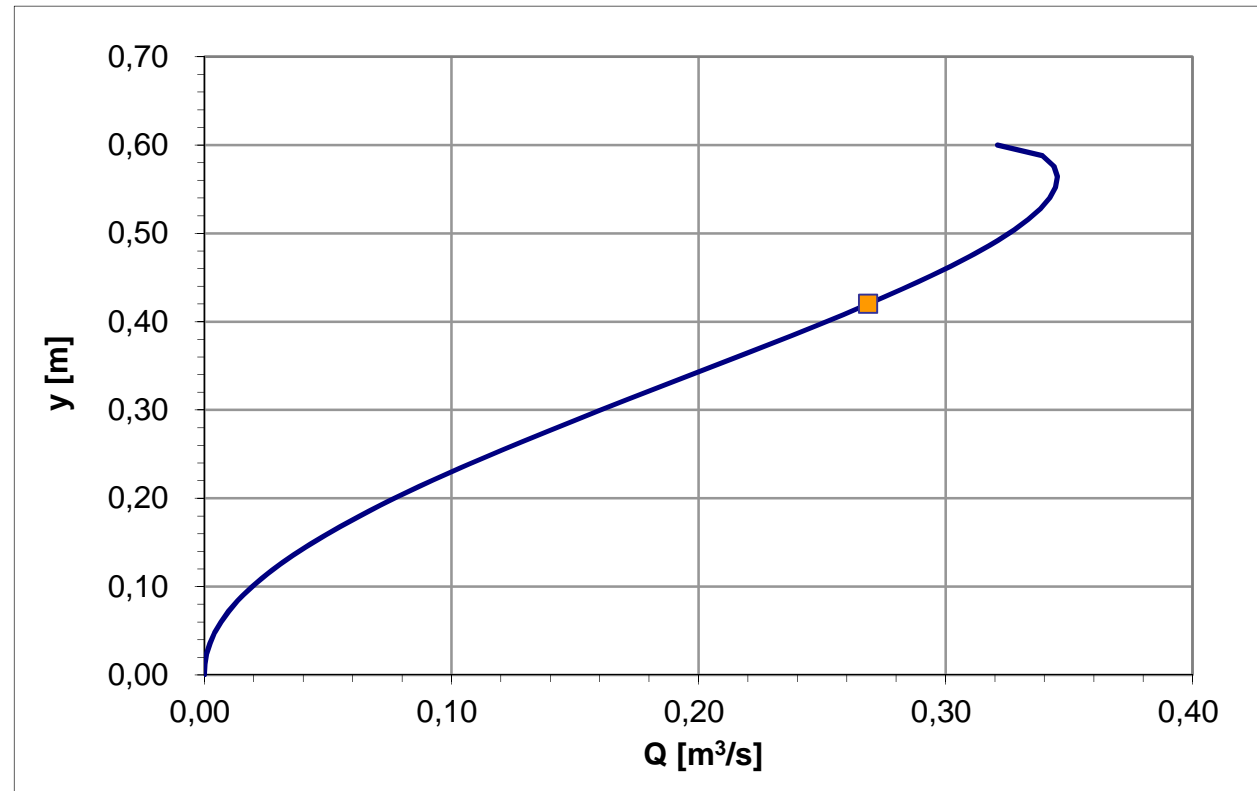


Dati canaletta

D (m):	0,60	da variare
i (‰):	3,30	da variare
c [$m^{1/3}/s$]:	70	da variare

Riempimento [frazione] 0,70 da variare

Q [m^3/s]	0,269
Y [m]	0,42
v [m/s]	1,27



Moto uniforme in canaletta circolare
 tubazione in cls DN 600 - pendenza 0,5%

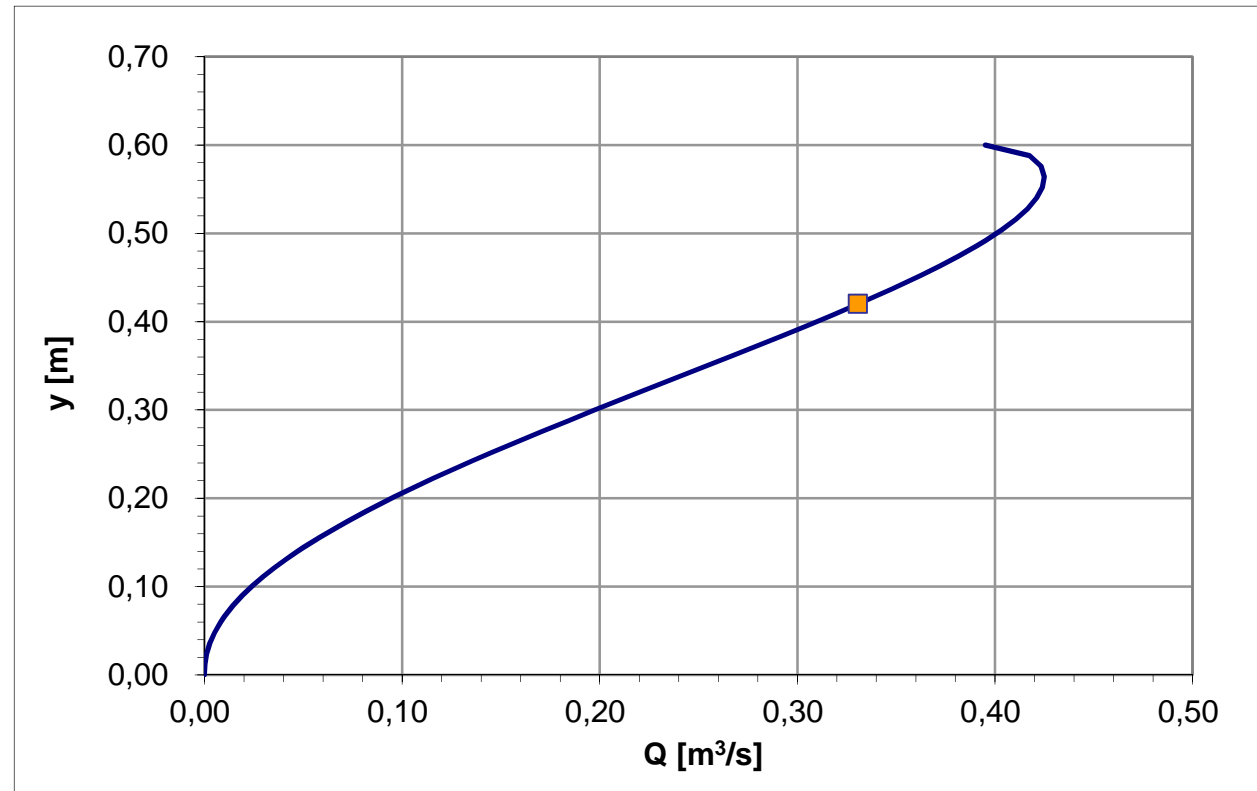


Dati canaletta

D (m):	0,60	da variare
i (‰):	5,00	da variare
c [$m^{1/3}/s$]:	70	da variare

Riempimento [frazione] 0,70 da variare

Q [m^3/s]	0,331
Y [m]	0,42
v [m/s]	1,56



Moto uniforme in canaletta circolare

tubazione in cls DN 600 - pendenza 0,79%

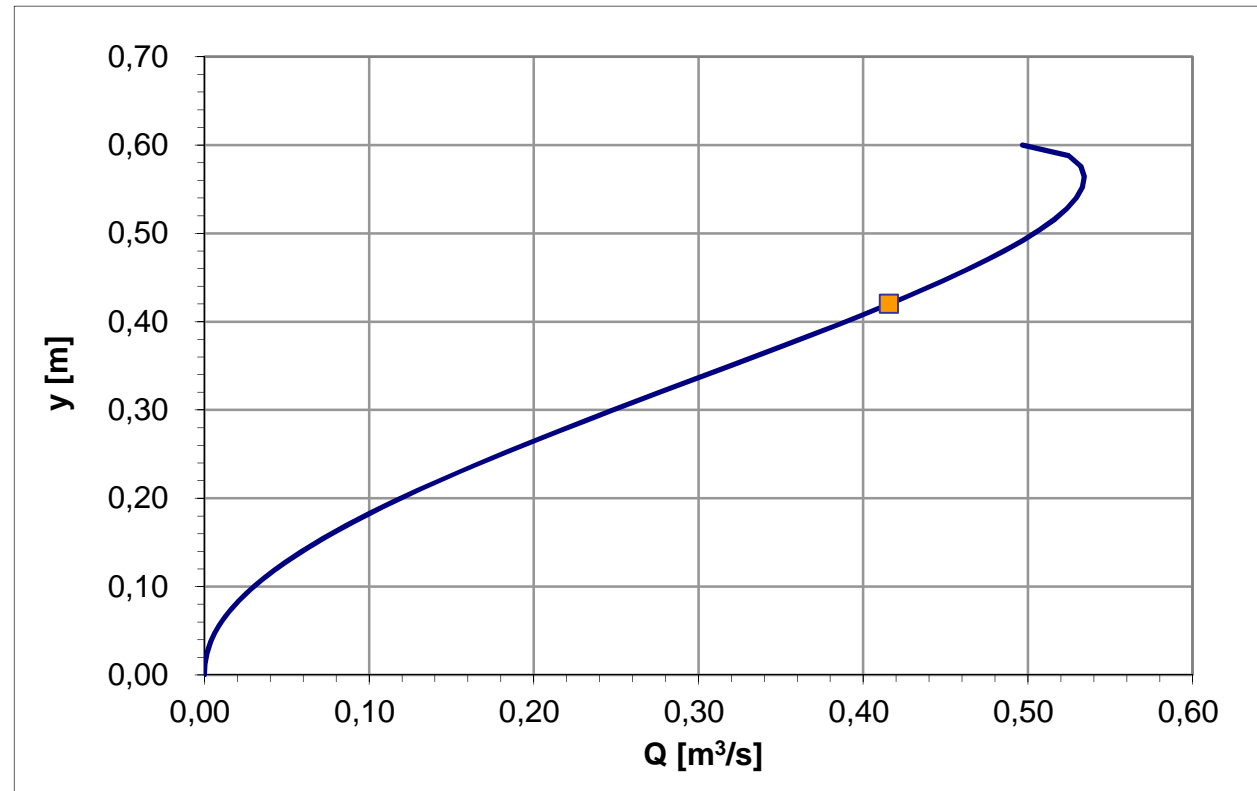


Dati canaletta

D (m):	0,60	da variare
i (‰):	7,90	da variare
c [$m^{1/3}/s$]:	70	da variare

Riempimento [frazione] 0,70 da variare

Q [m^3/s]	0,416
Y [m]	0,42
v [m/s]	1,97



Moto uniforme in canaletta circolare

tubazione in cls DN 600 - pendenza 1,22%

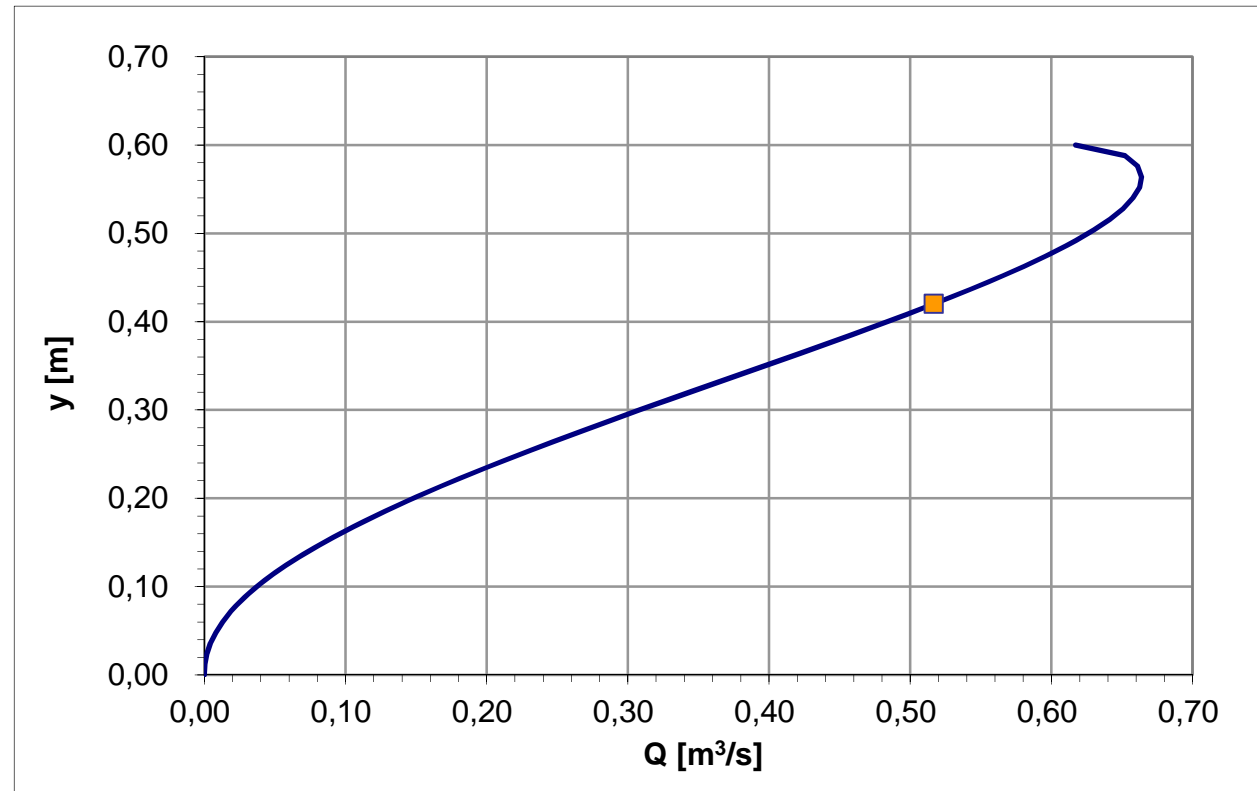


Dati canaletta

D (m):	0,60	da variare
i (‰):	12,20	da variare
c [$m^{1/3}/s$]:	70	da variare

Riempimento [frazione] 0,70 da variare

Q [m^3/s]	0,517
Y [m]	0,42
v [m/s]	2,44



Moto uniforme in canaletta circolare

tubazione in cls DN 600 - pendenza 2,44%

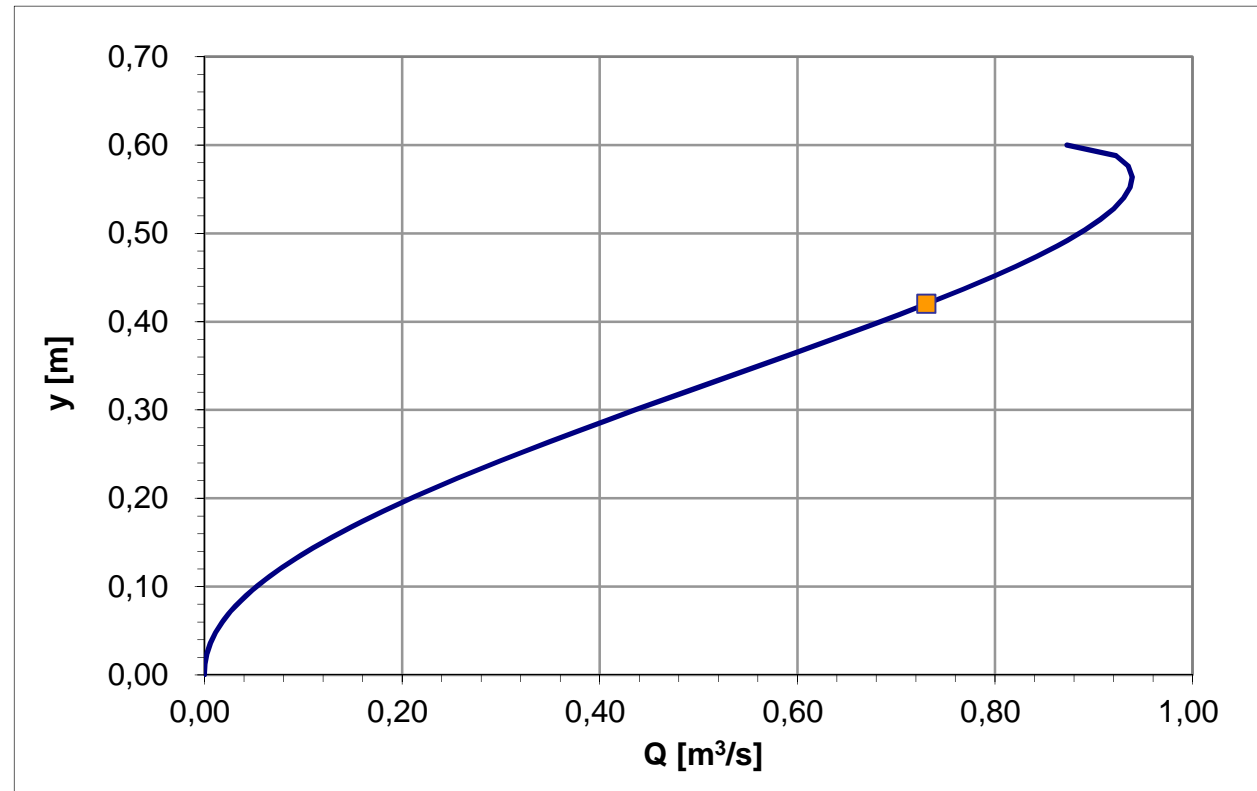


Dati canaletta

D (m):	0,60	da variare
i (‰):	24,40	da variare
c [$m^{1/3}/s$]:	70	da variare

Riempimento [frazione] 0,70 da variare

Q [m^3/s]	0,731
Y [m]	0,42
v [m/s]	3,46



Moto uniforme in canaletta circolare

tubazione in cls DN 800 - pendenza 0,12%

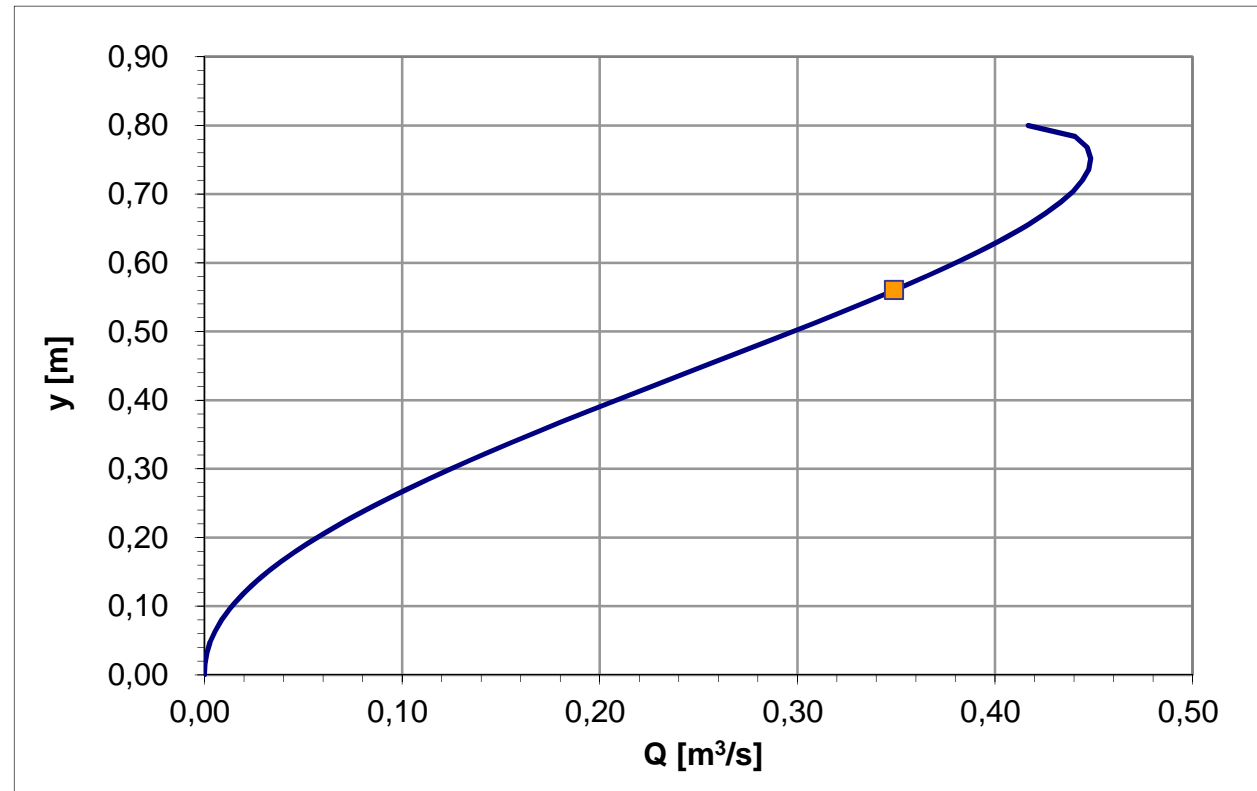


Dati canaletta

D (m):	0,80	da variare
i (‰):	1,20	da variare
c [m ^{1/3} /s]:	70	da variare

Riempimento [frazione] 0,70 da variare

Q [m ³ /s]	0,349
Y [m]	0,56
v [m/s]	0,93



Moto uniforme in canaletta circolare

tubazione in cls DN 800 - pendenza 0,14%

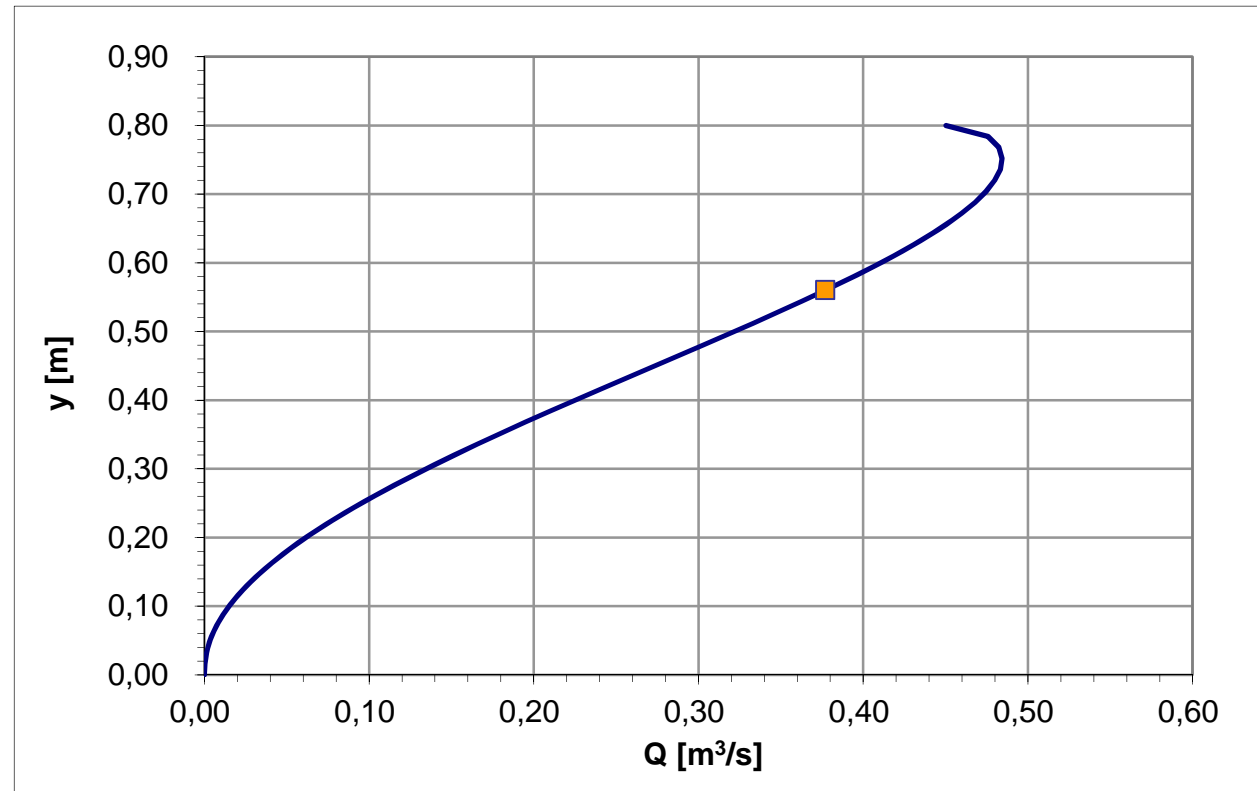


Dati canaletta

D (m):	0,80	da variare
i (‰):	1,40	da variare
c [$m^{1/3}/s$]:	70	da variare

Riempimento [frazione] 0,70 da variare

Q [m^3/s]	0,377
Y [m]	0,56
v [m/s]	1,00



Moto uniforme in canaletta circolare

tubazione in cls DN 800 - pendenza 0,20%

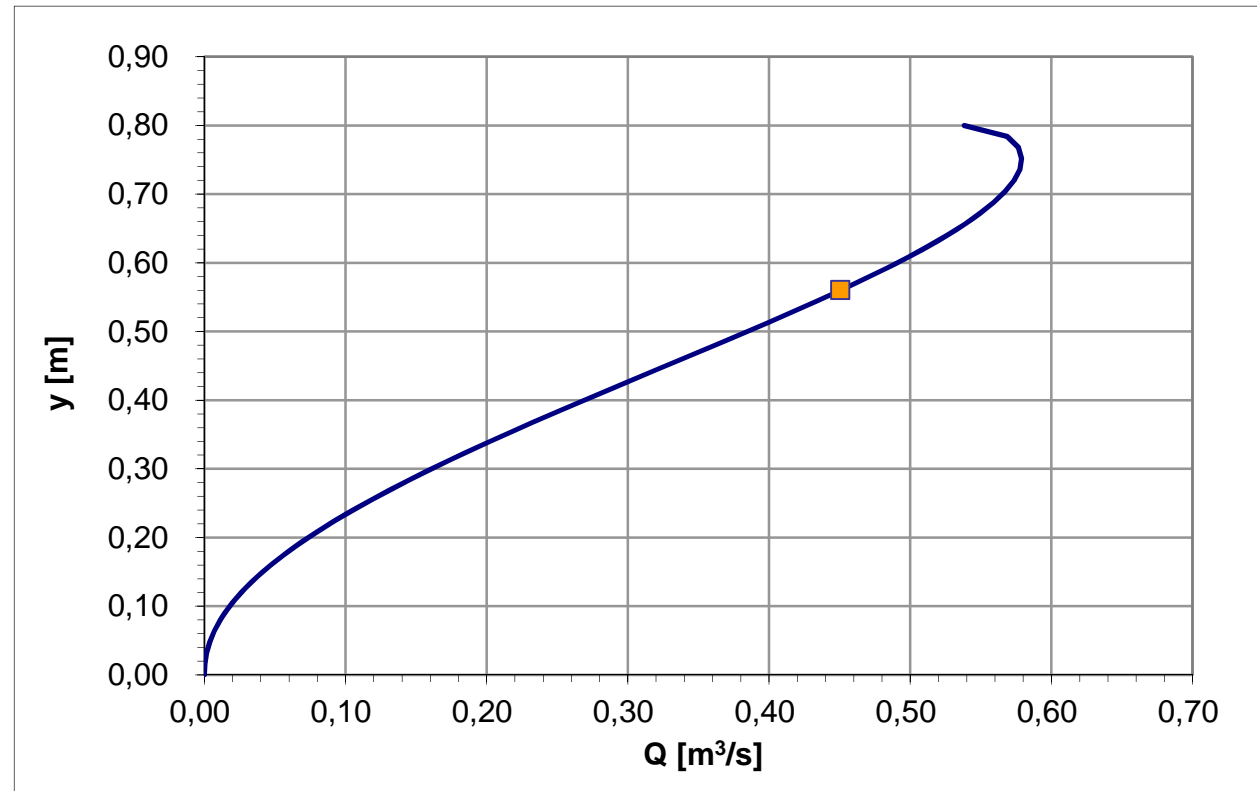


Dati canaletta

D (m):	0,80	da variare
i (‰):	2,00	da variare
c [$m^{1/3}/s$]:	70	da variare

Riempimento [frazione] 0,70 da variare

Q [m^3/s]	0,451
Y [m]	0,56
v [m/s]	1,20



Moto uniforme in canaletta circolare

tubazione in cls DN 800 - pendenza 0,25%

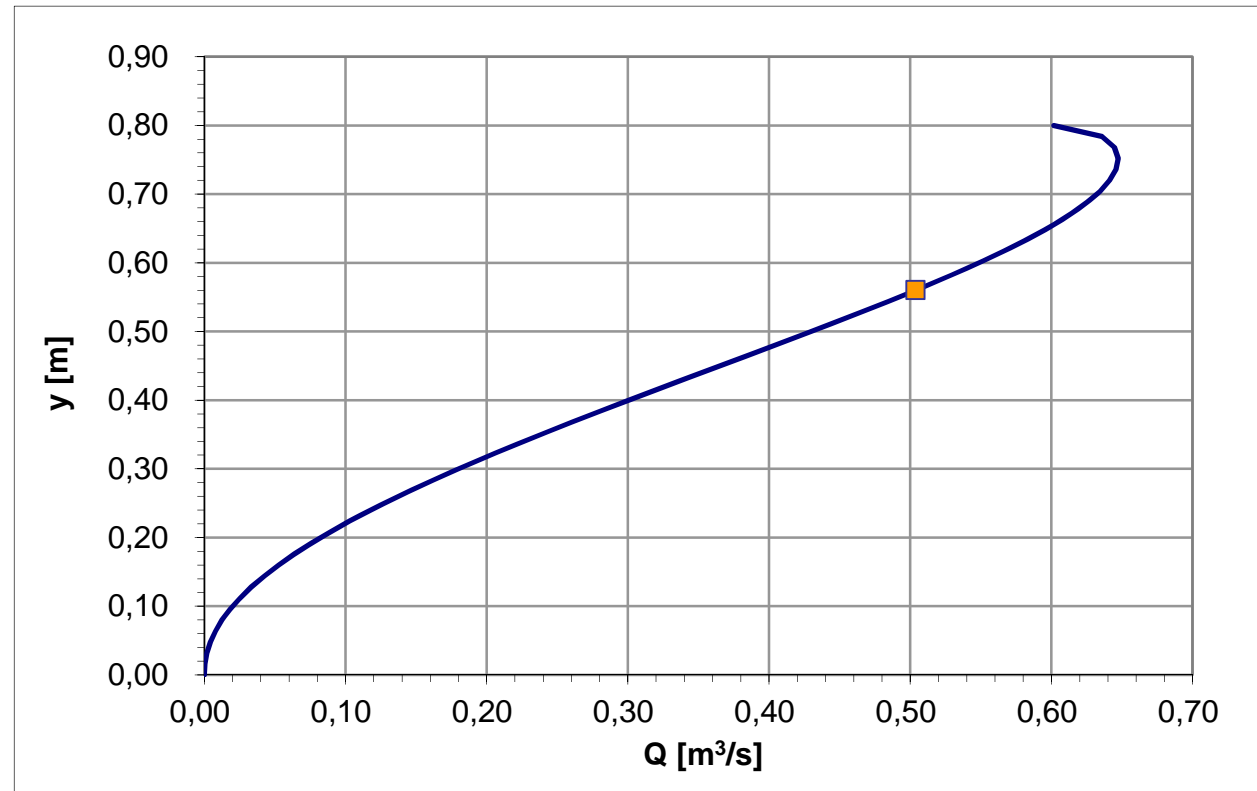


Dati canaletta

D (m):	0,80	da variare
i (‰):	2,50	da variare
c [m ^{1/3} /s]:	70	da variare

Riempimento [frazione] 0,70 da variare

Q [m ³ /s]	0,504
Y [m]	0,56
v [m/s]	1,34



Moto uniforme in canaletta circolare

tubazione in cls DN 800 - pendenza 0,29%

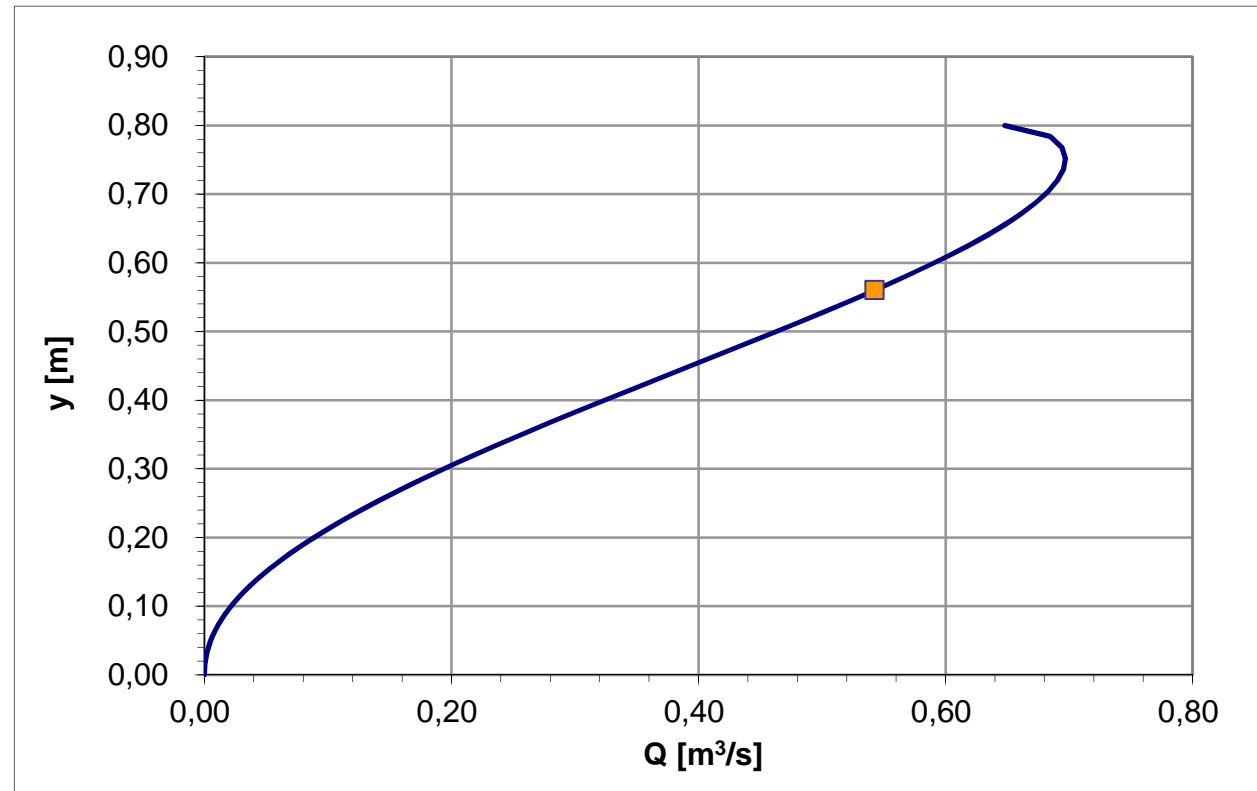


Dati canaletta

D (m):	0,80	da variare
i (‰):	2,90	da variare
c [$m^{1/3}/s$]:	70	da variare

Riempimento [frazione] 0,70 da variare

Q [m^3/s]	0,543
Y [m]	0,56
v [m/s]	1,44



Moto uniforme in canaletta circolare

tubazione in cls DN 800 - pendenza 0,33%

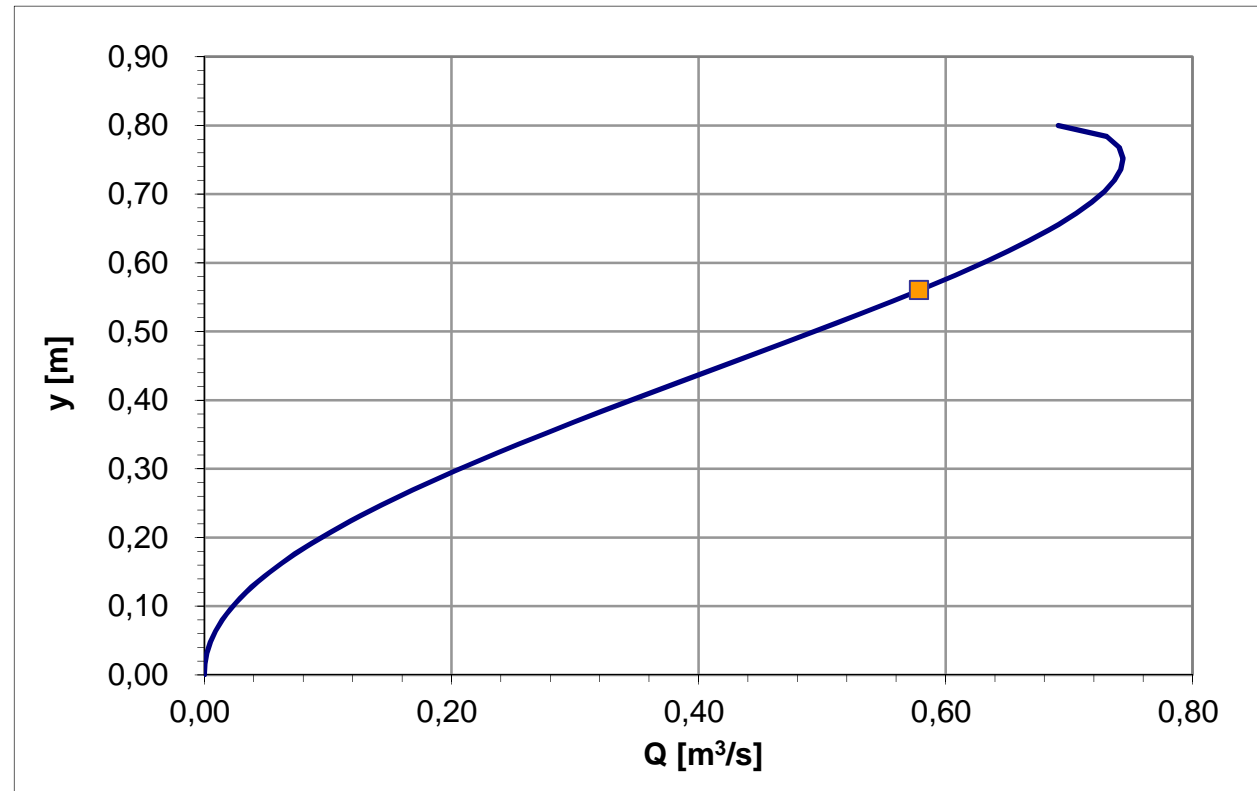


Dati canaletta

D (m):	0,80	da variare
i (‰):	3,30	da variare
c [m ^{1/3} /s]:	70	da variare

Riempimento [frazione] 0,70 da variare

Q [m ³ /s]	0,579
Y [m]	0,56
v [m/s]	1,54



Moto uniforme in canaletta circolare
 tubazione in cls DN 800 - pendenza 0,5%

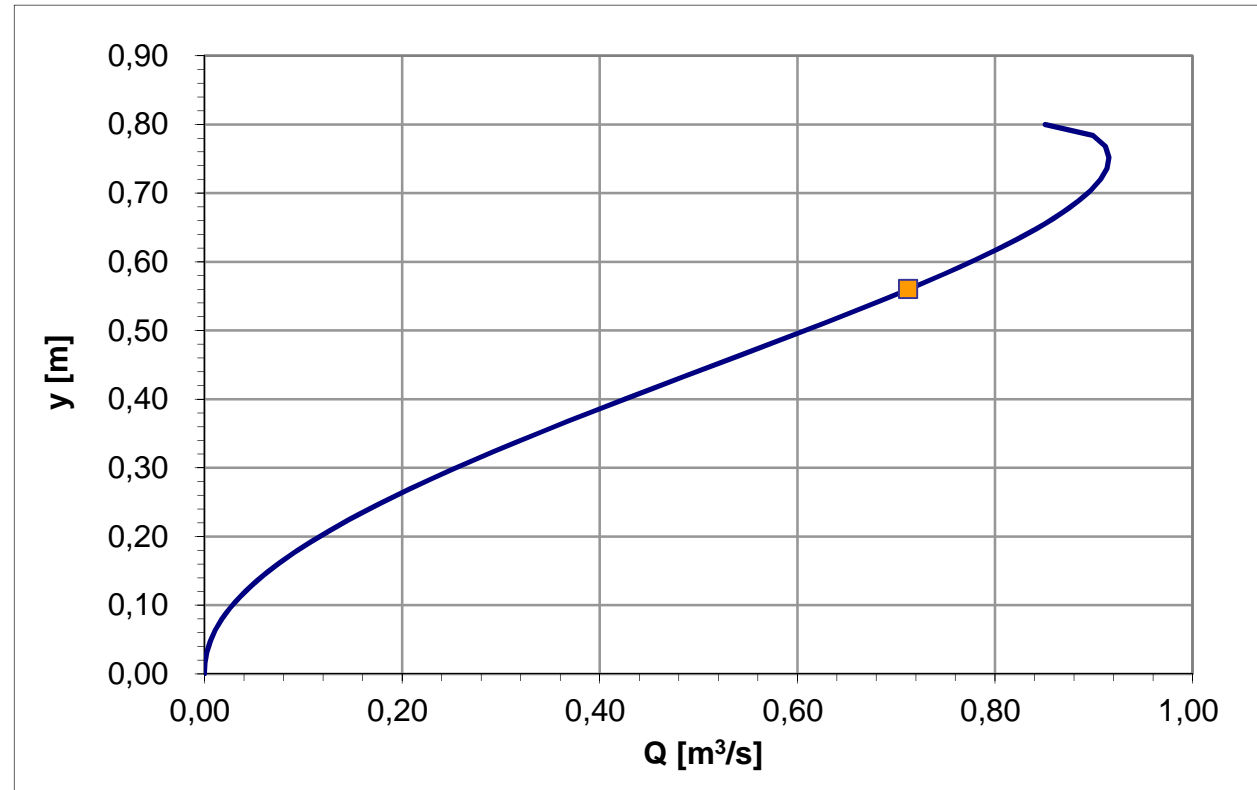


Dati canaletta

D (m):	0,80	da variare
i (‰):	5,00	da variare
c [m ^{1/3} /s]:	70	da variare

Riempimento [frazione] 0,70 da variare

Q [m ³ /s]	0,712
Y [m]	0,56
v [m/s]	1,90



Moto uniforme in canaletta circolare

tubazione in cls DN 800 - pendenza 0,79%

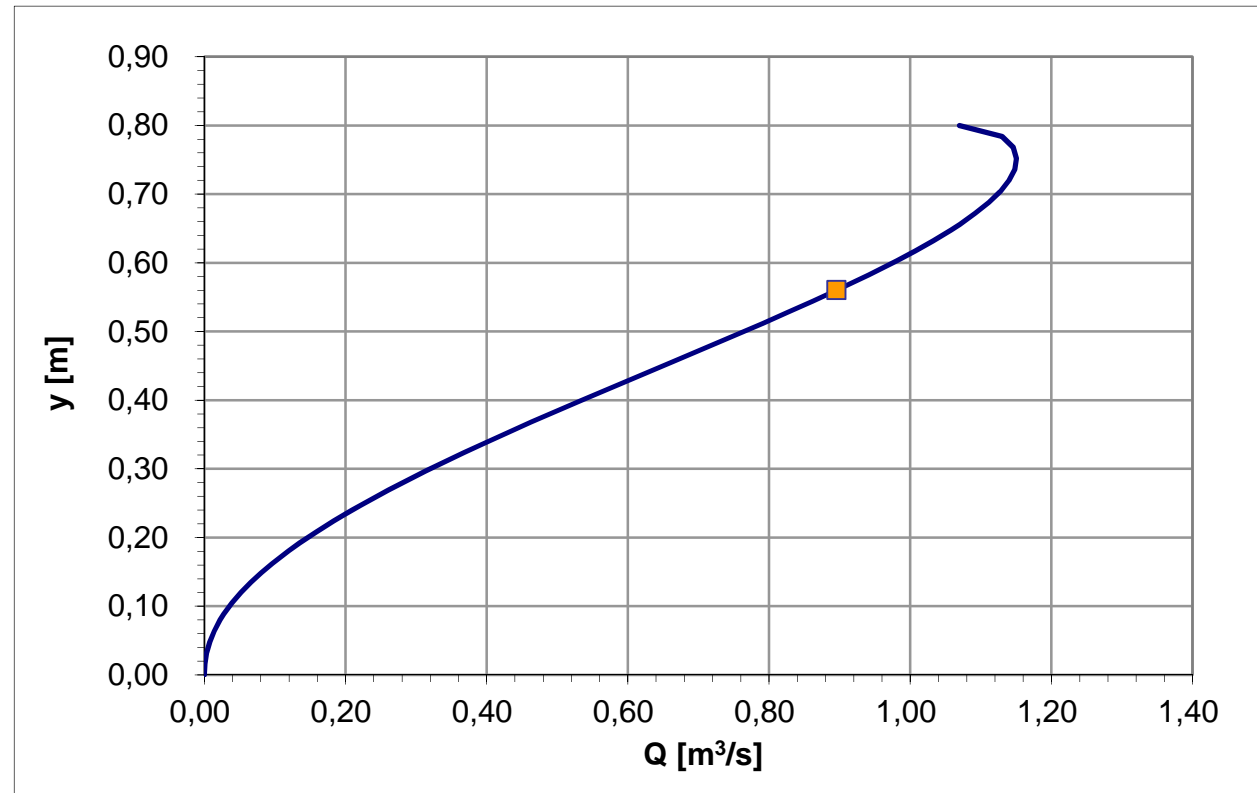


Dati canaletta

D (m):	0,80	da variare
i (‰):	7,90	da variare
c [$m^{1/3}/s$]:	70	da variare

Riempimento [frazione] 0,70 da variare

Q [m^3/s]	0,895
Y [m]	0,56
v [m/s]	2,38



Moto uniforme in canaletta circolare

tubazione in cls DN 800 - pendenza 1,06%

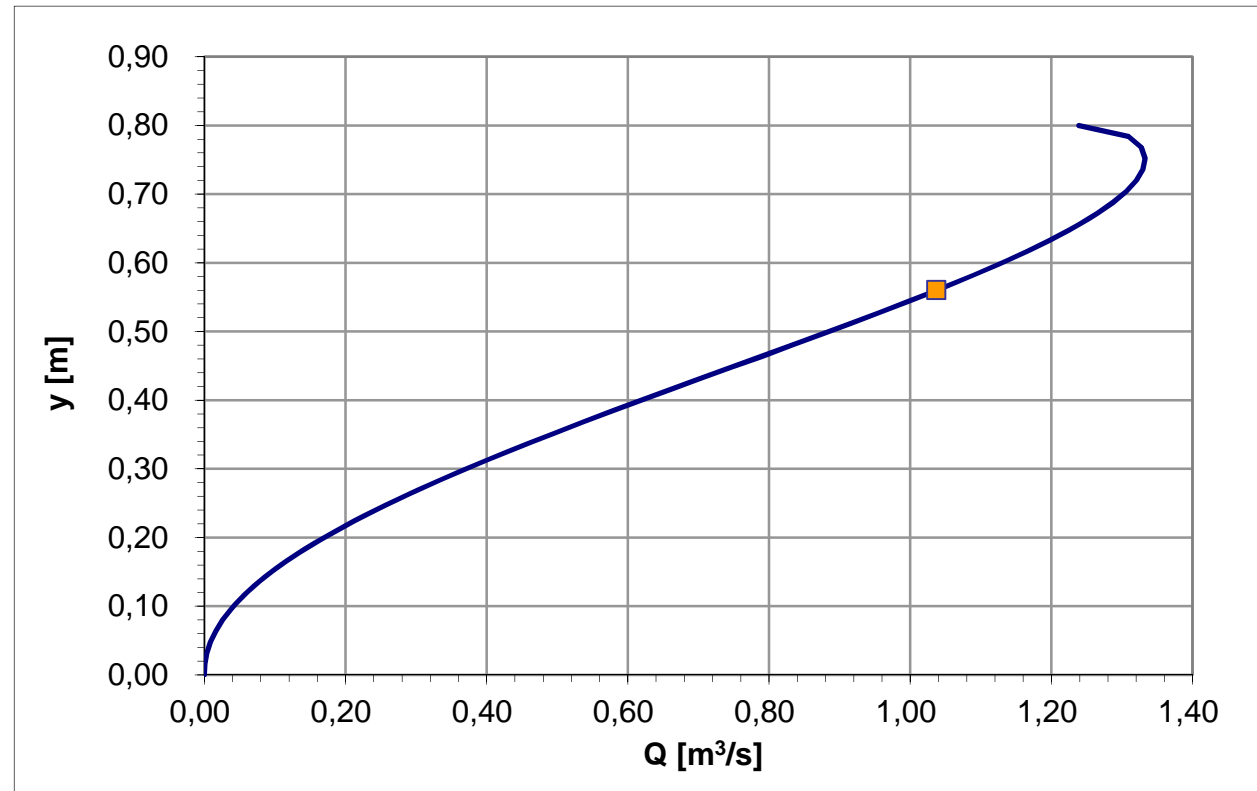


Dati canaletta

D (m):	0,80	da variare
i (‰):	10,60	da variare
c [$m^{1/3}/s$]:	70	da variare

Riempimento [frazione] 0,70 da variare

Q [m^3/s]	1,037
Y [m]	0,56
v [m/s]	2,76



Moto uniforme in canaletta circolare

tubazione in cls DN 800 - pendenza 2,50%

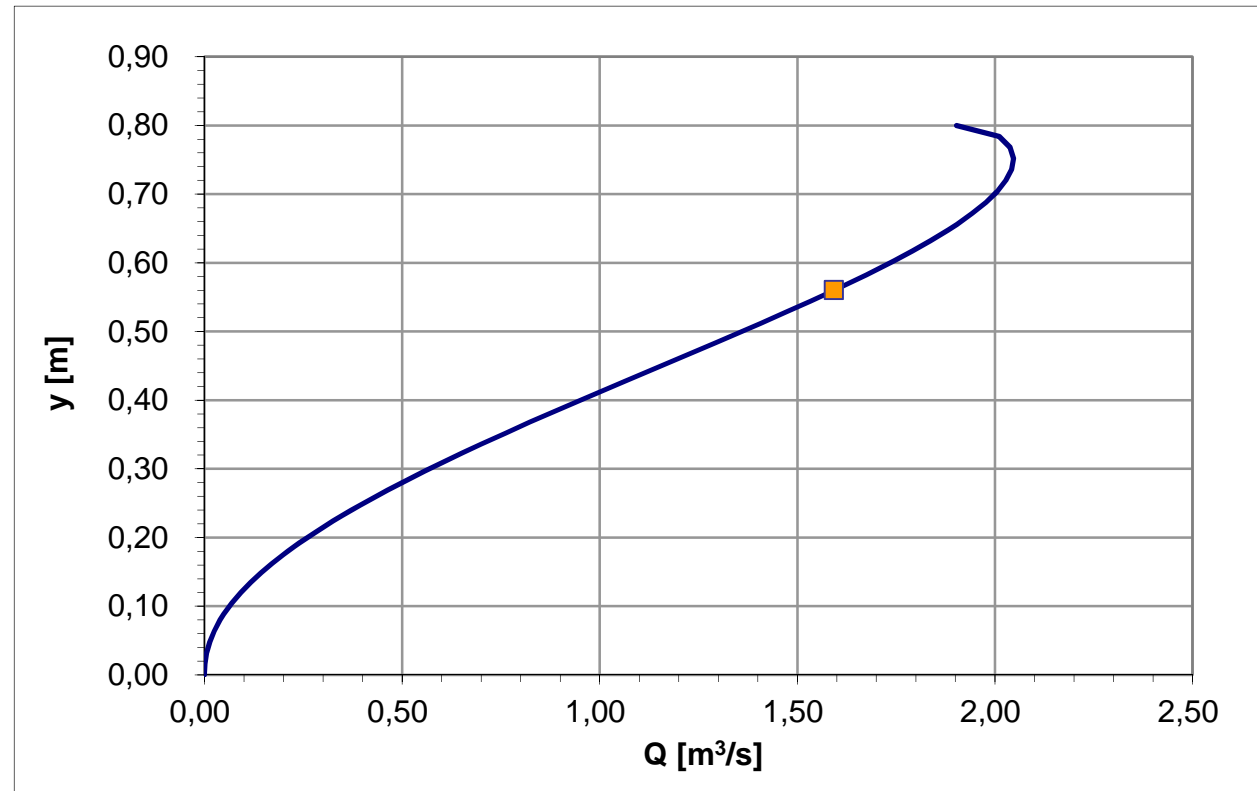


Dati canaletta

D (m):	0,80	da variare
i (‰):	25,00	da variare
c [m ^{1/3} /s]:	70	da variare

Riempimento [frazione] 0,70 da variare

Q [m ³ /s]	1,593
Y [m]	0,56
v [m/s]	4,24



Moto uniforme in canaletta circolare

tubazione in cls DN 1000 - pendenza 0,14%

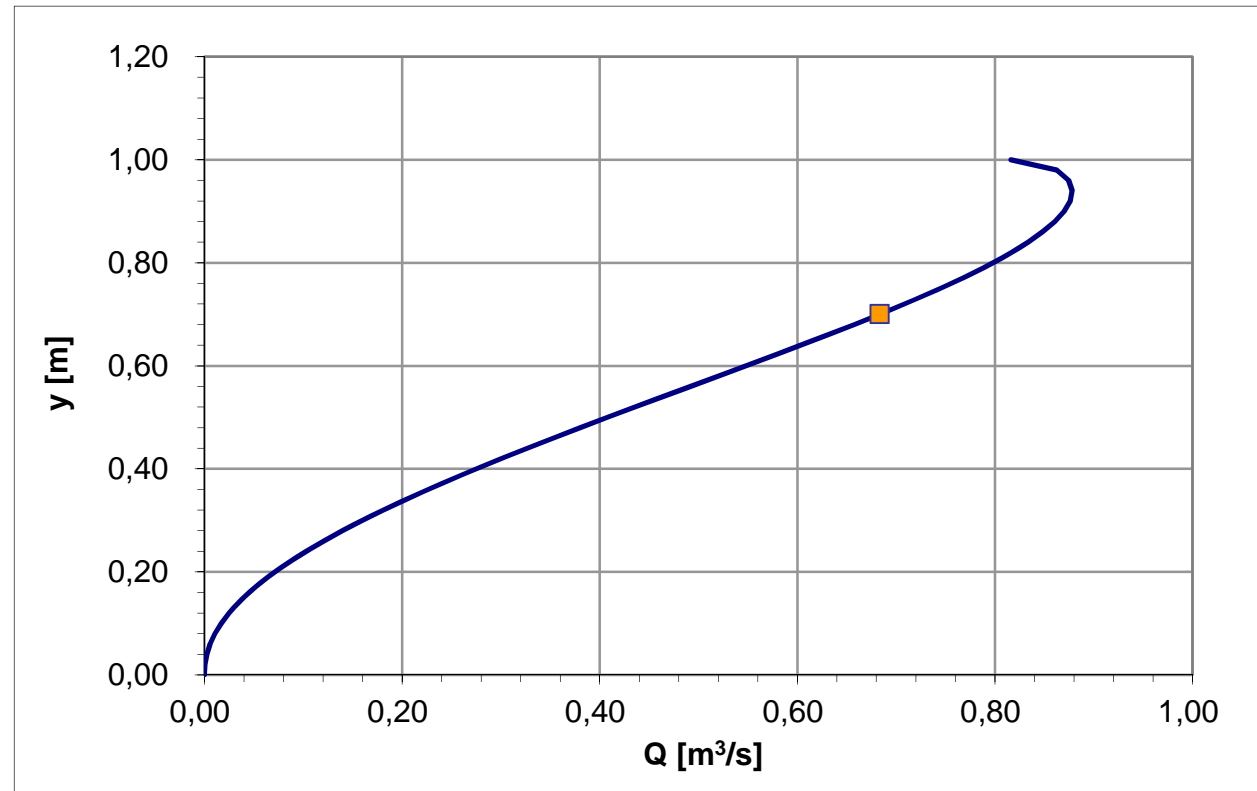


Dati canaletta

D (m):	1,00	da variare
i (‰):	1,40	da variare
c [m ^{1/3} /s]:	70	da variare

Riempimento [frazione] 0,70 da variare

Q [m ³ /s]	0,683
Y [m]	0,70
v [m/s]	1,16



Moto uniforme in canaletta circolare

tubazione in cls DN 1000 - pendenza 0,2%

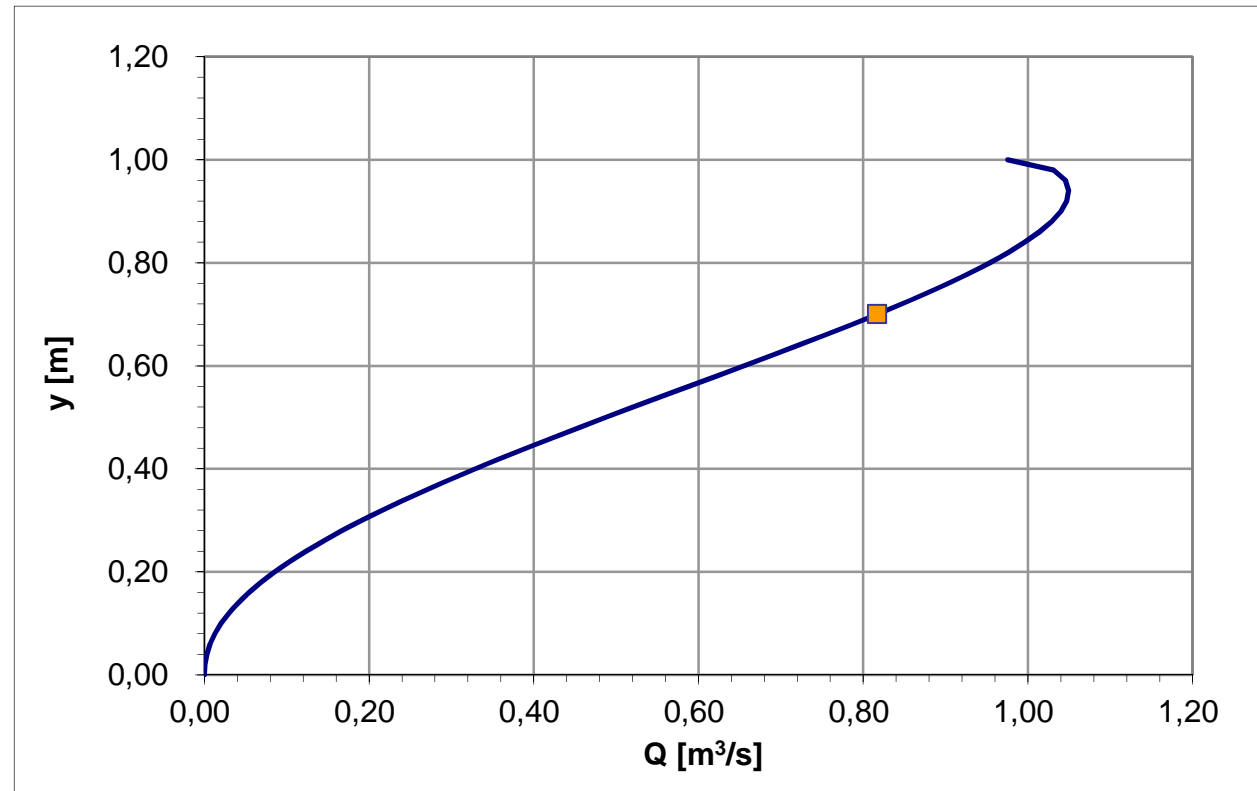


Dati canaletta

D (m):	1,00	da variare
i (‰):	2,00	da variare
c [m ^{1/3} /s]:	70	da variare

Riempimento [frazione] 0,70 da variare

Q [m ³ /s]	0,817
Y [m]	0,70
v [m/s]	1,39



Moto uniforme in canaletta circolare

tubazione in cls DN 1000 - pendenza 0,50%

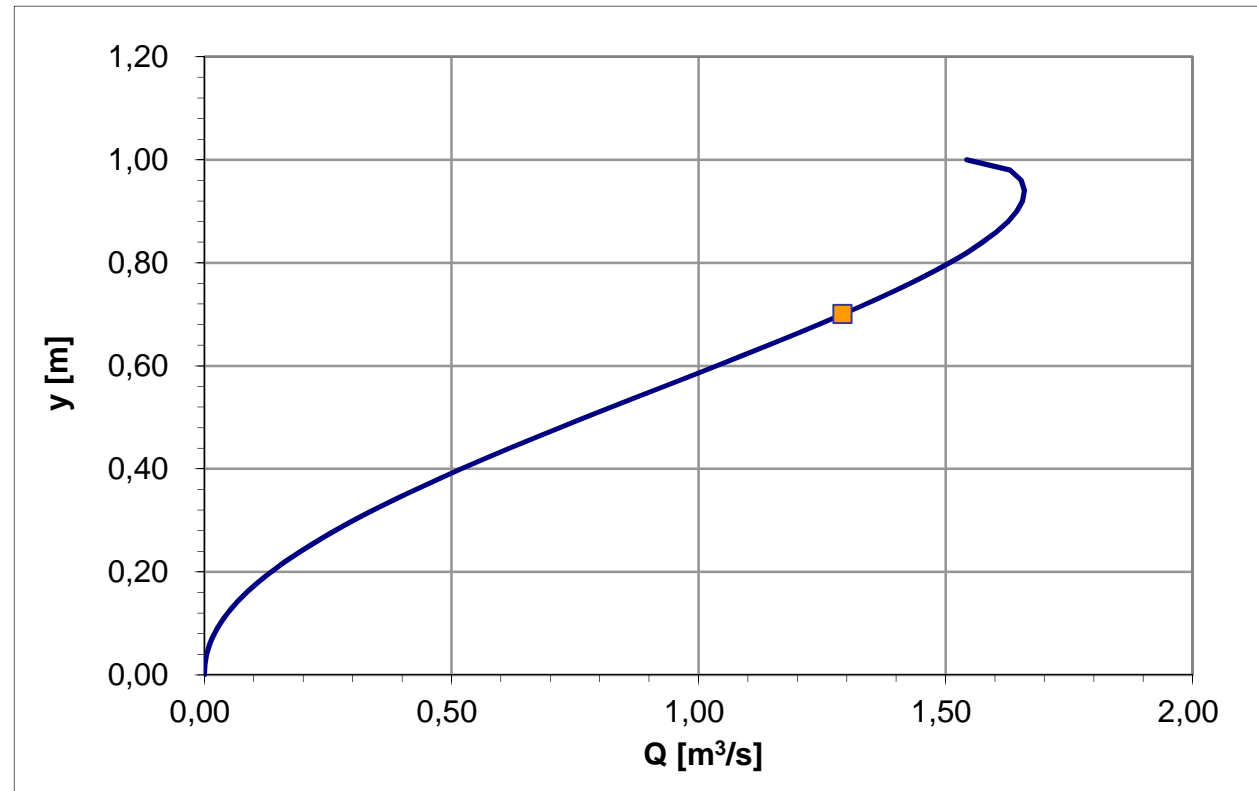


Dati canaletta

D (m):	1,00	da variare
i (‰):	5,00	da variare
c [m ^{1/3} /s]:	70	da variare

Riempimento [frazione] 0,70 da variare

Q [m ³ /s]	1,292
Y [m]	0,70
v [m/s]	2,20



Moto uniforme in canaletta circolare

tubazione in cls DN 1200 - pendenza 0,2%

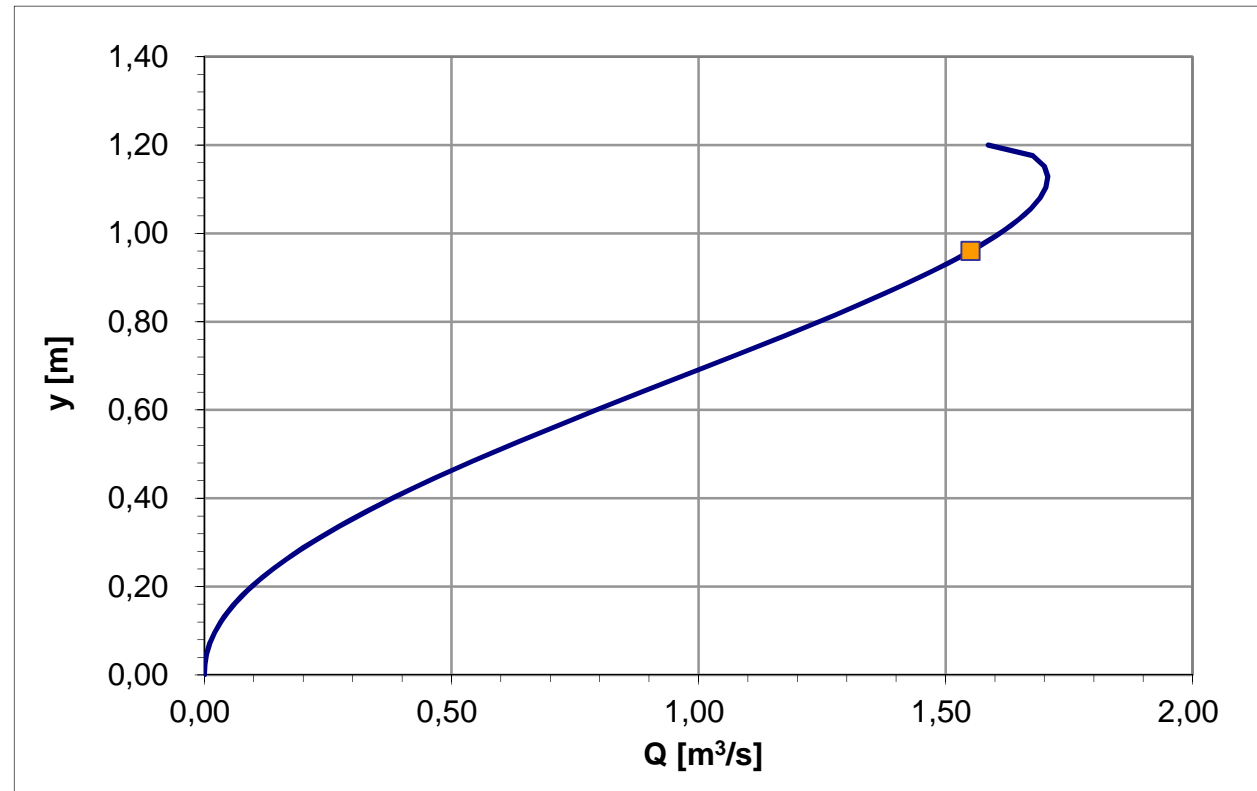


Dati canaletta

D (m):	1,20	da variare
i (‰):	2,00	da variare
c [$m^{1/3}/s$]:	70	da variare

Riempimento [frazione] 0,80 da variare

Q [m^3/s]	1,551
Y [m]	0,96
v [m/s]	1,60



ALLEGATO 2 - Verifica degli interessi degli organi di
scarico

interasse (m)	larghezza carreggiata (m)	a	n	t (min)	h (mm)	i (mm/h)	Q affluente (l/s)	superfici afferenti	i (%)				Q capacità portata canalizzazione (l/s)	condizione di verifica	interasse minimo assegnato (m)	tratto interessato
									cunetta ciglio	cunetta francese	asola	viadotto				
LOTTO 1		52,78	0,299	15	34,87	139,48										
	20	13					9,07	L1-20								
	20	14,5					10,11	L1-20CHI								
	20	17,5					12,20	L1-20CAR								
	40	13					18,13	L1-40								
	40	14,5					20,22	L1-40CHI								
	40	17,5					24,41	L1-40CAR								
	50	13					22,67	L1-50								
									0,12			20,95	Qcan>QL1-40	40	tubazione direz. TO progr. 37110-37200	
										0,33		89,19	Qcan>QL1-50	50	spartitraffico progr. 37900-38225	
											0,29	18,62	Qcan>QL1-20CHI	20	viadotto Chiusella	
											0,33	19,87	Qcan>QL1-20CAR	20	viadotto Cartiera	
LOTTO 2		52,46	0,311	15	34,09	136,35										
	20	13					8,86	L2-20								
	40	13					17,73	L2-40								
	50	13					22,16	L2-50								
									0,03			10,48	Qcan>QL2-20	20	tubazione direz. TO progr. 40650-40830	
									0,12			20,95	Qcan>QL2-40	40	tubazione direz. TO+AO progr. 38500-389000	
										0,03		62,8	Qcan>QL2-50	50	tubazione direz. AO progr. 40000-40650	
											0,03	26,89	Qcan>QL2-50	50	spartitraffico progr. 40650-40830	
LOTTO 3		53,08	0,319	15	34,11	136,44										
	20	13					8,87	L3-20								
	20	14,5					9,89	L3-20FIO								
	40	13					17,74	L3-40								
	40	14,5					19,78	L3-40FIO								
	50	13					22,17	L3-50								
									0,14			22,63	Qcan>QL3-40	40	tubazione direz TO+AO progr. 43300-45100	
									0,2			27,05	Qcan>QL3-50	50	tubazione direz. TO+AO progr. 41425-41500	
										0,14		58,09	Qcan>QL3-50	50	spartitraffico progr. 43866-45100	
											0,2	15,47	Qcan>QL3-20FIO	20	viadotto Fiorano	

ALLEGATO 3 - Verifica e ottimizzazione della rete di
raccolta

VASCA 1 - TN 250 l/s											
Confluenze	Zona di competenza	Nome canalizzazione	Pendenza media (%)	Progressiva iniziale superficie (m)	Progressiva finale superficie (m)	Lunghezza tratto (m)	Lunghezza canalizzazione (m)	Tipo canalizzazione	Dimensioni canalizzazione	Diametro tubazione (mm)	interasse minimo pozzetti/embrici (m)
	destra	1.1	0,29	36499	36783	284	284 34 250	cordolo tubazione acciaio		- 450	fine tratto 20
1>2	destra	1.2	0,79	36783	36965	182	171 150 21	tubazione cls tubazione cls		500 600	50 50
	rampa E	1.3	3,24	363	588	225	225 175 50	cordolo tubazione cls		400	inizio e fine
	rampa E	1.4	3,24	425	593	168	168 168	cordolo		-	fine tratto
	rampa B	1.5	3,24	425	510	85	81 81	cordolo		-	fine tratto
	rampa E-B	1.6	1,19	310	365	55	46 46	cordolo		-	fine tratto
	rampa E-A	1.7	1,19	948	993	45	46 46	cordolo		-	fine tratto
3>8	rampa A	1.8	0,5	895	895	0	11 11	tubazione cls		500	inizio e fine
4>9	rampa B	1.9	0,5	425	425	0	12 12	tubazione cls		400	inizio e fine
6+21>10	rampa E	1.10	0,5	948	948	0	39 39	tubazione cls		600	inizio e fine
7+10>11	rampa E-A	1.11	0,25	895	948	53	51 51	tubazione cls		800	inizio e fine
8+11>12	rampa A	1.12	0,25	615	895	280	270 270	tubazione cls		800	50
2+12>13	rampa A	1.13	0,5	615	615	0	14 14	tubazione cls		800	inizio e fine
13>14	destra	1.14	0,79	36965	37100	135	135 135	tubazione cls		800	20 50
	rampa B	1.15	4,2	510	674	164	162 162	cordolo		-	fine tratto
20>16	destra	1.16	0,33	37340	37400	60	60 60	tubazione cls		600	50
15+16>17	rampa B	1.17	0,5	679	679	0	20 20	tubazione cls		600	inizio e fine
17>18	destra	1.18	2,44	37287	37340	53	53 53	tubazione cls		600	inizio e fine
18>19	destra	1.19	2,44	37225	37287	62	62 62	tubazione cls		600	
19>19bis	destra	1.19bis	0,2	37100	37225	125	125 60 65	tubazione cls tubazione cls		600 800	
	destra	1.20	0,33	37400	37800	400	400 33 100 267	cordolo tubazione acciaio tubazione acciaio		- 300 450	fine tratto 20 20
5+9>21	rampa E-B	1.21	3,24	310	425	115	113 113	tubazione cls		400	50
14+19>22	vasca	1.22	0,5 1	37100	37100	0	10 10	tubazione acciaio		800	

VASCA 2 - TN 250 l/s											
Confluenze	Zona di competenza	Nome canalizzazione	Pendenza media (%)	Progressiva iniziale superficie (m)	Progressiva finale superficie (m)	Lunghezza tratto (m)	Lunghezza canalizzazione (m)	Tipo canalizzazione	Dimensioni canalizzazione	Diametro tubazione (mm)	interasse minimo pozzetti/embrici (m)
	sinistra	2.1	0,29	36499	36783	284	284 34 250	cordolo tubazione acciaio		- 450	fine tratto 20
1>2	sinistra	2.2	0,79	36783	36918	135	124 124	tubazione cls		500	50
2>3	rampa D	2.3	0,5	1160	1160	0	11 11	tubazione cls		500	inizio e fine
3>4	sinistra	2.4	0,79	36918	37075	157	157 130 27	tubazione cls tubazione cls		500 600	50 50
4>5	rampa C	2.5	0,5	103	103	0	19 19	tubazione cls		600	inizio e fine
	rampa D	2.6	1,21	1039	1160	121	121 121	cordolo		-	fine tratto
	rampa D	2.7	1,62	1000	1039	39	40 40	cordolo		-	fine tratto
6+7>8	rampa D	2.8	0,5	1039	1039	0	13 13	tubazione cls		400	inizio e fine
8+10>9	rampa C	2.9	0,5	220	220	0	18 18	tubazione cls		500	inizio e fine
	rampa E	2.10	1,62	680	1000	320	308	fosso trapezio rivestito cls	50/25		
	rampa E	2.11	3,32	588	623	35	35 35	cordolo		-	fine tratto
11>12	rampa E	2.12	0,5	623	623	0	11 11	tubazione cls		400	inizio e fine
12>13	rampa E	2.13	0,5	623	680	57	50	fosso trapezio rivestito cls	50/50		20
9+22>14	rampa C	2.14	0,5	103	220	117	96	fosso trapezio rivestito cls	50/50		20
	rampa E	2.15	3,32	593	628	35	36 36	cordolo		-	fine tratto
15>16	rampa E	2.16	3,32	628	680	52	52 52	tubazione cls		400	inizio e fine
16>17	rampa E	2.17	0,5	680	680	0	34 34	tubazione cls		400	inizio e fine
	sinistra	2.18	0,33	37400	37800	400	400 33 100 267	cordolo tubazione acciaio tubazione acciaio		- 300 450	fine tratto 20 20
18>19	sinistra	2.19	2,44	37157	37400	243	243 243	tubazione cls		500	50
19>20	sinistra	2.20	2	37157	37157	0	8 8	tubazione cls		500	inizio e fine
20>21	sinistra	2.21	0,5	37075	37157	82	79	fosso trapezio rivestito cls	50/50		20
13+17>22	rampa E-C	2.22	0,5	-	-	264	264	fosso trapezio rivestito cls	50/50		20
14+5+21>23	vasca	2.23	1 1,5	37075	37075	0	10 10	tubazione acciaio		800	inizio e fine

VASCA 3 - TN 200 l/s											
Confluenze	Zona di competenza	Nome canalizzazione	Pendenza media (%)	Progressiva iniziale superficie (m)	Progressiva finale superficie (m)	Lunghezza tratto (m)	Lunghezza canalizzazione (m)	Tipo canalizzazione	Dimensioni canalizzazione	Diametro tubazione (mm)	interasse minimo pozzetti/embrici (m)
	destra	3.1	0,12	38500	38900	400	400	cordolo		-	fine tratto
							45	tubazione cls		500	40
							180	tubazione cls		600	40
							140	tubazione cls		800	40
							35	tubazione cls			
1>1bis	destra	3.1bis	1,06	38225	38500	275	275	tubazione cls		800	50
1bis>1ter	destra	3.1ter	0,33	37870	38225	355	355	tubazione cls		800	50
							325	tubazione cls			
	destra	3.1cp	0,2	37800	37870	70	100	tubazione cls		500	50
							100	tubazione cls			
1ter+1cp>2	attraversamento	3.2	0,5	37870	37870	0	40	tubazione cls		800	inizio e fine
							40	tubazione cls			
	sinistra	3.3	0,12	38500	38900	400	400	cordolo		-	40
							45	tubazione cls		500	40
							180	tubazione cls		600	40
							140	tubazione cls		800	40
							35	tubazione cls			
3>3bis	sinistra	3.3bis	1,06	38300	38500	200	200	tubazione cls		800	50
3>4	attraversamento	3.4	0,5	38300	38300	0	15	tubazione cls		800	inizio e fine
							15	tubazione cls			
4>5	spartitraffico	3.5	1,06	38225	38340	115	115	asola+tubazione cls		800	50
5>5bis	spartitraffico	3.5bis	0,33	37870	38225	355	355	asola+tubazione cls		800	50
							325	asola+tubazione cls			
2+5>6	attraversamento	3.6	2,5	37870	37870	0	13	tubazione cls		800	inizio e fine
							13	tubazione cls			
	sinistra	3.7cp	0,2	37800	37870	70	100	tubazione cls		500	50
6+7cp>8	vasca	3.8	0,5	37870	37870	0	3	tubazione acciaio		800	inizio e fine
							3	tubazione acciaio			

VASCA 4 - TN 200 I/s											
Confluenze	Zona di competenza	Nome canalizzazione	Pendenza media (%)	Progressiva iniziale superficie (m)	Progressiva finale superficie (m)	Lunghezza tratto (m)	Lunghezza canalizzazione (m)	Tipo canalizzazione	Dimensioni canalizzazione	Diametro tubazione (mm)	interasse minimo pozzetti/embrici (m)
	destra	4.1	0,55	39766	40000	234	234				
		4.1bis	2,5	39766	39766	0	3	cunetta francese			
							3	tubazione cls		500	inizio e fine
1>2	destra	4.2	0,55	39480	39766	286	286	fosso trapezio rivestito cls	70/75		20
2>3	attraversamento	4.3	0,5	39480	39480	0	12	tubazione cls		600	inizio e fine
3>4	destra	4.4	0,55	39400	39480	80	80	fosso trapezio rivestito cls	70/75		20
4>5	attraversamento	4.5	0,5	39400	39400	0	10				
							10	tubazione cls		600	inizio e fine
5>6	destra	4.6	0,55	39100	39400	300	300	fosso trapezio rivestito cls	70/75		20
6>6bis	destra	4.6bis	0,12	38900	39100	200	200	fosso trapezio rivestito cls	70/75		20
6bis>7	attraversamento	4.7	0,5	38900	38900	0	33				
							33	tubazione cls		800	inizio e fine
	sinistra	4.8	0,47	39335	40000	665	665	fosso trapezio rivestito cls	70/75		20
8>9	attraversamento	4.9	0,5	39335	39335	0	15				
							15	tubazione cls		600	inizio e fine
9>10	sinistra	4.10	0,47	39090	39335	245	245	fosso trapezio rivestito cls	70/75		20
10>11	attraversamento	4.11	0,5	39090	39090	0	12				
							12	tubazione cls		800	inizio e fine
11>12	sinistra	4.12	0,12	38900	39090	190	190	fosso trapezio rivestito cls	70/75		20
7+11>13	vasca	4.13	0,5	38900	38900	0	3				
							3	tubazione acciaio		800	inizio e fine

VASCA 5 - TN 150 l/s											
Confluenze	Zona di competenza	Nome canalizzazione	Pendenza media (%)	Progressiva iniziale superficie (m)	Progressiva finale superficie (m)	Lunghezza tratto (m)	Lunghezza canalizzazione (m)	Tipo canalizzazione	Dimensioni canalizzazione	Diametro tubazione (mm)	interasse minimo pozzetti/embrici (m)
	destra	5.1	0,2	40000	40650	650	650				
							160	tubazione cls		400	50
							130	tubazione cls		500	50
							180	tubazione cls		600	50
							180	tubazione cls		800	50
1>2	attraversamento	5.2	0,5	40000	40000	0	26				
							26	tubazione cls		800	inizio e fine
	sinistra	5.3	0,2	40000	40650	650	650				
							160	tubazione cls		400	50
							130	tubazione cls		500	50
							180	tubazione cls		600	50
							180	tubazione cls		800	50
2+3>4	vasca	5.4	0,5	40000	40000	0	5				
								tubazione acciaio		800	inizio e fine

VASCA 6 - TN 200 l/s											
Confluenze	Zona di competenza	Nome canalizzazione	Pendenza media (%)	Progressiva iniziale superficie (m)	Progressiva finale superficie (m)	Lunghezza tratto (m)	Lunghezza canalizzazione (m)	Tipo canalizzazione	Dimensioni canalizzazione	Diametro tubazione (mm)	interasse minimo pozzetti/embrici (m)
	destra	6.1	0,2	41500	42000	500	490 45 445	cordolo tubazione acciaio		- 450	fine tratto 20
1>2	destra	6.2	0,2	41425	41500	75	75 75	tubazione cls		600	50
2>2bis	destra	6.2bis	1,22	41300	41425	125	125 125	tubazione cls		600	50
2bis>3	attraversamento	6.3	0,5	41300	41300	0	13 13	tubazione cls		600	
3>4	spartitraffico	6.4	1,22	40830	41300	470	470 470	asola+tubazione cls		600	50
	spartitraffico	6.5	0,03	40650	40830	180	180 50 180	asola asola+tubazione cls		600	fine tratto 50
4+5>6	attraversamento	6.6	0,5	40830	40830	0	13 13	tubazione cls		800	inizio e fine
	sinistra	6.7	0,2	41500	42000	500	490 45 445	cordolo tubazione acciaio		- 450	fine tratto 20
7>8	sinistra	6.8	0,2	41425	41500	75	75 75	tubazione cls		600	50
8>8bis	sinistra	6.8bis	1,22	40830	41425	595	595 595	tubazione cls		600	50
	sinistra	6.9	0,03	40650	40830	180	180 20 180	cordolo tubazione cls		- 600	fine tratto 20
6+8bis+9>10	vasca	6.10	0,5	40830	40830	0	15 15	tubazione acciaio		800	inizio e fine

VASCA 7 - TN 200 l/s											
Confluenze	Zona di competenza	Nome canalizzazione	Pendenza media (%)	Progressiva iniziale superficie (m)	Progressiva finale superficie (m)	Lunghezza tratto (m)	Lunghezza canalizzazione (m)	Tipo canalizzazione	Dimensioni canalizzazione	Diametro tubazione (mm)	interasse minimo pozzetti/embrici (m)
	destra destra destra destra destra	7.1	0,29	42000	42870	870	870 70 120 150 220 310	cordolo tubazione cls tubazione cls tubazione cls tubazione cls		- 400 500 600 800	fine tratto 50 50 50 50
1>2	attraversamento	7.2	0,5	42870	42870	0	13 13	tubazione cls		800	inizio e fine
	sinistra destra destra destra destra	7.3	0,29	42000	42870	870	870 70 120 150 220 310	cordolo tubazione cls tubazione cls tubazione cls tubazione cls		- 400 500 600 800	fine tratto 50 50 50 50
2+3>4	vasca	7.4	2,5 0,5	42870	42870	0	13 13	tubazione acciaio		800	inizio e fine

VASCA 8 - TN 250 l/s											
Confluenze	Zona di competenza	Nome canalizzazione	Pendenza media (%)	Progressiva iniziale superficie (m)	Progressiva finale superficie (m)	Lunghezza tratto (m)	Lunghezza canalizzazione (m)	Tipo canalizzazione	Dimensioni canalizzazione	Diametro tubazione (mm)	interasse minimo pozzetti/embrici (m)
	destra	8.1	0,14	43300	44160	860	860				
							50	cordolo		-	fine tratto
							200	tubazione cls		500	40
							160	tubazione cls		600	40
							450	tubazione cls		800	40
	destra	8.2	0,29	42870	43300	430	430				
							70	cordolo		-	fine tratto
							130	tubazione cls		400	50
							170	tubazione cls		500	50
							60	tubazione cls		600	50
1+2>3	attraversamento	8.3	0,5	43300	43300	0	13				
							13	tubazione cls		800	inizio e fine
	spartitraffico	8.4	0,14	43866	44160	294	294				
							150	asola		-	fine tratto
							144	tubazione cls		500	50
4>5	attraversamento	8.5	0,5	43866	43866	0	13				
							13	tubazione cls		600	inizio e fine
5>6	sinistra	8.6	0,14	43300	43866	566	566				
							250	tubazione cls		600	40
							316	tubazione cls		800	40
	sinistra	8.7	0,29	42870	43300	430	430				
							70	cordolo		-	fine tratto
							130	tubazione cls		400	50
							170	tubazione cls		500	50
							60	tubazione cls		600	50
3+6+7>8	vasca	8.8	2,5	43300	43300	0	13				
							13	tubazione acciaio		800	inizio e fine

VASCA 9 - TN 250 l/s											
Confluenze	Zona di competenza	Nome canalizzazione	Pendenza media (%)	Progressiva iniziale superficie (m)	Progressiva finale superficie (m)	Lunghezza tratto (m)	Lunghezza canalizzazione (m)	Tipo canalizzazione	Dimensioni canalizzazione	Diametro tubazione (mm)	interasse minimo pozzetti/embrici (m)
	destra	9.1	1,94	45100	45350	250	250 220 30	cordolo tubazione cls		- 400	fine tratto inizio e fine
1>1bis	destra	9.1bis	0,14	44160	45100	940	940 110 100 140 410 180	tubazione cls tubazione cls tubazione cls tubazione cls tubazione cls		400 500 600 800 1000	40 40 40 40 40
1bis>2	attraversamento	9.2	0,5	44160	44160	0	13 13	tubazione cls		1000	inizio e fine
	sinistra	9.3	1,94	45258	45350	92	92 92	cordolo		-	fine tratto
3>4	attraversamento	9.4	0,5	45258	45258	0	13 13	tubazione cls		400	inizio e fine
4>5	spartitraffico	9.5	1,94	45100	45258	158	158 158	asola+tubazione cls		400	50
5>5bis	spartitraffico	9.5bis	0,14	44160	45100	940	940 100 80 120 360 280	asola+tubazione cls asola+tubazione cls asola+tubazione cls asola+tubazione cls asola+tubazione cls		400 500 600 800 1000	50 50 50 50 50
2+5bis>6	vasca	9.6	0,5	44160	44160	0	26 26	tubazione cls		1000	inizio e fine

ALLEGATO 4 - Verifica dei bacini di laminazione e
fitodepurazione

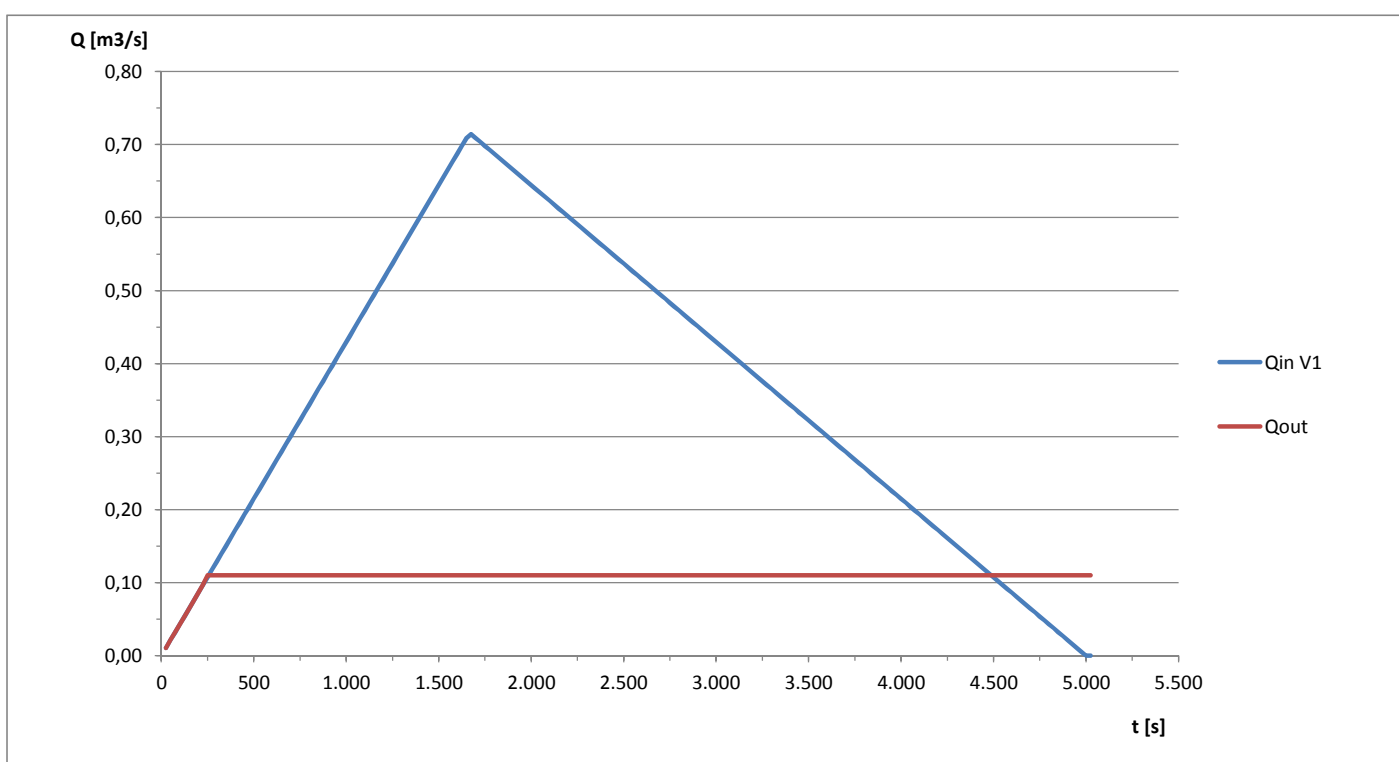
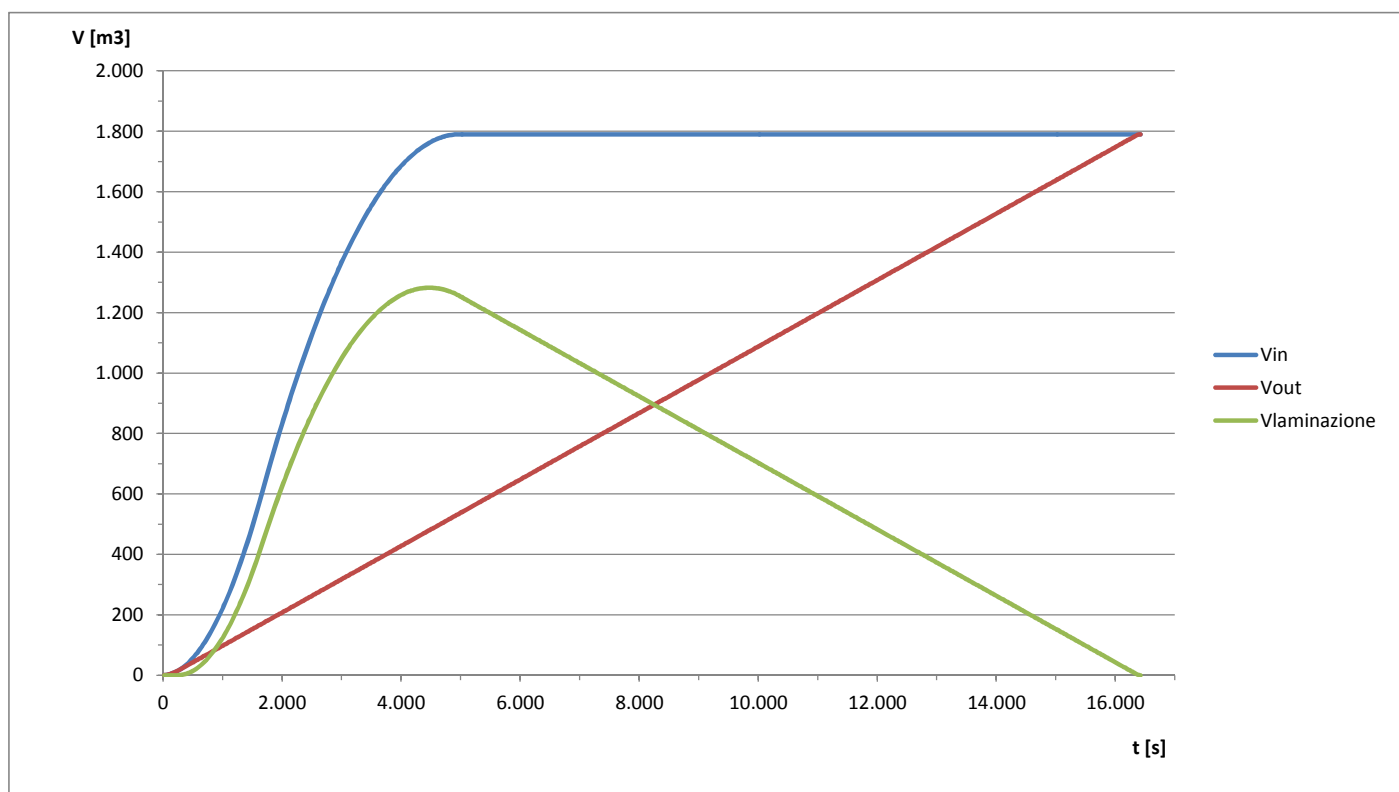
OPERA n. B1 - VERIFICA BACINO DI LAMINAZIONE

V1		
L	0,500	[km]
i	0,005	[m/m]
t_c	0,463	[ore]
Q_{25}	0,716	[m ³ /s]
Q_{out}	0,112	[m ³ /s]
D_t	25,0	[s]
t_c	1667	[s]



vasca di trattamento acque di
piattaforma afferente

V_{BACINO}	1790	[m ³]
V_{no out}	1783	[m ³]
V_{teorico}	1282	[m ³]



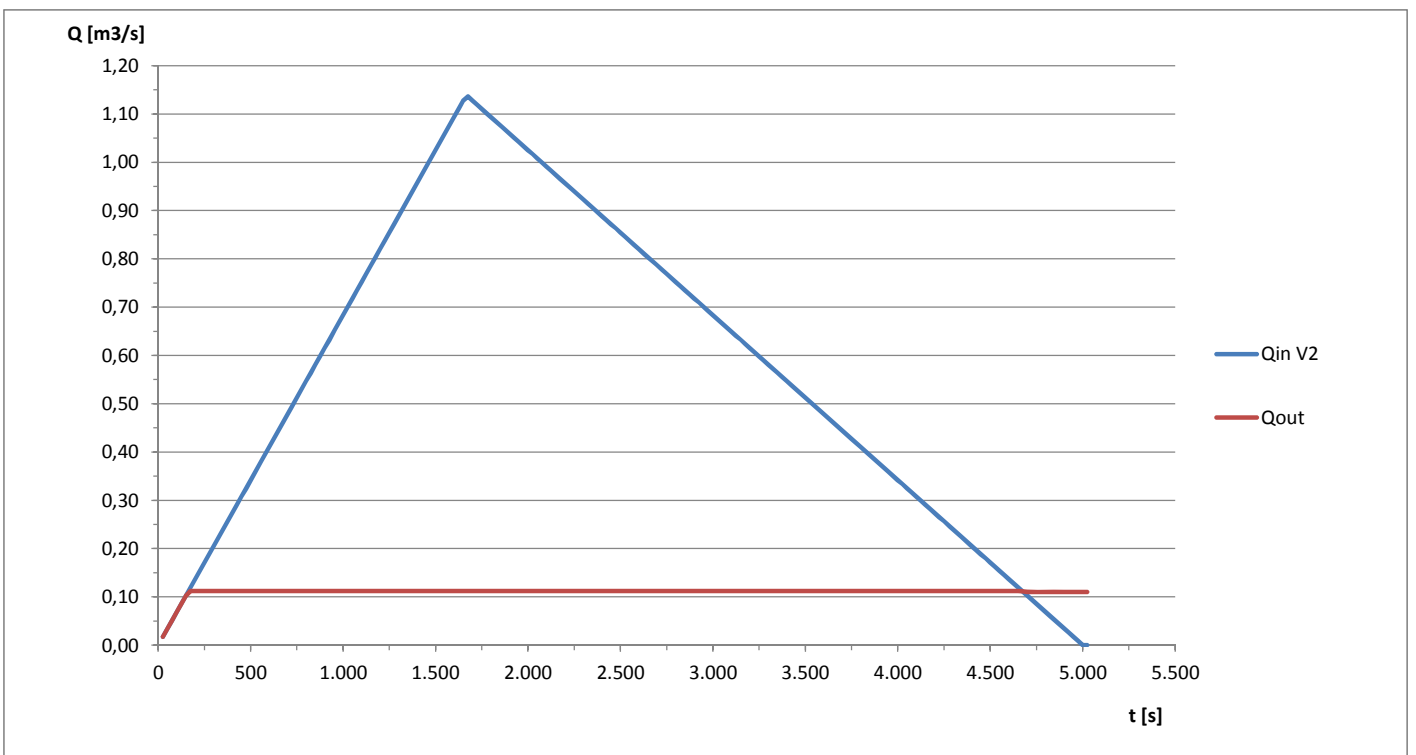
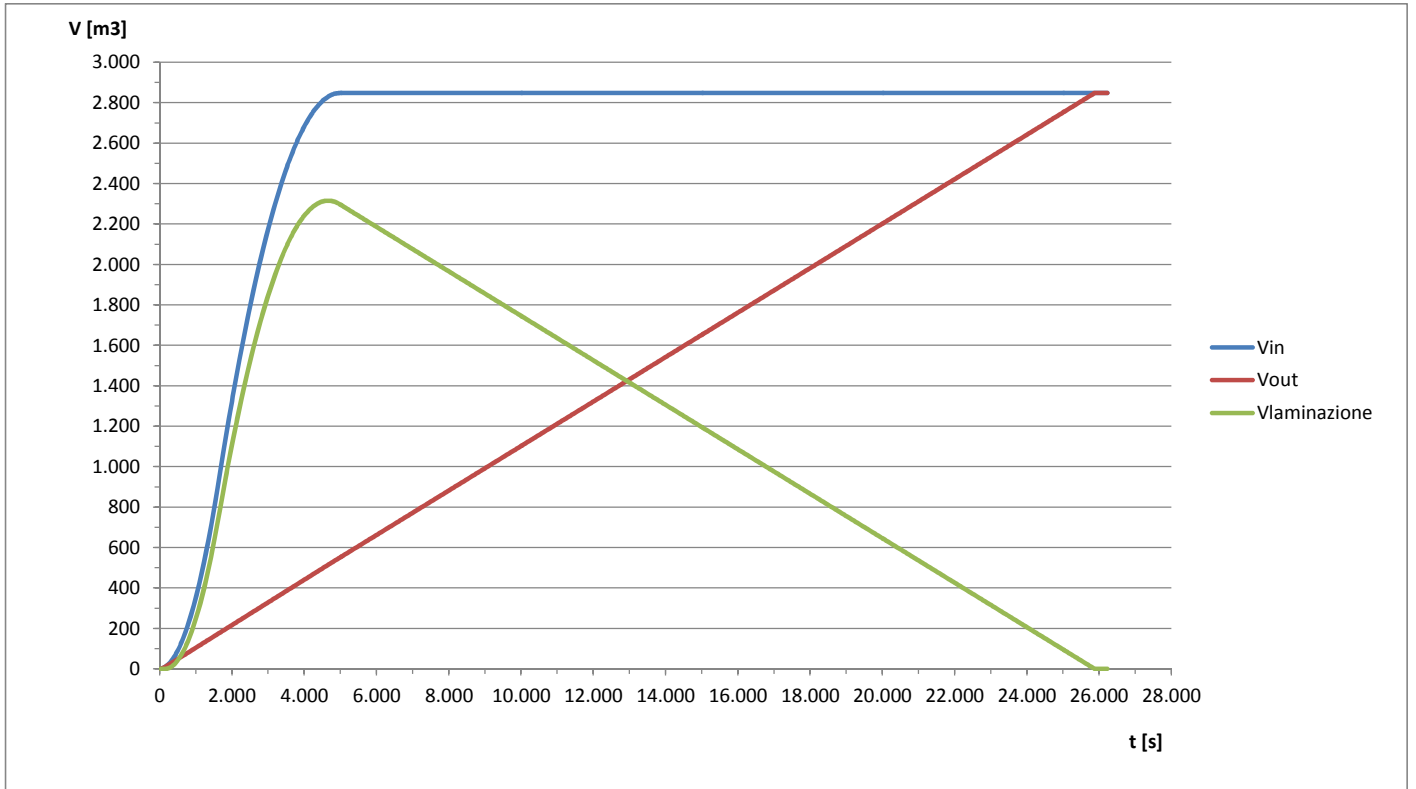
OPERA n. B2 - VERIFICA BACINO DI LAMINAZIONE

V2		
L	0,500	[km]
i	0,005	[m/m]
t _c	0,463	[ore]
Q ₂₅	1,139	[m ³ /s]
Q _{out}	0,112	[m ³ /s]
D _t	25,0	[s]
t _c	1667	[s]



vasca di trattamento acque di
piattaforma afferente

V_{BACINO}	2850	[m ³]
V_{no out}	2848	[m ³]
V_{teorico}	2315	[m ³]



OPERA n. B4 - VERIFICA BACINO DI LAMINAZIONE

V4			V5			V6		
L	1,1	[km]	L	0,65	[km]	L	1,17	[km]
i	0,004	[m/m]	i	0,0003	[m/m]	i	0,005	[m/m]
t _c	0,973	[ore]	t _c	2,3320	[ore]	t _c	0,914	[ore]
Q ₂₅	0,984	[m ³ /s]	Q ₂₅	0,569	[m ³ /s]	Q ₂₅	0,942	[m ³ /s]
Q _{out}	0,112	[m ³ /s]	Q _{out}	0,112	[m ³ /s]	Q _{out}	0,112	[m ³ /s]
D _t	25,0	[s]	D _t	25,0	[s]	D _t	25,0	[s]
t _c	3503	[s]	t _c	8395	[s]	t _c	3290	[s]



vasche di trattamento acque di piattaforma afferenti

V _{BACINO}	16990	[m ³]
V _{no out}	16985	[m ³]
V _{teorico}	14287	[m ³]

