

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



**INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE
DALLA LEGGE OBIETTIVO N.443/01**

DIREZIONE TECNICA – CENTRO DI PRODUZIONE MILANO

PROGETTO DEFINITIVO PER APPALTO INTEGRATO

**POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA. TRATTA RHO-GALLARATE
QUADRUPPLICAMENTO RHO-PARABIAGO E RACCORDO Y**

IDRAULICA SEDE FERROVIARIA E STRADALE

Relazione di dimensionamento idraulico opere di sede da km 0+000 a km 9+750

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA Progr. REV.

MDL1 12 D 26 RI ID0000 001 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
X	Emissione Esecutiva	G. Cantone	Nov. 2010			S. Borelli			

File: MDL112D26RIID000001_A.doc

n. Elab.: X



POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA
PROGETTO DEFINITIVO PER APPALTO INTEGRATO
QUADRUPPLICAMENTO RHO-PARABIAGO E RACCORDO Y

Relazione di dimensionamento idraulico opere di sede
da km 0+000 a km 9+750

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 RI	ID 00 00 001	A	2 di 63

INDICE

1	PREMESSA	3
2	DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI DRENAGGIO.	4
3	IDROLOGIA.....	5
4	DIMENSIONAMENTO DELLA RETE DI RACCOLTA E DI COLLETTAMENTO	7
5	FOSSI DI GUARDIA.....	15
6	MATERIALI IMPIEGATI.....	63

Relazione di dimensionamento idraulico opere di sede
da km 0+000 a km 9+750

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 RI	ID 00 00 001	A	3 di 63

1 PREMESSA

Nella presente relazione si descrivono le metodologie seguite nonché i risultati conseguiti, per il dimensionamento dei manufatti di raccolta ed allontanamento delle acque zenitali pertinenti alla piattaforma della linea ferroviaria Rho-Arona (Tratta Rho-Gallarate).

Il sistema di drenaggio delle acque meteoriche pertinenti alla piattaforma ferroviaria prevede la raccolta a mezzo di canalette rettangolari. Le acque raccolte dal sistema di drenaggio sono previste essere recapitate, laddove presenti, in fossi non rivestiti a sezione trapezia con sponde inclinate a 45 gradi o in trincee drenanti. Nei tratti in cui non sono presenti tali manufatti, si prevede l'immissione o nell'idrografia superficiale (ed in particolare nel canale Villoresi) o nella rete fognaria urbana, a mezzo di collettori in PVC. Il periodo di ritorno assunto per il dimensionamento dei manufatti in oggetto è pari a cento anni e la legge di possibilità pluviometrica considerata fa riferimento all'espressione monomia ricavata dal PAI con riferimento alla zona di Gallarate. Il metodo adottato per il dimensionamento dei sistemi di raccolta e collettamento si basa sulla formula razionale, assumendo valide le condizioni di moto uniforme. Per la verifica dei fossi disperdenti, nonché delle trincee drenanti, si è considerato un approccio variazionale basato metodo della corrivazione.

	<p>POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA PROGETTO DEFINITIVO PER APPALTO INTEGRATO QUADRUPPLICAMENTO RHO-PARABIAGO E RACCORDO Y</p>					
Relazione di dimensionamento idraulico opere di sede da km 0+000 a km 9+750	COMMESSA MDL1	LOTTO 12	CODIFICA D 26 RI	DOCUMENTO ID 00 00 001	REV. A	FOGLIO 4 di 63

2 DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI DRENAGGIO.

Le tipologie costruttive previste per la rete di drenaggio a servizio del tratto di ferrovia “Rho-Gallarate” si distinguono in base alle opere previste per il collettamento delle acque zenitali pertinenti alle porzioni centrali e laterali della piattaforma ferroviaria, così come definite dalle inclinazioni delle superfici del sub-ballast. A seconda dei casi, il drenaggio della sede ferroviaria è effettuato con un numero di canalette rettangolari variabile da uno a quattro. I manufatti impiegati presentano dimensioni B x H = 0.4 x 0.7 m (nel seguito indicata come “tipo 1”), B x H = 0.5 x 0.8 m (“tipo 2”) e B x H = 0.5 x 0.7 m (“tipo 3”). E’ previsto che tali canalette scarichino nei fossi drenanti posti esternamente a protezione della sede ferroviaria, oppure nel reticolo idrografico superficiale (principalmente nel canale Villoresi), o infine nella fognatura cittadina esistente.

Il drenaggio delle acque zenitali pertinenti alle porzioni esterne della sede ferroviaria è invece deputato a canalette rettangolari di dimensioni più ridotte B x H = 0.5 x 0.15, che scaricano a mezzo di embrici, disposti con idoneo interasse, nei fossi drenanti esterni. Nelle zone in cui tali fossi non sono previsti, vengono impiegate canalette analoghe a quelle illustrate in precedenza, e lo scarico avviene con le medesime tipologie esaminate in precedenza per il drenaggio dell’area centrale della piattaforma ferroviaria.

Laddove necessario, al di sotto dei fossi drenanti si è realizzata, per una determinata lunghezza, una trincea drenante, allo scopo di incrementare la capacità di infiltrazione del manufatto. L’immissione puntuale nei fossi drenanti è prevista avvenire a valle di un collettore forato adagiato sul fondo del fosso, con la funzione di favorire la distribuzione della portata nella direzione longitudinale.

3 IDROLOGIA

La curva di possibilità pluviometrica adottata per il dimensionamento dei manufatti destinati alla raccolta e all'allontanamento delle acque di piattaforma fa riferimento ad un periodo di ritorno pari 100 anni. L'analisi idrologica è stata condotta sulla base dei risultati di alcuni studi, mirati all'elaborazione statistica dei dati idrologici disponibili, condotti con diversi approcci metodologici. Con riferimento all'intero territorio padano gli studi considerati sono stati il "Rapporto sulla valutazione delle piene per l'Italia nord occidentale", svolto dal CNR-GNDICI (Brath e Rosso 1994) ed il "Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico del fiume Po", redatto all'Autorità di Bacino del fiume Po (2001, 2003). Per quanto riguarda l'area comunale milanese, di particolare interesse sono risultati gli studi: "Il regime delle piogge intense a Milano" di Moisello (1976) e "Modello regionale per la stima delle piogge di breve durata ed elevato tempo di ritorno" (Maione et al. 2000), in quanto basati su registrazione pluviometriche relative anche a precipitazioni di breve durata.

Il confronto tra le altezze di pioggia ricavabili da ciascuno degli studi citati ha mostrato che i risultati presentano scostamenti sempre contenuti entro un campo di variazione modesto, nonostante gli studi siano stati condotti su basi statistiche differenti, con dati di diversa provenienza, ed elaborati con metodologie differenti. Anche dal confronto tra elaborazioni condotte su dati relativi a precipitazioni di diversa durata (superiori ed inferiori a 1 ora) non sono stati ottenuti scostamenti evidenti. La principale variazione del regime pluviometrico è risultata essere conseguente alla naturale variazione spaziale dei fenomeni meteorici che risultano essere più intensi nella zona a Nord rispetto a quella a Sud.

Tali osservazioni hanno consigliato di utilizzare le curve segnalatrici di possibilità pluviometrica monomie ricavate dalla mappatura del PAI (del tipo $h=at^n$) per la zona di Gallarate, e di considerarle valide per l'intera tratta ferroviaria.

I coefficienti che definiscono le LPP sono riportati nella Tabella 1, con riferimento a diversi periodi di ritorno, mentre nella Figura 1 se ne fornisce una rappresentazione grafica, con riferimento ai periodi di ritorno di interesse della presente relazione.

<i>T (anni)</i>	<i>5</i>	<i>10</i>	<i>20</i>	<i>25</i>	<i>50</i>	<i>100</i>	<i>200</i>
a (mm/h ⁿ)	51.34	58.63	65.35	67.43	73.67	79.64	85.36
n (-)	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22

Tabella 1 - Parametri della legge di possibilità pluviometrica

Relazione di dimensionamento idraulico opere di sede
da km 0+000 a km 9+750

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 RI	ID 00 00 001	A	6 di 63

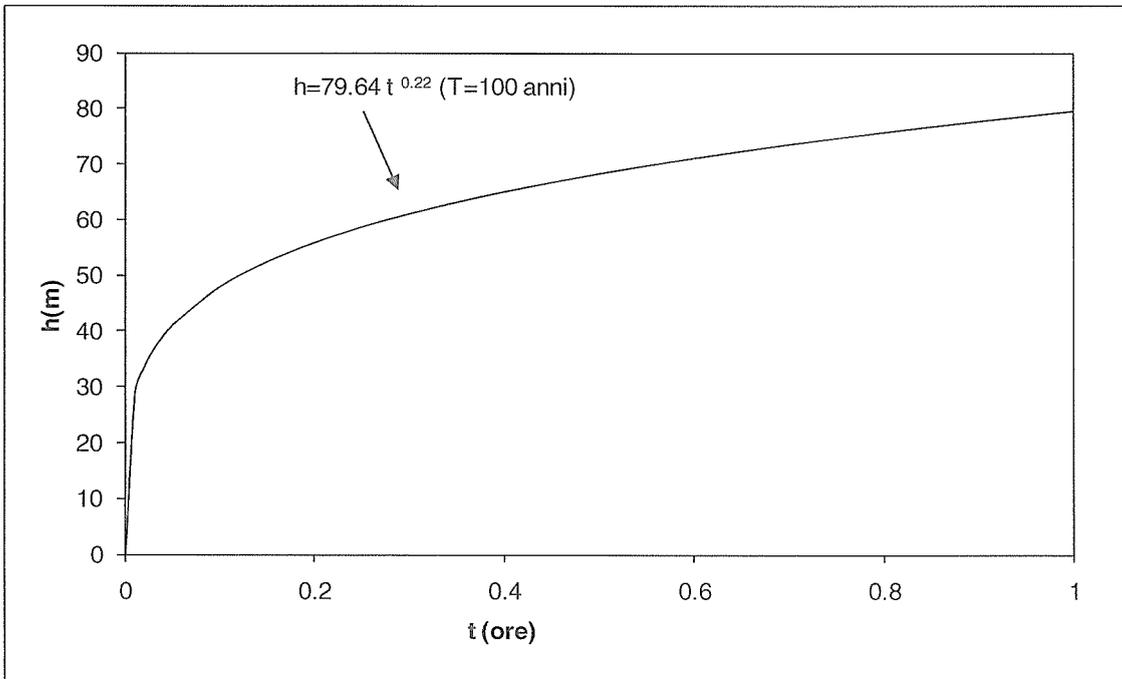


Figura 1 - Curve di possibilità pluviometrica

	POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA PROGETTO DEFINITIVO PER APPALTO INTEGRATO QUADRUPPLICAMENTO RHO-PARABIAGO E RACCORDO Y					
	Relazione di dimensionamento idraulico opere di sede da km 0+000 a km 9+750	COMMESSA MDL1	LOTTO 12	CODIFICA D 26 RI	DOCUMENTO ID 00 00 001	REV. A

4 DIMENSIONAMENTO DELLA RETE DI RACCOLTA E DI COLLETTAMENTO

Per il dimensionamento dei manufatti deputati alla raccolta ed il convogliamento delle acque zenitali pertinenti alla piattaforma ferroviaria si è fatto riferimento al metodo della corrivazione. Come è ben noto, secondo tale metodo il massimo valore di portata Q_T che, per un assegnato valore del periodo di ritorno T , perviene alla sezione di chiusura di un bacino è espresso da:

$$Q_T = j_T(t_c) \phi A \quad (1)$$

in cui si è indicato con ϕ il coefficiente di afflusso, assunto pari a 0.9, con A la superficie colante, $j_T(t_c)$ il valore dell'intensità di pioggia (j) di durata pari al tempo di corrivazione t_c e corrispondente al periodo di ritorno T . Il dimensionamento dei manufatti di raccolta e collettamento è stato condotto con riferimento ad un periodo di ritorno pari a $T=100$ anni, e pertanto i parametri della legge di possibilità pluviometrica sono:

$$a=79.64 \text{ mm/h}^n \quad n = 0.22 \quad (2)$$

Il tempo di corrivazione è stato assunto cautelativamente pari a 5 minuti.

L'ubicazione planimetrica degli scarichi è stata condotta assicurando un grado di riempimento nei manufatti, in condizioni di moto uniforme, inferiore a 0.7. Le verifiche idrauliche sono state condotte applicando la formula di Gauckler-Stricker:

$$Q = K_s \sigma R^{2/3} i^{1/2} \quad (3)$$

in cui si è indicato con

Q la portata (m^3/s)

i la pendenza della canaletta (m/m);

σ la sezione idrica (m^2);

R il raggio idraulico pari al rapporto tra sezione idrica e perimetro bagnato (m),

Nella figura che segue si riportano le scale di deflusso specifiche relative alle tre tipologie di manufatti considerati (canalette rettangolari tipo 1, $B \times H = 0.4 \text{ m} \times 0.7 \text{ m}$, tipo 2, $B \times H = 0.5 \text{ m} \times 0.8 \text{ m}$ e tipo 3, $B \times H = 0.5 \text{ m} \times 0.7 \text{ m}$).

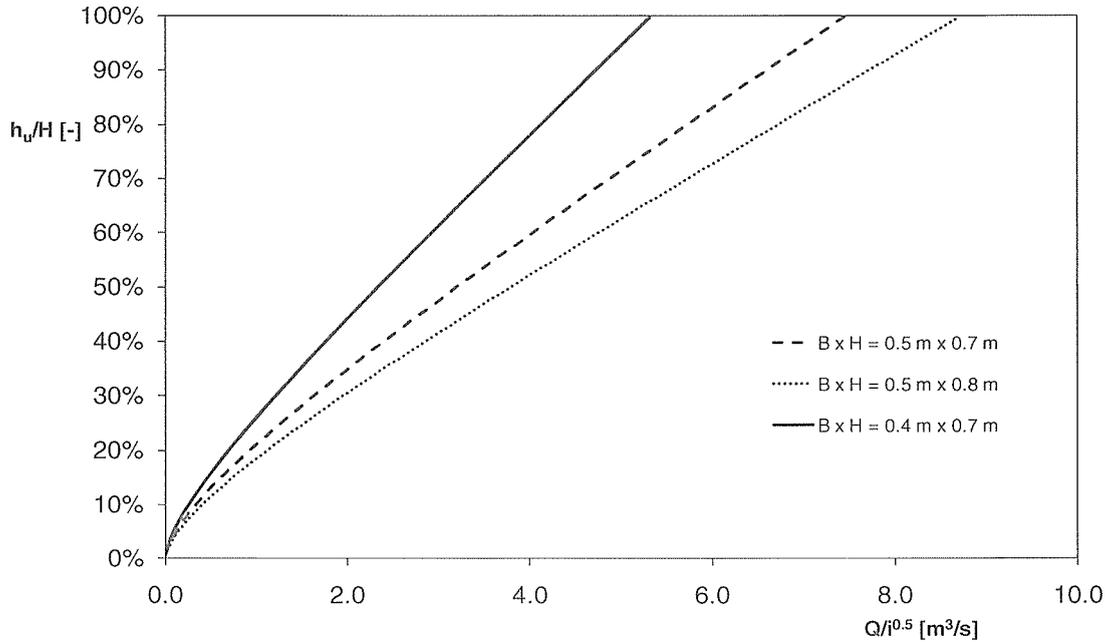
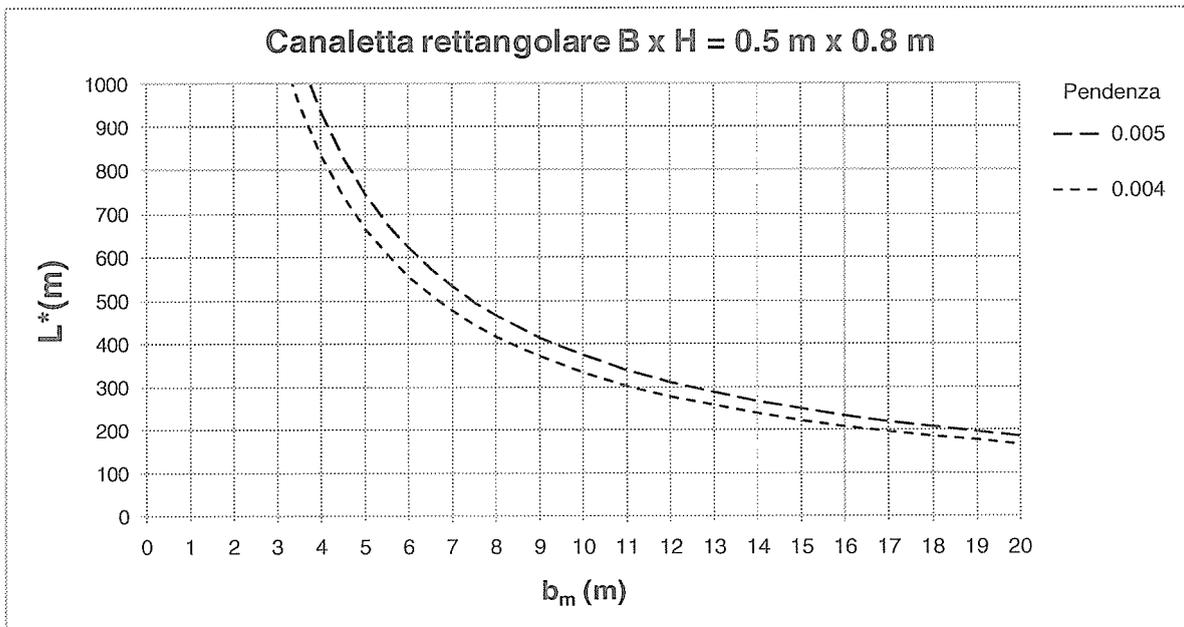
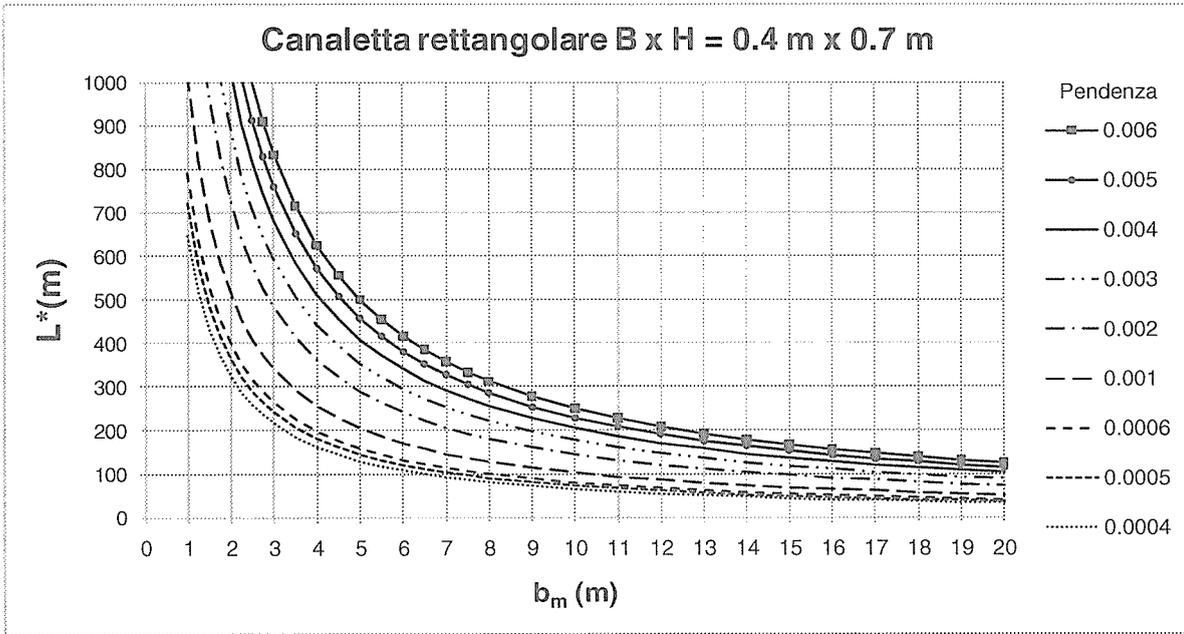


Figura 2 - Scale di deflusso specifiche delle canalette

Per la verifica del corretto dimensionamento delle canalette previste nel progetto della rete di drenaggio si è fatto ricorso ai diagrammi di seguito riportati, che, al variare della una larghezza della piattaforma indicano, per ciascuna tipologia di sezione, la lunghezza di autosufficienza L^* della canaletta (definita come quella che può essere drenata con un grado di riempimento pari al 70%) in corrispondenza delle pendenze che caratterizzano l'altimetria del tracciato ferroviario.



Relazione di dimensionamento idraulico opere di sede
 da km 0+000 a km 9+750

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 RI	ID 00 00 001	A	10 di 63

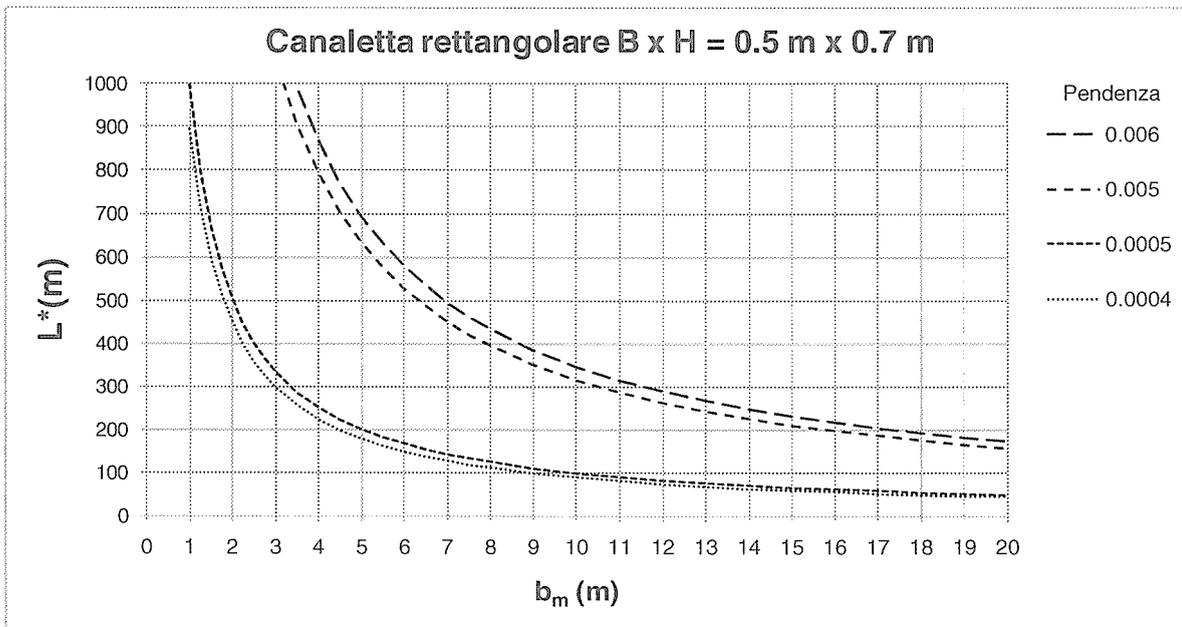


Figura 5 - Curve di autosufficienza delle canalette

Si è proceduto in maniera analoga per la verifica dei collettore a sezione circolare interrato presente tra i picchetti 19 e 25 (con scarichi intermedi nei fossi di guardia posti in destra) e tra i picchetti 31 e 33.

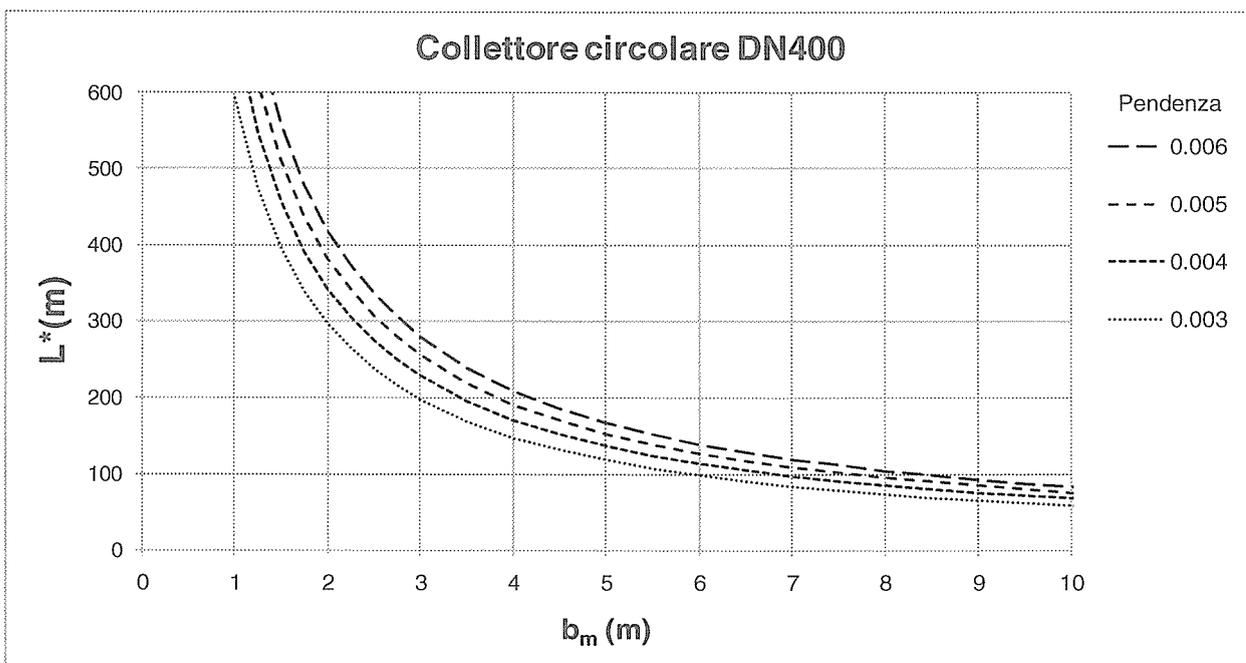


Figura 6 -

Relazione di dimensionamento idraulico opere di sede
 da km 0+000 a km 9+750

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 RI	ID 00 00 001	A	11 di 63

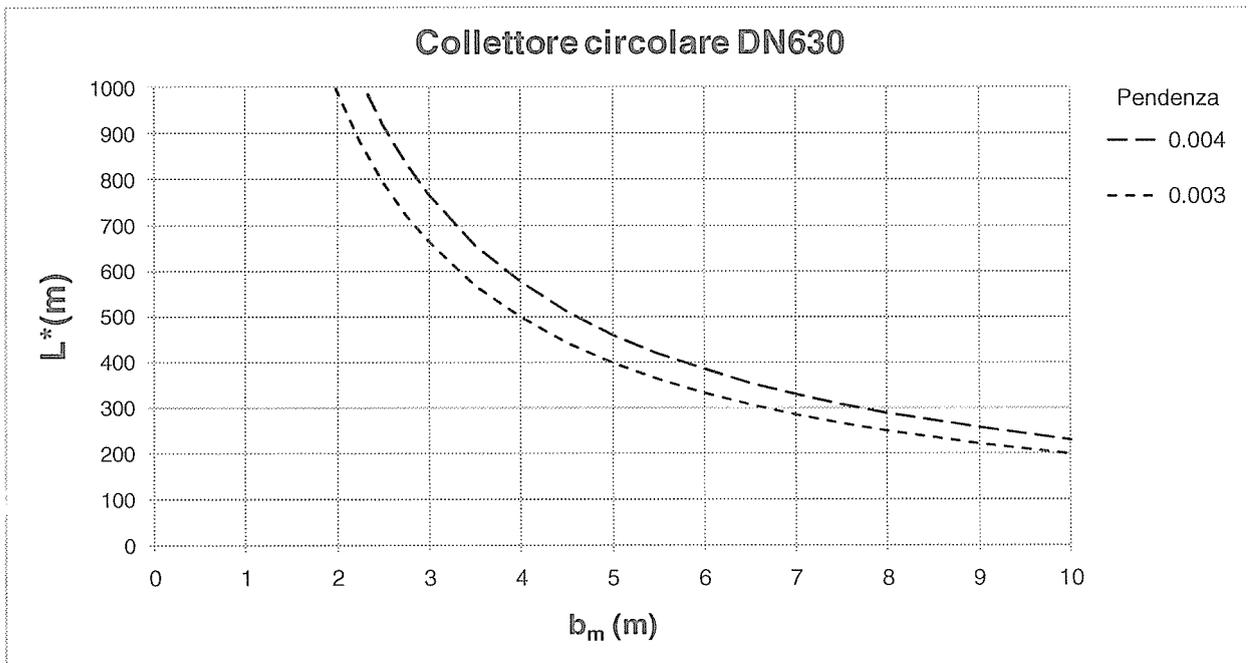


Figura 7 - Curve di autosufficienza dei collettori circolari

Le verifiche effettuate mostrano che è sempre garantito un grado di riempimento al più pari al 70%.

Gli scarichi dalle canalette sono previsti a mezzo di collettori circolari in PVC di dimensione variabile in dipendenza dalla portata scaricata e dalla pendenza. Nelle figure che seguono si riportano le relative scale di deflusso specifiche, nonché il massimo valore di portata che può defluire con un grado di riempimento pari a 70% in funzione della pendenza. Le elaborazioni sono state condotte con riferimento alla condizioni di moto uniforme (formula di Gauckler e Strickler) assumendo $K=66 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$.

Relazione di dimensionamento idraulico opere di sede
 da km 0+000 a km 9+750

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 RI	ID 00 00 001	A	12 di 63

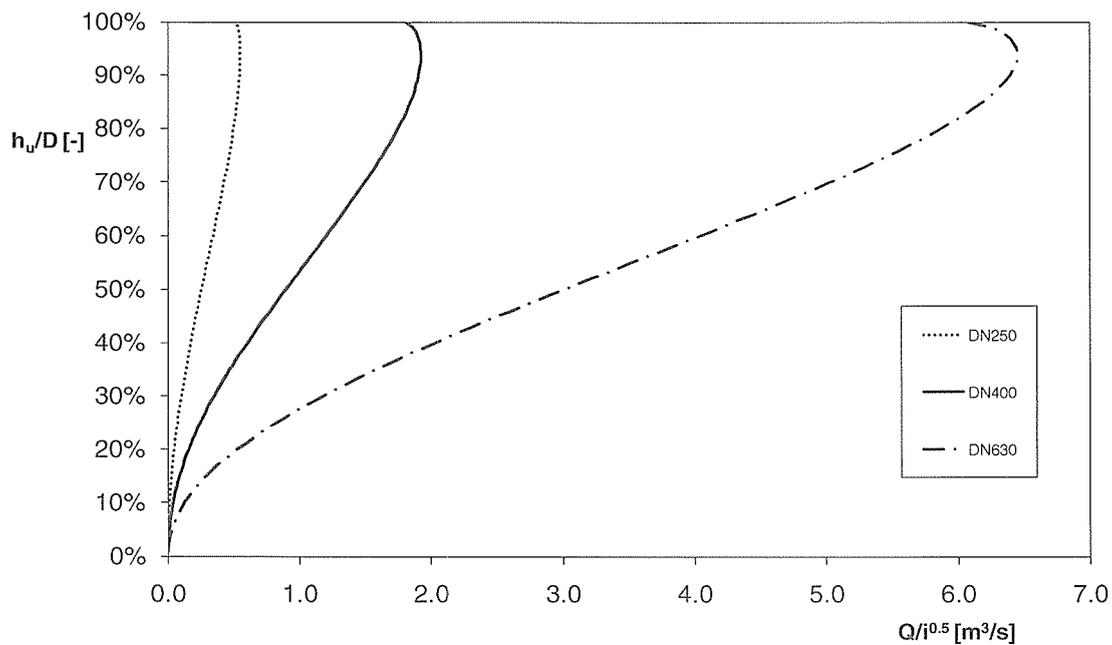


Figura 8 - Scale di deflusso specifiche collettori di scarico

Relazione di dimensionamento idraulico opere di sede da km 0+000 a km 9+750

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 RI	ID 00 00 001	A	13 di 63

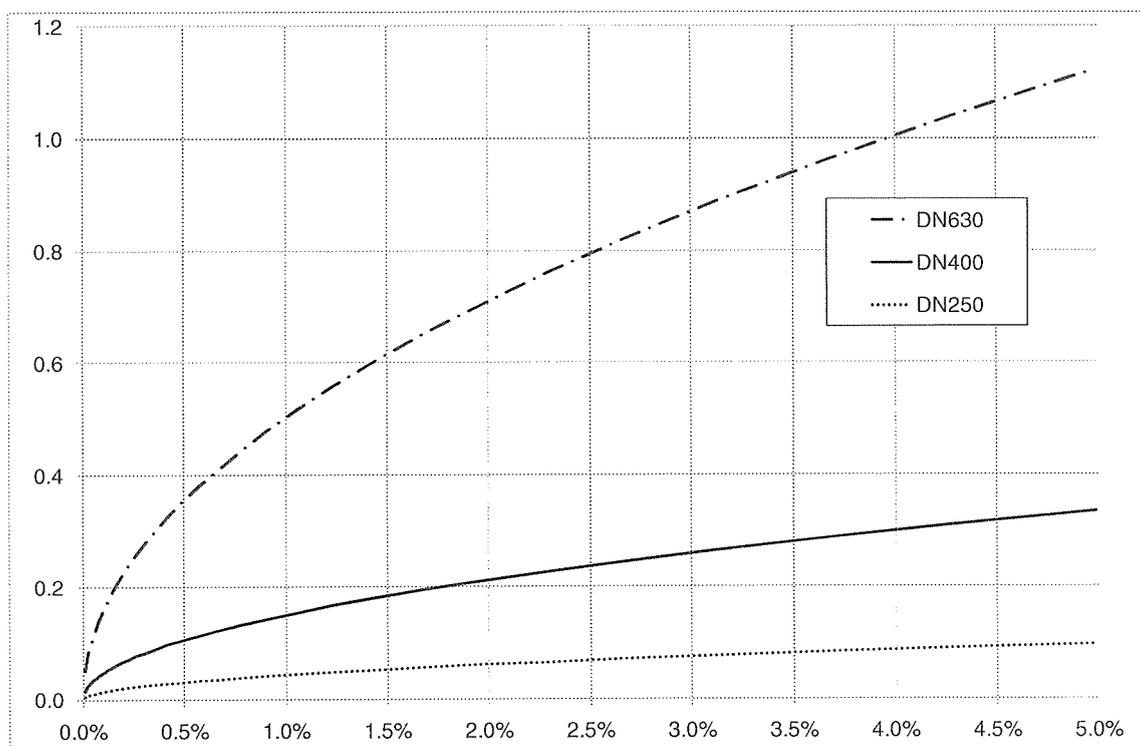


Figura 9 - Valore massimo di portata con un grado di riempimento pari al 70%

Come già descritto, per i tratti di linea ferroviaria per i quali in affiancamento è presente il fosso di guardia, le acque vengono dapprima convogliate in una canaletta rettangolare $b=0.50$ m ed $h=0.15$ m e poi indirizzate, a mezzo di embrici, nel fosso di guardia. La posizione degli scarichi (embrici) da tale canaletta è stata determinata attraverso la lunghezza massima di autosufficienza del manufatto di raccolta. Le elaborazioni sono state condotte con riferimento al metodo della corrivazione ($T=100$ anni) ed alle condizioni di moto uniforme ($K_s=66$ m^{1/3}/s). Nella figura che segue si riporta la lunghezza massima di autosufficienza per tre differenti valori della larghezza di piattaforma ferroviaria gravante sul manufatto.

Relazione di dimensionamento idraulico opere di sede da km 0+000 a km 9+750

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 RI	ID 00 00 001	A	14 di 63

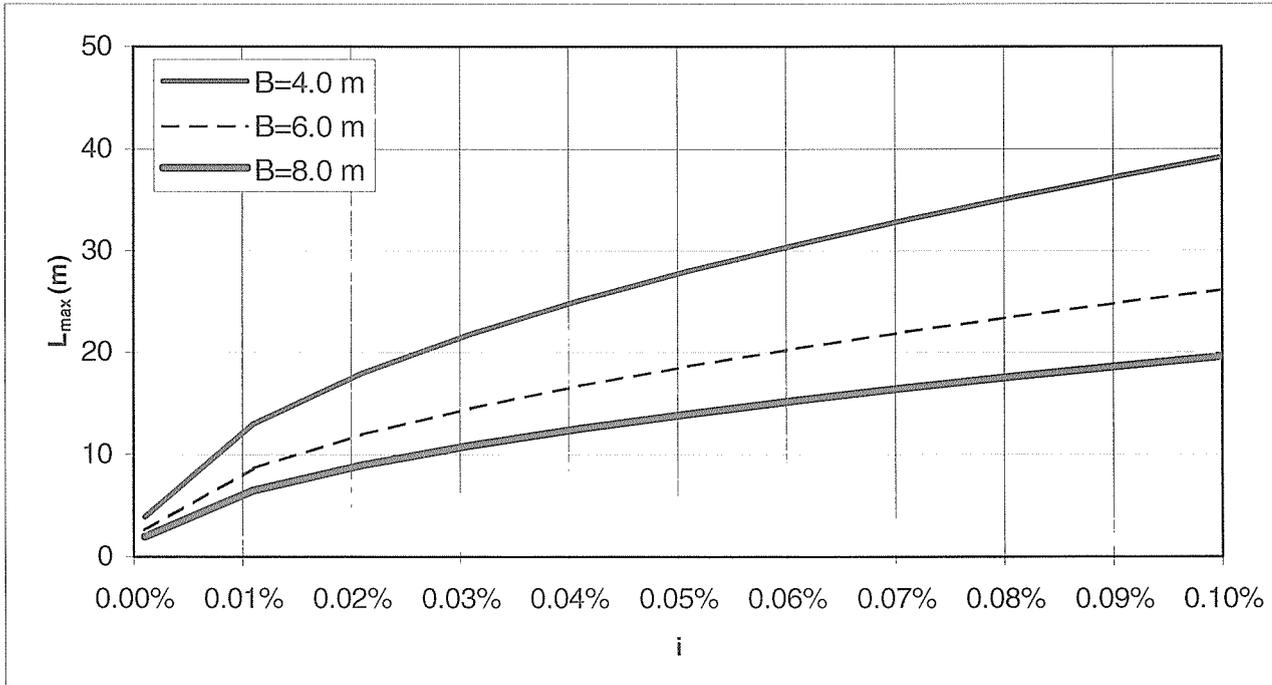


Figura 10 - Distanza minima degli embri per lo scarico nei fossi di guardia

L'interrasse degli scarichi è stato comunque assunto pari a 15 m.

	POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA PROGETTO DEFINITIVO PER APPALTO INTEGRATO QUADRUPPLICAMENTO RHO-PARABIAGO E RACCORDO Y					
	Relazione di dimensionamento idraulico opere di sede da km 0+000 a km 9+750	COMMESSA MDL1	LOTTO 12	CODIFICA D 26 RI	DOCUMENTO ID 00 00 001	REV. A

5 FOSSI DI GUARDIA

Il progetto prevede in fregio ad alcuni tratti della linea ferroviaria la presenza di fossi di guardia disperdenti, di sezione trapezia con base minore pari a 0.5 m, altezza 0.5 m ed inclinazione delle sponde pari a 45°.

Il proporzionamento di tali manufatti è stato condotto applicando un metodo variazionale. Il modello prevede, per una fissata durata dell'evento piovoso, la scrittura dell'equazione di continuità con riferimento al volume di controllo costituito dal fosso:

$$\frac{dW}{dt} = q_{inp}(t) - q_{out}(t) \quad (4)$$

Dove con W si è indicato il volume invasato nel fosso, e con $q_{inp}(t)$ e $q_{out}(t)$ le portate, in ingresso ed in uscita dal fosso medesimo.

L'idrogramma della portata in ingresso è stato generato applicando il metodo della corrivazione, assumendo a vantaggio di sicurezza un valore del tempo di corrivazione pari a 5 minuti, con coefficiente di afflusso pari a 0.9. Il periodo di ritorno è stato fissato pari a 100 anni.

Per la valutazione della portata in uscita si è ipotizzato che la filtrazione avvenga attraverso le pareti laterali ed il fondo del fosso medesimo. La portata in uscita è stata pertanto valutata moltiplicando la velocità di filtrazione per la superficie (fondo + laterale) bagnata dal liquido. La velocità di filtrazione, a sua volta, è stata calcolata, in accordo con "Sistemi di Fognatura: manuale di progettazione" (Hoepli, 2001), assumendo un valore unitario della cadente piezometrica. Il coefficiente di filtrazione è stato assunto pari a 1.5 mm/s. Avendo considerato fossi di sezione trasversale trapezia, di base minore b_f , con inclinazione delle sponde a 45 gradi, indicando con L la lunghezza del fosso e con h' l'altezza d'acqua nel fosso (misurata rispetto al fondo del fosso) risulta:

- volume invasato = $(b_f + h') \cdot h' \cdot L$
- superficie filtrante = $(b_f + 2 \cdot h' \cdot \sqrt{2}) \cdot L$

Laddove è risultato necessario è stato previsto un cassonetto drenante sottoposto al fosso di larghezza b_t uguale alla base minore del trapezio, altezza pari a h_t , e lunghezza pari all'intera lunghezza del fosso. Il contributo del cassonetto drenante è stato portato in conto, sia conteggiando il volume invasato all'interno di esso, sia incrementando congruamente la superficie filtrante al variare del livello di riempimento. Si fa notare che pertanto si è definito il tirante idrico (h) a partire dal fondo del cassonetto.

Nel caso singolare della trincea drenante prevista in prossimità del picchetto 38, non essendo presente un fosso, si è considerato il solo volume idrico invasato all'interno della trincea.

Pertanto, fissata la durata dell'evento piovoso, è stato determinato l'idrogramma di ingresso al fosso $q_{inp}(t)$ e dalla soluzione dell'equazione (4), alle differenze finite, è stato valutato il massimo valore del tirante all'interno del fosso e/o della trincea.

Relazione di dimensionamento idraulico opere di sede da km 0+000 a km 9+750

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 RI	ID 00 00 001	A	16 di 63

Variando quindi la durata dell'evento piovoso è stato possibile determinare la durata critica alla quale corrisponde il massimo valore del tirante idrico (metodo variazionale). La necessità di un metodo variazionale è dettata dal fatto che, come ben noto, l'evento critico per i manufatti in oggetto ha una durata diversa da quella relativa all'evento critico assunto per il dimensionamento dei manufatti di raccolta e collettamento (t_c). Nella tabella che segue si riportano i risultati delle elaborazioni condotte mentre le successive figure rappresentano graficamente sia i massimi valori di portata (entrante ed uscente) e il livello idrico nel fosso, al variare della durata dell'evento piovoso, sia l'evoluzione temporale, con il solo riferimento all'evento critico, ancora della portata (entrante ed uscente) e del livello nel fosso.

Fosso	Picchetti inizio-fine	lato	Superficie ridotta direttamente gravante (m ²)	Superficie ridotta gravante tramite Immissioni (m ²)	Lunghezza (m)	Base (m)	Evento critico			
							t_p/t_c	$Q_{l,max}$ (m ³ /s)	$Q_{us,max}$ (m ³ /s)	h_{max} (m)
F1	4.5-8.5	destro	1473	1547	401	0.5	0.78	0.439	0.383	0.05
F2	11.5-13	destro	1135	1130	150	0.5	0.72	0.324	0.246	0.21
F3	11.5-12.5	sinistro	921	261	118	0.5	0.72	0.169	0.14	0.1
F4	13.5-14.5	destro	556	809	84	0.5	0.72	0.195	0.146	0.23
F5	36.5-38	destro	439	821	121	0.5	0.72	0.18	0.148	0.11
F8	42.5-43.5	sinistro	616	659	100	0.5	0.72	0.182	0.144	0.16
F9	43.5-54.5	destro	7331	6495	1110	0.5	0.72	1.977	1.566	0.16
F10	57.5-61.5	destro	2781	1428	410	0.5	0.72	0.612	0.503	0.11
F11	62.5-64	destro	1120	560	135	0.5	0.72	0.24	0.19	0.16
F12	64-72.5	destro	8235	2541	853	0.5	0.72	1.54	1.217	0.16
F13	69.5-71.5	sinistro	1803	908	175	0.5	0.72	0.387	0.293	0.22
F14	73.5-75.5	sinistro	2154	1470	232	0.5	0.72	0.518	0.39	0.22
F15 ¹	78.5-76	sinistro	663	4359	234	0.5	0.72	0.718	0.502	0.33
F16	80.5-83.5	sinistro	1996	1263	343	0.5	0.72	0.466	0.391	0.09
F17	88.5-90.5	sinistro	1912	1352	223	0.5	0.72	0.467	0.357	0.2
F18	90.5-92.5	sinistro	1309	1116	168	0.5	0.72	0.347	0.266	0.2
F19	92.5-99.5	sinistro	4667	1729	669	0.5	0.72	0.914	0.767	0.09
F21	22-22.5	destro	0	399	61	0.5	0.78	0.058	0.053	0.03
F22	23-24	Destro	0	865	98	0.5	0.72	0.124	0.106	0.08

Tabella 2 - Verifiche idrauliche dei fossi disperdenti

¹ Per tale fosso, operando a vantaggio di sicurezza, si è trascurata la presenza del cassonetto drenante sottoposto.

Relazione di dimensionamento idraulico opere di sede da km 0+000 a km 9+750

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 RI	ID 00 00 001	A	17 di 63

Fosso	Picchetti inizio-fine	lato	Superficie ridotta direttamente gravante (m ²)	Superficie ridotta gravante tramite Immissioni (m ²)	Lunghezza (m)	Trincea			Evento critico				
						Base (m)	H (m)	L (m)	B (m)	t _p /t _c	Q _{i,max} (m ³ /s)	Q _{u,max} (m ³ /s)	h _{max} (m)
F20	31.5-32	sinistro	108.0	1841.4	36.0	0.5	1.5	36.0	0.5	0.78	0.28	0.21	1.61

Tabella 3 - Verifiche idrauliche dei fossi disperdenti con trincea drenante

Fosso	Picchetti inizio-fine	lato	Superficie ridotta direttamente gravante (m ²)	Superficie ridotta gravante tramite Immissioni (m ²)	Trincea			Evento critico			
					H (m)	L (m)	B (m)	t _p /t _c	Q _{i,max} (m ³ /s)	Q _{u,max} (m ³ /s)	h _{max} (m)
F6	38	destro	0	1836	2.0	11.0	14.0	0.78	0.27	0.23	0.02
F23	85.5	sinistro	114	2972	1.0	38.0	2.0	0.72	0.44	0.25	0.27

Tabella 4 - Verifiche idrauliche delle trincee drenanti

Relazione di dimensionamento idraulico opere di sede
 da km 0+000 a km 9+750

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 RI	ID 00 00 001	A	18 di 63

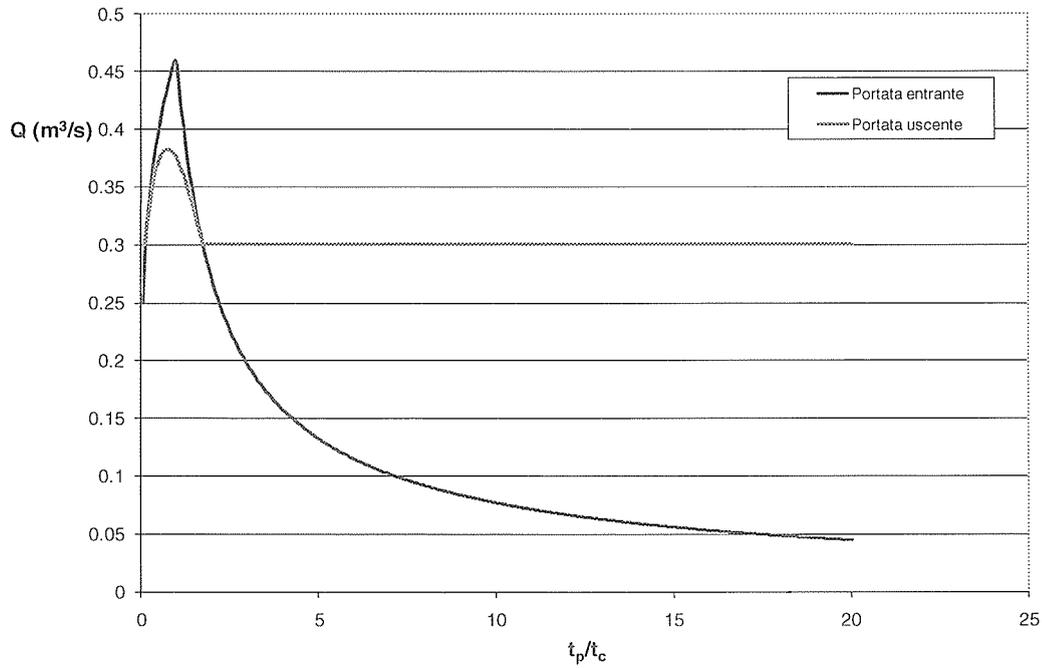


Figura 11 - Fosso F1: Curva dei massimi di portata al variare della durata dell'evento

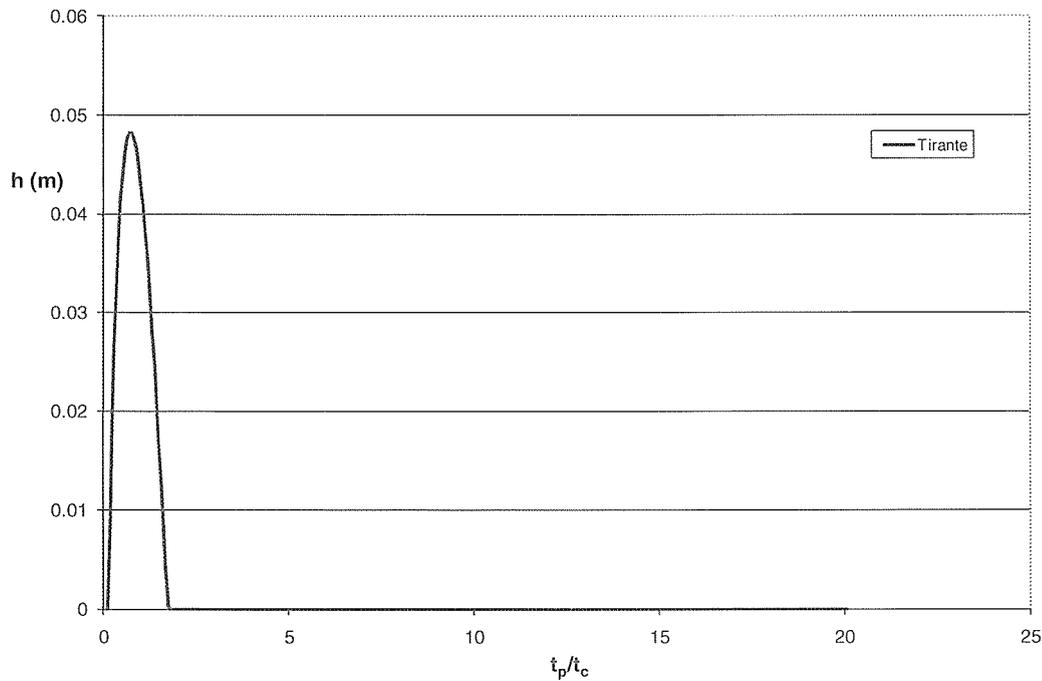


Figura 12 - Fosso F1: Curva dei massimi di tirante al variare della durata dell'evento

Relazione di dimensionamento idraulico opere di sede da km 0+000 a km 9+750

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 RI	ID 00 00 001	A	19 di 63

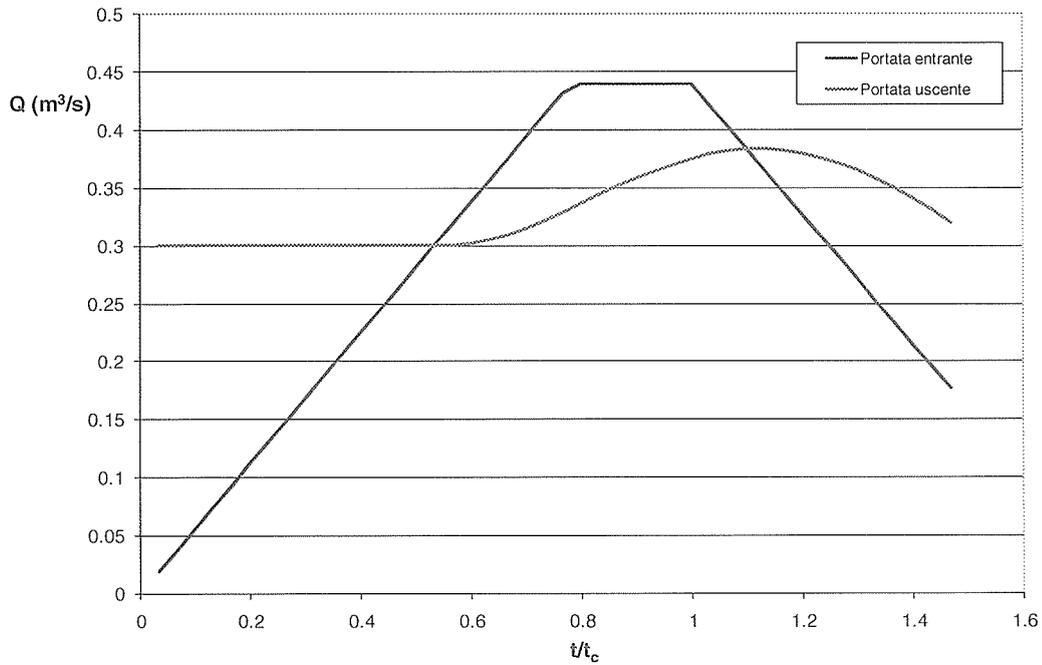


Figura 13 - Fosso F1: Andamento temporale della portata durante l'evento critico

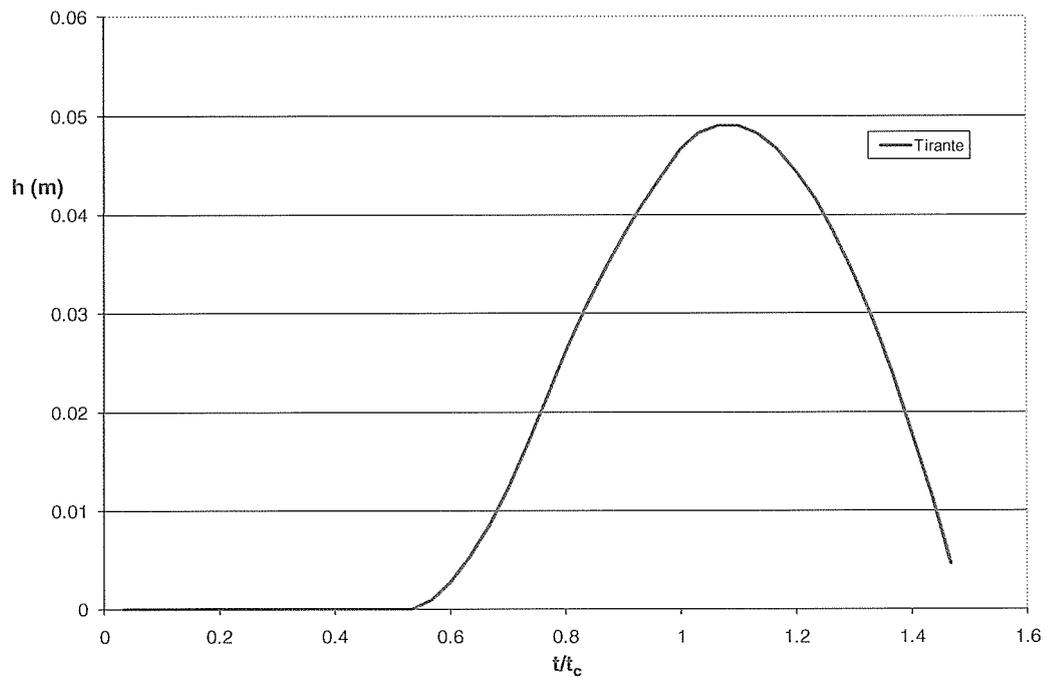


Figura 14 - Fosso F1: Andamento temporale del tirante durante l'evento critico

Relazione di dimensionamento idraulico opere di sede
 da km 0+000 a km 9+750

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 RI	ID 00 00 001	A	20 di 63

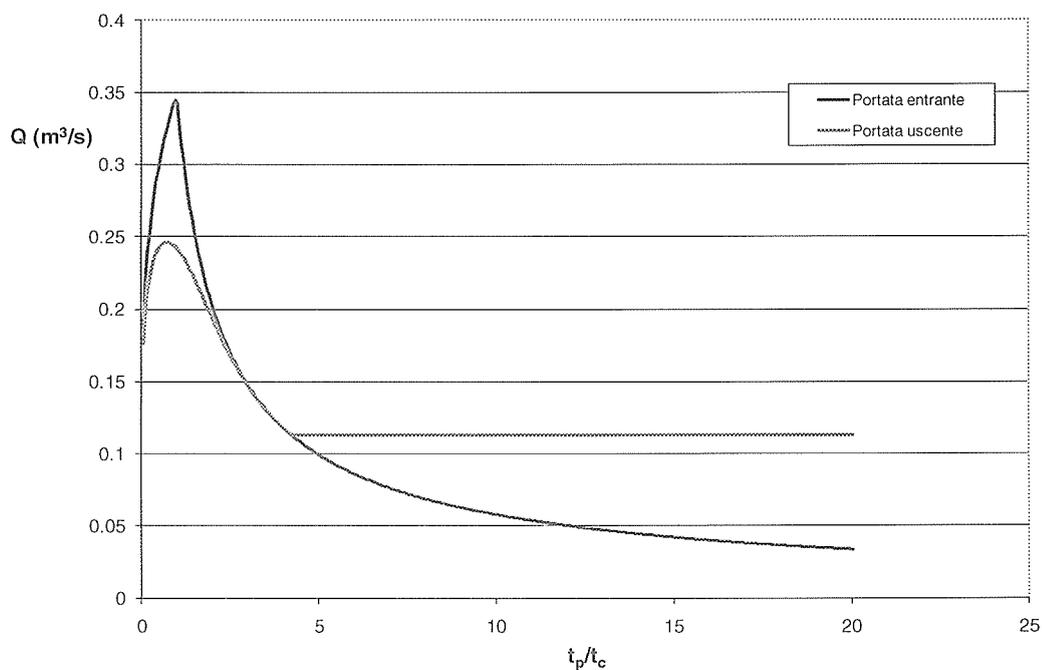


Figura 15 - Fosso F2: Curva dei massimi di portata al variare della durata dell'evento

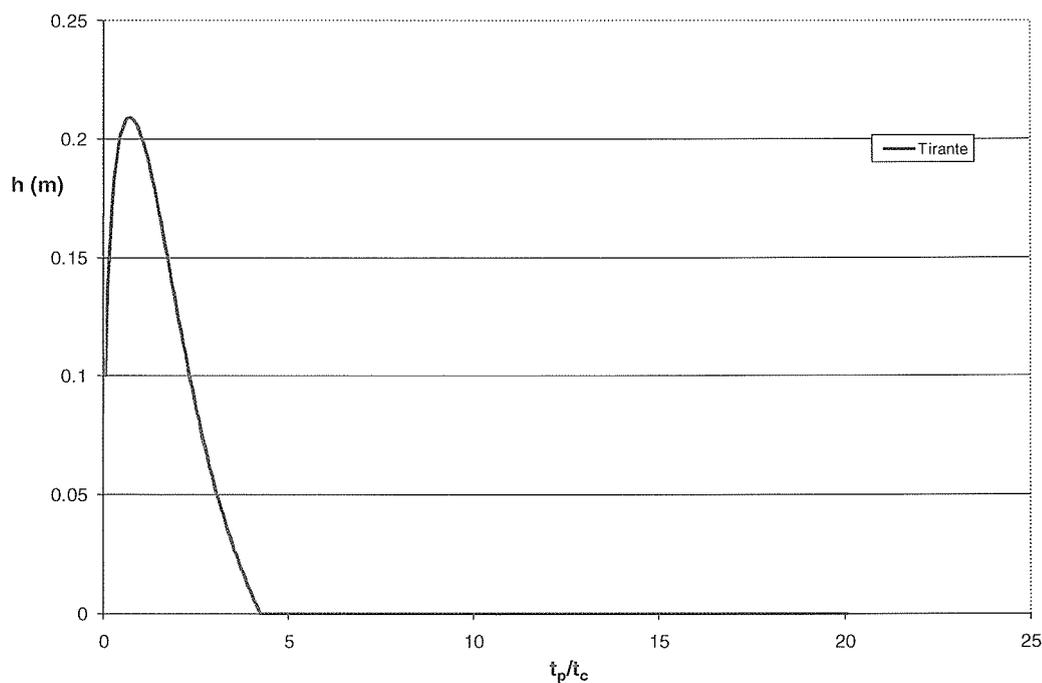


Tabella 5 - Fosso F2: Curva dei massimi di tirante al variare della durata dell'evento

Relazione di dimensionamento idraulico opere di sede
 da km 0+000 a km 9+750

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 RI	ID 00 00 001	A	21 di 63

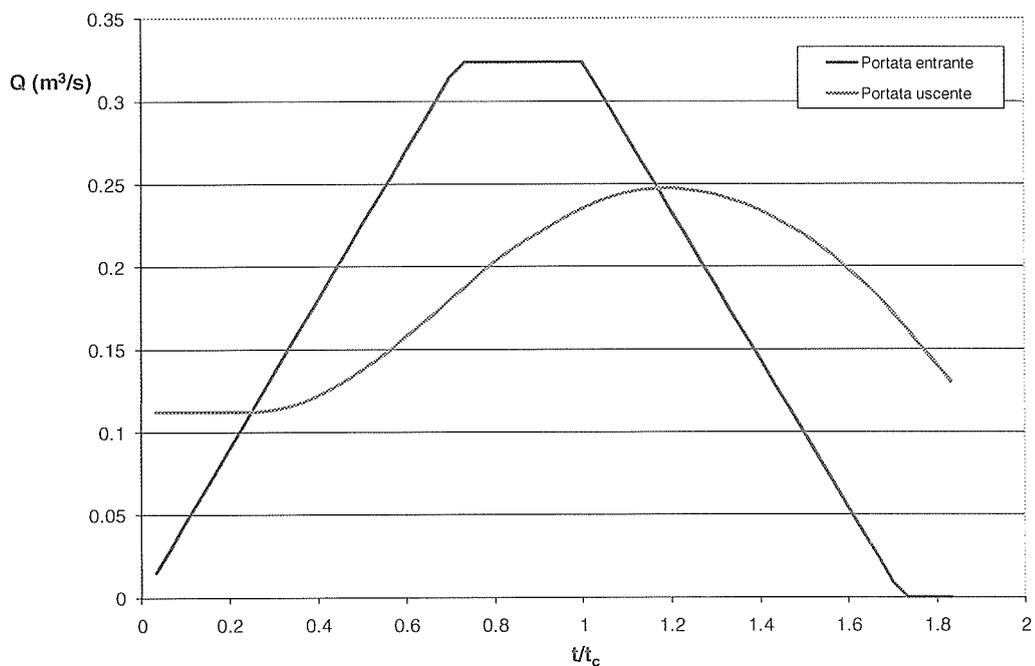


Figura 16 - Fosso F2: Andamento temporale della portata durante l'evento critico

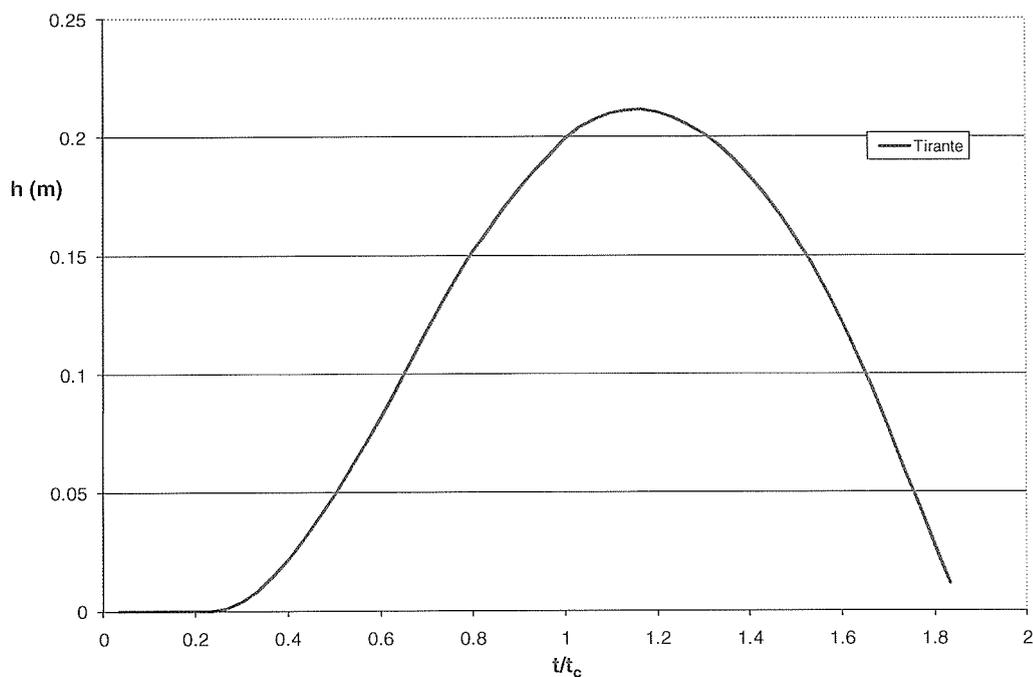


Figura 17 - Fosso F2: Andamento temporale del tirante durante l'evento critico

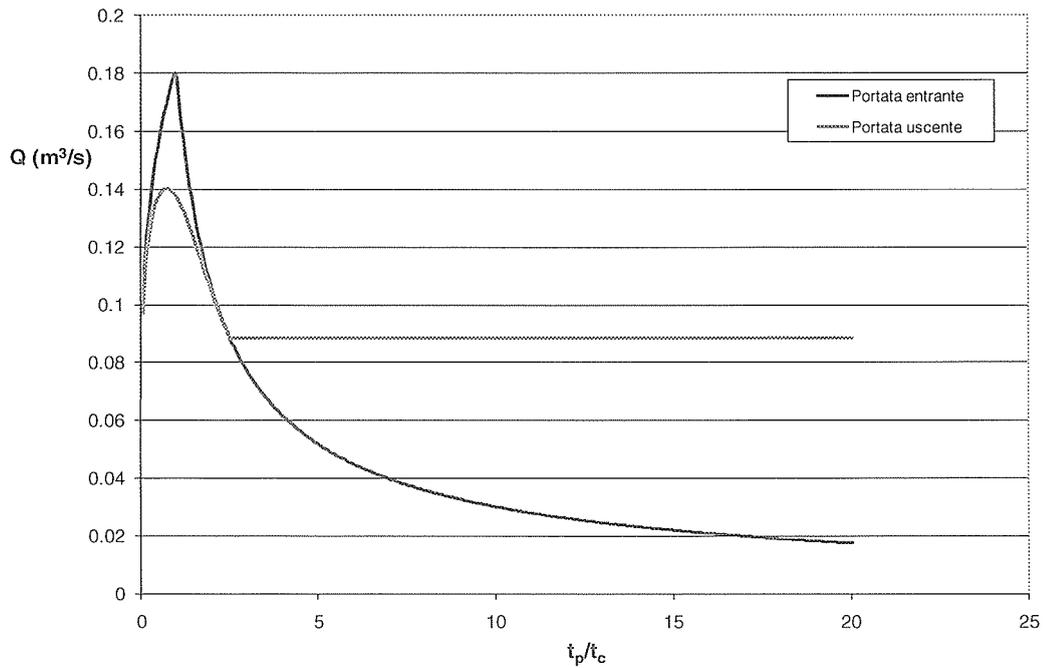


Figura 18 - Fosso F3. Curva dei massimi di portata al variare della durata dell'evento

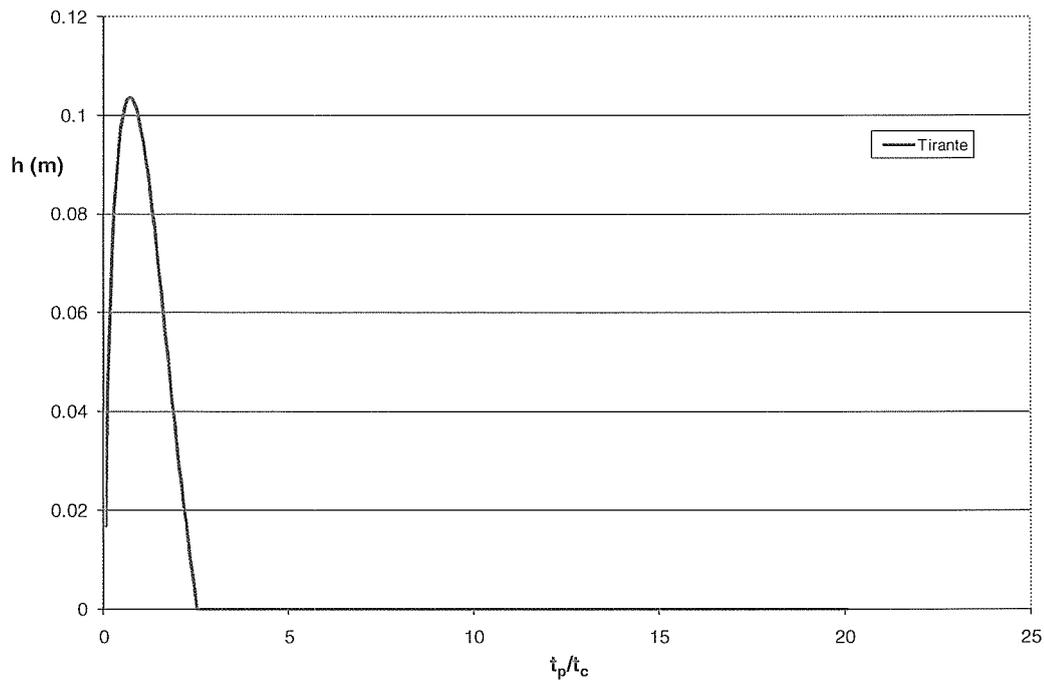


Figura 19 - Fosso F3. Curva dei massimi di tirante al variare della durata dell'evento

Relazione di dimensionamento idraulico opere di sede
 da km 0+000 a km 9+750

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 RI	ID 00 00 001	A	23 di 63

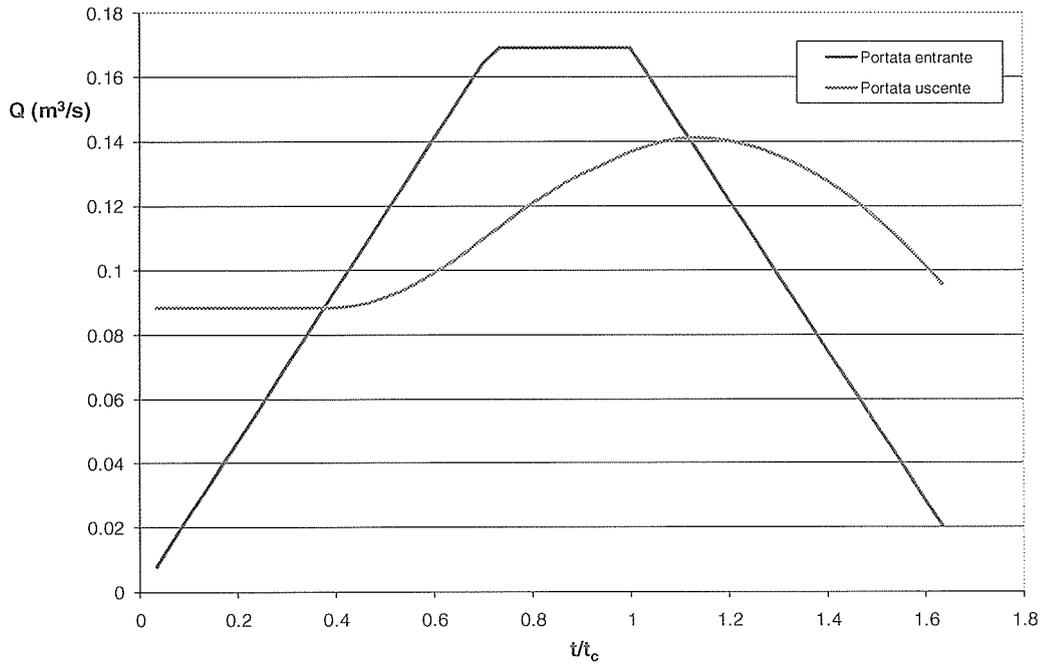


Figura 20 - Fosso F3. Andamento temporale della portata durante l'evento critico

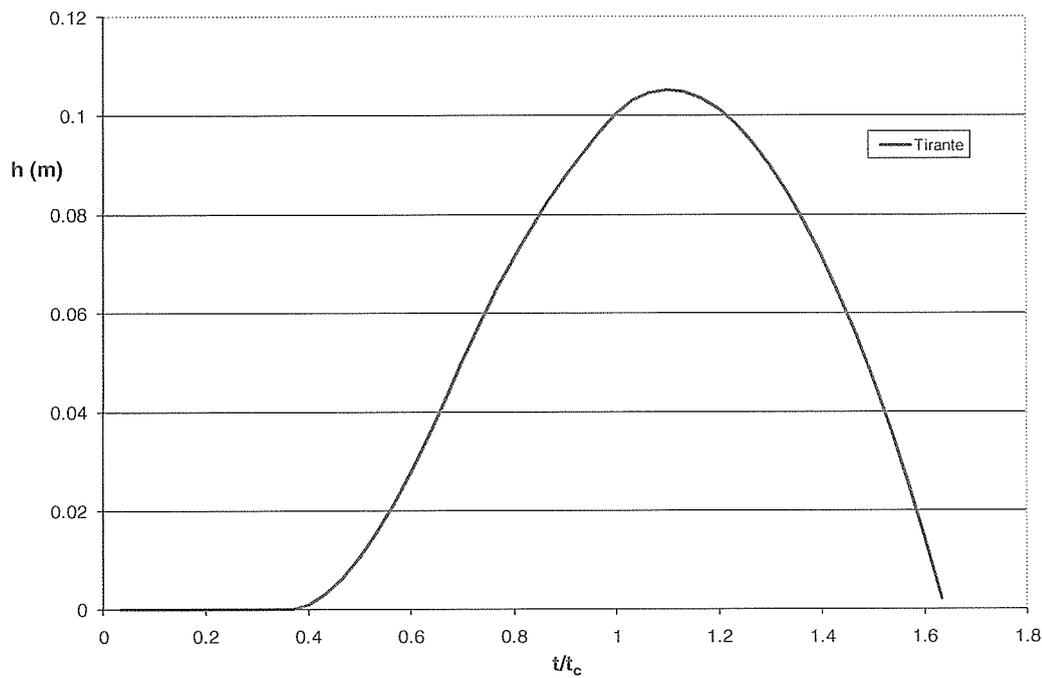


Figura 21 - Fosso F3. Andamento temporale del tirante durante l'evento critico

Relazione di dimensionamento idraulico opere di sede da km 0+000 a km 9+750

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 RI	ID 00 00 001	A	24 di 63

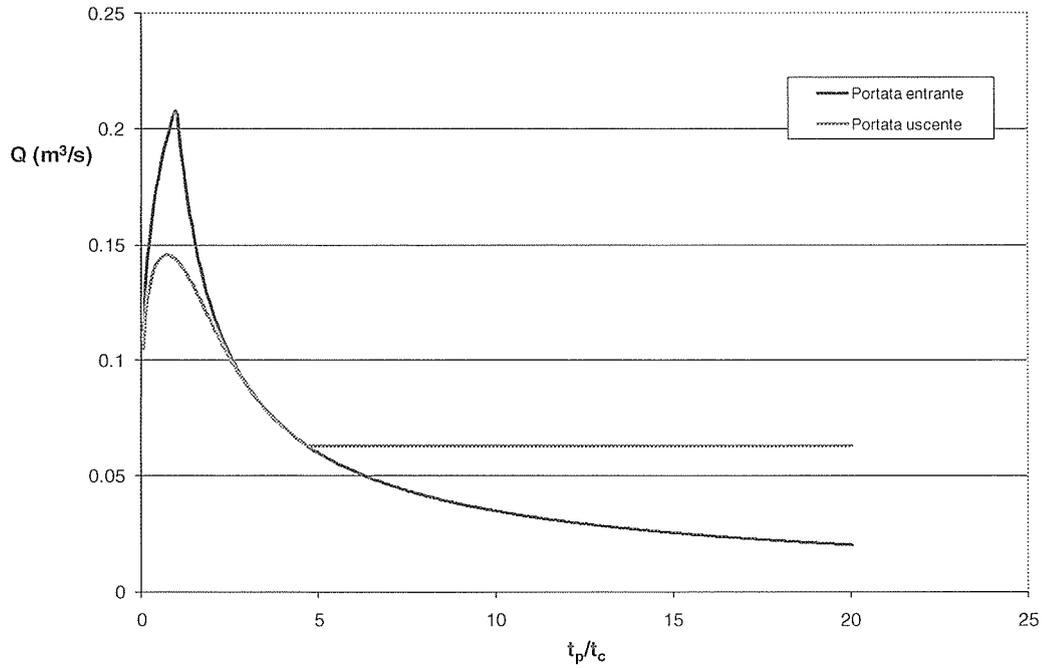


Figura 22 - Fosso F4. Curva dei massimi di portata al variare della durata dell'evento

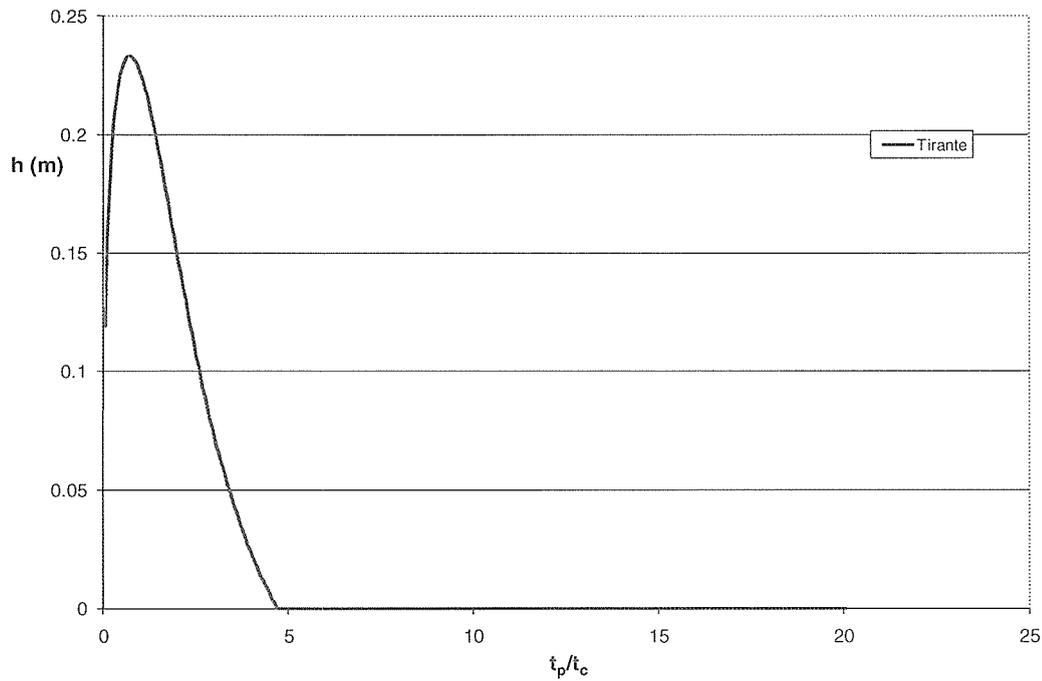


Figura 23 - Fosso F4. Curva dei massimi di tirante al variare della durata dell'evento

Relazione di dimensionamento idraulico opere di sede da km 0+000 a km 9+750

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 RI	ID 00 00 001	A	25 di 63

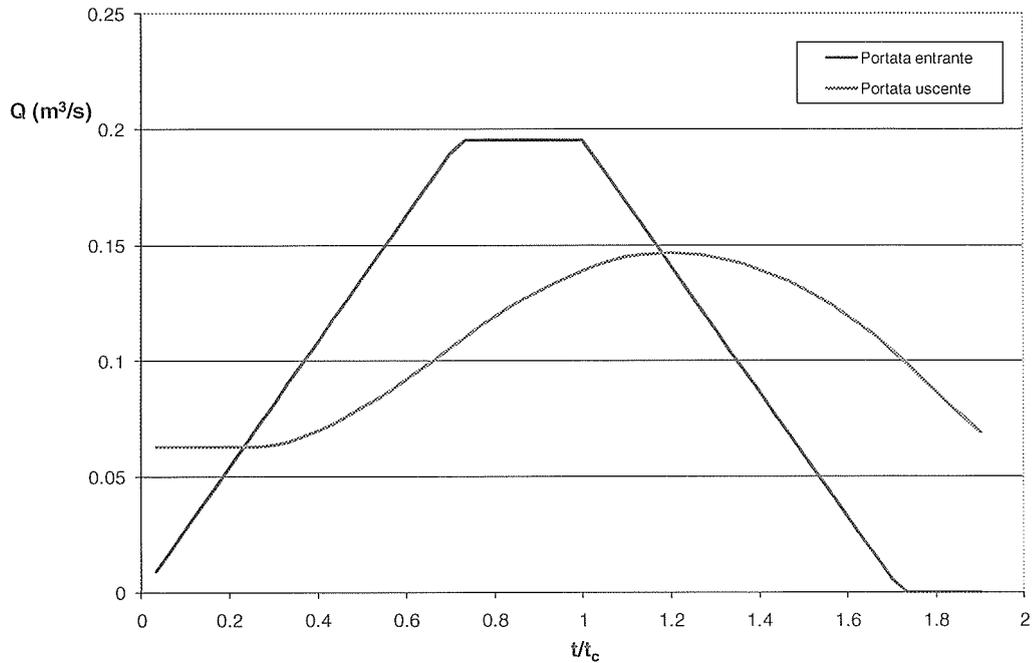


Figura 24 - Fosso F4. Andamento temporale della portata durante l'evento critico

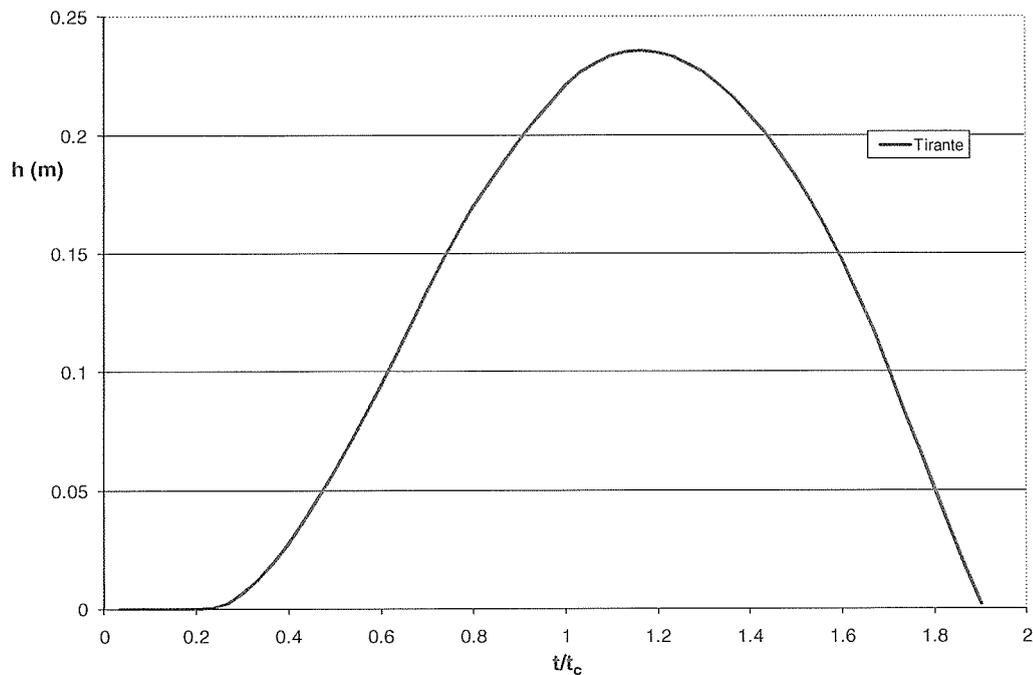


Figura 25 - Fosso F4. Andamento temporale del tirante durante l'evento critico

Relazione di dimensionamento idraulico opere di sede da km 0+000 a km 9+750

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 RI	ID 00 00 001	A	26 di 63

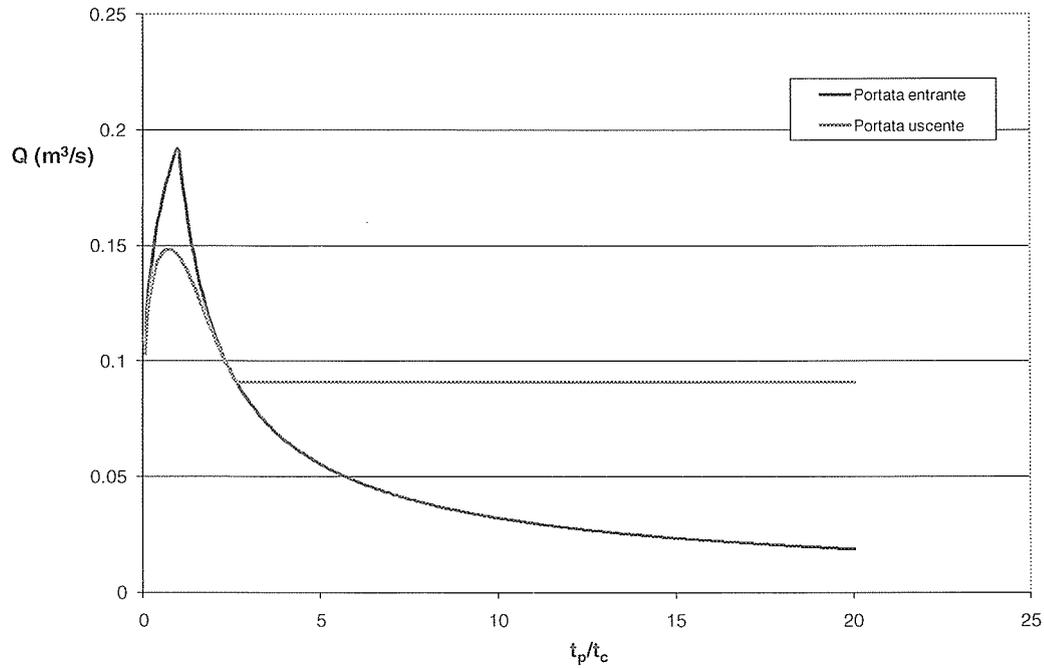


Figura 26 - Fosso F5. Curva dei massimi di portata al variare della durata dell'evento

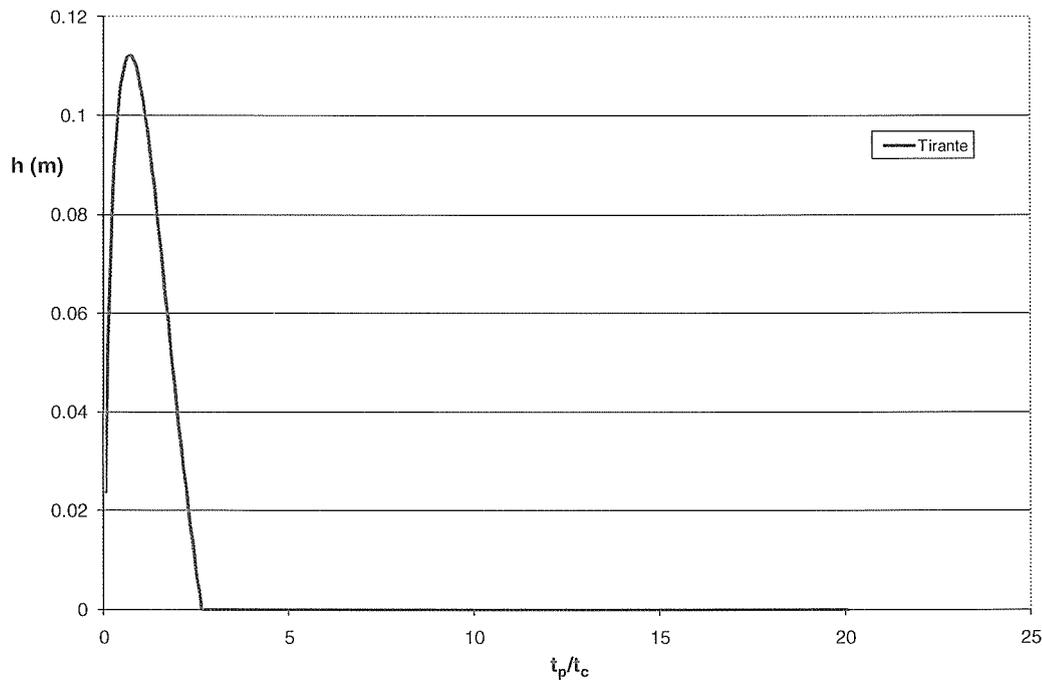


Figura 27 - Fosso F5. Curva dei massimi di tirante al variare della durata dell'evento

Relazione di dimensionamento idraulico opere di sede
 da km 0+000 a km 9+750

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 RI	ID 00 00 001	A	27 di 63

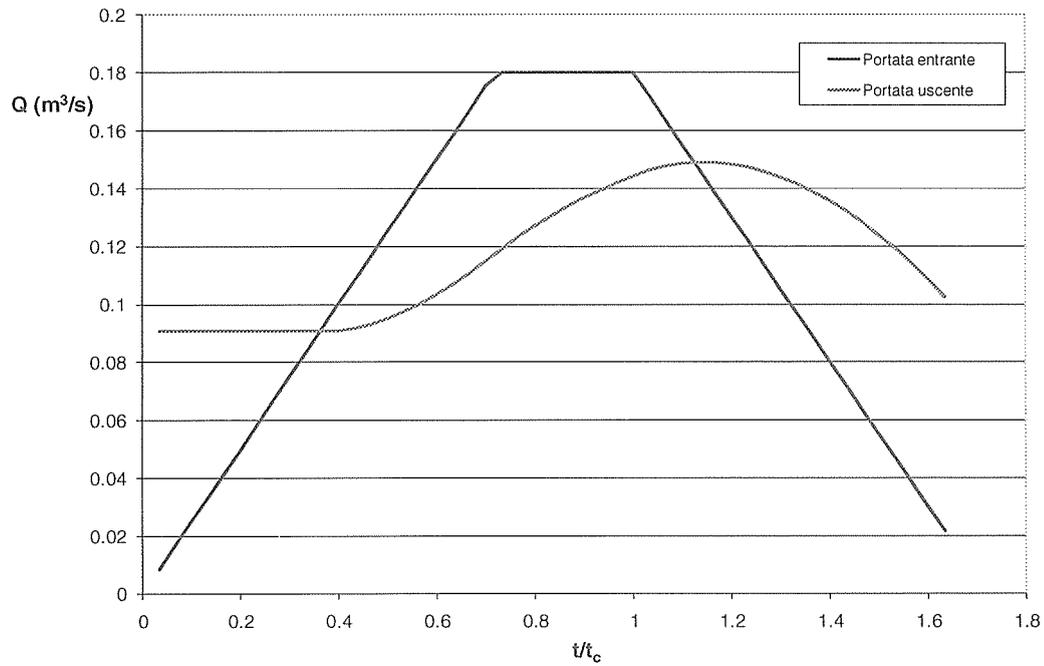


Figura 28 - Fosso F5. Andamento temporale della portata durante l'evento critico

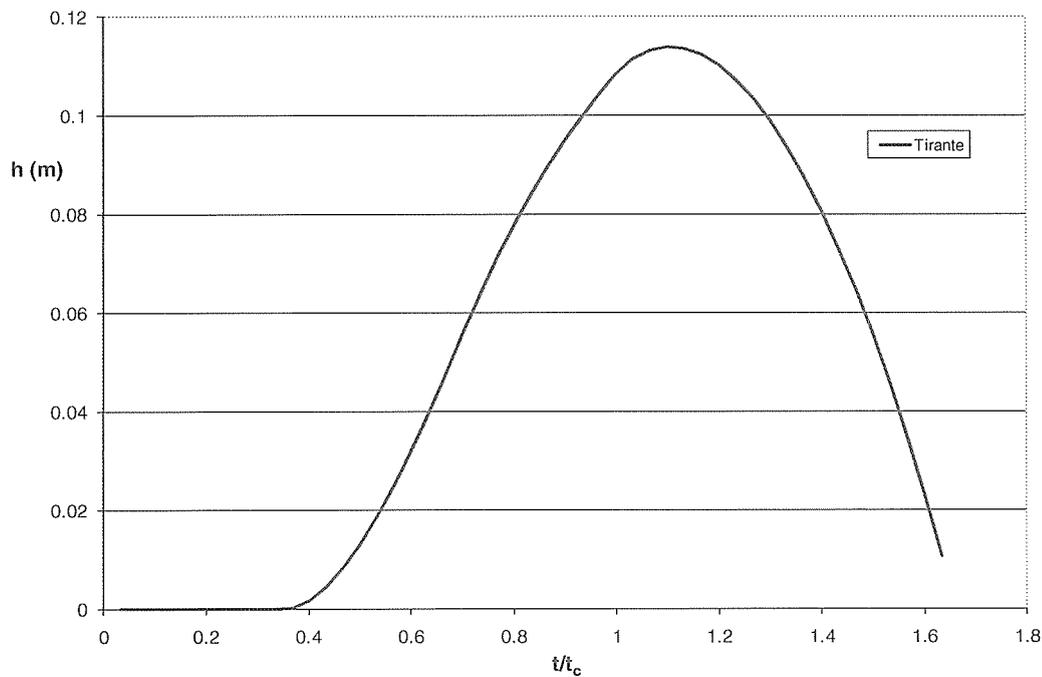


Figura 29 - Fosso F5. Andamento temporale del tirante durante l'evento critico

Relazione di dimensionamento idraulico opere di sede da km 0+000 a km 9+750

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 RI	ID 00 00 001	A	28 di 63

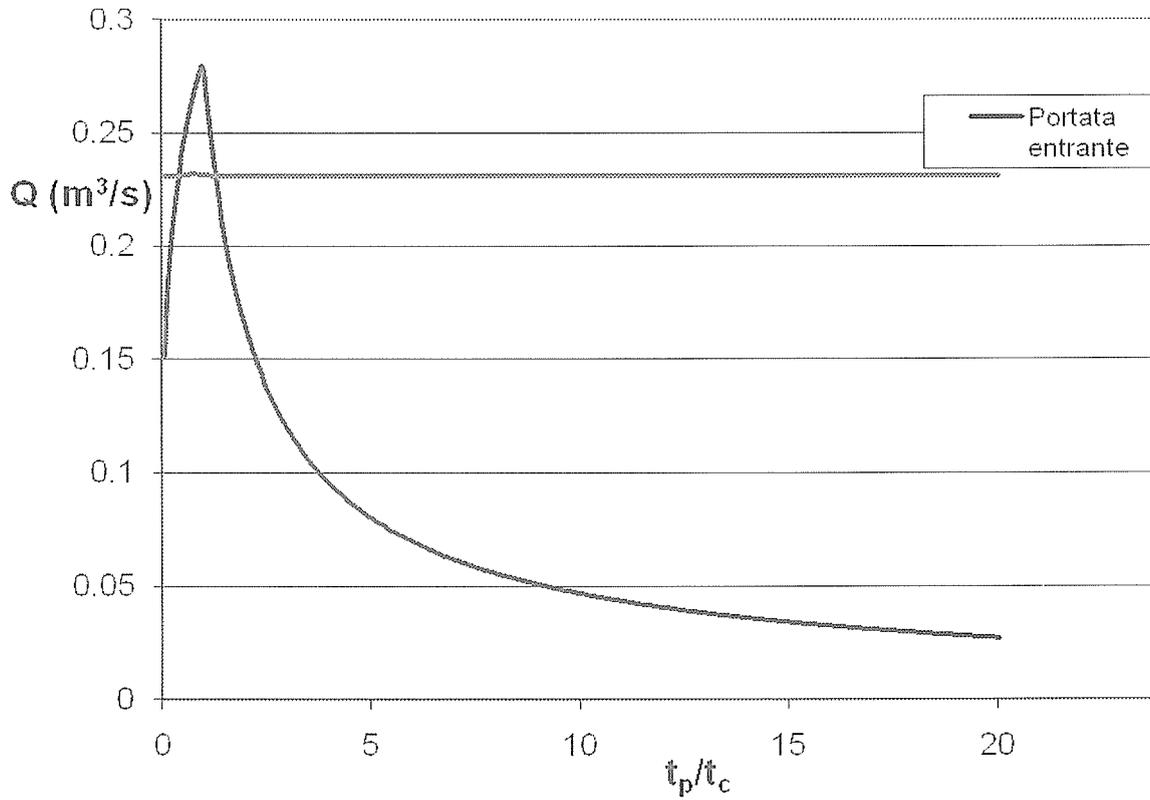


Figura 30 - Trincea drenante F6. Curva dei massimi di portata al variare della durata dell'evento

Relazione di dimensionamento idraulico opere di sede
 da km 0+000 a km 9+750

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 RI	ID 00 00 001	A	29 di 63

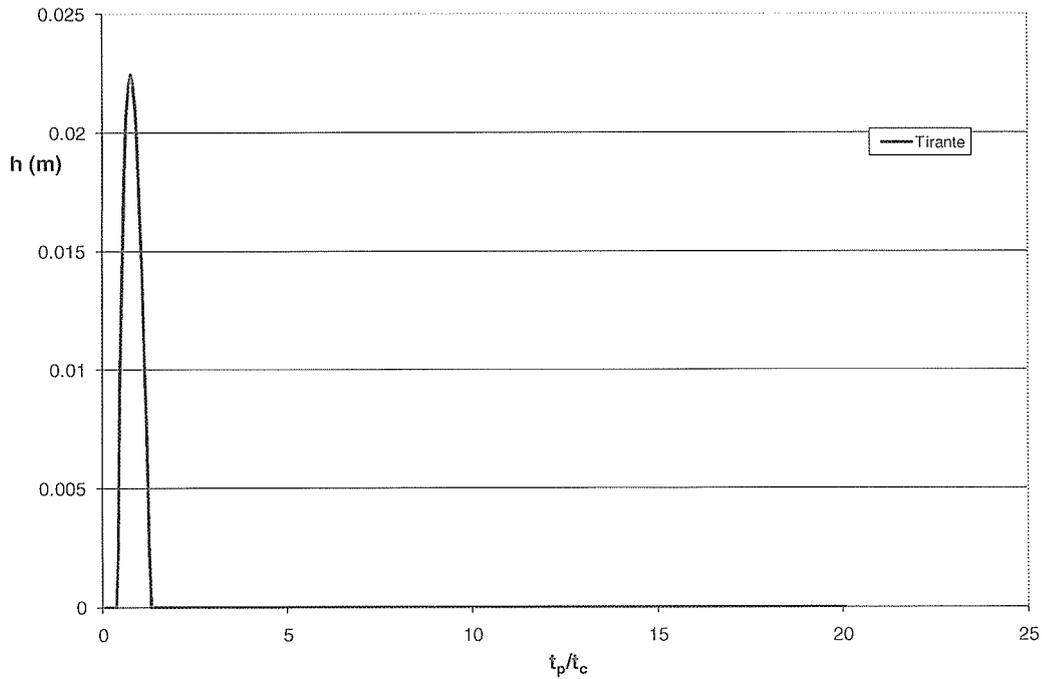


Figura 31 - Trincea drenante. Curva dei massimi di tirante al variare della durata dell'evento

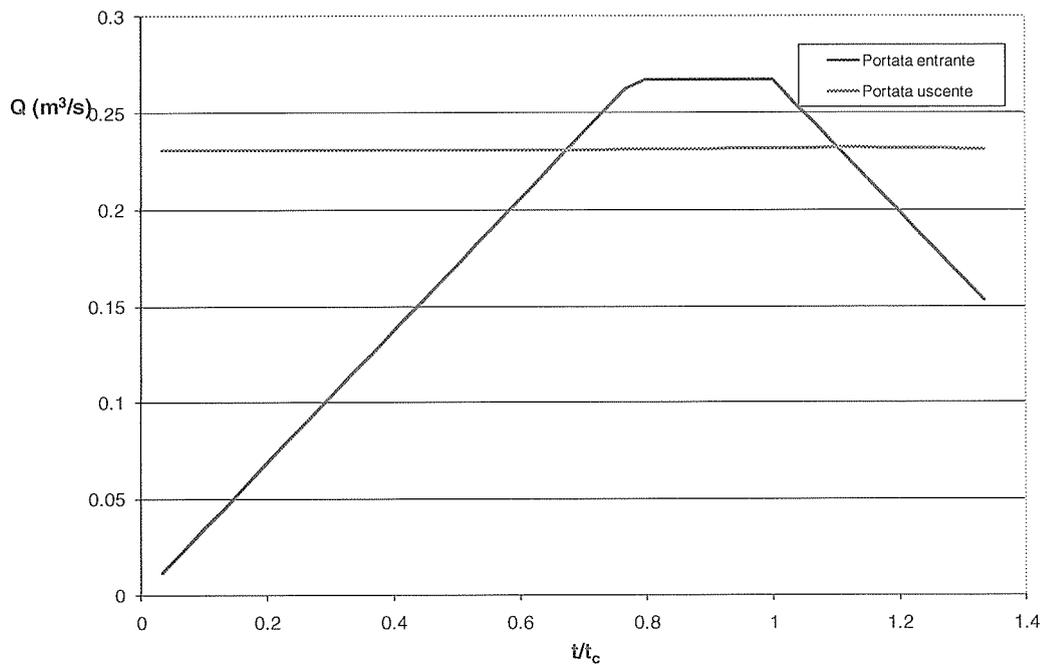


Figura 32 - Trincea drenante. Andamento temporale della portata durante l'evento critico

Relazione di dimensionamento idraulico opere di sede
 da km 0+000 a km 9+750

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 RI	ID 00 00 001	A	30 di 63

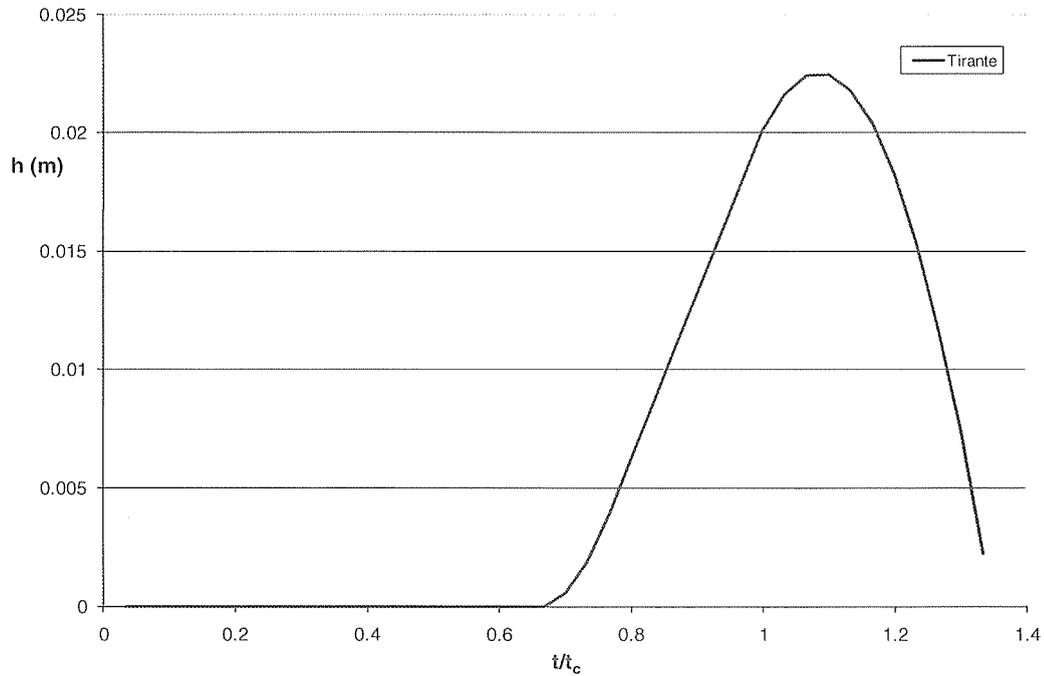


Figura 33 - Trincea drenante. Andamento temporale del tirante durante l'evento critico

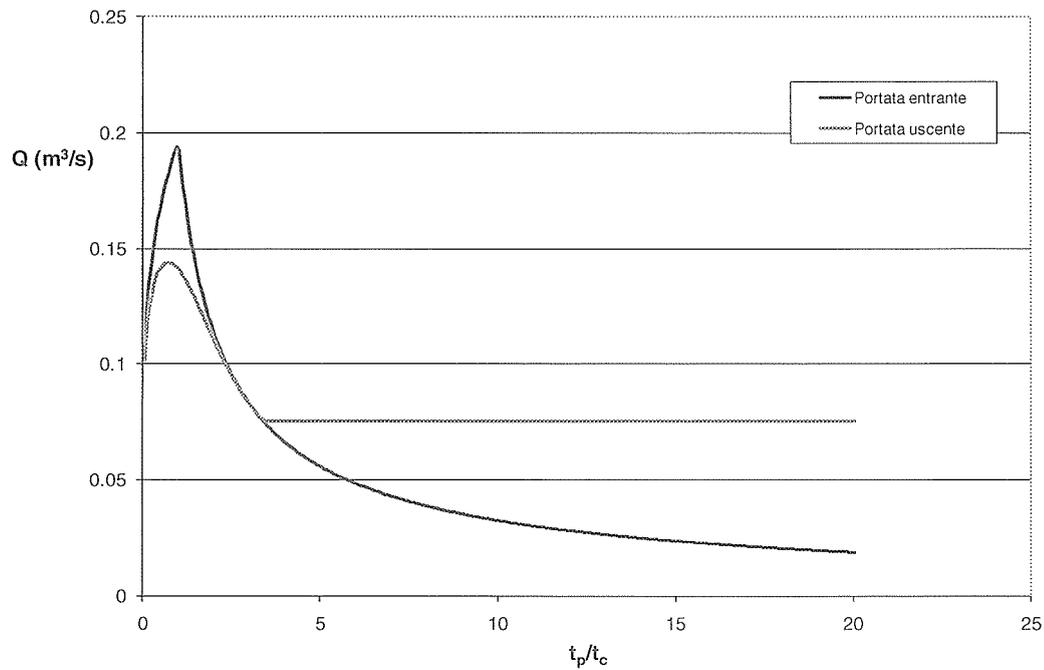


Figura 34 - Fosso F8. Curva dei massimi di portata al variare della durata dell'evento

Relazione di dimensionamento idraulico opere di sede
 da km 0+000 a km 9+750

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 RI	ID 00 00 001	A	31 di 63

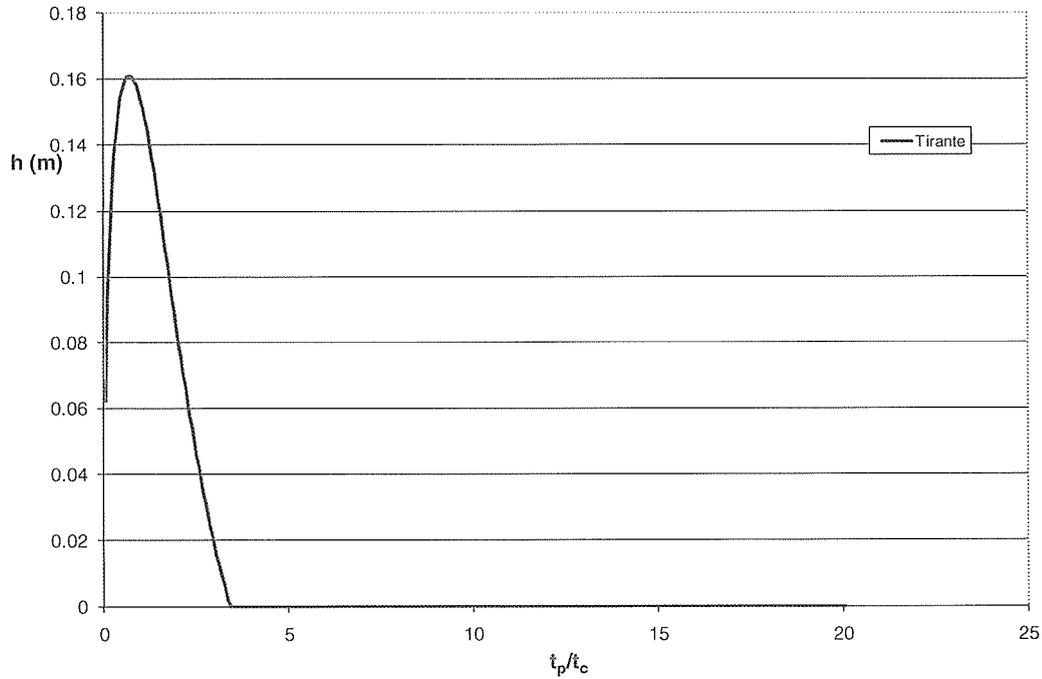


Figura 35 - Fosso F8. Curva dei massimi di tirante al variare della durata dell'evento

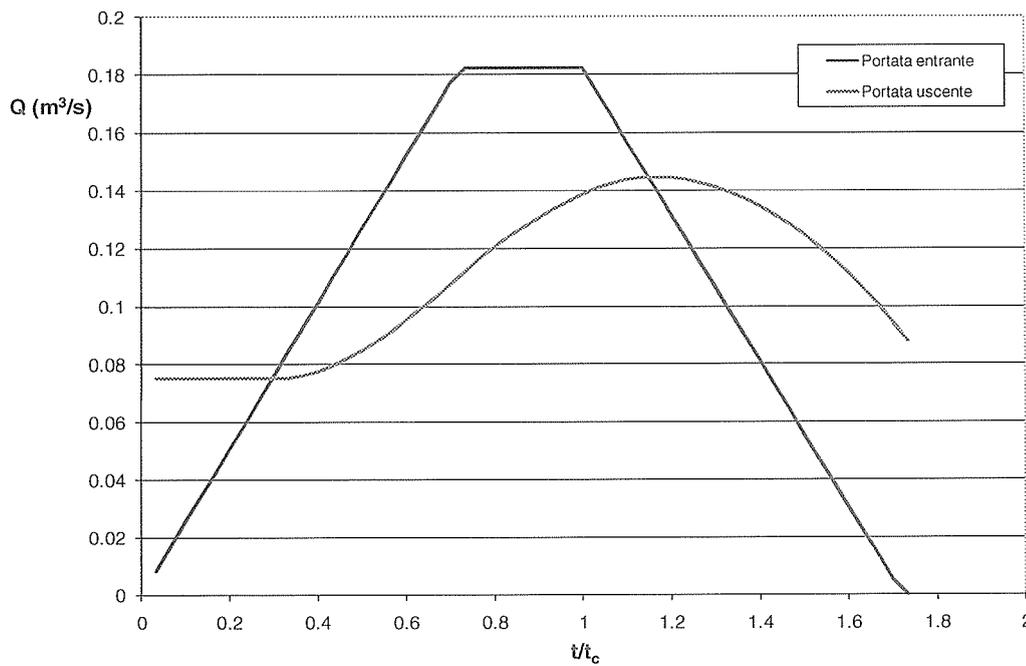


Figura 36 - Fosso F8. Andamento temporale della portata durante l'evento critico

Relazione di dimensionamento idraulico opere di sede
 da km 0+000 a km 9+750

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 RI	ID 00 00 001	A	32 di 63

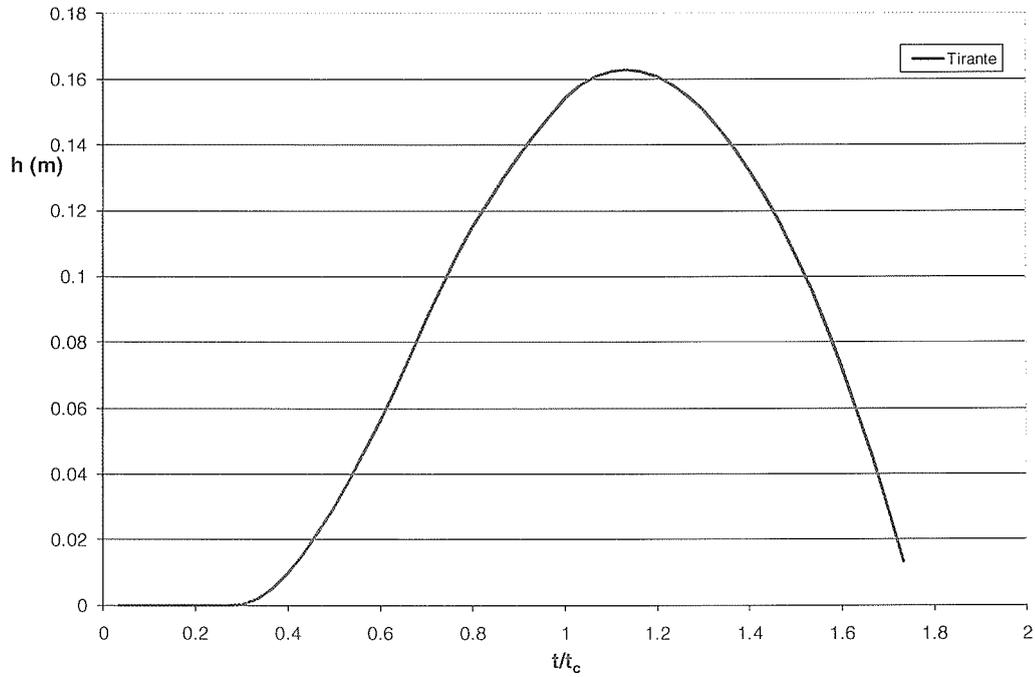


Figura 37 - Fosso F8. Andamento temporale del tirante durante l'evento critico

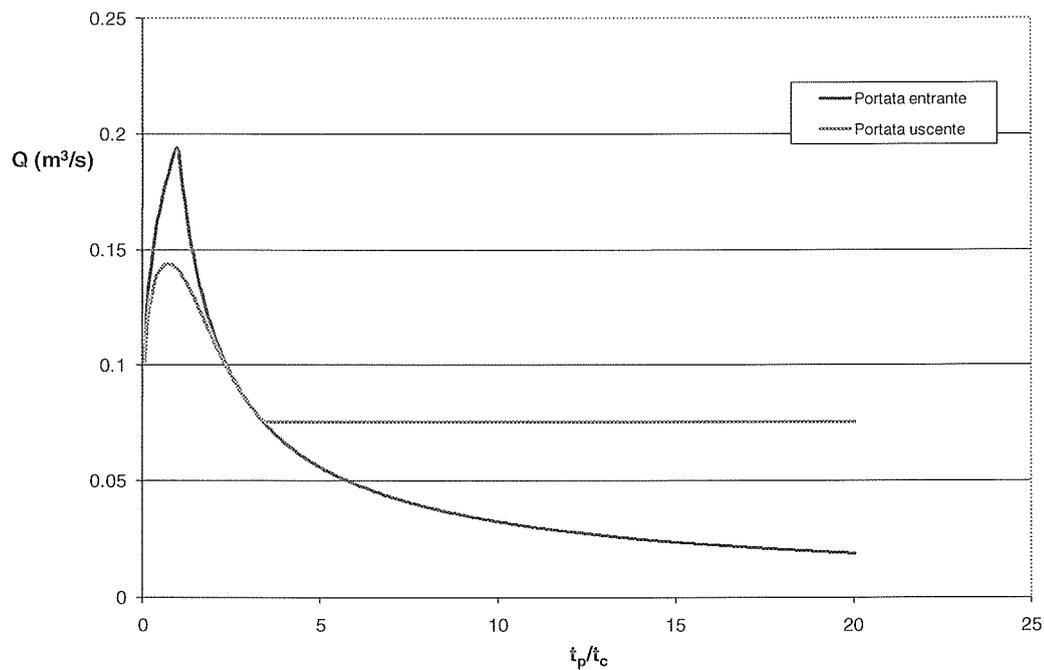


Figura 38 - Fosso F9. Curva dei massimi di portata al variare della durata dell'evento

Relazione di dimensionamento idraulico opere di sede
 da km 0+000 a km 9+750

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 RI	ID 00 00 001	A	33 di 63

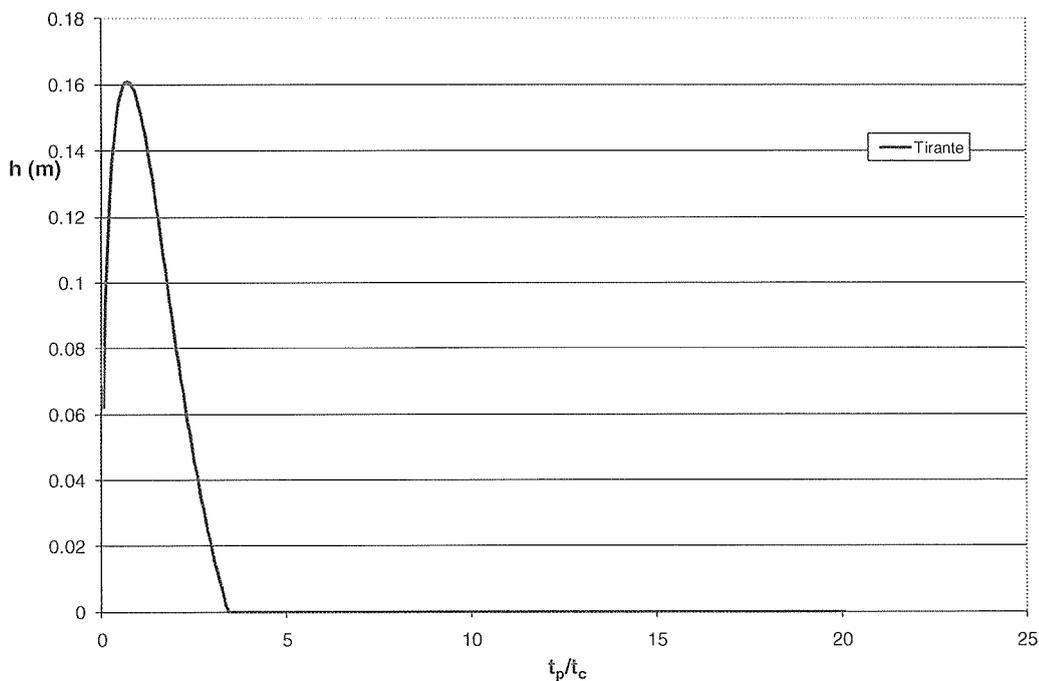


Figura 39 - Fosso F9. Curva dei massimi di tirante al variare della durata dell'evento

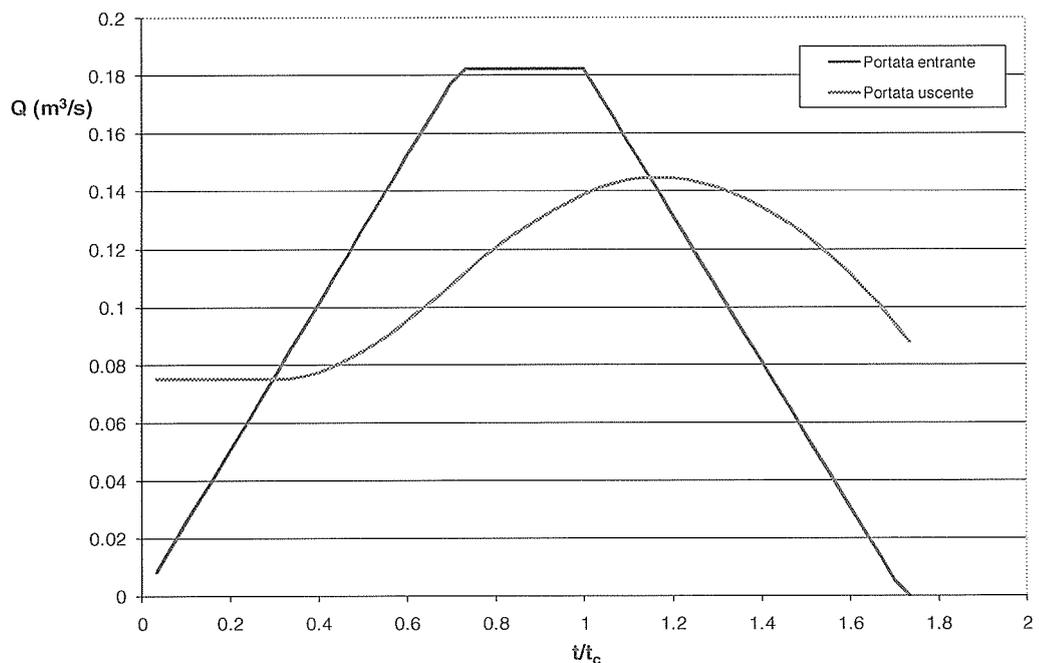


Figura 40 - Fosso F9. Andamento temporale della portata durante l'evento critico

Relazione di dimensionamento idraulico opere di sede
 da km 0+000 a km 9+750

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 RI	ID 00 00 001	A	34 di 63

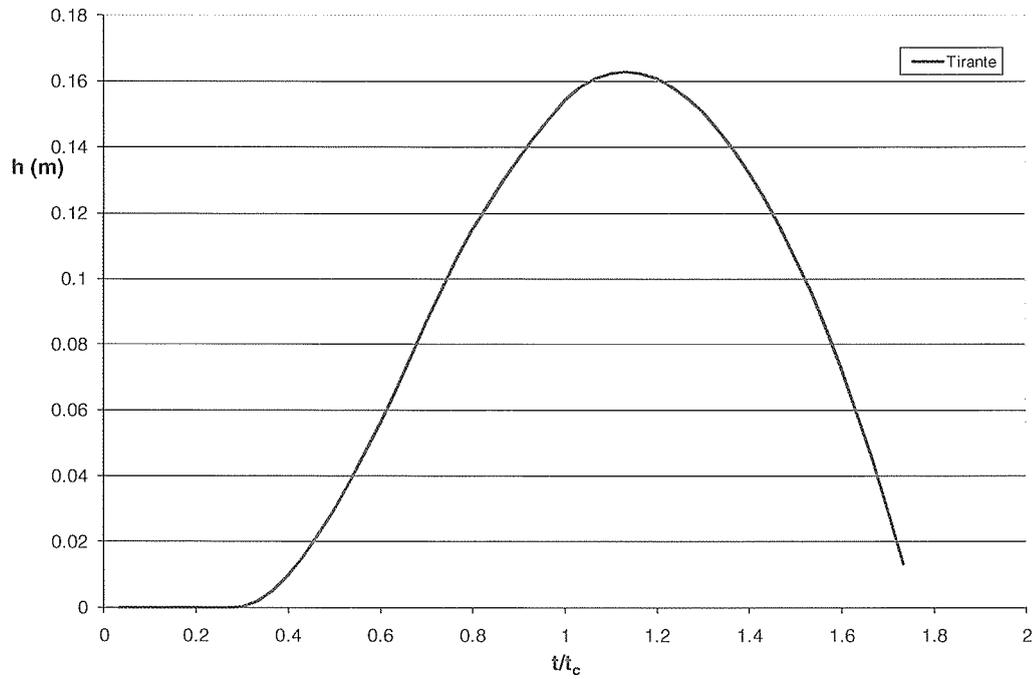


Figura 41 - Fosso F9. Andamento temporale del tirante durante l'evento critico

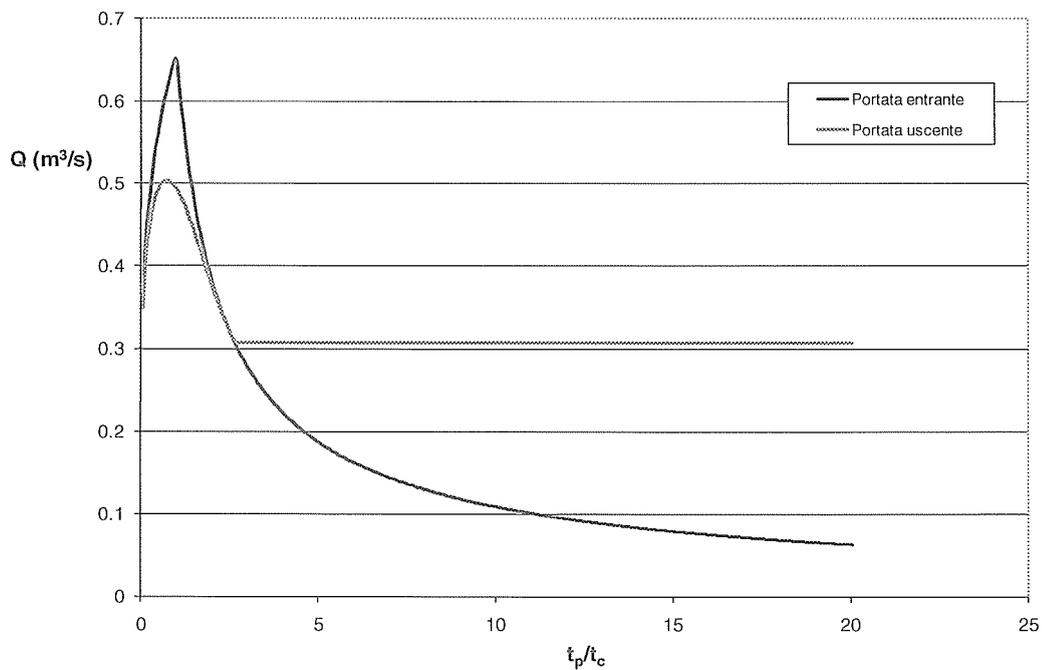


Figura 42 - Fosso F10. Curva dei massimi di portata al variare della durata dell'evento

Relazione di dimensionamento idraulico opere di sede
 da km 0+000 a km 9+750

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 RI	ID 00 00 001	A	35 di 63

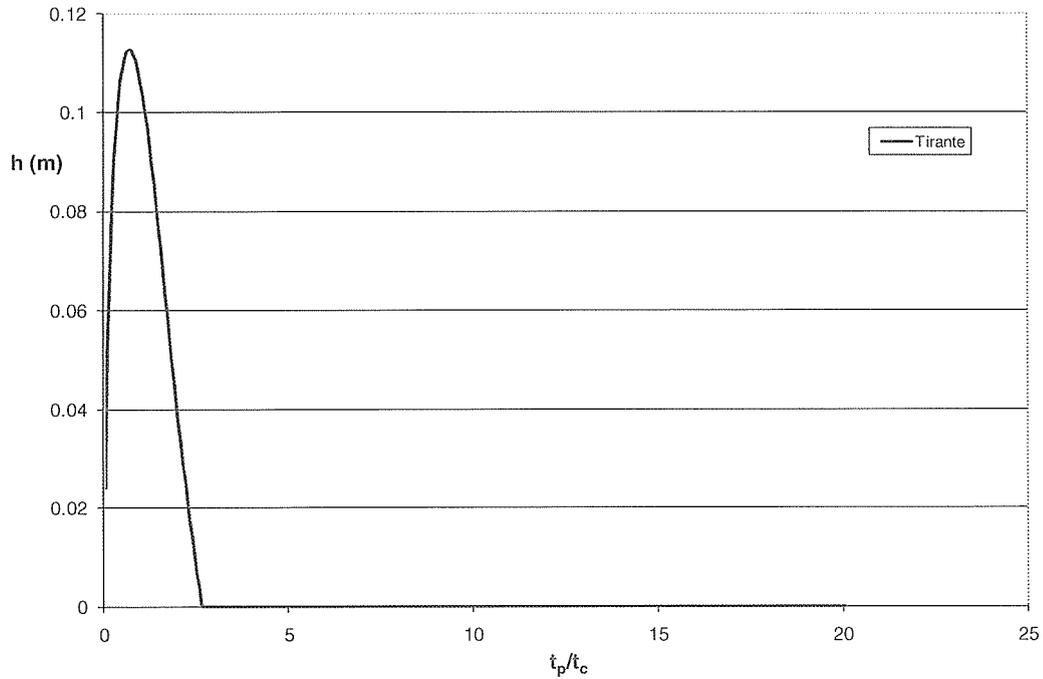


Figura 43 - Fosso F10. Curva dei massimi di tirante al variare della durata dell'evento

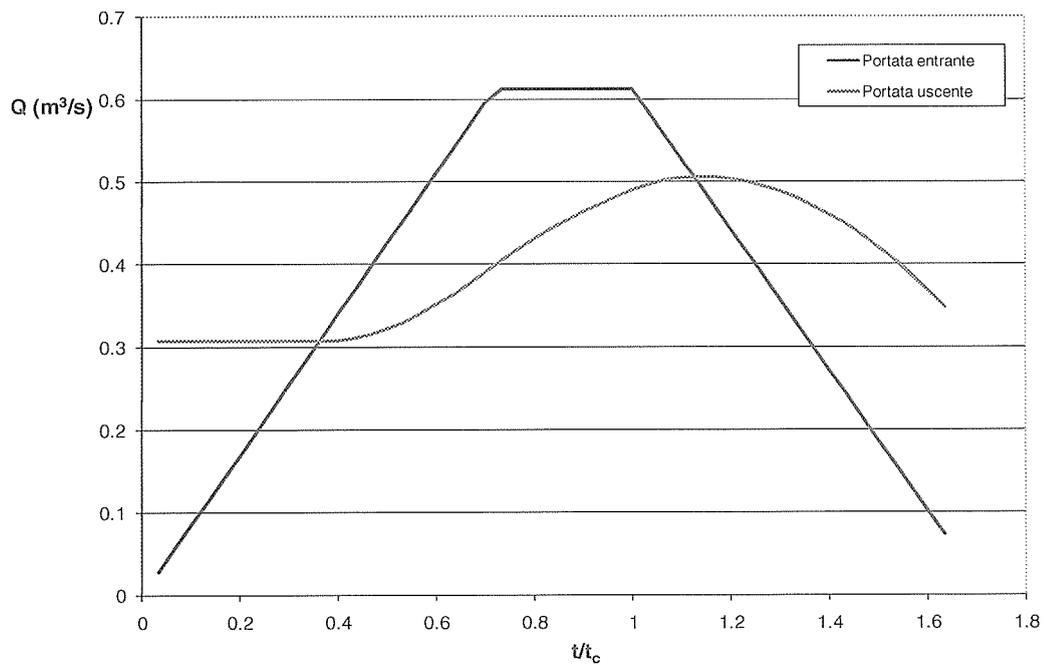


Figura 44 - Fosso F10. Andamento temporale della portata durante l'evento critico

Relazione di dimensionamento idraulico opere di sede
 da km 0+000 a km 9+750

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 RI	ID 00 00 001	A	36 di 63

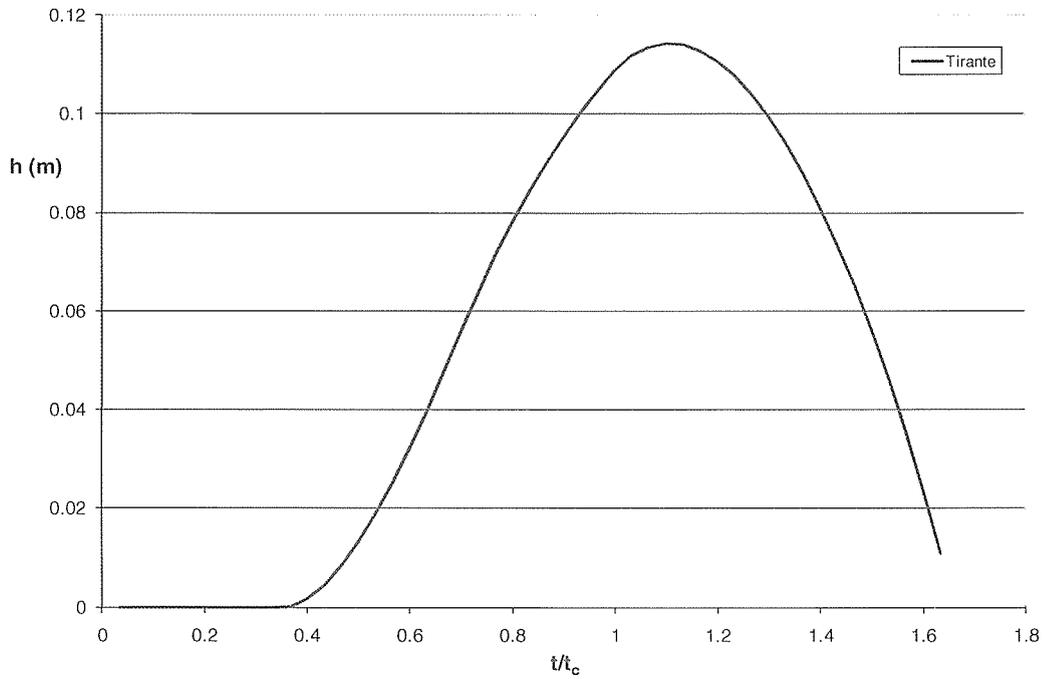


Figura 45 - Fosso F10. Andamento temporale del tirante durante l'evento critico

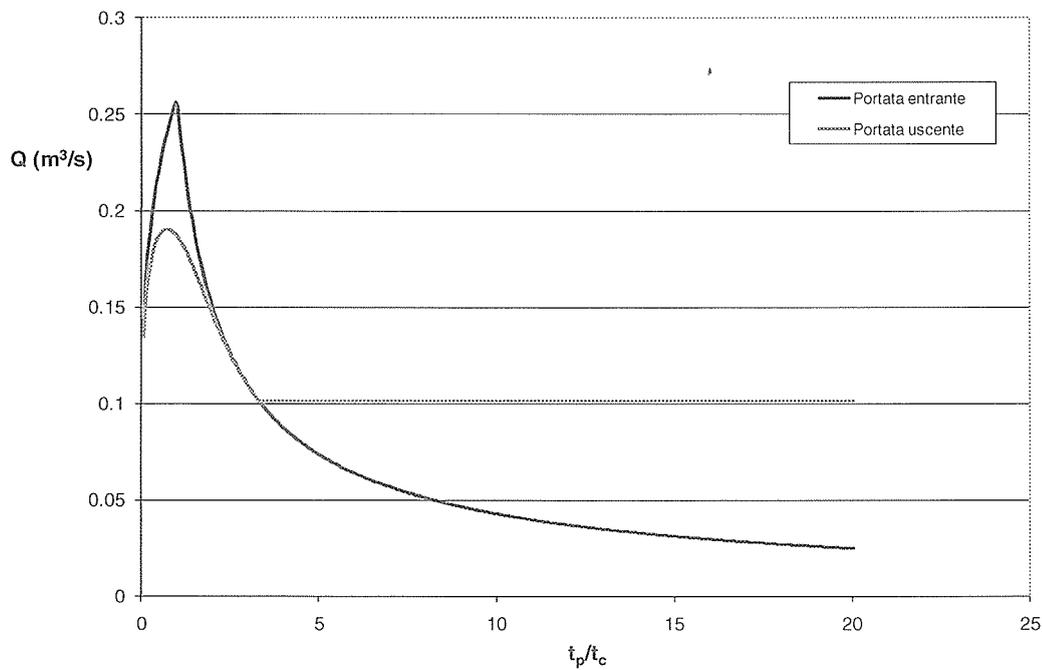


Figura 46 - Fosso F11. Curva dei massimi di portata al variare della durata dell'evento

Relazione di dimensionamento idraulico opere di sede
 da km 0+000 a km 9+750

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 RI	ID 00 00 001	A	37 di 63

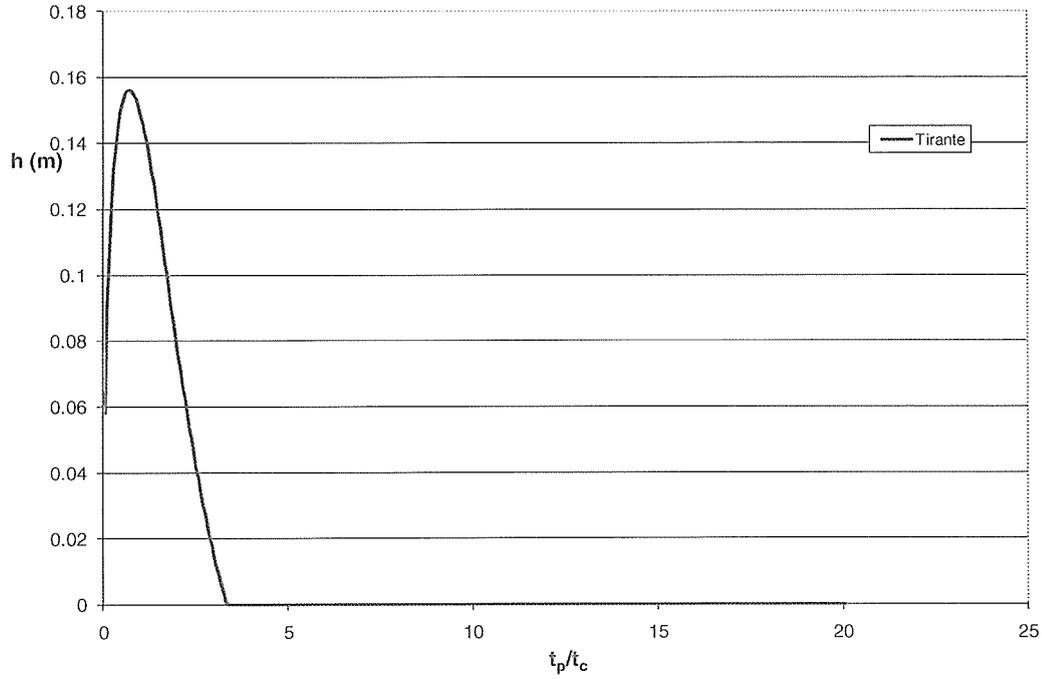


Figura 47 - Fosso F11. Curva dei massimi di tirante al variare della durata dell'evento

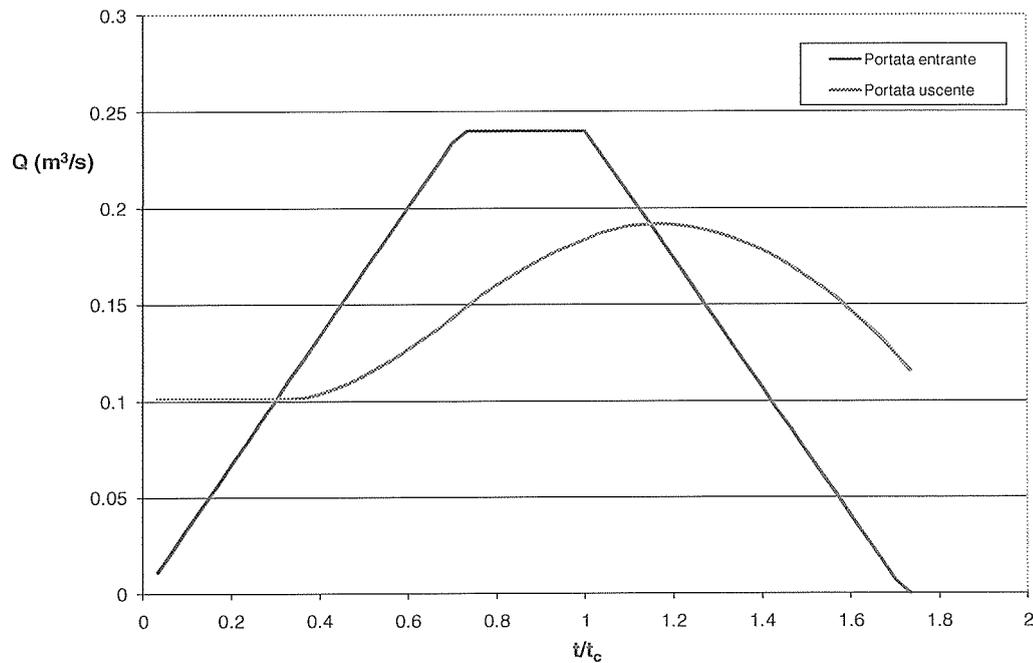


Figura 48 - Fosso F11. Andamento temporale della portata durante l'evento critico

Relazione di dimensionamento idraulico opere di sede
 da km 0+000 a km 9+750

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 RI	ID 00 00 001	A	38 di 63

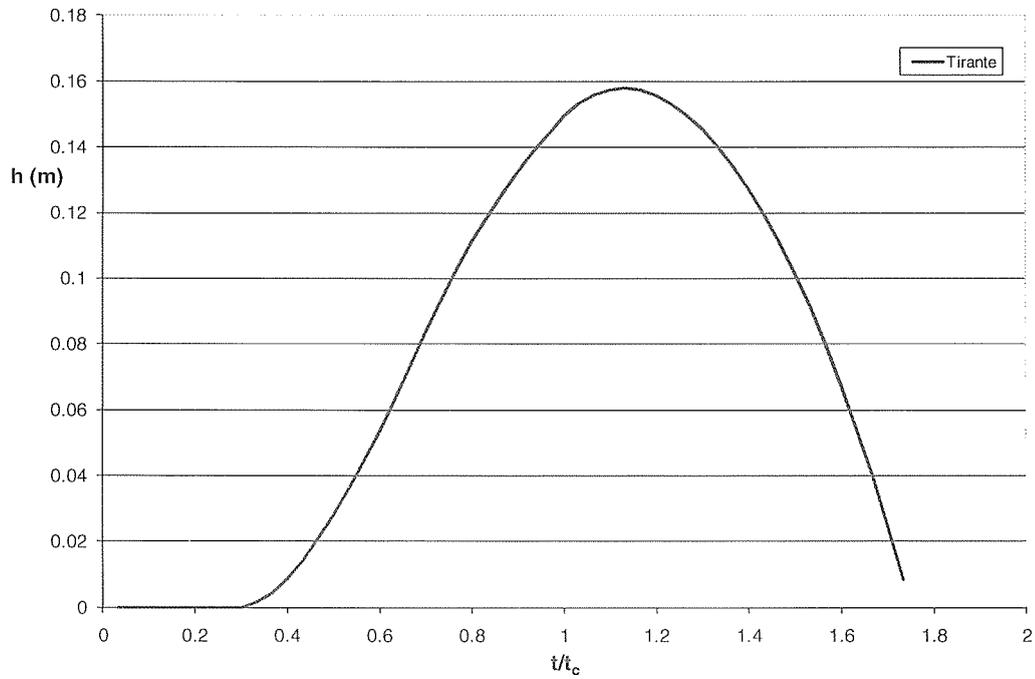


Figura 49 - Fosso F11. Andamento temporale del tirante durante l'evento critico

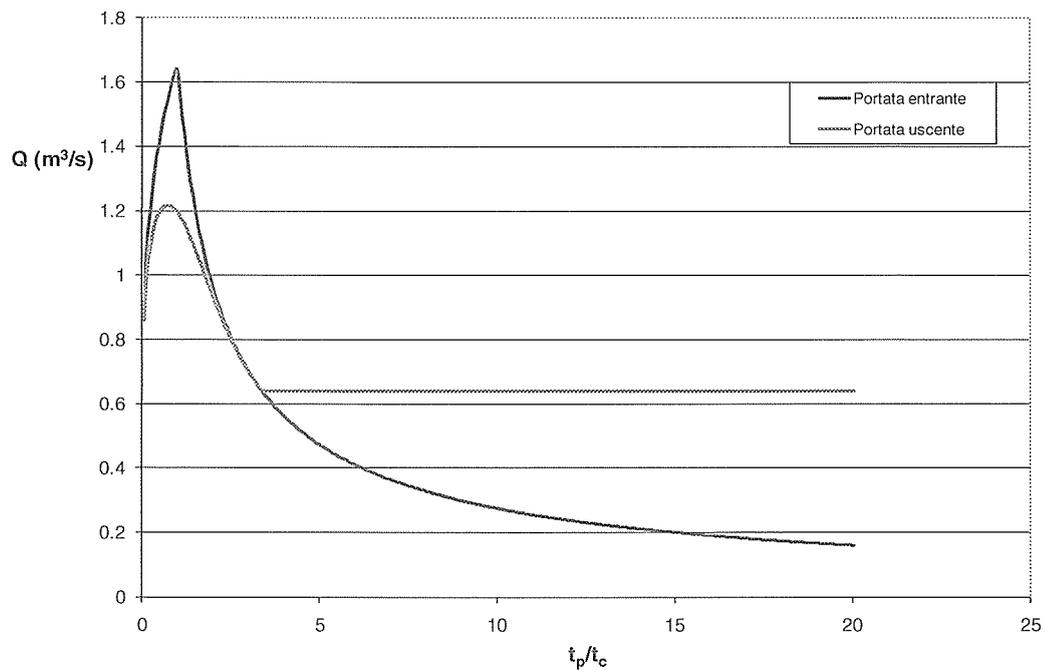


Figura 50 - Fosso F12. Curva dei massimi di portata al variare della durata dell'evento

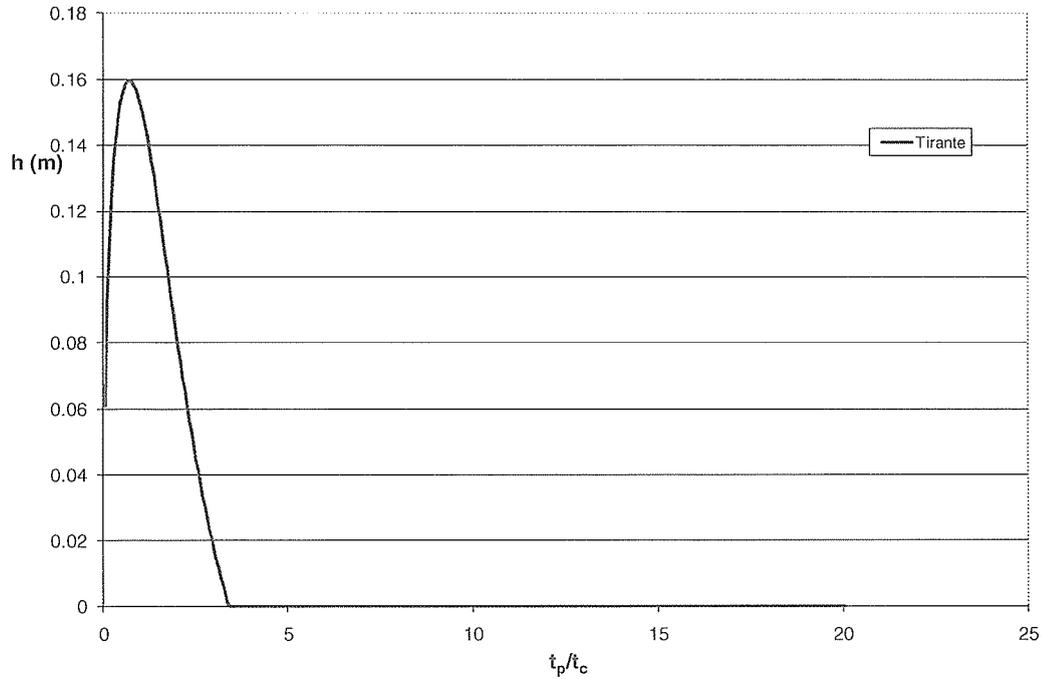


Figura 51 - Fosso F12. Curva dei massimi di tirante al variare della durata dell'evento

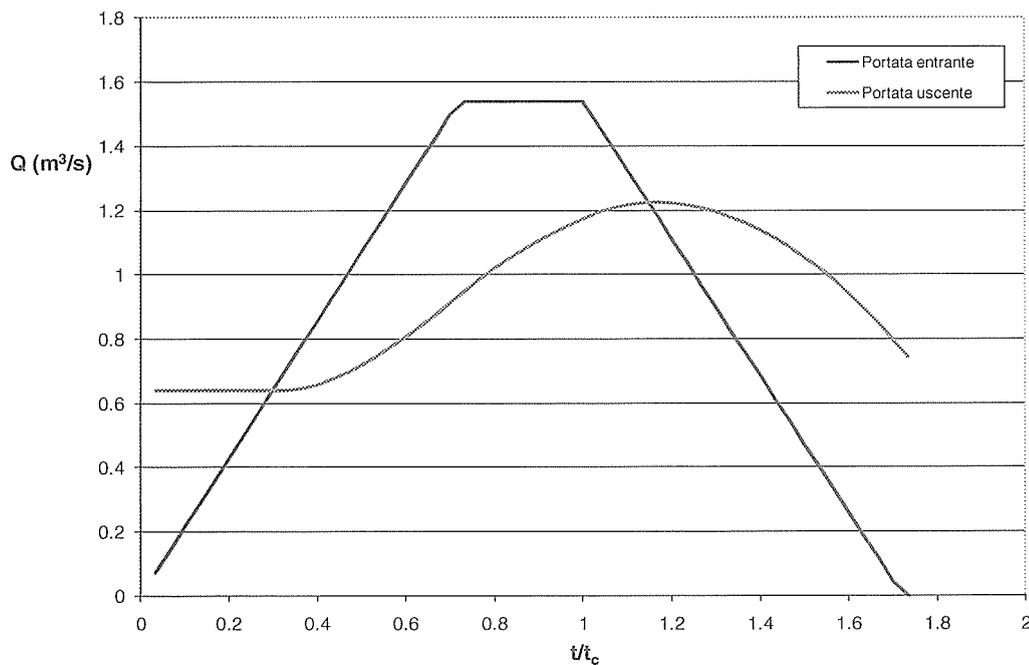


Figura 52 - Fosso F12. Andamento temporale della portata durante l'evento critico

Relazione di dimensionamento idraulico opere di sede
 da km 0+000 a km 9+750

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 RI	ID 00 00 001	A	40 di 63

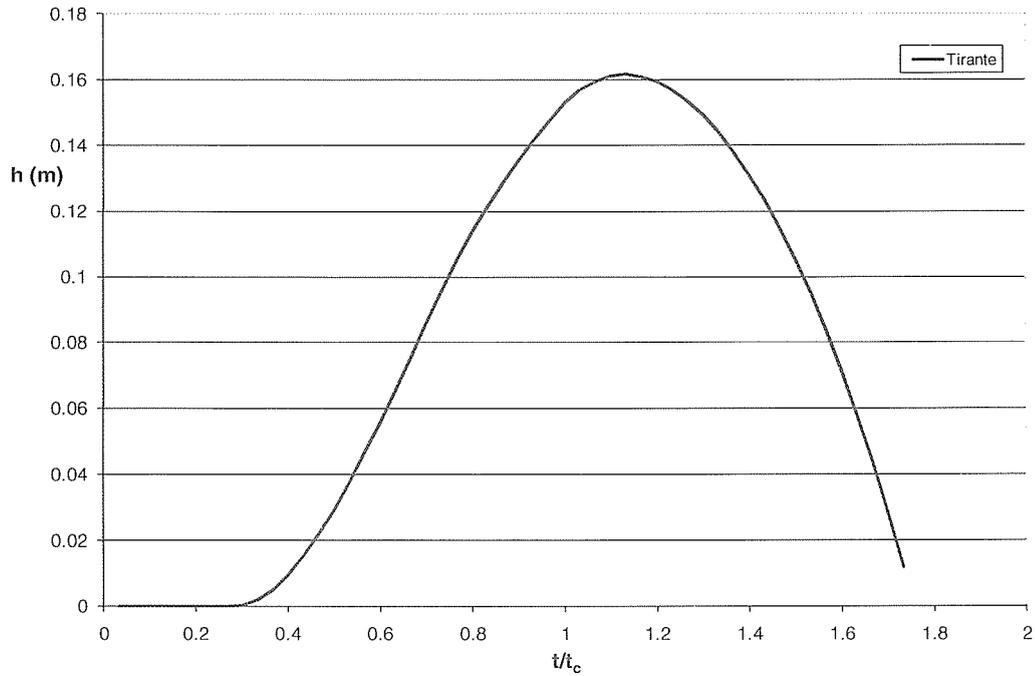


Figura 53 - Fosso F12. Andamento temporale del tirante durante l'evento critico

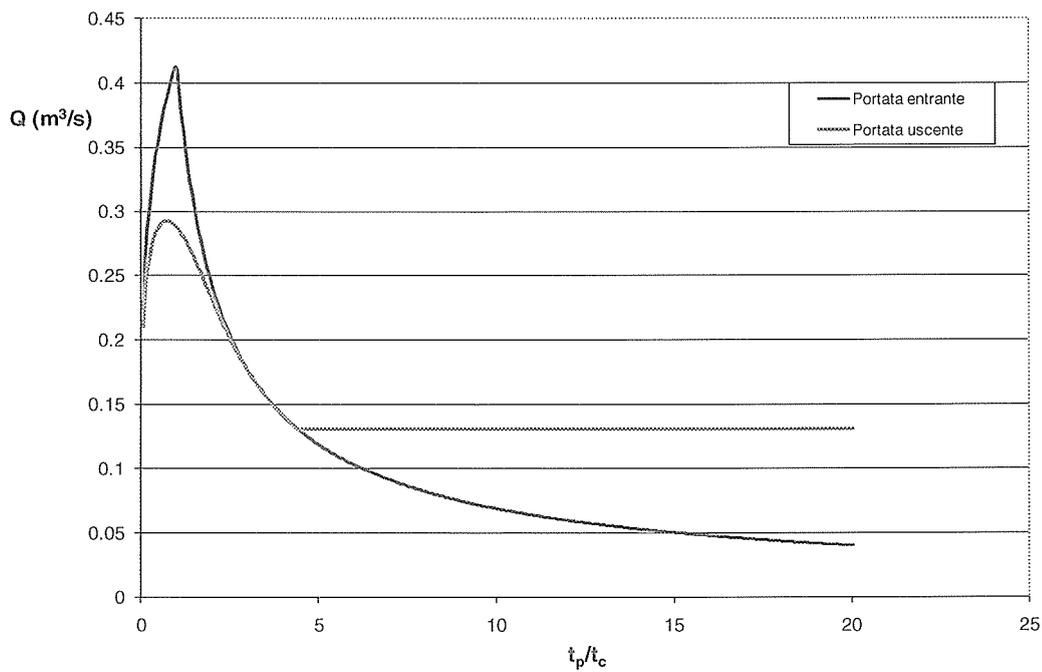


Figura 54 - Fosso F13. Curva dei massimi di portata al variare della durata dell'evento :

Relazione di dimensionamento idraulico opere di sede
 da km 0+000 a km 9+750

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 RI	ID 00 00 001	A	41 di 63

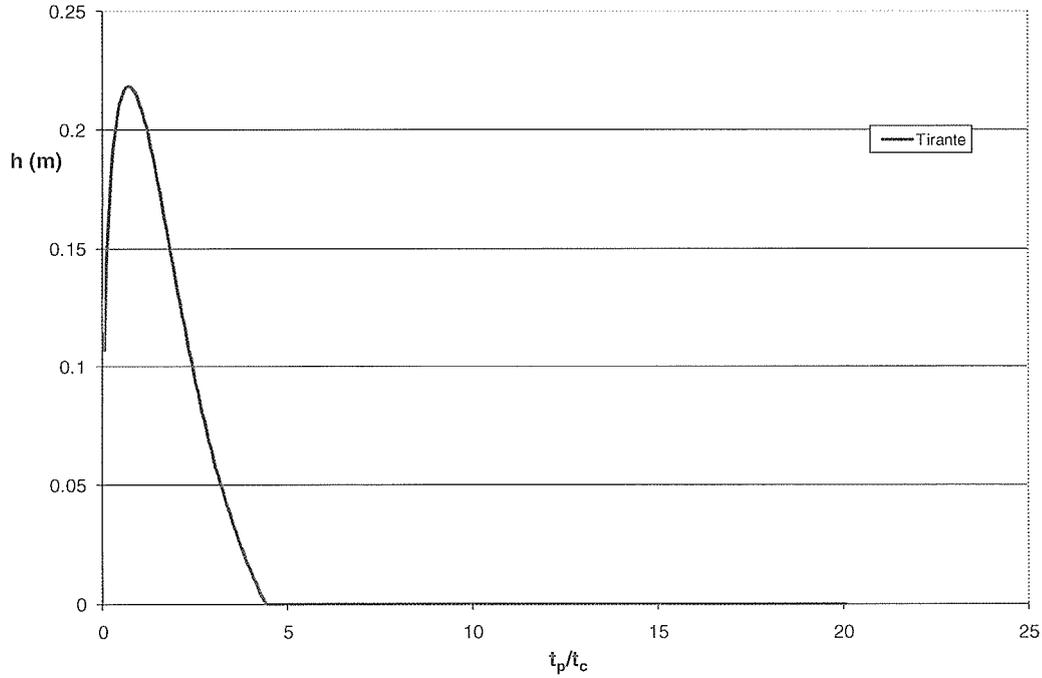


Figura 55 - Fosso F13. Curva dei massimi di tirante al variare della durata dell'evento

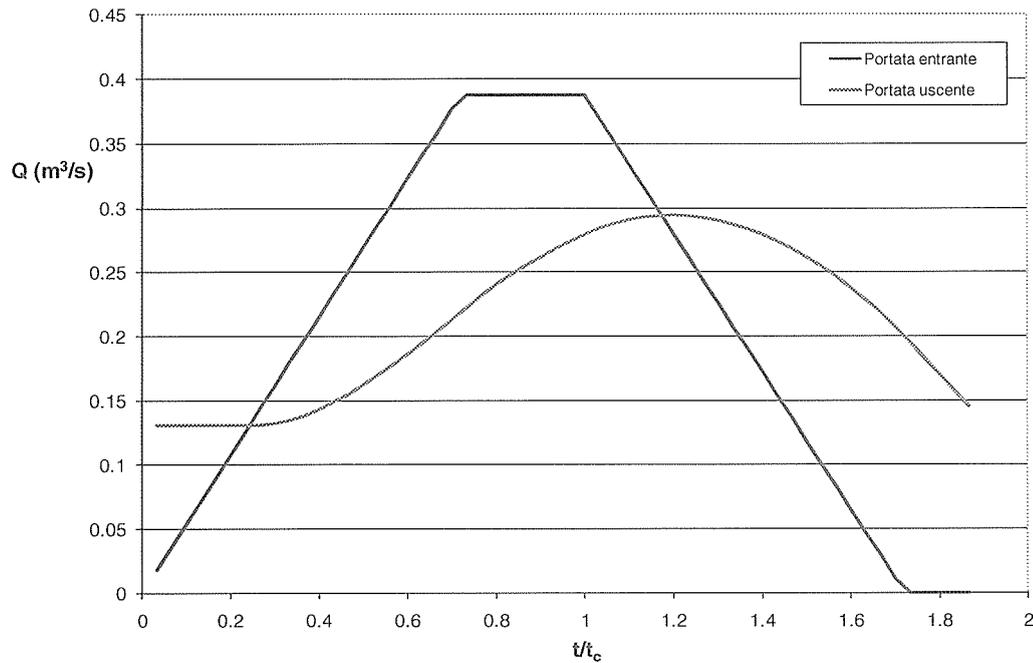


Figura 56 - Fosso F13. Andamento temporale della portata durante l'evento critico

Relazione di dimensionamento idraulico opere di sede
 da km 0+000 a km 9+750

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 RI	ID 00 00 001	A	42 di 63

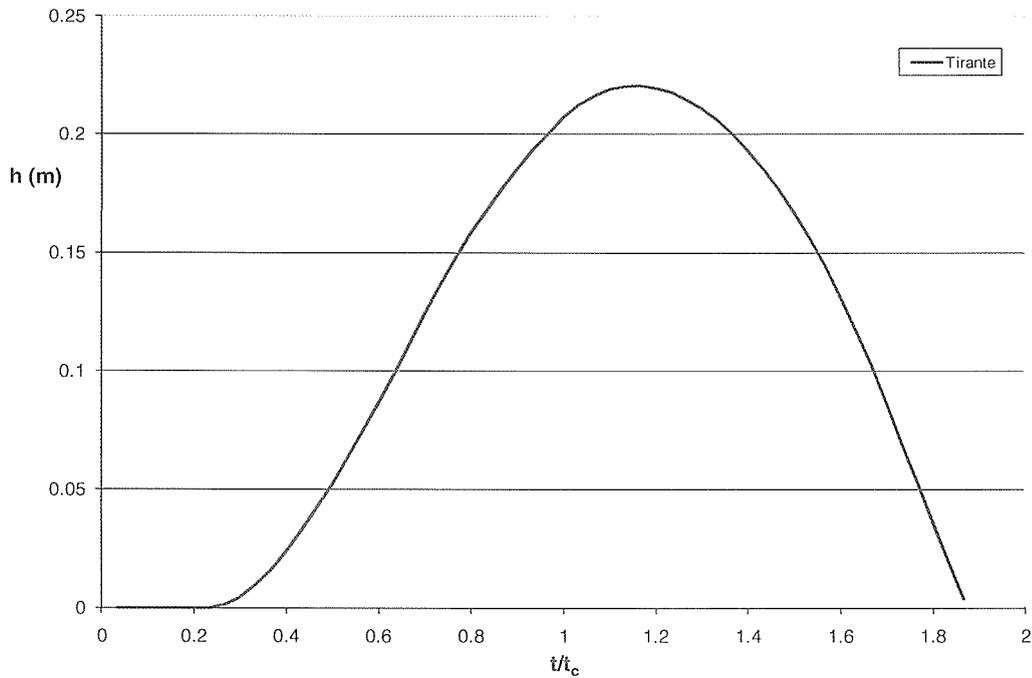


Figura 57 - Fosso F13. Andamento temporale del tirante durante l'evento critico

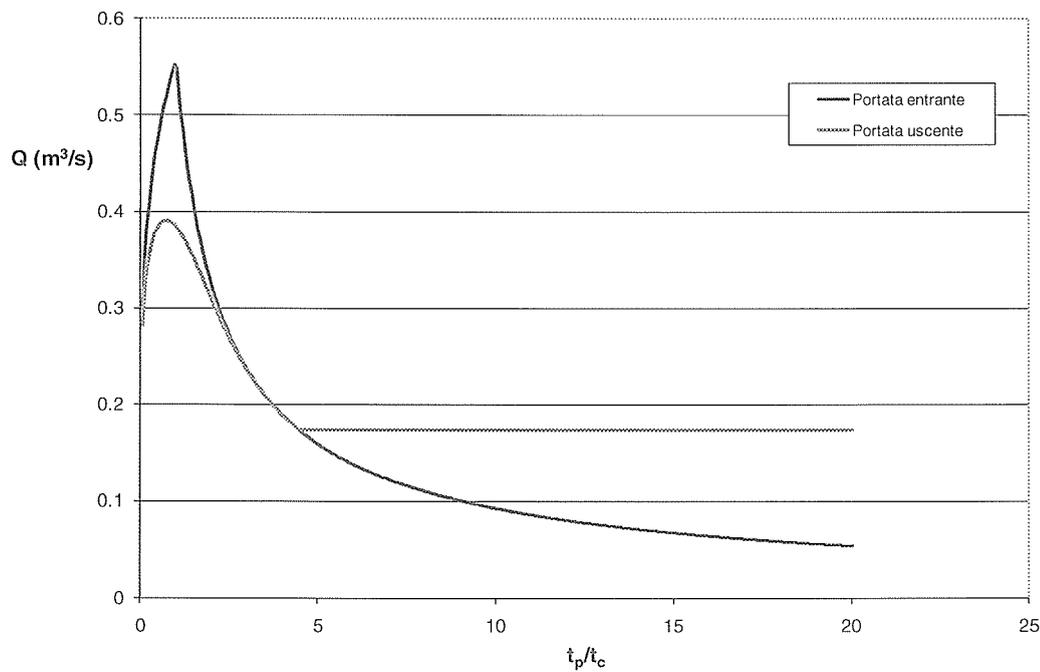


Figura 58 - Fosso F14. Curva dei massimi di portata al variare della durata dell'evento

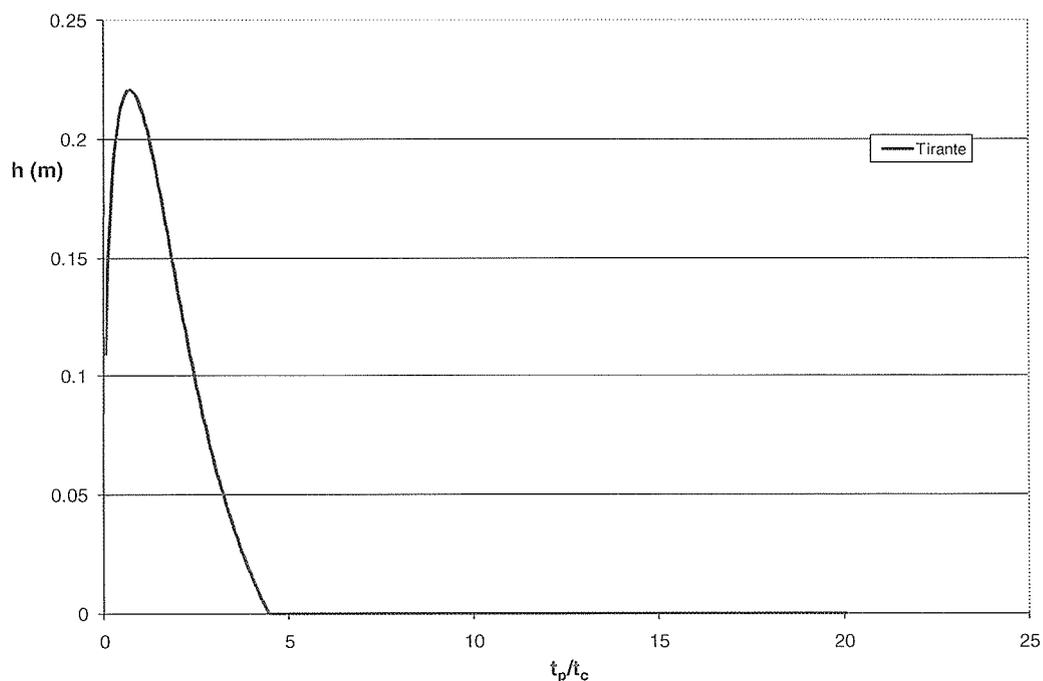


Figura 59 - Fosso F14. Curva dei massimi di tirante al variare della durata dell'evento

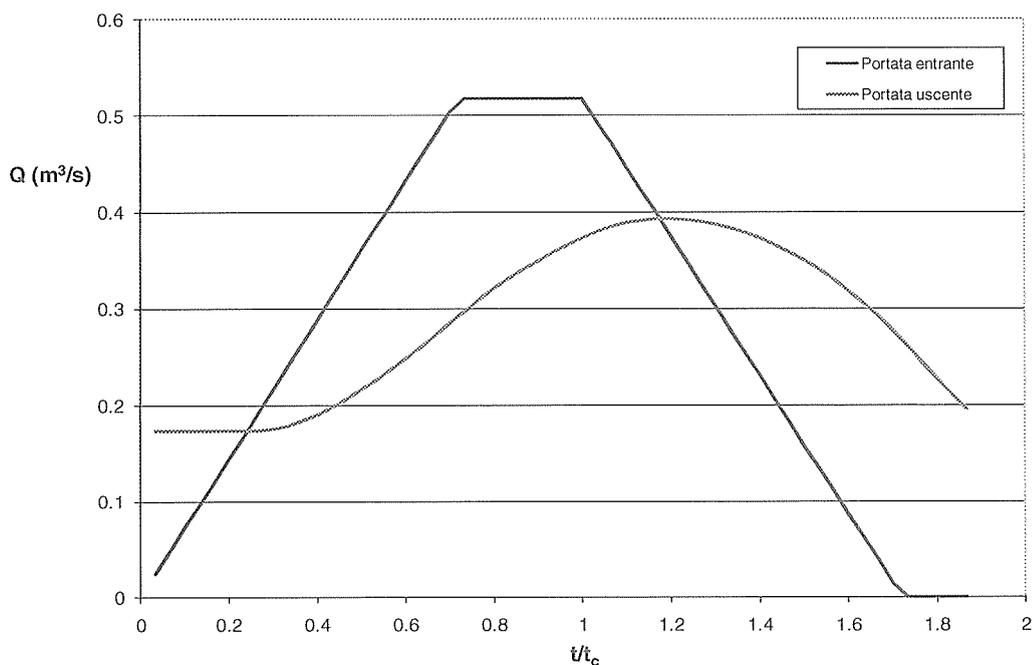


Figura 60 - Fosso F14. Andamento temporale della portata durante l'evento critico

Relazione di dimensionamento idraulico opere di sede
 da km 0+000 a km 9+750

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 RI	ID 00 00 001	A	44 di 63

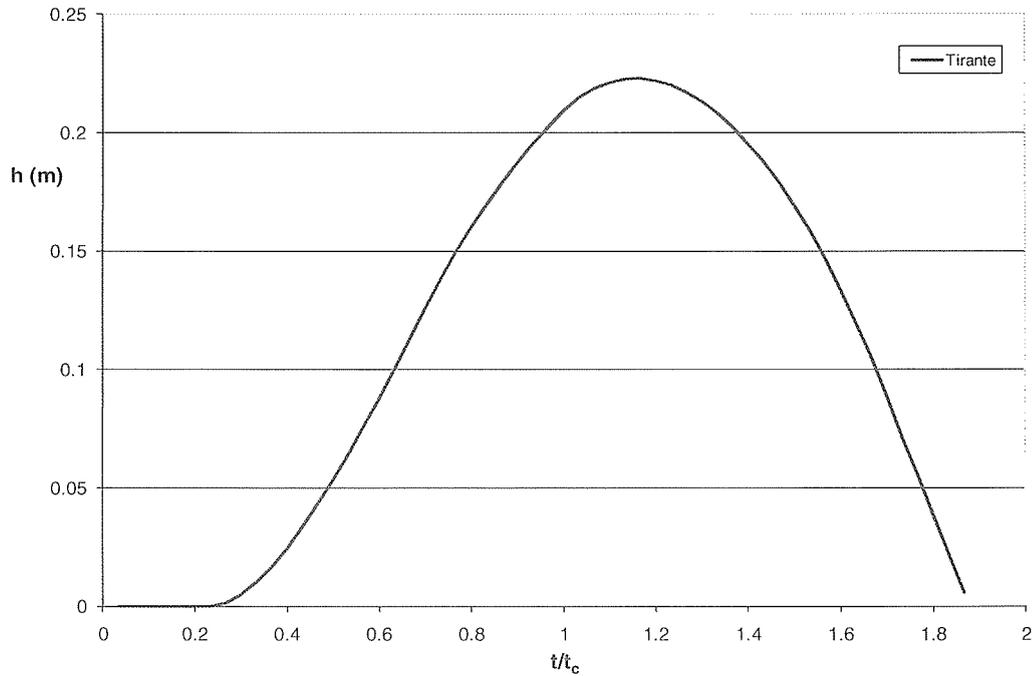


Figura 61 - Fosso F14. Andamento temporale del tirante durante l'evento critico

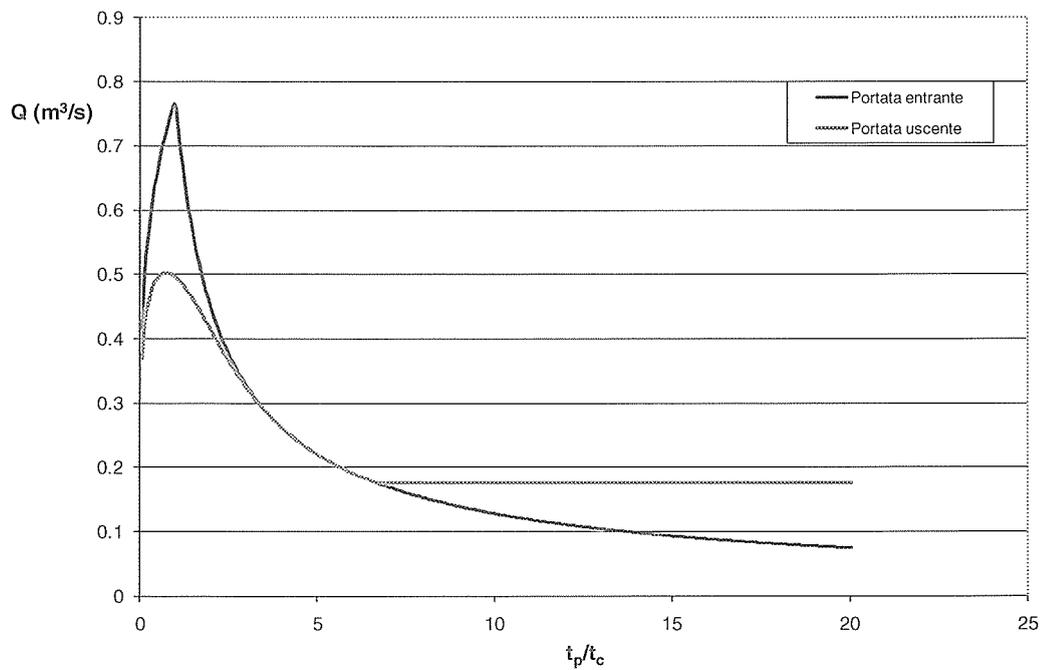


Figura 62 - Fosso F15. Curva dei massimi di portata al variare della durata dell'evento

Relazione di dimensionamento idraulico opere di sede
 da km 0+000 a km 9+750

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 RI	ID 00 00 001	A	45 di 63

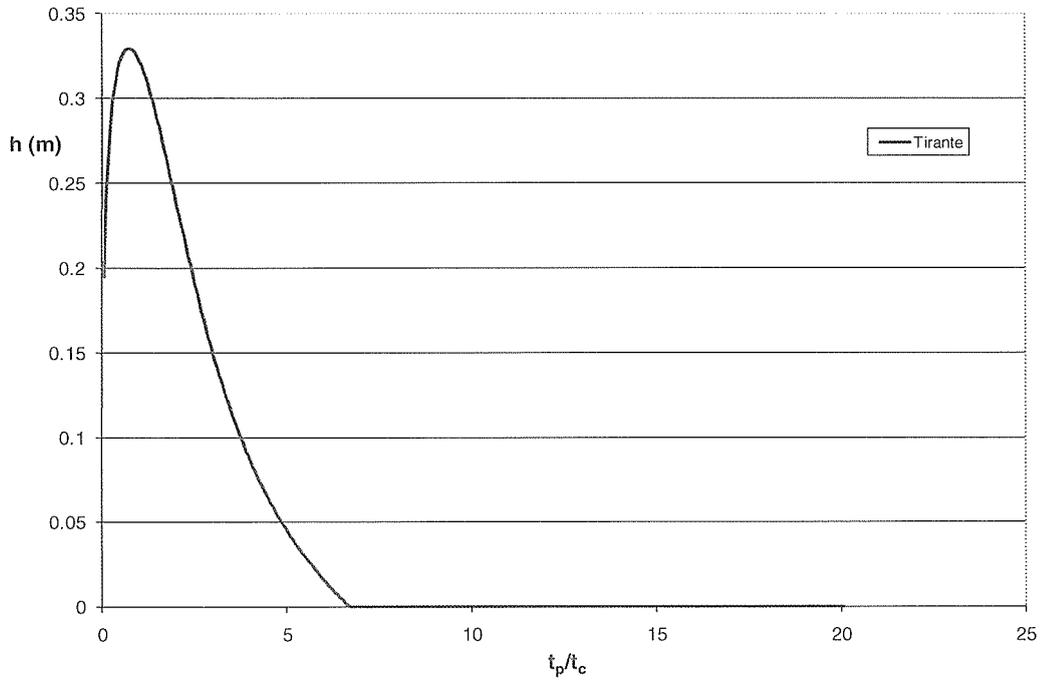


Figura 63 - Fosso F15. Curva dei massimi di tirante al variare della durata dell'evento

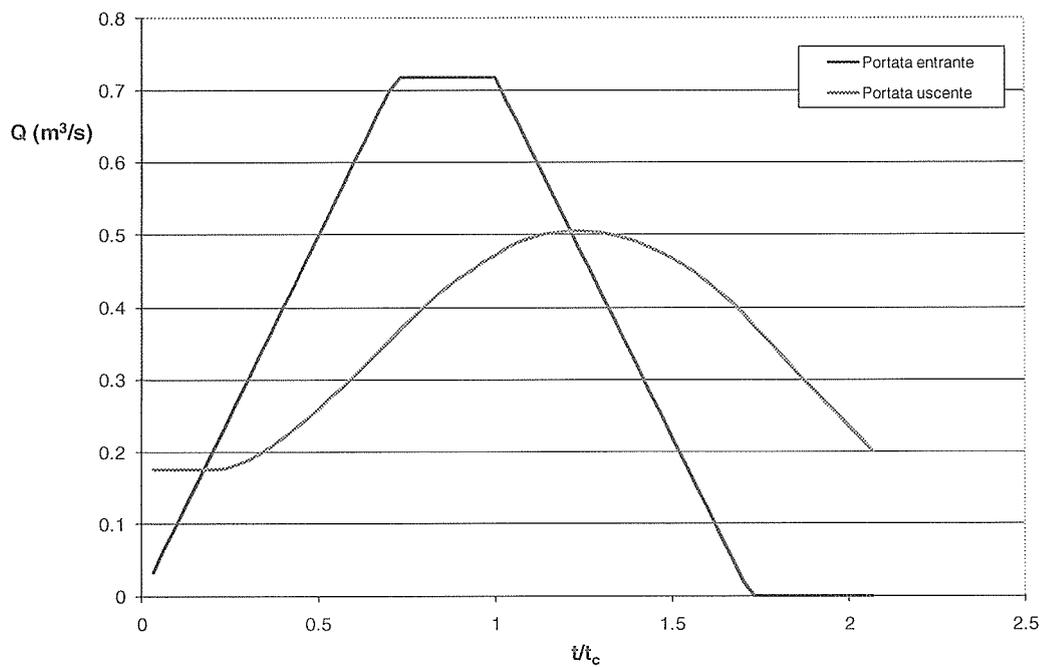


Figura 64 - Fosso F15. Andamento temporale della portata durante l'evento critico

Relazione di dimensionamento idraulico opere di sede
 da km 0+000 a km 9+750

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 RI	ID 00 00 001	A	46 di 63

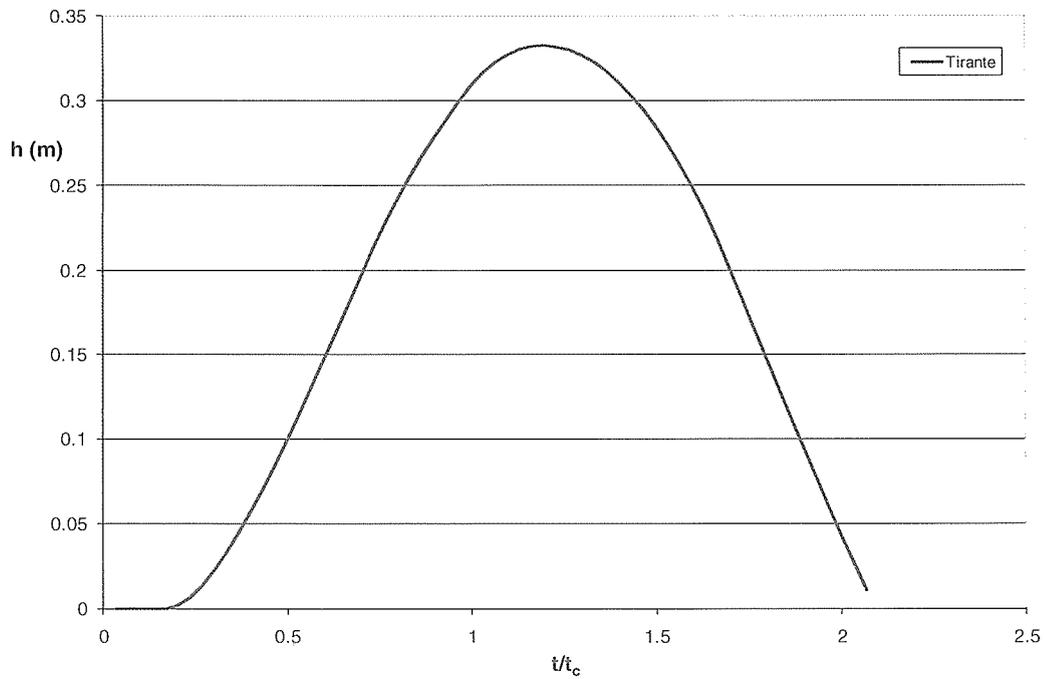


Figura 65 - Fosso F15. Andamento temporale del tirante durante l'evento critico

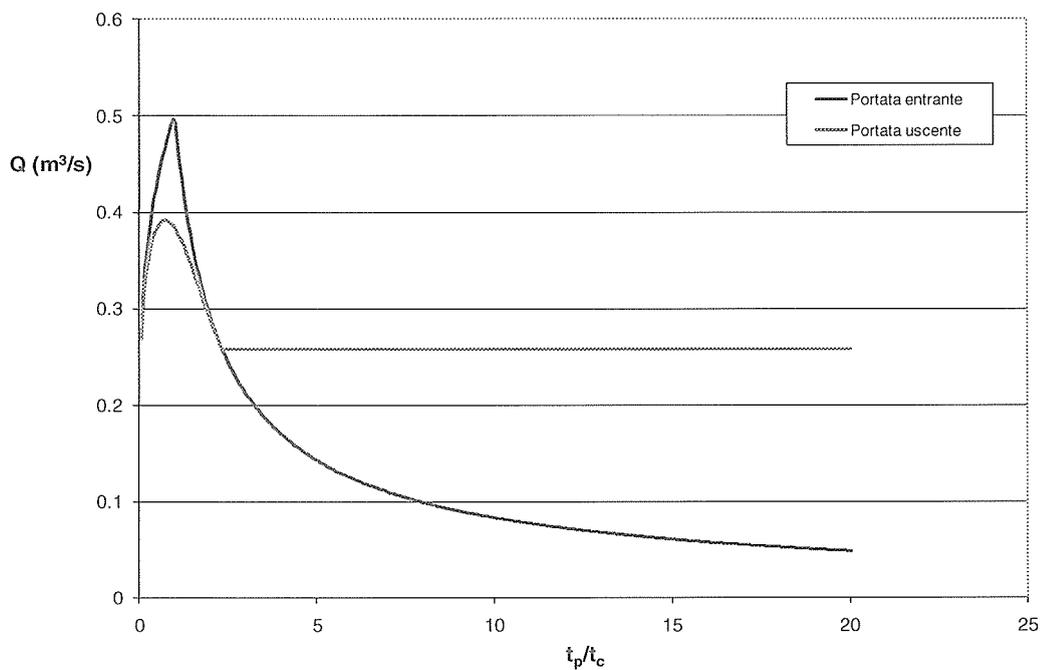


Figura 66 - Fosso F16. Curva dei massimi di portata al variare della durata dell'evento

Relazione di dimensionamento idraulico opere di sede
 da km 0+000 a km 9+750

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 RI	ID 00 00 001	A	47 di 63

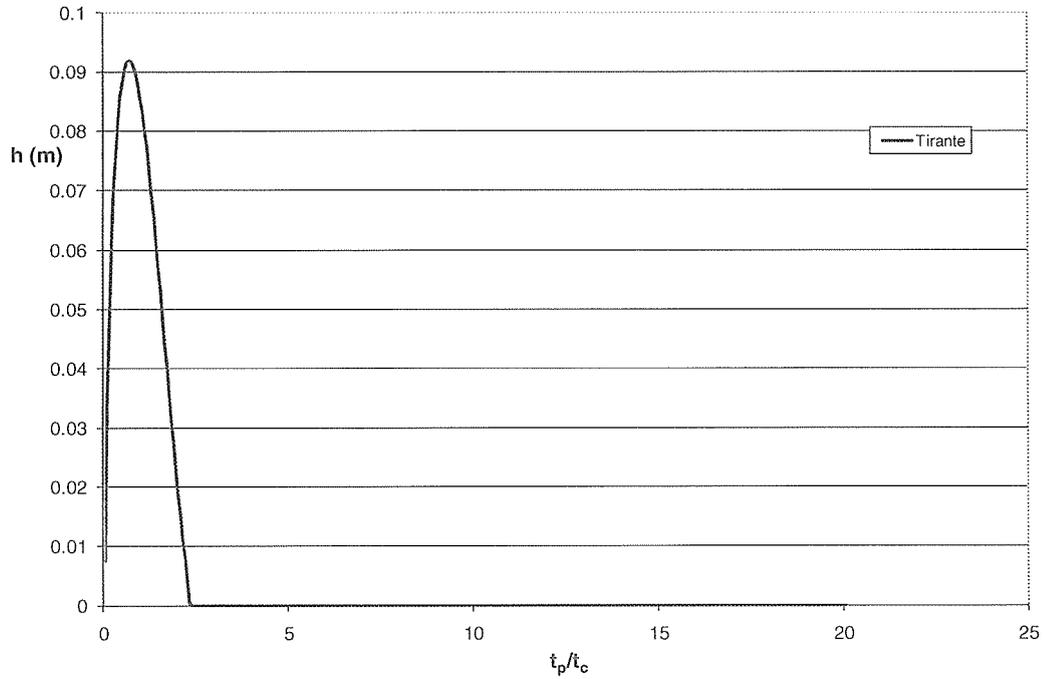


Figura 67 - Fosso F16. Curva dei massimi di tirante al variare della durata dell'evento

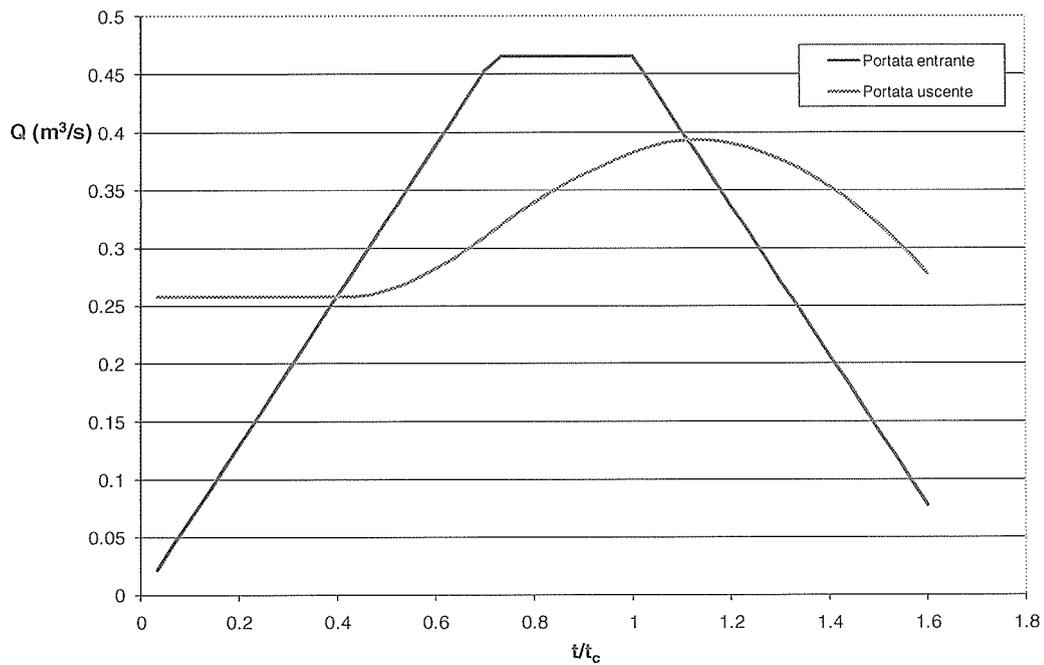


Figura 68 - Fosso F16. Andamento temporale della portata durante l'evento critico

Relazione di dimensionamento idraulico opere di sede da km 0+000 a km 9+750

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 RI	ID 00 00 001	A	48 di 63

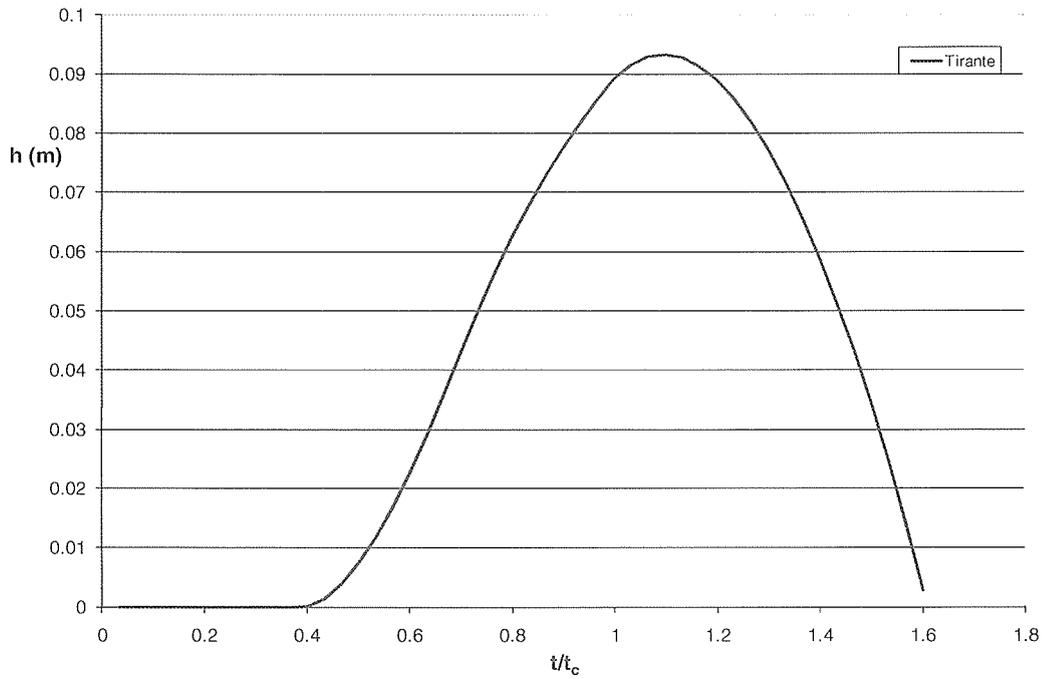


Figura 69 - Fosso F16. Andamento temporale del tirante durante l'evento critico

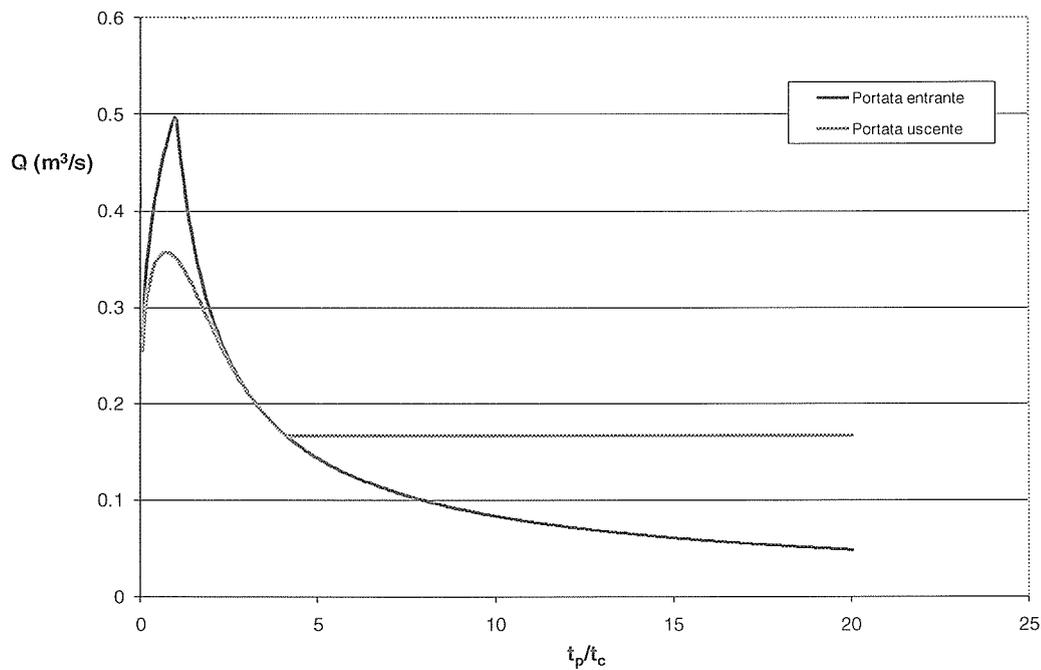


Figura 70 - Fosso F17. Curva dei massimi di portata al variare della durata dell'evento

Relazione di dimensionamento idraulico opere di sede
 da km 0+000 a km 9+750

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 RI	ID 00 00 001	A	49 di 63

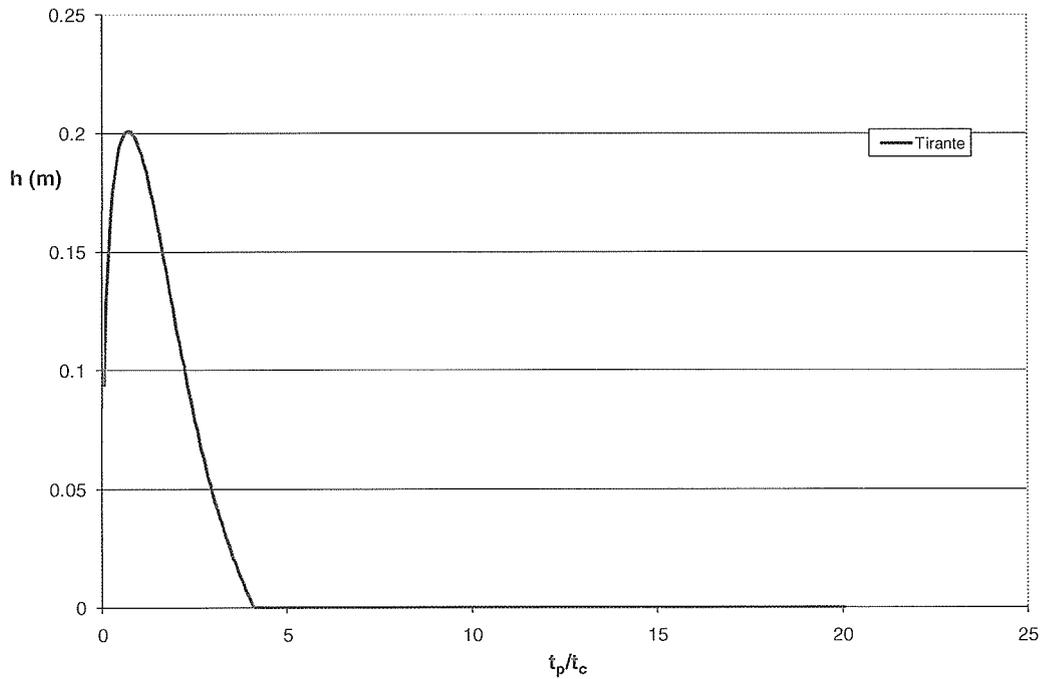


Figura 71 - Fosso F17. Curva dei massimi di tirante al variare della durata dell'evento

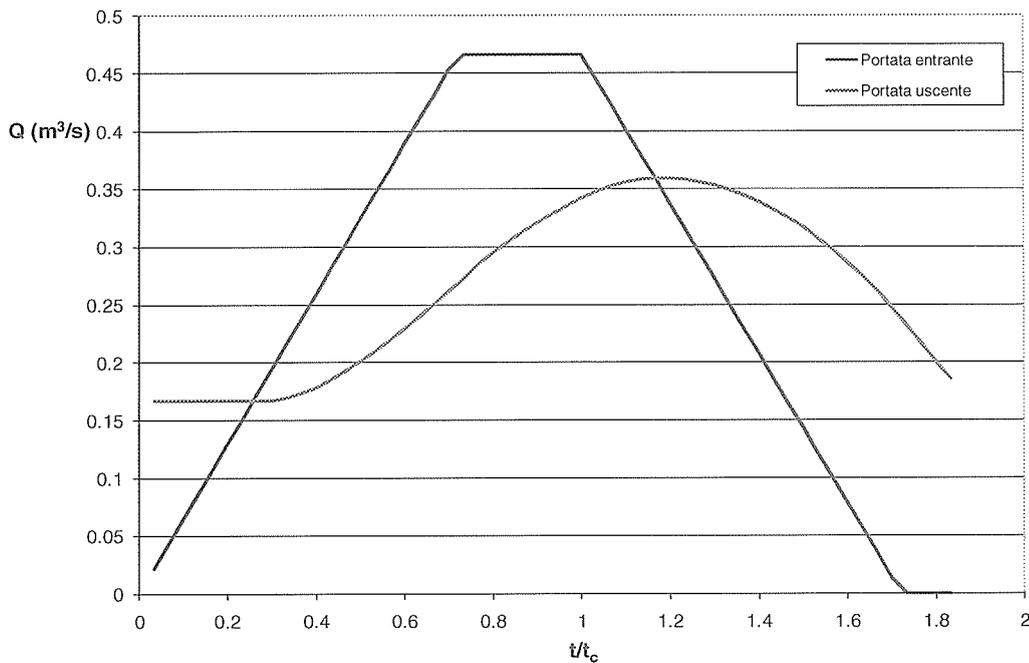


Figura 72 - Fosso F17. Andamento temporale della portata durante l'evento critico

Relazione di dimensionamento idraulico opere di sede da km 0+000 a km 9+750

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 RI	ID 00 00 001	A	50 di 63

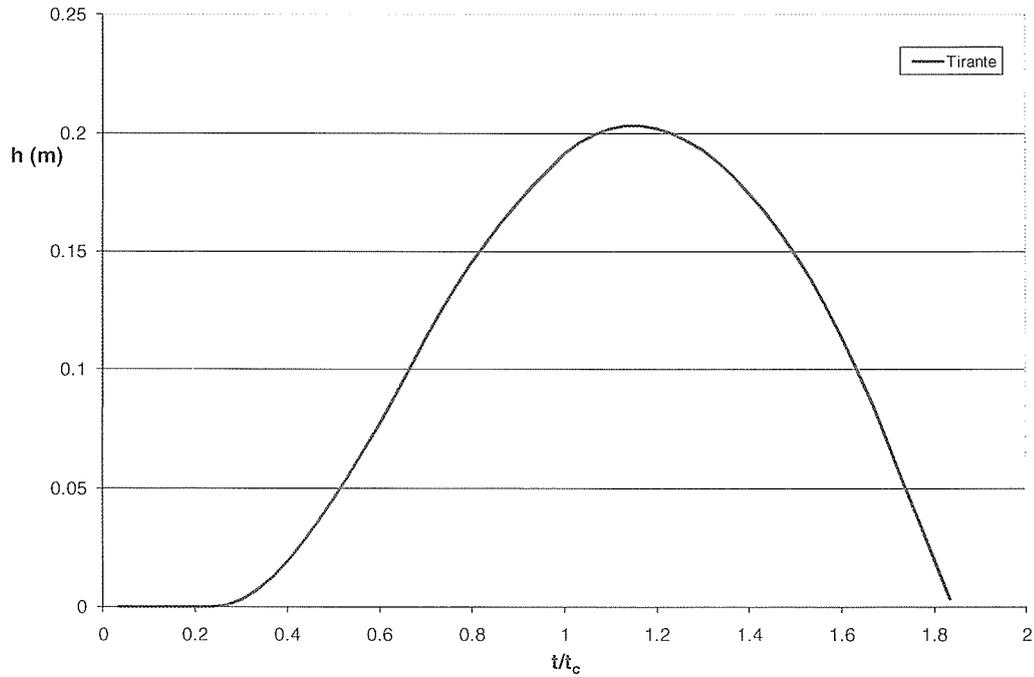


Figura 73 - Fosso F17. Andamento temporale del tirante durante l'evento critico

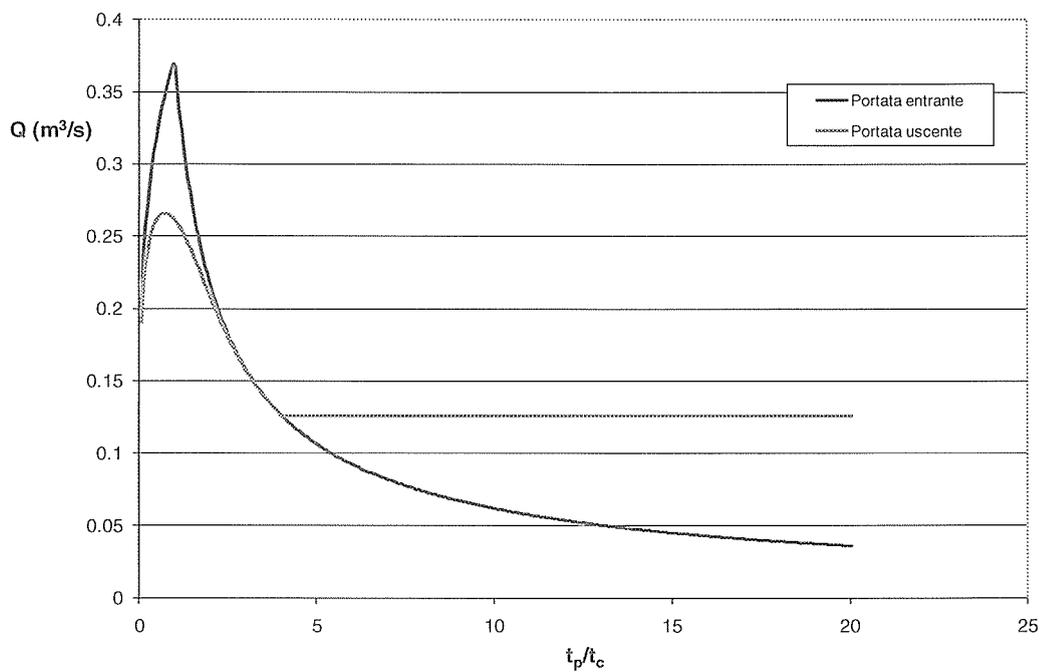


Figura 74 - Fosso F18. Curva dei massimi di portata al variare della durata dell'evento

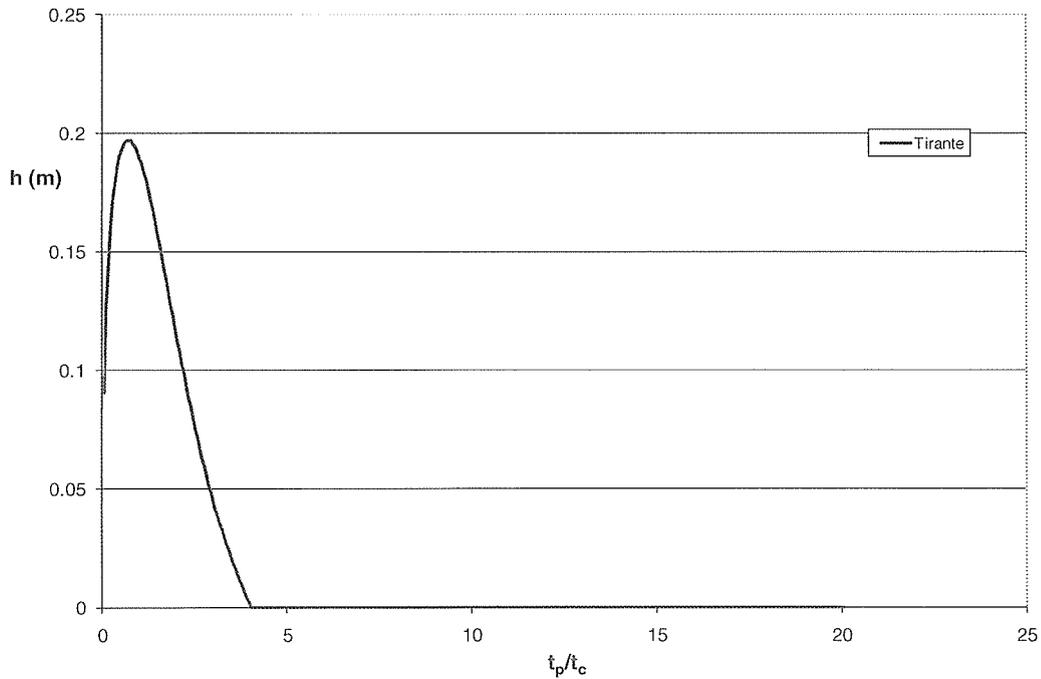


Figura 75 - Fosso F18. Curva dei massimi di tirante al variare della durata dell'evento

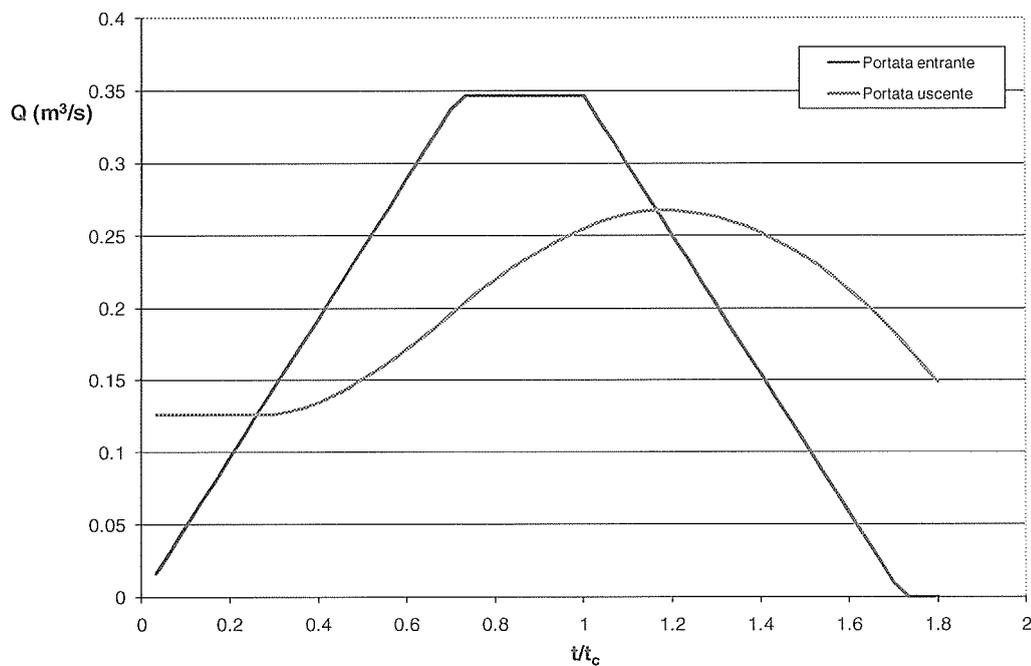


Figura 76 - Fosso F18. Andamento temporale della portata durante l'evento critico

Relazione di dimensionamento idraulico opere di sede da km 0+000 a km 9+750

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 RI	ID 00 00 001	A	52 di 63

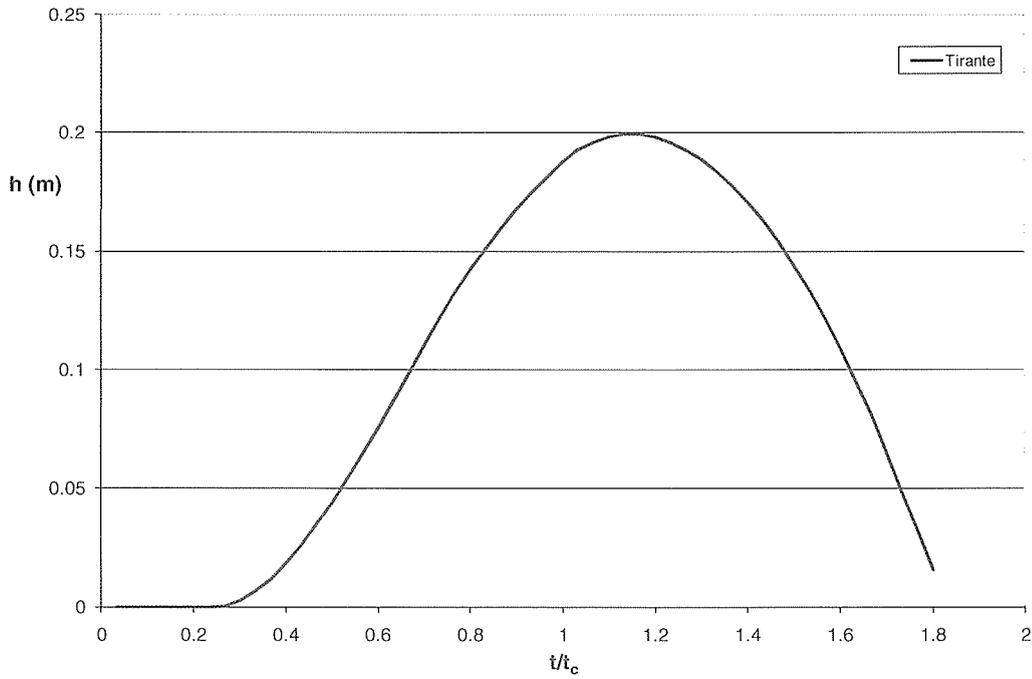


Figura 77 - Fosso F18. Andamento temporale del tirante durante l'evento critico

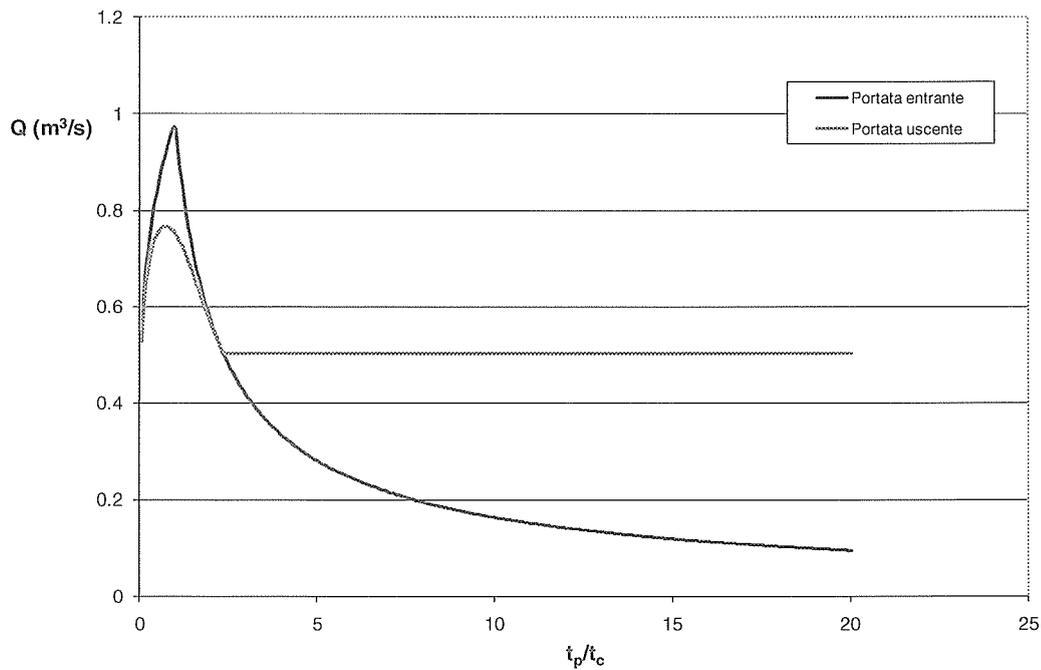


Figura 78 - Fosso F19. Curva dei massimi di portata al variare della durata dell'evento

Relazione di dimensionamento idraulico opere di sede da km 0+000 a km 9+750

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 RI	ID 00 00 001	A	53 di 63

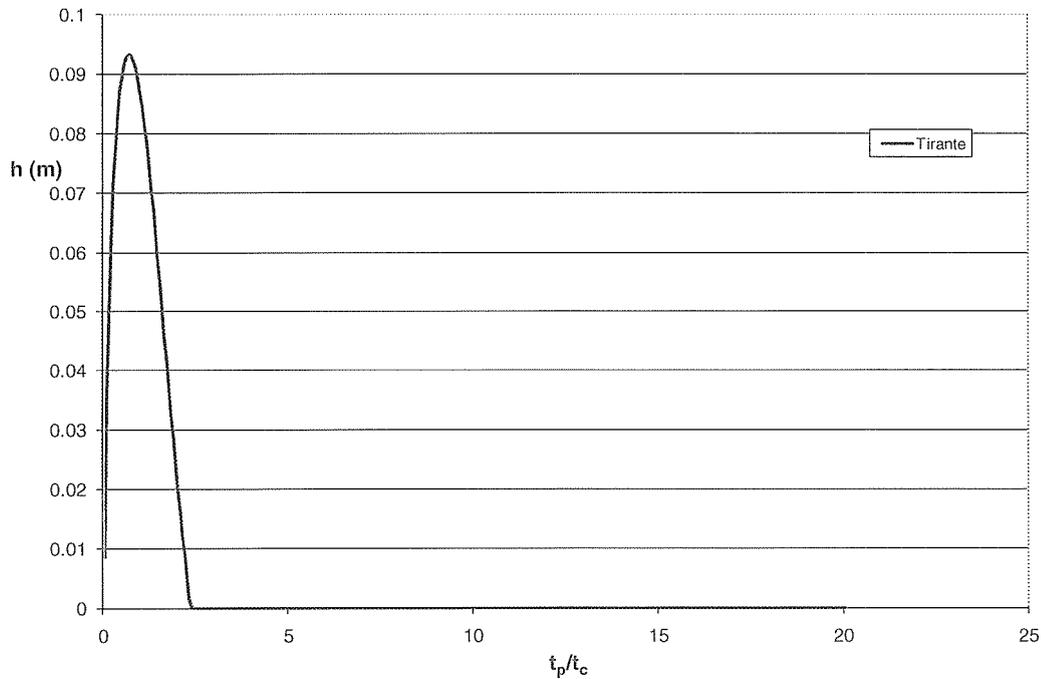


Figura 79 - Fosso F19. Curva dei massimi di tirante al variare della durata dell'evento :

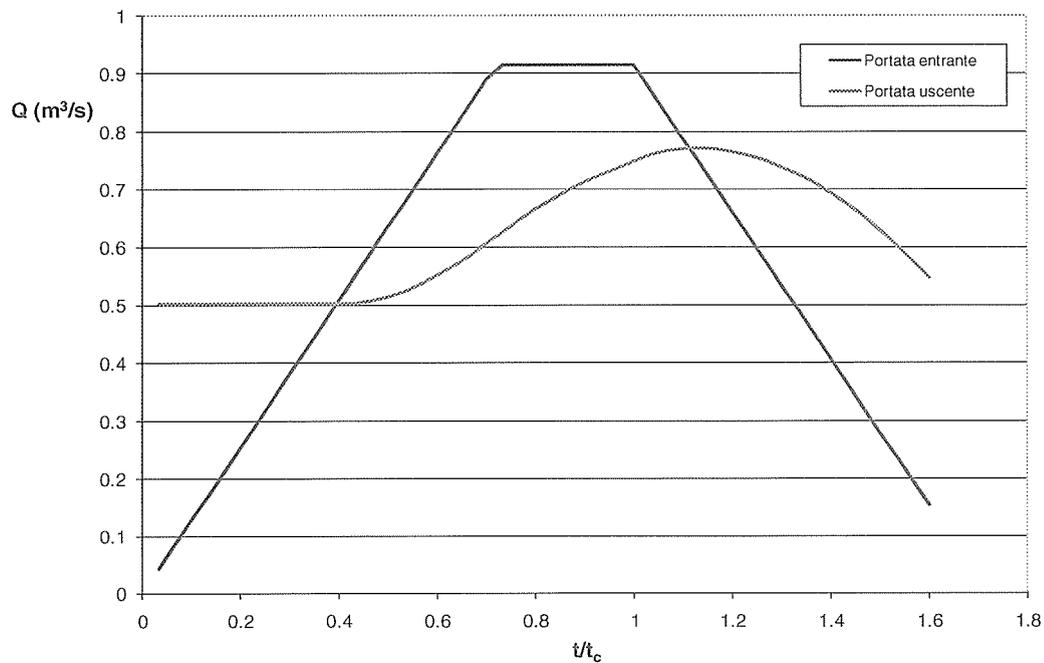


Figura 80 - Fosso F19. Andamento temporale della portata durante l'evento critico

Relazione di dimensionamento idraulico opere di sede da km 0+000 a km 9+750

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 RI	ID 00 00 001	A	54 di 63

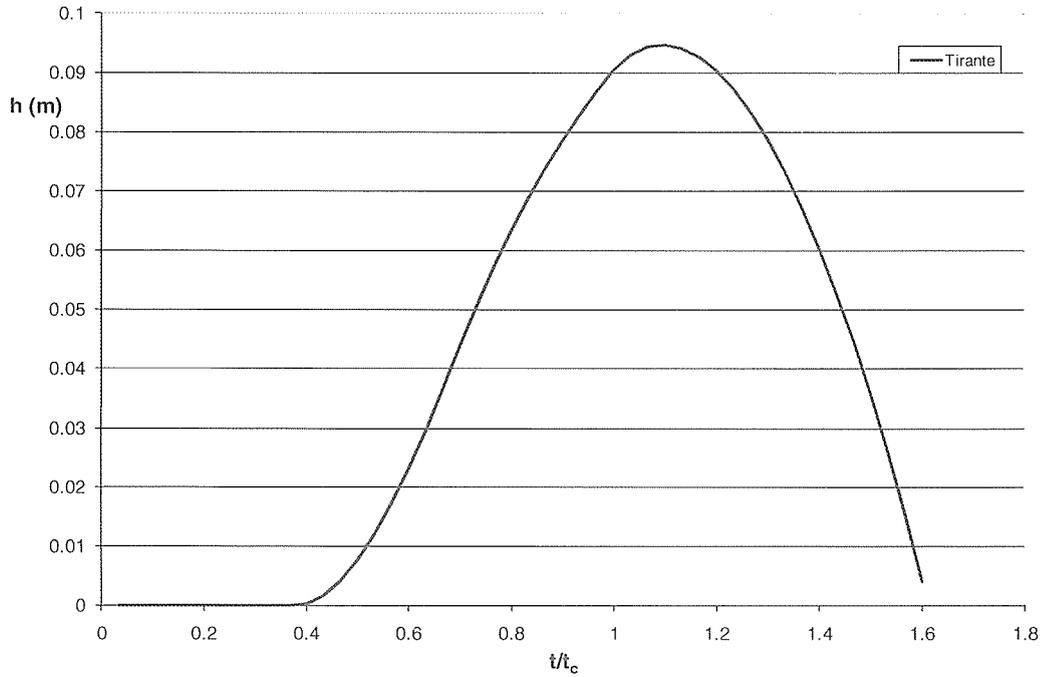


Figura 81 - Fosso F19. Andamento temporale del tirante durante l'evento critico

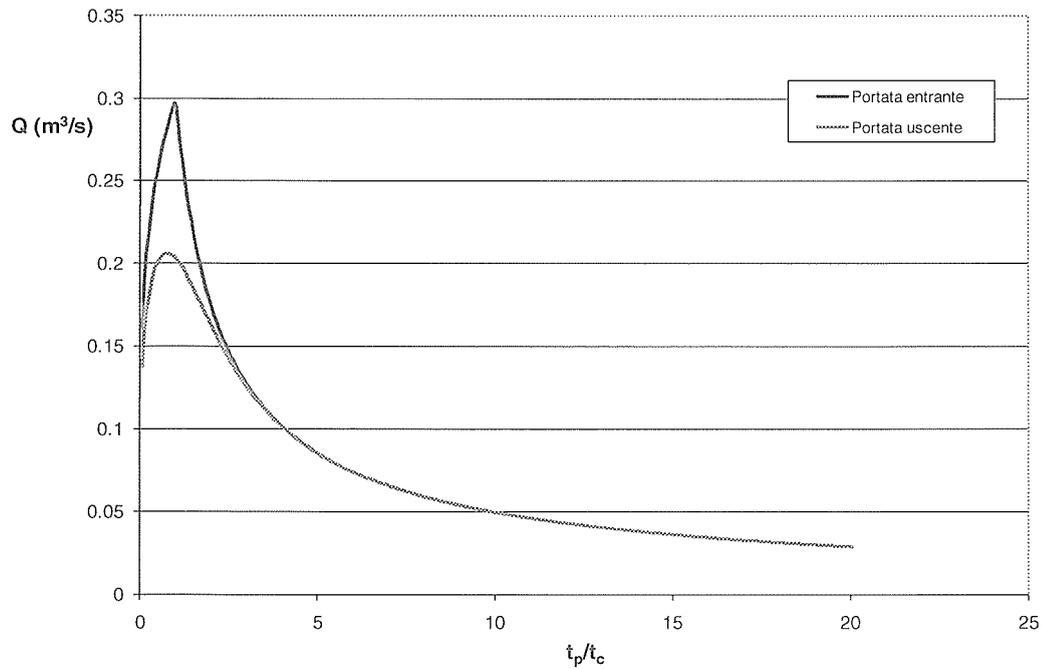


Figura 82 - Fosso F20. Curva dei massimi di portata al variare della durata dell'evento

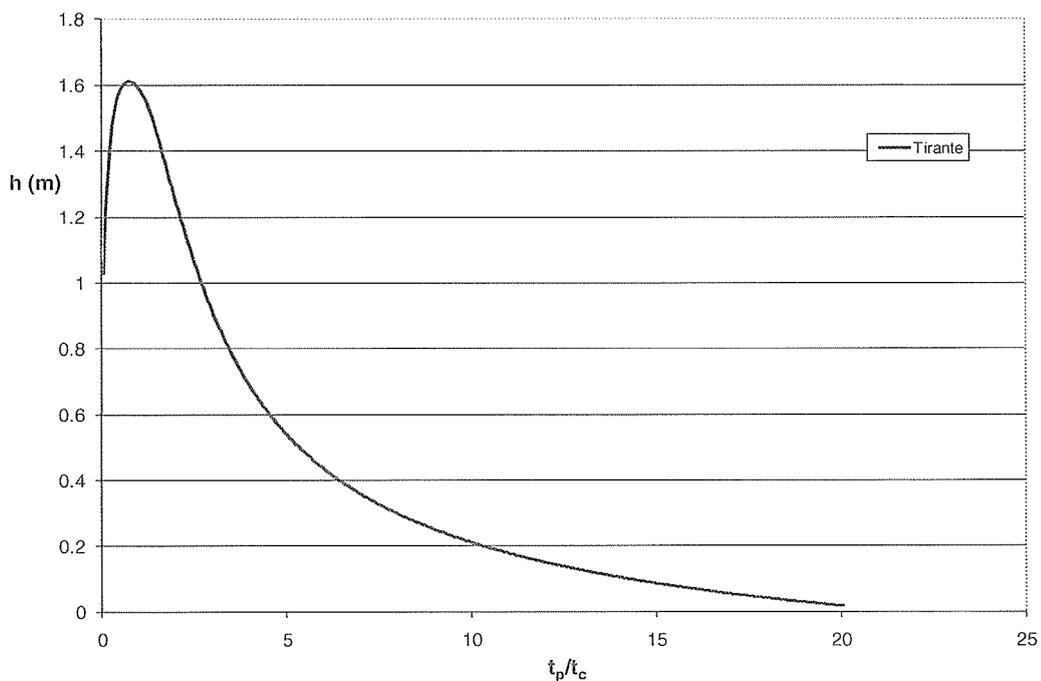


Figura 83 - Fosso F20. Curva dei massimi di tirante al variare della durata dell'evento

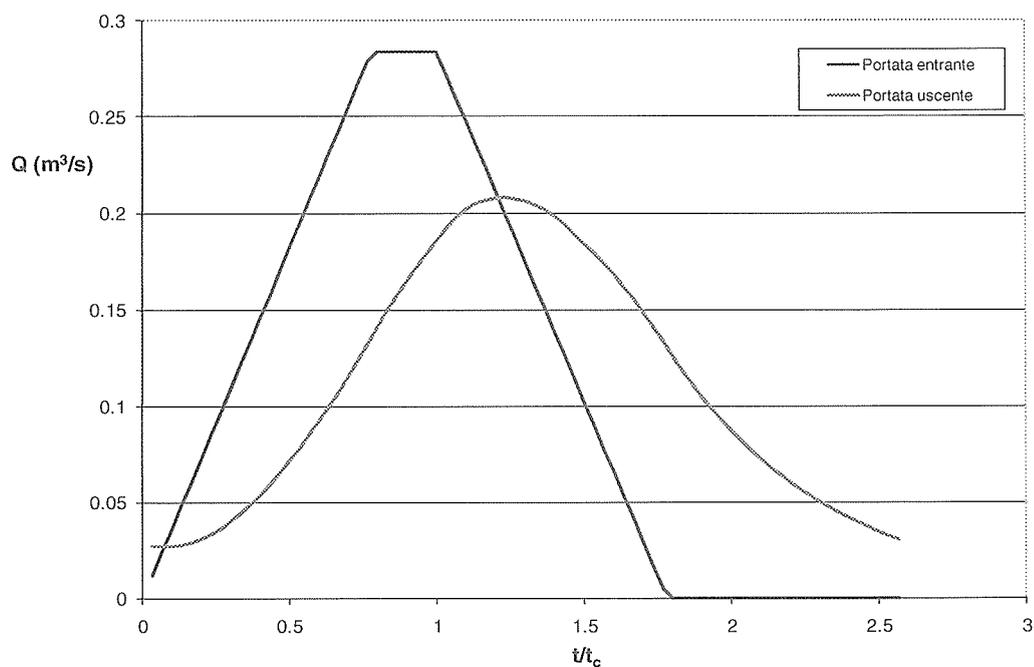


Figura 84 - Fosso F20. Andamento temporale della portata durante l'evento critico

Relazione di dimensionamento idraulico opere di sede
 da km 0+000 a km 9+750

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 RI	ID 00 00 001	A	56 di 63

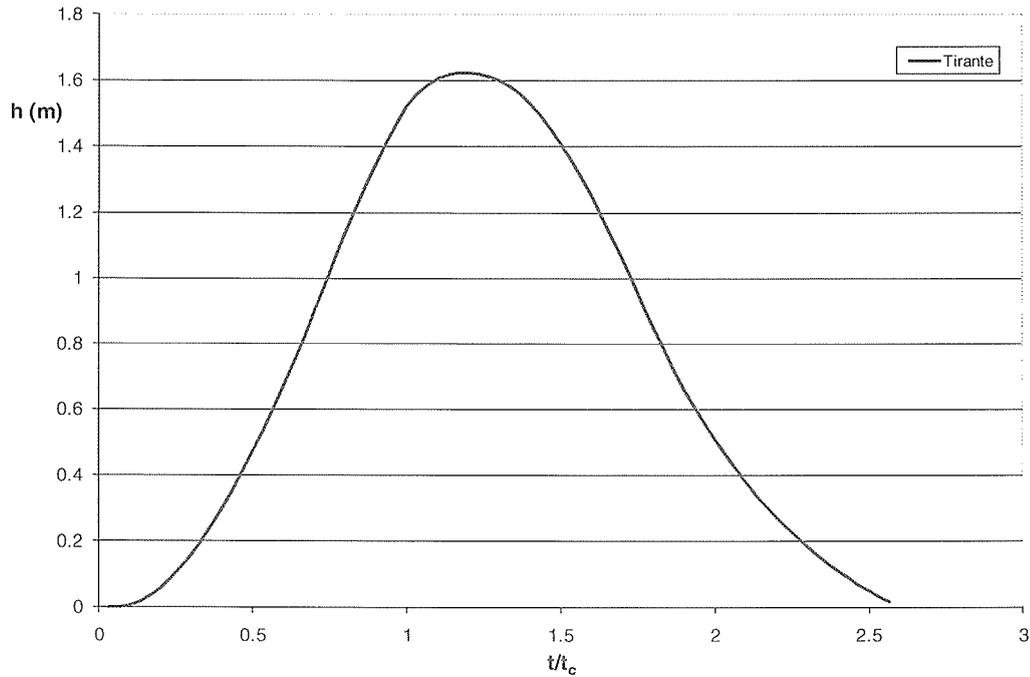


Figura 85 - Fosso F20. Andamento temporale del tirante durante l'evento critico

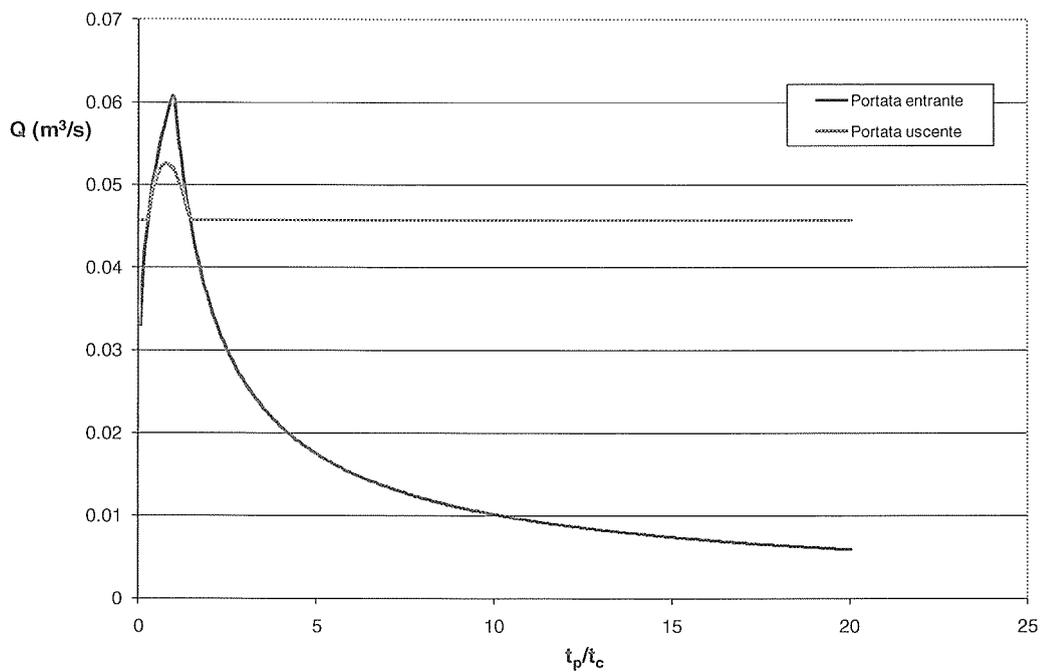


Figura 86 - Fosso F21. Curva dei massimi di portata al variare della durata dell'evento

Relazione di dimensionamento idraulico opere di sede
 da km 0+000 a km 9+750

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 RI	ID 00 00 001	A	57 di 63

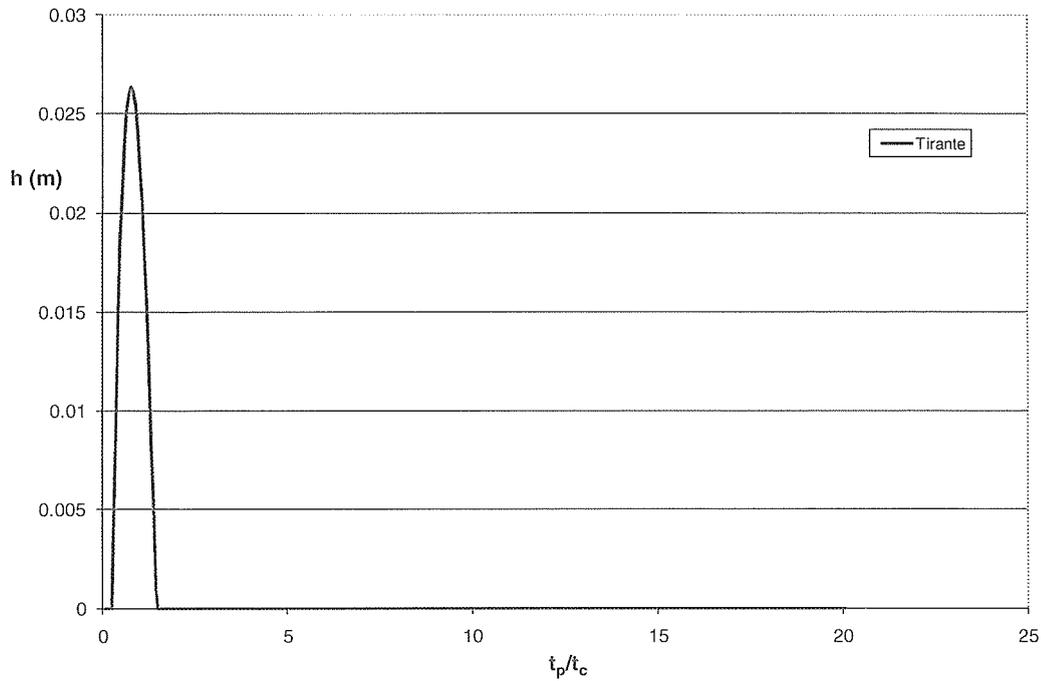


Figura 87 - Fosso F21. Curva dei massimi di tirante al variare della durata dell'evento

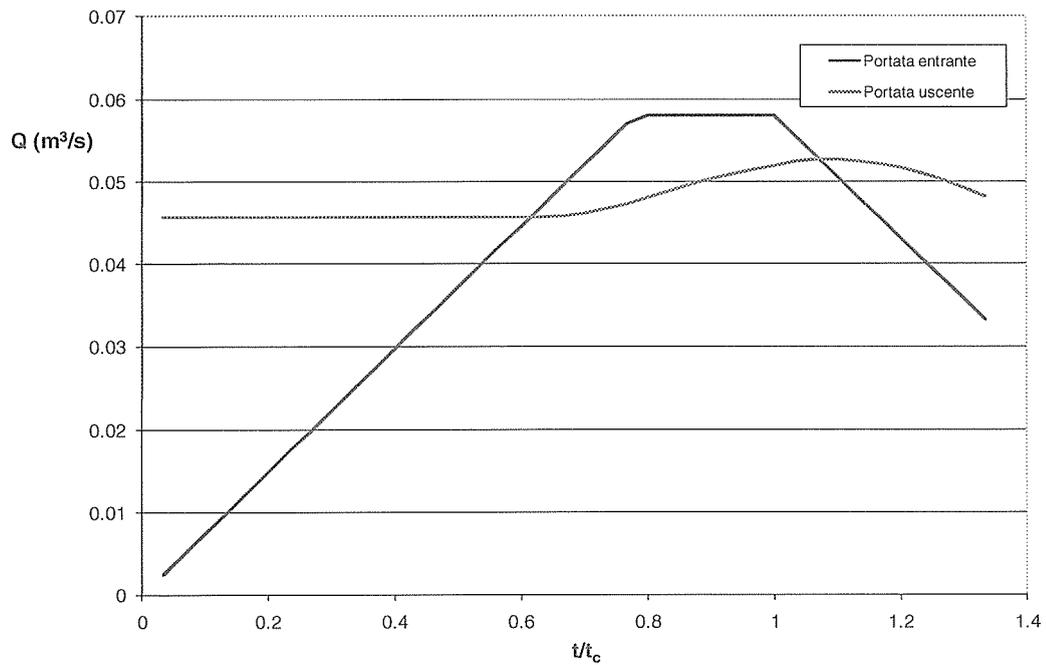


Figura 88 - Fosso F21. Andamento temporale della portata durante l'evento critico

Relazione di dimensionamento idraulico opere di sede da km 0+000 a km 9+750

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 RI	ID 00 00 001	A	58 di 63

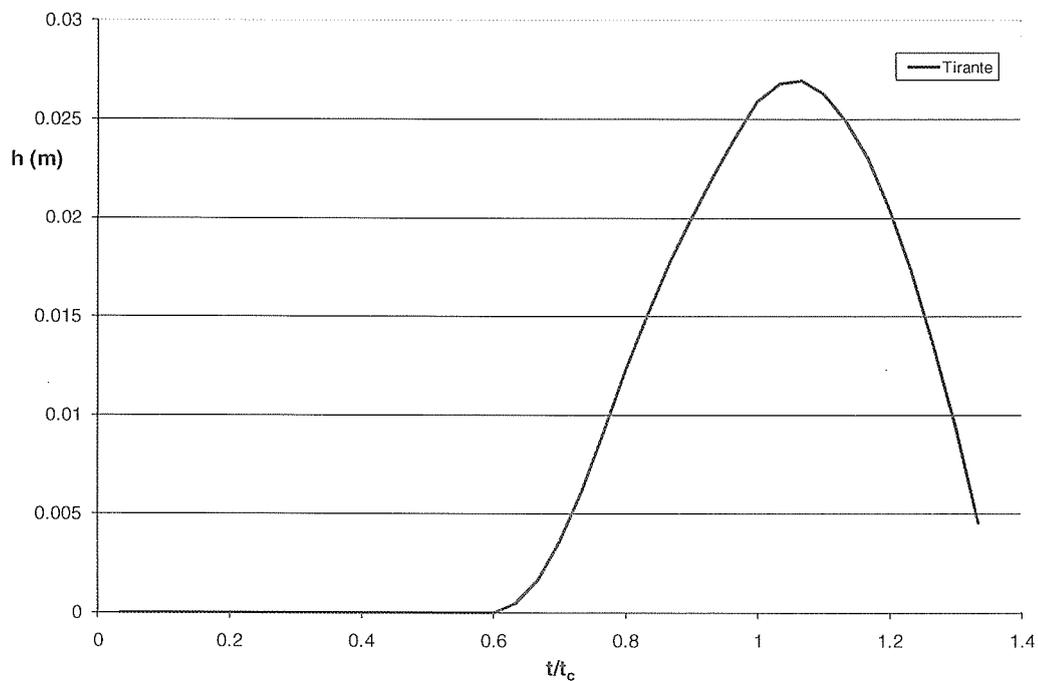


Figura 89 - Fosso F21. Andamento temporale del tirante durante l'evento critico

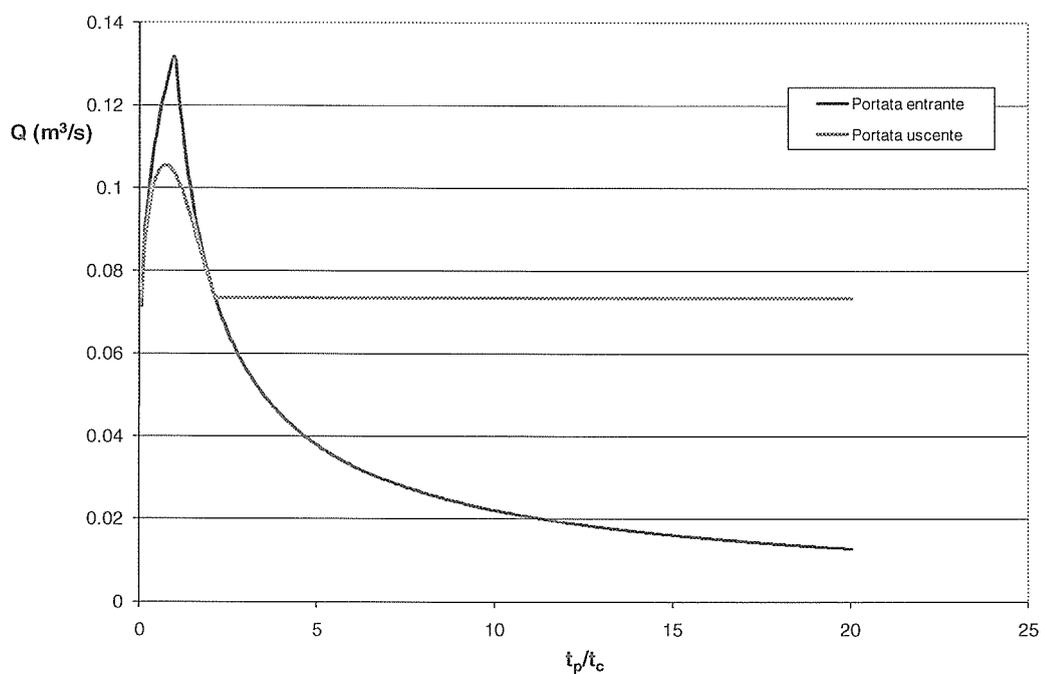


Figura 90 - Fosso F22. Curva dei massimi di portata al variare della durata dell'evento

Relazione di dimensionamento idraulico opere di sede
 da km 0+000 a km 9+750

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 RI	ID 00 00 001	A	59 di 63

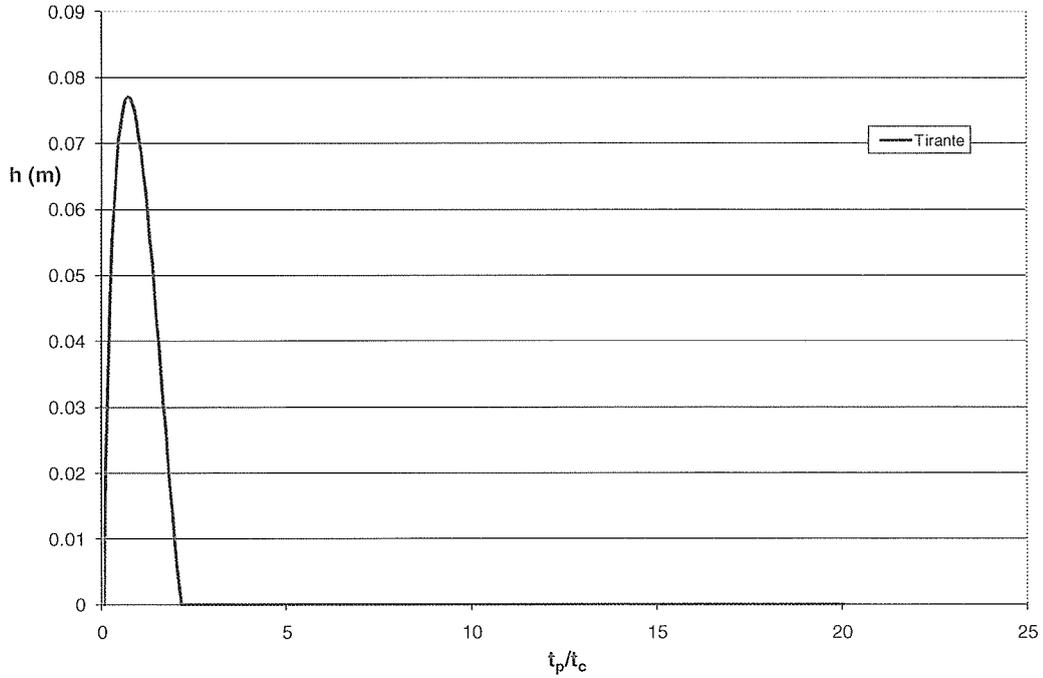


Figura 91 - Fosso F22. Curva dei massimi di tirante al variare della durata dell'evento

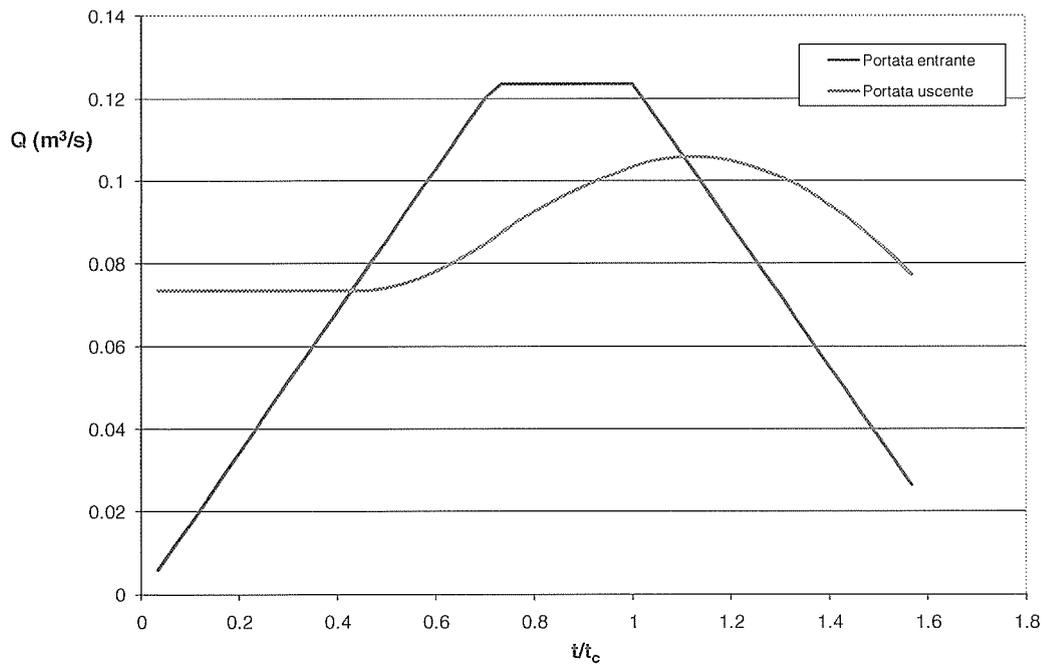


Figura 92 - Fosso F22. Andamento temporale della portata durante l'evento critico

Relazione di dimensionamento idraulico opere di sede da km 0+000 a km 9+750

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 RI	ID 00 00 001	A	60 di 63

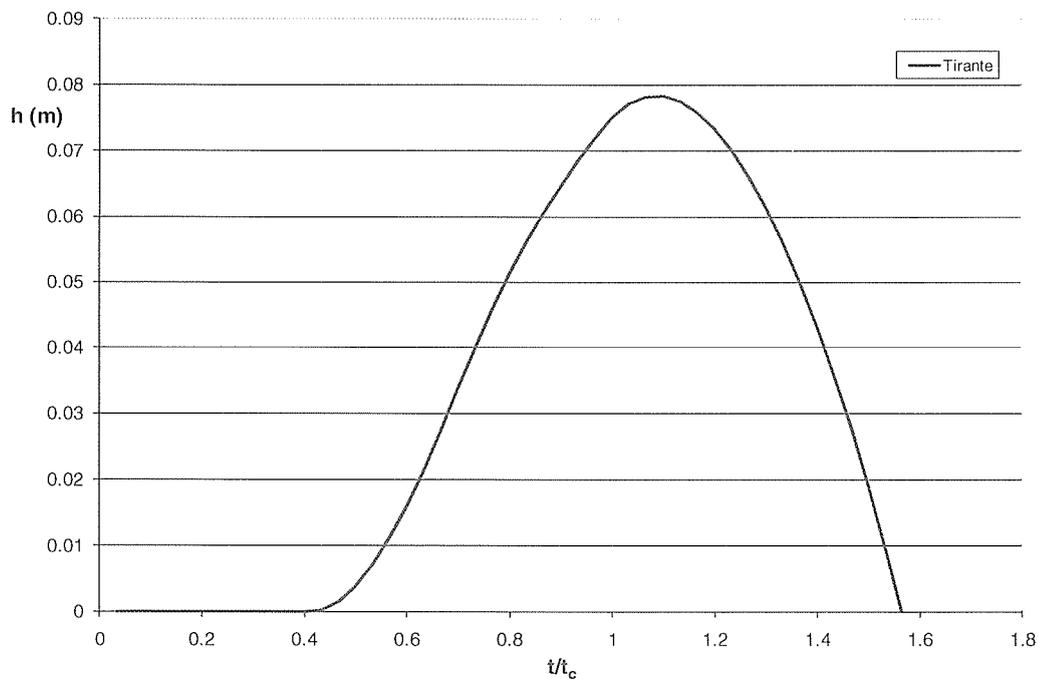


Figura 93 - Fosso F22. Andamento temporale del tirante durante l'evento critico

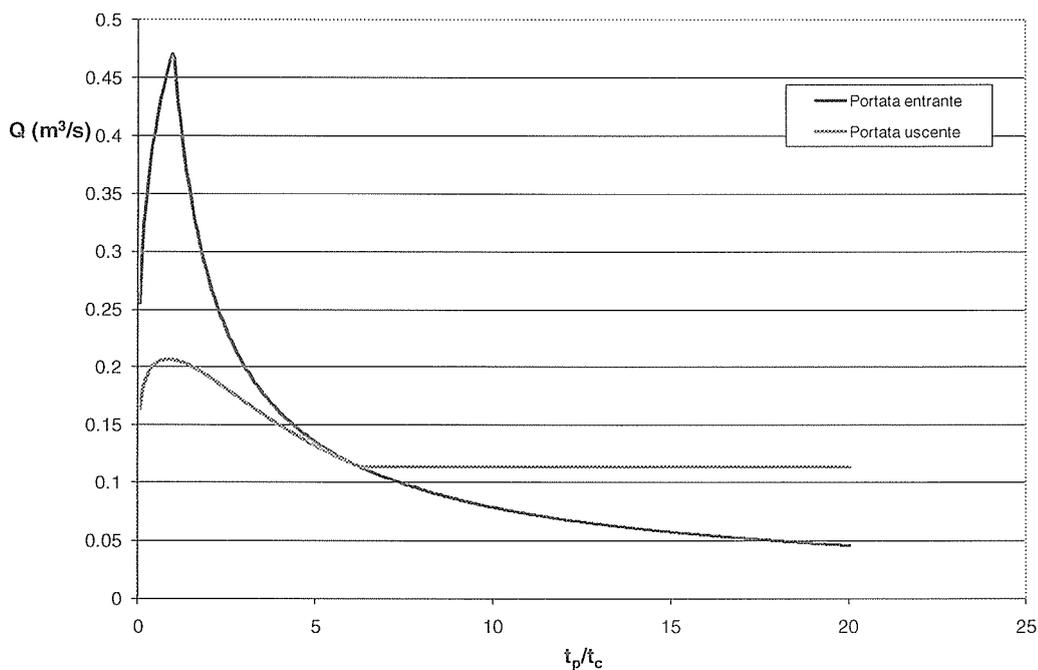


Figura 94 - Trincea drenante F23. Curva dei massimi di portata al variare della durata dell'evento

Relazione di dimensionamento idraulico opere di sede
 da km 0+000 a km 9+750

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 RI	ID 00 00 001	A	61 di 63

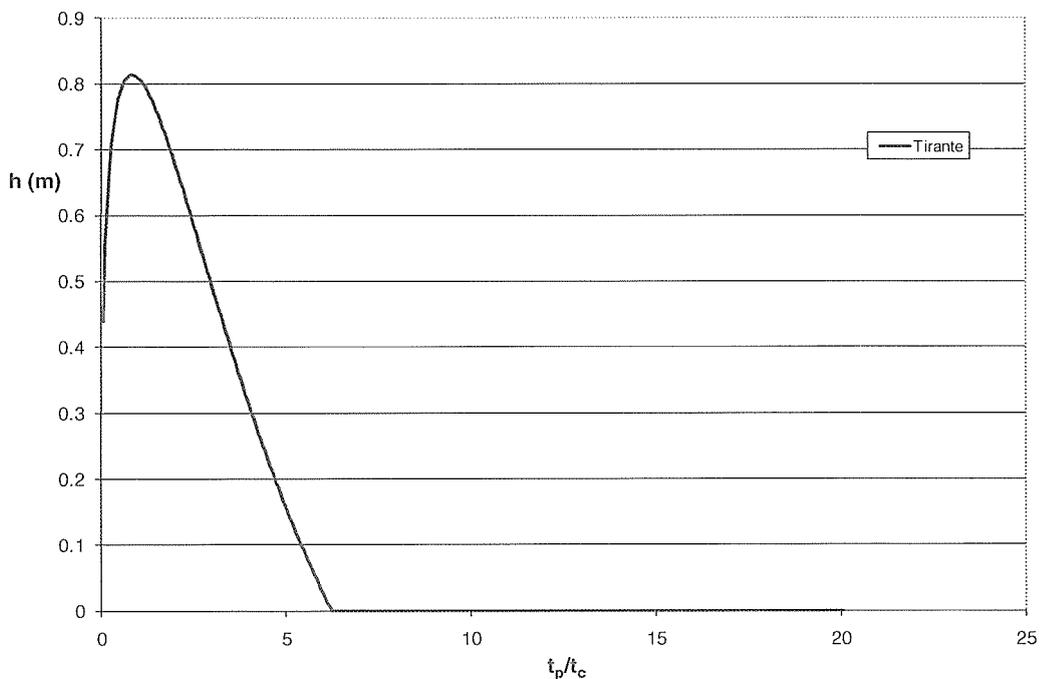


Figura 95 - Trincea drenante F23. Curva dei massimi di tirante al variare della durata dell'evento

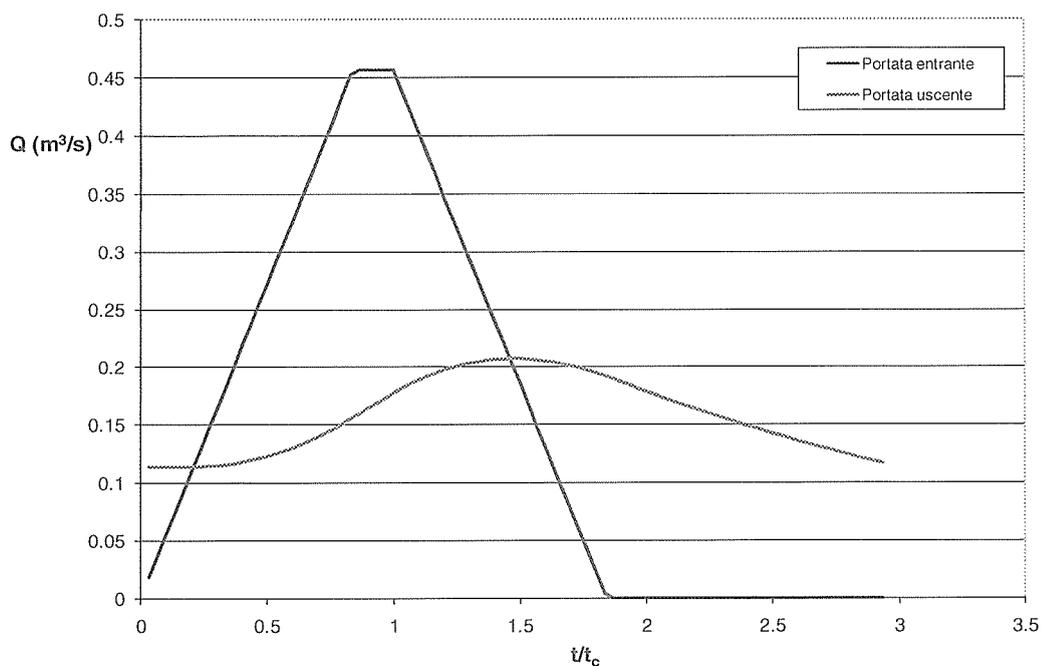


Figura 96 - Trincea drenante F23. Andamento temporale della portata durante l'evento critico

Relazione di dimensionamento idraulico opere di sede
 da km 0+000 a km 9+750

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 RI	ID 00 00 001	A	62 di 63

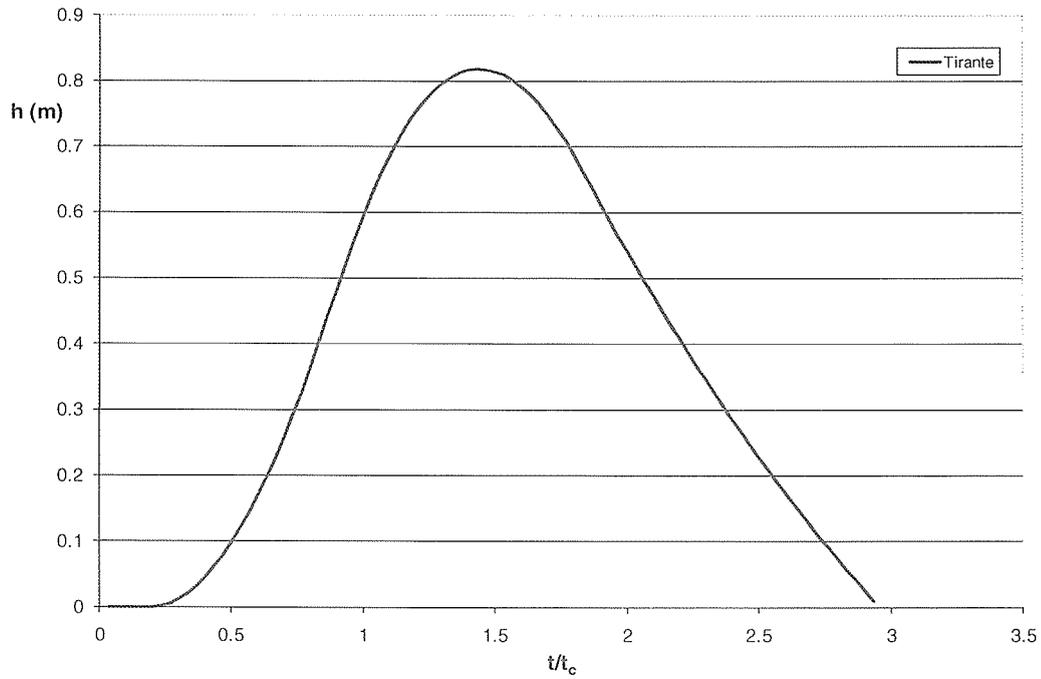


Figura 97 - Trincea drenante F23. Andamento temporale del tirante durante l'evento critico



POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA
PROGETTO DEFINITIVO PER APPALTO INTEGRATO
QUADRUPPLICAMENTO RHO-PARABIAGO E RACCORDO Y

Relazione di dimensionamento idraulico opere di sede
da km 0+000 a km 9+750

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 RI	ID 00 00 001	A	63 di 63

6 MATERIALI IMPIEGATI

Le canalette sono previste realizzate con impasto di conglomerato cementizio armato semiasciutto sottoposto, per l'ottenimento di una resistenza non inferiore ad $R_{bK} 350 \text{ kg / cm}^2$, a ciclo lavorativo di vibrazione e compressione. L'armatura è costituita da gabbia rigida in acciaio singola elettrosaldata a barre longitudinali.

Le tubazioni sono previste in PVC rigido con giunto a bicchiere con anello elastomerico per condotte interrate non in pressione conformi alle norme UNI EN 1401 con classe di rigidità SN8 (8 kN/m^2).

I pozzetti, con finalità sia di ispezione che di confluenza saranno prefabbricati e realizzati in cemento Tipo 42.5 R e inerti lavati e vagliati per ottenere un cls di classe maggiore di 35 Mpa. La posa avverrà su platea realizzata in calcestruzzo di spessore 0.10 m e le sigillature saranno realizzate con malta cementizia.