



# Il Sindaco del Comune di Messina

Commissario Delegato ex O.P.C.M. n. 3721 del 19 Dicembre 2008

## ENTE APPALTANTE

Commissario Delegato per l'Emergenza Traffico a Messina ex OPCM 3633/07 e successive, con sede presso il Comune di Messina, Piazza Unione Europea, 98100 Messina

## A.T.I. IMPRESE



Nuova CO.ED.MAR Srl  
Via Banchina F - Val da Rio  
30015 Chioggia (VE)



CONSORZIO COOPERATIVE COSTRUZIONI

Consorzio Cooperative Costruzioni  
CCC Società Cooperativa  
Via Marco Emilio Lepido, 182/2  
40132 Bologna

## PROGETTAZIONE



favero&milan ingegneria

30035 Mirano (VE) Tel. +39 041 5785 711  
Viale Belvedere 8/10 Fax +39 041 4355 933  
www.favero-milan.com fm@favero-milan.com



20143 Milano Tel. +39 02 8942 2685  
Viale Cassala, 11 Fax +39 02 8942 5133  
mail@idrotec-ingegneria.it

Ing. Vincenzo Iacopino

Viale Regina Elena, 125 - Messina

Studio Tecnico Falzea

Via 1° Settembre, 37 - Messina

Arch. Claudio Lucchesi

Via Roma, 117 - Pace del Mela (ME)

Ing. Manlio Marino

Via Placida, 6 - Messina

Dott. Geol. Sergio Dolfin

Via Marina, 4 - Torre Faro (ME)

## PROGETTO

**COMUNE DI MESSINA  
LAVORI DI COSTRUZIONE DELLA PIATTAFORMA  
LOGISTICA INTERMODALE TREMESTIERI CON ANNESSO  
SCALO PORTUALE - PRIMO STRALCIO FUNZIONALE**

## EMISSIONE

# PROGETTO DEFINITIVO

## TITOLO

**PARTE GENERALE  
RELAZIONE IDROLOGICA**

REV.	DATA	FILE	OGGETTO	DIS.	APPR.
a	-	-	-	-	-
b					
c					
d					
e					

ELABORATO N.

# G797FMAR005

DATA: 20/05/2010	SCALA: -	FILE: G797FMAR005.doc
J.N. G797/10	DISEGNATO G.C.	APPROVATO T.T.

## **Indice Generale**

<b>1</b>	<b>PREMESSA E SINTESI DEI CONTENUTI DELLA RELAZIONE IDROLOGICA .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>QUANTIFICAZIONE DEGLI EVENTI METEORICI ESTREMI.....</b>	<b>3</b>
2.1	ANALISI STATISTICA DELLE PRECIPITAZIONI.....	3
2.1.1	Elaborazioni statistiche dei dati pluviometrici .....	3
2.1.2	Risultati di calcolo .....	5
2.1.3	Definizione del Tempo di Ritorno .....	11
2.2	DEFINIZIONE DEI BACINI IMBRIFERI E DELLE LORO CARATTERISTICHE IDROGRAFICHE.....	11
2.3	DEFINIZIONE DEGLI IETOGRAMMI DI PROGETTO PER LE OPERE DI REGIMAZIONE DEI TORRENTI .....	14
2.3.1	Definizione del tempo di corrvazione.....	14
2.3.2	Ietogrammi di progetto .....	15
2.4	MODELLI PER LA DEFINIZIONE DELLE PORTATE DI PIENA DEI TORRENTI.....	16
2.4.1	Premessa .....	16
2.4.2	Modello cinematico .....	16
2.4.3	Modello afflussi-deflussi di nash .....	16
2.4.3.1	Descrizione teorica del modello .....	16
2.4.4	La precipitazione netta .....	18
2.5	APPLICAZIONE DEL MODELLO AFFLUSSI-DEFLUSSI E CALCOLO DELLE PORTATE DI PIENA.....	20
2.5.1	Torrente Guidari .....	20
2.5.2	Torrente Farota .....	22
2.5.3	Torrente Canneto .....	24
2.6	DEFINIZIONE DEGLI IETOGRAMMI DI PROGETTO PER LA PROGETTAZIONE DELLE OPERE DI SMALTIMENTO E TRATTAMENTO DELLE ACQUE METEORICHE DALLA PIATTAFORMA PORTUALE .....	25
<b>3</b>	<b>QUANTIFICAZIONE DEL VOLUME DI TRASPORTO SOLIDO .....</b>	<b>26</b>
3.1	ANALISI CON METODI EMPIRICI – RISULTATI DEL PROGETTO PRELIMINARE .....	26
3.2	I DATI DEL PIANO REGOLATORE PORTUALE .....	26
3.3	VERIFICHE IN SITO.....	26
3.4	CONCLUSIONI .....	27

## **Indice delle Figure**

Figura 2 : Estratto cartografico con i corsi d'acqua indagati.	11
Figura 3 : Estratto cartografico con i bacini idrografici dei corsi d'acqua indagati.	12
Figura 4 : Estratto cartografico con la suddivisione in sottobacini dei bacini imbriferi dei corsi d'acqua indagati.	13
Figura 5 : Caratteristiche di superficie sei sottobacini individuati per i corsi d'acqua indagati.	14

## 1 PREMESSA E SINTESI DEI CONTENUTI DELLA RELAZIONE IDROLOGICA

Nella presente relazione si analizzeranno le precipitazioni estreme per quantificare gli ietogrammi di progetto assunti per il dimensionamento delle opere.

Si farà inoltre riferimento agli studi pregressi per la quantificazioni degli apporti solidi prevedibili dai torrenti che intersecano la nuova piattaforma logistica.

Gli ietogrammi di riferimento che verranno assunti per la progettazione saranno:

- Per le opere di regimazione idraulica, eventi meteorici aventi tempo di precipitazione pari al tempo di corrivazione dei bacini imbriferi e tempo di ritorno di 200 anni
- Per le opere di smaltimento delle acque di piattaforma: scrosci di durata 15 minuti e tempo di ritorno di 20 e 50 anni.
- Per le opere di trattamento delle acque di piattaforma: precipitazioni orarie con tempo di ritorno di 50 anni.

## 2 QUANTIFICAZIONE DEGLI EVENTI METEORICI ESTREMI

### 2.1 ANALISI STATISTICA DELLE PRECIPITAZIONI

#### 2.1.1 Elaborazioni statistiche dei dati pluviometrici

L'elaborazione dei dati pluviometrici forniti da una stazione di misura si svolge ricercando la relazione esistente tra l'altezza  $h$  delle precipitazioni e le loro durate  $t$ .

Affinchè le deduzioni siano attendibili è necessario che il campione di dati a disposizione, ovvero il periodo d'osservazione, sia sufficientemente esteso.

Si ammette che un periodo non inferiore a 25 - 30 anni possa dare discreto fondamento all'elaborazione e quindi alle estrapolazioni conseguenti.

La relazione tra precipitazione e durata è data nella consueta forma:

$$h = a \cdot t^n$$

nella quale  $a$  ed  $n$  risultano costanti per la località nella quale sono state effettuate le misure.

La suddetta relazione viene definita equazione di possibilità pluviometrica e può essere scritta in forma logaritmica:

$$\log h = \log a + n \log t$$

e quindi rappresentata nel piano logaritmico secondo una retta avente coefficiente angolare  $n$  ed intercetta all'origine pari a  $\log a$ .

Le elaborazioni sono state effettuate sulla base delle registrazioni orarie delle precipitazioni con durate di 1, 3, 6, 12 e 24 ore.

Per calcolare le equazioni di possibilità pluviometrica relative a diversi tempi di ritorno, ci si è riferiti alla distribuzione doppio esponenziale di Gumbel che viene qui di seguito sinteticamente descritta.

Siano:  $X(\text{Tr})$  il valore dell'evento  $X$  caratterizzato da un tempo di ritorno  $\text{Tr}$ , ovvero l'evento che viene eguagliato o superato mediamente ogni  $\text{Tr}$  anni,

$\bar{X}$  la media degli eventi considerati nel campione in esame,

$F$  il fattore di frequenza,

$S_x$  lo scarto quadratico medio della variabile in esame,

vale allora la seguente relazione:

$$X(Tr) = \bar{X} + F \cdot S_x$$

La distribuzione doppio esponenziale di Gumbel, adatta a rappresentare i valori estremi di una variabile idrologica, assegna ad F la seguente espressione:

$$F = \frac{Y(Tr) - \bar{Y}_N}{S_N}$$

essendo:

$$Y(Tr) = -\ln\left(-\ln \frac{Tr-1}{Tr}\right) \quad \text{la variabile ridotta,}$$

N il numero degli anni di osservazione

$$\bar{Y}_N = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N Y_i \quad \text{la media della variabile ridotta}$$

$$S_N = \left[ \frac{1}{N-1} \sum (Y_i - \bar{Y}_N)^2 \right]^{1/2} \quad \text{lo scarto quadratico medio della variabile ridotta,}$$

dove per il calcolo di Yi si assuma la formula di plotting position di Weibull:

$$Tr = \frac{N+1}{i}$$

Dalle equazioni sopra descritte, prefissato un tempo di ritorno Tr, si possono ricavare per ogni durata i valori corrispondenti di h.

Per approssimare i dati così ottenuti alla curva di possibilità pluviometrica di equazione  $h = a \cdot t^n$ , si ricorre all'approssimazione ai minimi quadrati.

Come si è visto, nel piano logaritmico l'equazione di possibilità pluviometrica viene rappresentata da una retta dalla generica espressione:

$$y = a_1 x + a_0$$

dove, nel caso in esame,

$$y = \log h$$

$$x = \log t$$

$$a_1 = n$$

$$a_0 = \log a$$

L'approssimazione ai minimi quadrati mira alla definizione dei coefficienti a1 e a0 mediante la minimizzazione della distanza

$$D = \sum_{i=1}^m (a_1 x_i + a_0 - y_i)^2$$

essendo:

$x_i$  ed  $y_i$  i dati da approssimare, corrispondenti nel caso in esame rispettivamente a  $\log t$  e  $\log h$  per le varie durate di precipitazione considerate (1, 3, 6, 12 e 24 ore).

m il numero delle coppie di valori  $x_i$  ed  $y_i$  da approssimare e pari quindi nel caso in esame a 5.

L'operazione porta a ricavare i coefficienti a ed n con le seguenti espressioni:

$$n = a_1 = \frac{\sum_{i=1}^m x_i y_i - \left( \sum_{i=1}^m x_i \cdot \sum_{i=1}^m y_i \right) / m}{\sum_{i=1}^m x_i^2 - \left( \sum_{i=1}^m x_i \right)^2 / m}$$
$$a = \exp a_0 = \exp \left( \frac{\sum_{i=1}^m y_i}{m} - n \cdot \frac{\sum_{i=1}^m x_i}{m} \right)$$

### 2.1.2 Risultati di calcolo

Per le analisi statistiche si è presa come riferimento la stazione di Camaro (Caserma Forestale) che, per la quantità di dati di registrazione di eventi estremi con durate inferiori al giorno, e per la sua ubicazione, può essere ritenuta significativa.

I dati, ricavati dalle pubblicazioni dell'APAT e si riferiscono al periodo dal 1970 al 2005, con registrazione delle massime precipitazioni annue per durate di 1, 3, 6, 12 e 24 ore.

La serie storica appare sufficientemente estesa per una analisi statistica significativa. Le elaborazioni statistiche descritte nel presente paragrafo sono riportate di seguito.

Il Sindaco del Comune di Messina - Commissario Delegato ex O.P.C.M. n. 3721 del 19 Dicembre 2008  
**LAVORI DI COSTRUZIONE DELLA PIATTAFORMA LOGISTICA INTERMODALE TREMESTIERI**  
**CON ANNESSO SCALO PORTUALE - PRIMO STRALCIO FUNZIONALE**  
**PROGETTO DEFINITIVO**

**COSTRUZIONE DELLE CURVE DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA**  
**Stazione di misura di Camaro (Caserma Forestale)**

1 ORA	
mm	anno
96.0	1996
74.2	1978
63.0	1991
61.0	1987
60.4	1975
47.2	2002
43.4	1982
38.6	1993
38.4	1974
35.2	1992
32.2	1971
29.0	1995
27.4	1988
25.2	2003
25.0	1989
23.4	1984
23.2	2004
22.4	2001
20.6	1970
19.6	2005
16.0	1994

3 ORE	
mm	anno
175.2	1978
127.6	1996
81.2	1987
76.6	1991
70.4	1975
64.6	1993
62.8	1982
56.0	1992
48.0	1974
48.0	1989
47.2	2002
45.6	2005
44.8	2001
39.8	1995
37.0	1988
35.6	1971
35.4	2004
31.6	1994
31.4	1984
30.0	1970
29.4	2003

6 ORE	
mm	anno
179.0	1978
129.0	1996
87.0	1988
84.4	1991
84.2	1974
82.0	1987
70.4	1975
67.2	2005
66.0	1982
65.6	1993
63.4	1992
60.0	1989
58.0	2002
47.0	2001
42.6	1971
41.4	2004
40.8	1970
40.0	1984
40.0	1994
39.8	1995
39.4	2003

12 ORE	
mm	anno
183.6	1978
155.6	1974
133.4	1996
99.6	1991
99.2	1988
89.6	1975
82.6	1987
73.6	1982
72.0	2005
66.0	1989
65.8	1993
63.6	1995
63.4	1992
61.2	2002
60.4	1984
57.4	2004
53.0	2003
50.8	1971
48.6	1970
47.8	2001
46.2	1994

24 ORE	
mm	anno
198.8	1996
184.0	1978
175.6	1974
147.8	1988
106.8	1991
97.4	1975
82.6	1987
77.4	2002
76.2	1984
75.6	1982
72.0	2005
69.3	1995
69.0	2003
68.8	1971
66.2	1989
65.8	1992
65.8	1993
65.6	2004
52.0	1970
50.0	1994
48.0	2001

n° dati :	21
media :	39.11
Scarto quadratico medio	20.96
YN	0.525
SN	1.096

n° dati :	21
media :	58.01
Scarto quadratico medio	35.44
YN	0.525
SN	1.096

n° dati :	21
media :	67.96
Scarto quadratico medio	33.95
YN	0.525
SN	1.096

n° dati :	21
media :	79.69
Scarto quadratico medio	36.87
YN	0.525
SN	1.096

n° dati :	21
media :	91.18
Scarto quadratico medio	45.30
YN	0.525
SN	1.096

Fattore di frequenza	
Tr 5 anni :	0.890
Tr 10 anni :	1.574
Tr 20 anni :	2.231
Tr 30 anni :	2.609
Tr 50 anni :	3.082
Tr 100 anni :	3.719
Tr 200 anni :	4.354

Fattore di frequenza	
Tr 5 anni :	0.890
Tr 10 anni :	1.574
Tr 20 anni :	2.231
Tr 30 anni :	2.609
Tr 50 anni :	3.082
Tr 100 anni :	3.719
Tr 200 anni :	4.354

Fattore di frequenza	
Tr 5 anni :	0.890
Tr 10 anni :	1.574
Tr 20 anni :	2.231
Tr 30 anni :	2.609
Tr 50 anni :	3.082
Tr 100 anni :	3.719
Tr 200 anni :	4.354

Fattore di frequenza	
Tr 5 anni :	0.890
Tr 10 anni :	1.574
Tr 20 anni :	2.231
Tr 30 anni :	2.609
Tr 50 anni :	3.082
Tr 100 anni :	3.719
Tr 200 anni :	4.354

Fattore di frequenza	
Tr 5 anni :	0.890
Tr 10 anni :	1.574
Tr 20 anni :	2.231
Tr 30 anni :	2.609
Tr 50 anni :	3.082
Tr 100 anni :	3.719
Tr 200 anni :	4.354

Precipitazione (mm)	
Tr 5 anni :	57.8
Tr 10 anni :	72.1
Tr 20 anni :	85.9
Tr 30 anni :	93.8
Tr 50 anni :	103.7
Tr 100 anni :	117.1
Tr 200 anni :	130.4

Precipitazione (mm)	
Tr 5 anni :	89.5
Tr 10 anni :	113.8
Tr 20 anni :	137.1
Tr 30 anni :	150.5
Tr 50 anni :	167.2
Tr 100 anni :	189.8
Tr 200 anni :	212.3

Precipitazione (mm)	
Tr 5 anni :	98.2
Tr 10 anni :	121.4
Tr 20 anni :	143.7
Tr 30 anni :	156.5
Tr 50 anni :	172.6
Tr 100 anni :	194.2
Tr 200 anni :	215.7

Precipitazione (mm)	
Tr 5 anni :	112.5
Tr 10 anni :	137.7
Tr 20 anni :	162.0
Tr 30 anni :	175.9
Tr 50 anni :	193.3
Tr 100 anni :	216.8
Tr 200 anni :	240.2

Precipitazione (mm)	
Tr 5 anni :	131.5
Tr 10 anni :	162.5
Tr 20 anni :	192.3
Tr 30 anni :	209.4
Tr 50 anni :	230.8
Tr 100 anni :	259.6
Tr 200 anni :	288.4

**COSTRUZIONE DELLE CURVE DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA:  $h = a \cdot t^n$**

**Stazione pluviometrica di Camaro (Caserma Forestale)**

**Dati derivanti dalle elaborazioni statistiche**

1 ORA	
Precipitazione (mm)	
Tr 5 anni :	57.8
Tr 10 anni :	72.1
Tr 20 anni :	85.9
Tr 30 anni :	93.8
Tr 50 anni :	103.7
Tr 100 anni :	117.1
Tr 200 anni :	130.4

3 ORE	
Precipitazione (mm)	
Tr 5 anni :	89.5
Tr 10 anni :	113.8
Tr 20 anni :	137.1
Tr 30 anni :	150.5
Tr 50 anni :	167.2
Tr 100 anni :	189.8
Tr 200 anni :	212.3

6 ORE	
Precipitazione (mm)	
Tr 5 anni :	98.2
Tr 10 anni :	121.4
Tr 20 anni :	143.7
Tr 30 anni :	156.5
Tr 50 anni :	172.6
Tr 100 anni :	194.2
Tr 200 anni :	215.7

12 ORE	
Precipitazione (mm)	
Tr 5 anni :	112.5
Tr 10 anni :	137.7
Tr 20 anni :	162.0
Tr 30 anni :	175.9
Tr 50 anni :	193.3
Tr 100 anni :	216.8
Tr 200 anni :	240.2

24 ORE	
Precipitazione (mm)	
Tr 5 anni :	131.5
Tr 10 anni :	162.5
Tr 20 anni :	192.3
Tr 30 anni :	209.4
Tr 50 anni :	230.8
Tr 100 anni :	259.6
Tr 200 anni :	288.4

**Tempo di ritorno 5 anni:**

t (ore)	h (mm)
1	57.8
3	89.5
6	98.2
12	112.5
24	131.5

ln(t)	ln(h)	(ln(t))^2	(ln(h))^2	ln(t)*ln(h)
0.00	4.06	0.00	16.45	0.00
1.10	4.49	1.21	20.20	4.94
1.79	4.59	3.21	21.04	8.22
2.48	4.72	6.17	22.30	11.74
3.18	4.88	10.10	23.80	15.51
8.55	22.74	20.69	103.80	40.40
5	5	5	5	5

a1 =	0.247
a0 =	4.125

a =	61.87
n =	0.247

**Tempo di ritorno 10 anni:**

t (ore)	h (mm)
1	72.1
3	113.8
6	121.4
12	137.7
24	162.5

ln(t)	ln(h)	(ln(t))^2	(ln(h))^2	ln(t)*ln(h)
0.00	4.28	0.00	18.30	0.00
1.10	4.73	1.21	22.42	5.20
1.79	4.80	3.21	23.03	8.60
2.48	4.93	6.17	24.26	12.24
3.18	5.09	10.10	25.91	16.18
8.55	23.83	20.69	113.92	42.22
5	5	5	5	5

a1 =	0.240
a0 =	4.355

a =	77.83
n =	0.240



Il Sindaco del Comune di Messina - Commissario Delegato ex O.P.C.M. n. 3721 del 19 Dicembre 2008  
**LAVORI DI COSTRUZIONE DELLA PIATTAFORMA LOGISTICA INTERMODALE TREMESTIERI**  
**CON ANNESSO SCALO PORTUALE - PRIMO STRALCIO FUNZIONALE**  
**PROGETTO DEFINITIVO**

**Tempo di ritorno 20 anni:**

t (ore)	h (mm)
1	85.9
3	137.1
6	143.7
12	162.0
24	192.3

	ln(t)	ln(h)	(ln(t))^2	(ln(h))^2	ln(t)*ln(h)
	0.00	4.45	0.00	19.83	0.00
	1.10	4.92	1.21	24.21	5.41
	1.79	4.97	3.21	24.68	8.90
	2.48	5.09	6.17	25.88	12.64
	3.18	5.26	10.10	27.66	16.71
Somma	8.55	24.69	20.69	122.26	43.66
n	5	5	5	5	5

a1 =	0.236
a0 =	4.534

a =	93.14
n =	0.236

**Tempo di ritorno 30 anni:**

t (ore)	h (mm)
1	93.8
3	150.5
6	156.5
12	175.9
24	209.4

	ln(t)	ln(h)	(ln(t))^2	(ln(h))^2	ln(t)*ln(h)
	0.00	4.54	0.00	20.62	0.00
	1.10	5.01	1.21	25.14	5.51
	1.79	5.05	3.21	25.54	9.05
	2.48	5.17	6.17	26.73	12.85
	3.18	5.34	10.10	28.56	16.98
Somma	8.55	25.12	20.69	126.58	44.39
n	5	5	5	5	5

a1 =	0.234
a0 =	4.624

a =	101.95
n =	0.234

**Tempo di ritorno 50 anni:**

t (ore)	h (mm)
1	103.7
3	167.2
6	172.6
12	193.3
24	230.8

	ln(t)	ln(h)	(ln(t))^2	(ln(h))^2	ln(t)*ln(h)
	0.00	4.64	0.00	21.54	0.00
	1.10	5.12	1.21	26.21	5.62
	1.79	5.15	3.21	26.53	9.23
	2.48	5.26	6.17	27.71	13.08
	3.18	5.44	10.10	29.61	17.29
Somma	8.55	25.62	20.69	131.60	45.23
n	5	5	5	5	5

a1 =	0.232
a0 =	4.727

a =	112.95
n =	0.232

**Tempo di ritorno 100 anni:**

t (ore)	h (mm)
1	117.1
3	189.8
6	194.2
12	216.8
24	259.6

	ln(t)	ln(h)	(ln(t))^2	(ln(h))^2	ln(t)*ln(h)
	0.00	4.76	0.00	22.68	0.00
	1.10	5.25	1.21	27.52	5.76
	1.79	5.27	3.21	27.76	9.44
	2.48	5.38	6.17	28.93	13.37
	3.18	5.56	10.10	30.91	17.67
Somma	8.55	26.22	20.69	137.80	46.24
n	5	5	5	5	5

a1 =	0.230
a0 =	4.850

a =	127.80
n =	0.230

Il Sindaco del Comune di Messina - Commissario Delegato ex O.P.C.M. n. 3721 del 19 Dicembre 2008  
**LAVORI DI COSTRUZIONE DELLA PIATTAFORMA LOGISTICA INTERMODALE TREMESTIERI**  
 CON ANNESSO SCALO PORTUALE - PRIMO STRALCIO FUNZIONALE  
**PROGETTO DEFINITIVO**

**Tempo di ritorno 200 anni:**

t (ore)	h (mm)
1	130.4
3	212.3
6	215.7
12	240.2
24	288.4

	ln(t)	ln(h)	(ln(t))^2	(ln(h))^2	ln(t)*ln(h)
	0.00	4.87	0.00	23.72	0.00
	1.10	5.36	1.21	28.71	5.89
	1.79	5.37	3.21	28.88	9.63
	2.48	5.48	6.17	30.05	13.62
	3.18	5.66	10.10	32.08	18.00
Somma	8.55	26.75	20.69	143.44	47.14
n	5	5	5	5	5

a1 =	0.228
a0 =	4.960

a =	142.59
n =	0.228

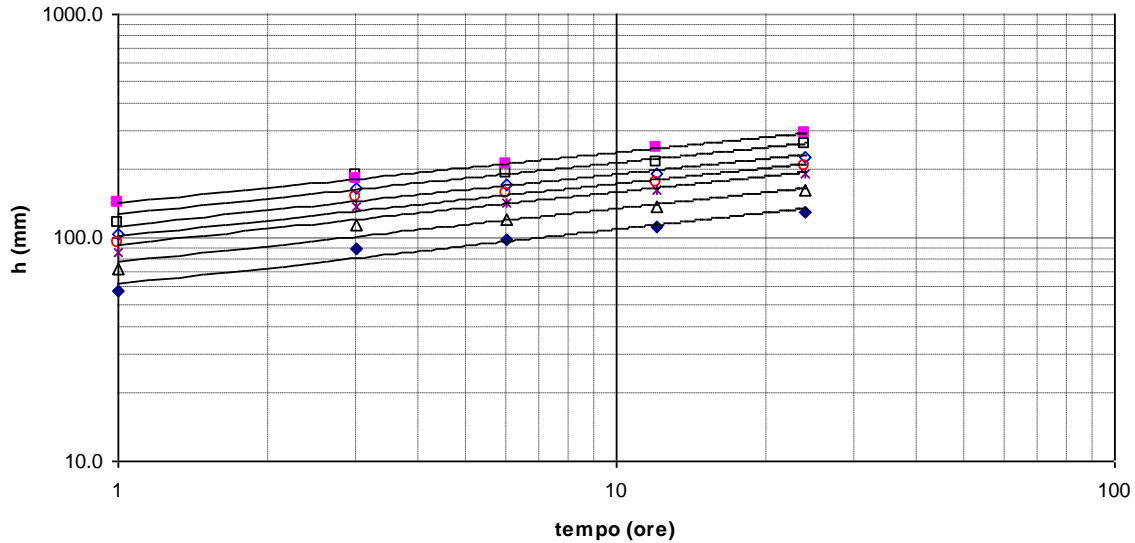
**COSTRUZIONE DELLE CURVE DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA**

ore	Tr 5 anni		Tr 10 anni		Tr 20 anni		Tr 30 anni	
	misurato	calcolato	misurato	calcolato	misurato	calcolato	misurato	calcolato
1	57.8	61.9	72.1	77.8	85.9	93.1	93.8	101.9
3	89.5	81.2	113.8	101.3	137.1	120.7	150.5	131.8
6	98.2	96.3	121.4	119.7	143.7	142.1	156.5	155.0
12	112.5	114.3	137.7	141.4	162.0	167.4	175.9	182.3
24	131.5	135.7	162.5	167.0	192.3	197.1	209.4	214.3

ore	Tr 50 anni		Tr 100 anni		Tr 200 anni	
	misurato	calcolato	misurato	calcolato	misurato	calcolato
1	103.7	113.0	117.1	127.8	130.4	142.6
3	167.2	145.7	189.8	164.5	212.3	183.1
6	172.6	171.1	194.2	192.8	215.7	214.5
12	193.3	200.9	216.8	226.1	240.2	251.2
24	230.8	236.0	259.6	265.1	288.4	294.1

**Curve di possibilità pluviometrica- Precipitazioni orarie**

□ Tr 100 anni ◇ Tr 50 anni ○ Tr 30 anni \* Tr 20 anni △ Tr 10 anni ◆ Tr 5 anni ■ Tr 200 anni



TR=200 ANNI -  $h = 142.59 t^{0.2278}$     TR=100 ANNI -  $h = 127.8 t^{0.2296}$     TR=50 ANNI -  $h = 112.95 t^{0.2318}$     TR=30 ANNI -  $h = 101.95 t^{0.2338}$   
 TR=20 ANNI -  $h = 93.14 t^{0.2358}$     TR=10 ANNI -  $h = 77.832 t^{0.2403}$     TR=5 ANNI -  $h = 61.871 t^{0.2471}$

**Grafico 1 : Rappresentazione in scala logaritmica delle curve di possibilità pluviometrica elaborate per la stazione di Camaro.**

TEMPO DI RITORNO	CURVA DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA
TR=5 ANNI	$h = 61.87 t^{0.247}$
TR=10 ANNI	$h = 77.83 t^{0.240}$
TR= 20 ANNI	$h = 93.14 t^{0.236}$
TR=30 ANNI	$h = 101.95 t^{0.234}$
TR=50 ANNI	$h = 112.95 t^{0.232}$
TR=100 ANNI	$h = 127.80 t^{0.230}$
TR=200 ANNI	$h = 142.59 t^{0.228}$

**Grafico 2 : Espressioni delle curve di possibilità pluviometrica per la zona di Camaro.**

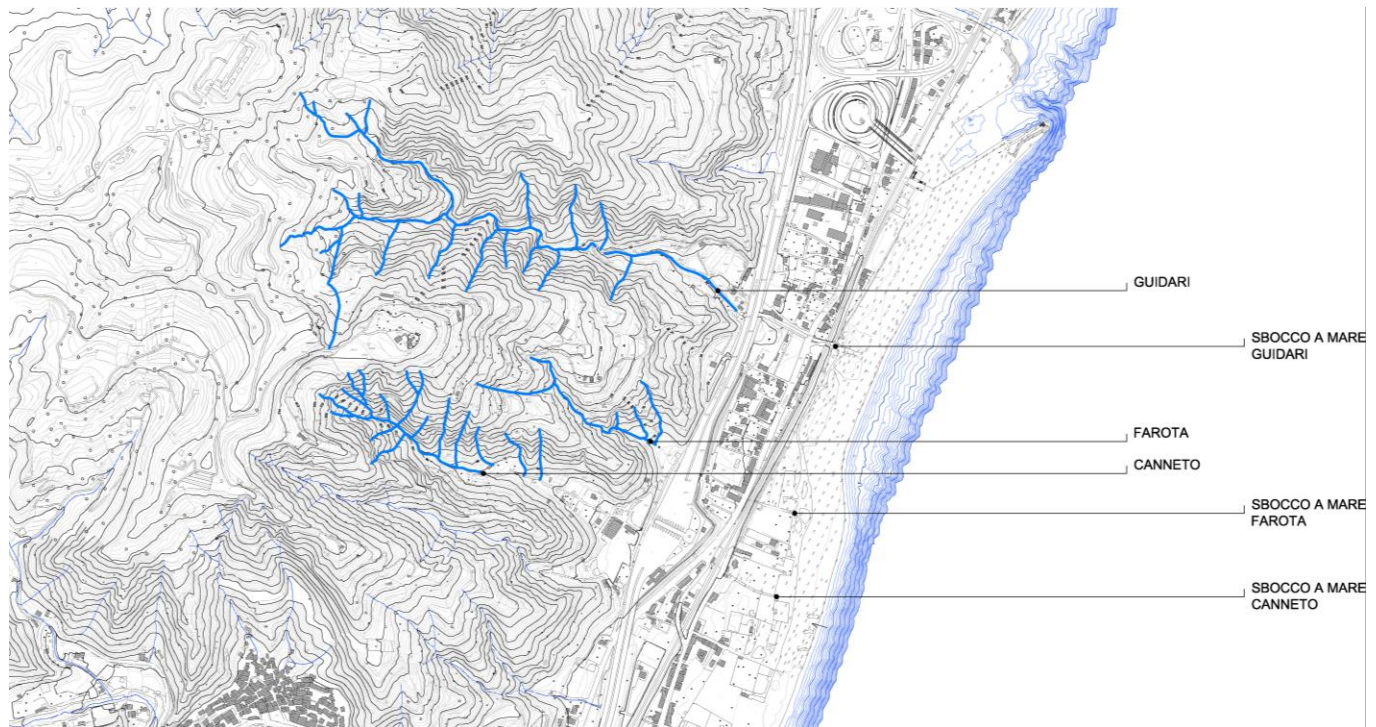
### 2.1.3 Definizione del Tempo di Ritorno

Come da indicazioni del Responsabile del Procedimento, in risposta al quesito n. 24 del 31/03/2010 in sede di gara, il tempo di ritorno assunto per il dimensionamento delle opere di regimazione dei corsi d'acqua è pari a 200 anni.

## 2.2 DEFINIZIONE DEI BACINI IMBRIFERI E DELLE LORO CARATTERISTICHE IDROGRAFICHE

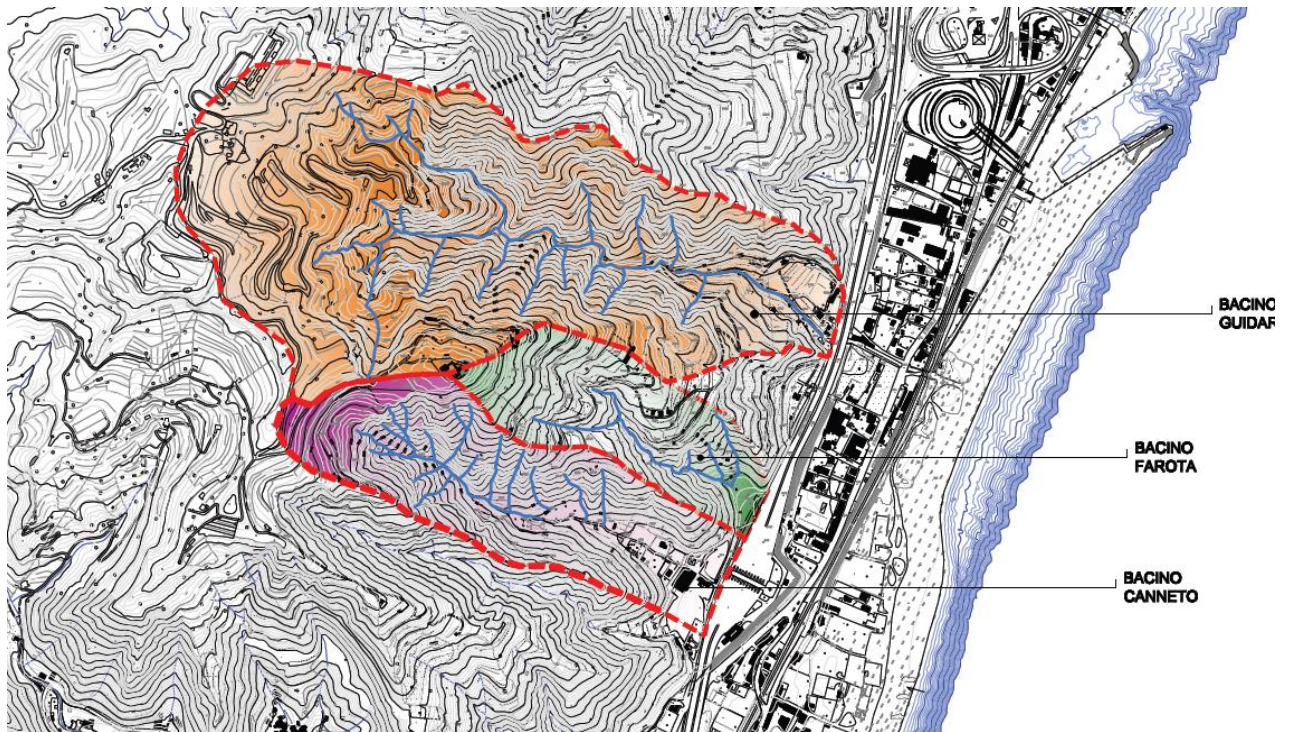
All'interno del territorio oggetto di intervento sono presenti numerosi torrenti e corsi d'acqua che hanno come recapito finale il mare.

In particolare sono oggetto di sistemazione idraulica, in quanto direttamente interferenti con le opere portuali, i corsi d'acqua indicati nella figura seguente.



**Figura 1 : Estratto cartografico con i corsi d'acqua indagati.**

Sulla base della carta tecnica regionale si sono individuati e delimitati i bacini idrografici del Vallone Guidari, Farota e Canneto le cui caratteristiche geometriche e morfologiche sono sintetizzate nella figura e tabella seguente.



**Figura 2 : Estratto cartografico con i bacini idrografici dei corsi d'acqua indagati.**

<b>BACINO</b>	<b>SUPERIFICIE kmq</b>	<b>LUNGHEZZA km</b>	<b>PENDENZA %</b>
GUIDARI	0.484	3.3	31.6
FAROTA	0.103	0.9	26.2
CANNETO	0.177	2.1	33.3

**Grafico 3 : Caratteristiche geometriche dei bacini idrografici indagati.**

Per la definizione delle opere idrauliche necessarie alla sistemazione dei corsi d'acqua i bacini sono stati successivamente suddivisi in ulteriori sottobacini, come riportato nella figura seguente.

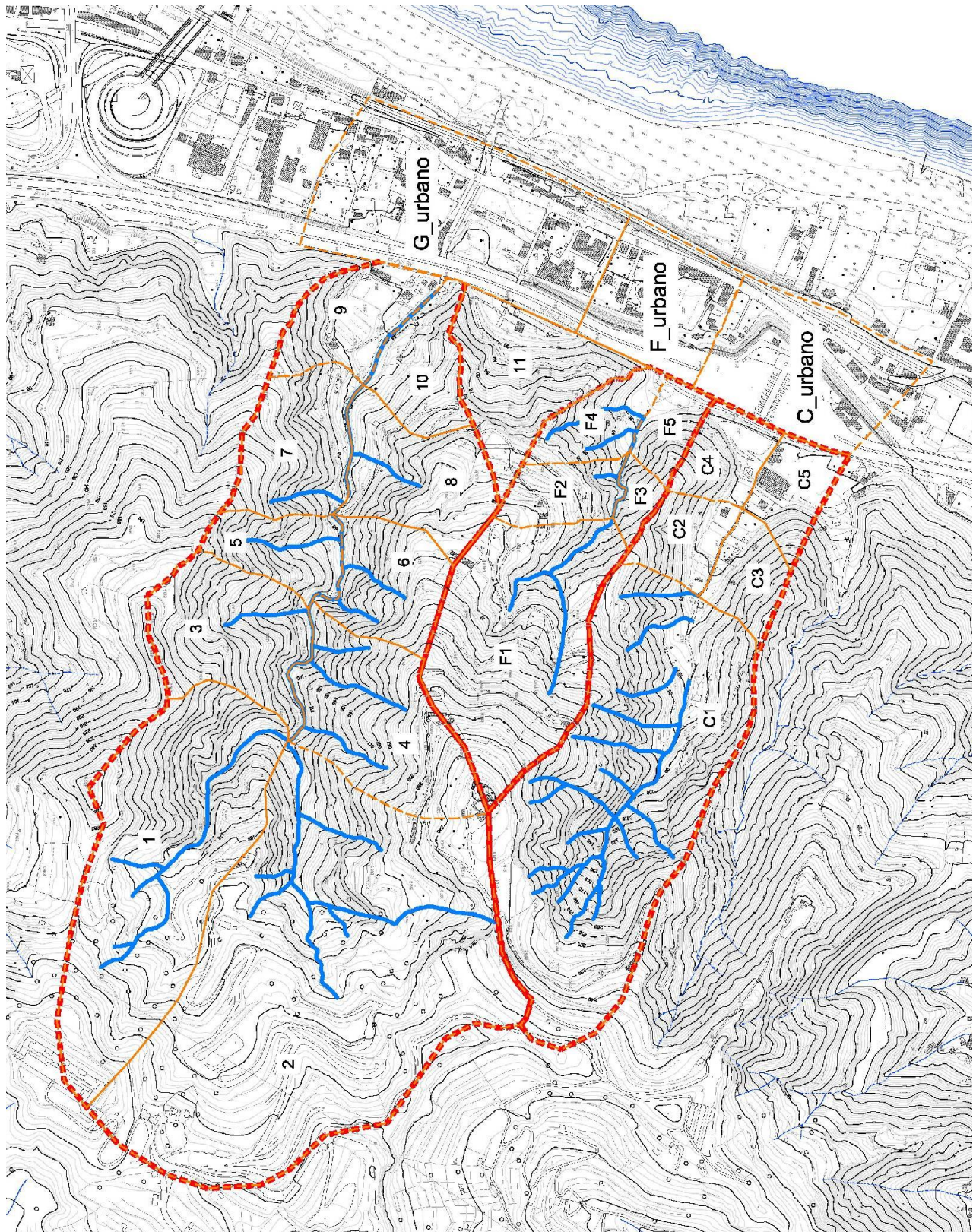


Figura 3 : Estratto cartografico con la suddivisione in sottobacini dei bacini imbriferi dei corsi d'acqua indagati.

<b><u>GUIDARI</u></b>			<b><u>FAROTA</u></b>		
Bacino n.ro	Superficie mq	Superficie ha	Bacino n.ro	Superficie mq	Superficie ha
1	91424	9.14	F1	64446	6.44
2	187769	18.78	F2	11953	1.20
3	33532	3.35	F3	4787	0.48
4	41485	4.15	F4	13189	1.32
5	15652	1.57	F5	8462	0.85
6	21890	2.19	F_URBANO	28961	2.90
7	26192	2.62	<b><u>CANNETO</u></b>		
8	28214	2.82			
9	20574	2.06	Bacino n.ro	Superficie mq	Superficie ha
10	17354	1.74	C1	128063	12.81
G_URBANO	73673	7.37	C2	12319	1.23
11	32158	3.22	C3	11863	1.19
			C4	12636	1.26
			C5	12473	1.25
			C_URBANO	42122	4.21

**Figura 4 : Caratteristiche di superficie sei sottobacini individuati per i corsi d'acqua indagati.**

## **2.3 DEFINIZIONE DEGLI IETOGRAMMI DI PROGETTO PER LE OPERE DI REGIMAZIONE DEI TORRENTI**

### **2.3.1 Definizione del tempo di corrivazione**

Per tempo di corrivazione si intende il periodo di tempo intercorrente affinché tutto il bacino imbrifero contribuisca alla formazione della piena. Tale tempo coincide con il periodo intercorrente affinché la goccia caduta nel punto idraulicamente più distante del bacino arrivi tramite la rete idrografica alla sezione di chiusura considerata.

Per il calcolo del tempo di corrivazione esistono diverse formulazioni empiriche:

- Soil Consolidation Service:  $t_c = 0.00227(1000L)^{0.8} [(1000/CN) - 9]^{0.7} i_b^{-0.5}$

- Ventura:  $t_c = 0.1272 \sqrt{\frac{A}{i}}$

- Pasini:  $t_c = \frac{0.108}{\sqrt{i}} (AL)^{1/3}$

- Giandotti:  $t_c = \frac{4\sqrt{A} + 1.5L}{0.8\sqrt{zm - zo}}$

Dove:

$A$  = area bacino (kmq)

$L$  = lunghezza asta principale

$zm$  = quota media bacino (m slm)

$zo$  = quota di chiusura bacino (m slm)

$i$  = pendenza media dell'asta

$i_b$  = pendenza media percentuale dell'asta

$CN$  = curve number del Soil Consolidation Service (vd. capitolo successivo).

Con riferimento alle indicazioni del Responsabile del Procedimento, in risposta al quesito n. 24 del 31/03/2010 in sede di gara, i tempi di corrivazione indicati per il torrente Guidari e Canneto risultano:

- Torrente Guidari : 0,414 ore (~ 25 minuti);
- Torrente Canneto : 0,315 ore (~ 19 minuti).

Per quanto riguarda il torrente Farota, visto che le indicazioni fornite dal Responsabile del Procedimento sono riferite all'intero bacino Farota-Canneto si è determinato il tempo di corrivazione mediante applicazione delle espressioni riportate sopra.

BACINO	CN tc (ore)	VENTURA tc (ore)	PASINI tc (ore)	GIANDOTTI tc (ore)	<i>MEDIA</i> tc (ore)	<i>MEDIA</i> tc (minuti)
FAROTA	0.25	0.08	0.10	0.36	0.19	12

**Grafico 4 : Calcolo del tempo di corrivazione dei bacini idrografici indagati.**

Dalle analisi condotte si è assunto come tempo di corrivazione per il Farota un tempo di pioggia di 12 minuti. Tale valore risulta in linea con i dati forniti dal Responsabile del Procedimento per gli altri bacini idrografici.

### 2.3.2 Ietogrammi di progetto

Con riferimento alla curva di possibilità pluviometrica di 200 anni ed ai tempi di pioggia determinati al punto precedente per i bacini in esame risultano univocamente determinati gli ietogrammi di progetto.

- Guidari :  $h = 142.59 t^{0.228} \ominus$      $tp = 25 \text{ min}, h = 116.79 \text{ mm} \ominus$      $j = 280.29 \text{ mm/ora};$
- Farota :  $h = 142.59 t^{0.228} \ominus$      $tp = 12 \text{ min}, h = 98.79 \text{ mm} \ominus$      $j = 493.96 \text{ mm/ora}.$
- Canneto :  $h = 142.59 t^{0.228} \ominus$      $tp = 19 \text{ min}, h = 109.70 \text{ mm} \ominus$      $j = 346.44 \text{ mm/ora}.$



## 2.4 MODELLI PER LA DEFINIZIONE DELLE PORTATE DI PIENA DEI TORRENTI

### 2.4.1 Premessa

Il territorio in esame risulta caratterizzato nella zona a nord-ovest dell'autostrada da un bacino di tipo prevalentemente boschivo, mentre nella zona sud-est da un bacino di tipo urbano.

Per il calcolo delle portate di piena si è fatto riferimento a due metodi. Il primo, il metodo cinematico, applicato per la stima delle portate di piena nell'area urbana, mentre il secondo, il metodo di Nash per il calcolo della formazione delle piena nei valloni dei corsi d'acqua indagati.

Si riporta di seguito la trattazione teorica dei due metodi.

### 2.4.2 Modello cinematico

Con il metodo cinematico, la portata al colmo, si calcola con la seguente formulazione:

$$Q = \frac{\phi Sh}{t_c}$$

La stima del coefficiente di deflusso  $\phi$  è l'aspetto più problematico del procedimento.

Da un'analisi della cartografia e foto aeree si è stimato come coefficiente di deflusso per il calcolo delle portate di piena un indice pari a 0.45 per la parte urbana afferente al torrente Guidari, 0.5 per la parte urbana afferente al torrente Farota e 0.6 per la parte urbana afferente al torrente Canneto.

### 2.4.3 Modello afflussi-deflussi di Nash

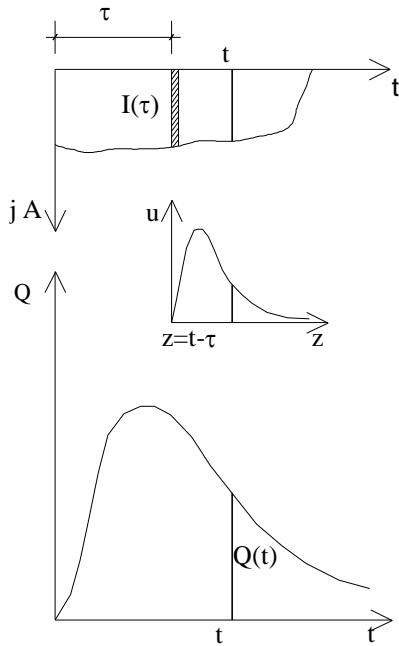
#### 2.4.3.1 Descrizione teorica del modello

Dato uno ietogramma efficace qualsiasi è possibile per ogni parte del bacino (permeabile ed impermeabile) determinare per convoluzione l'idrogramma dei deflussi superficiali corrispondenti per poi sommarli ed ottenere quindi l'idrogramma di piena della totalità del bacino.

La precipitazione elementare avente un volume:

$$dV = I(\square) dt$$

genera un idrogramma che si ottiene da quello dell'idrogramma unitario (generato da una precipitazione netta di volume unitario) moltiplicando le ordinate per  $dV$ .



L'ordinata dell'idrogramma al tempo  $t$  sarà data dalla somma dei contributi delle precipitazioni elementari di durata  $d$  compresa tra  $0$  e  $t$ , ovvero dal seguente integrale denominato integrale di convoluzione:

$$Q(t) = \int_0^t u(t - \tau) \cdot I(\tau) \cdot d\tau$$

Per la determinazione dell'idrogramma unitario, si ricorre alla schematizzazione separata degli apporti provenienti dalle aree permeabili ed impermeabili del bacino che vengono schematizzate mediante due serbatoi lineari aventi cioè la seguente relazione tra portata uscente e volume invasato:

$$V = K \cdot Q$$

Si consideri l'equazione di continuità dei serbatoi:

$$I(t) - Q(t) = \frac{dV}{dt} = K \cdot \frac{dQ}{dt}$$

moltiplicando entrambi i membri per  $e^{\frac{t}{K}}$  si ottiene:

$$e^{\frac{t}{K}} \cdot I(t) = e^{\frac{t}{K}} \cdot Q(t) + e^{\frac{t}{K}} \cdot K \cdot \frac{dQ}{dt} = \frac{d}{dt} \left[ e^{\frac{t}{K}} \cdot K \cdot Q(t) \right]$$

e quindi integrando tra  $0$  e  $t$  si ottiene:

$$\int_0^t e^{\frac{\tau}{K}} \cdot I(\tau) \cdot d\tau = \int_0^t \frac{d}{d\tau} \left[ e^{\frac{\tau}{K}} \cdot K \cdot Q(\tau) \right] \cdot d\tau = e^{\frac{t}{K}} \cdot K \cdot Q(t)$$

Si ottiene perciò:

$$Q(t) = \int_0^t \frac{e^{-\frac{t-\tau}{k}}}{K} \cdot I(\tau) \cdot d\tau$$

che confrontata con l'integrale di convoluzione fornisce:

$$u(t) = \frac{e^{-\frac{t}{k}}}{K}$$

#### 2.4.4 La precipitazione netta

Per la stima della infiltrazione della precipitazione al suolo e quindi della pioggia netta efficace alla formazione dei deflussi, si è fatto riferimento al metodo CN.

Il metodo CN stima la precipitazione netta come funzione della precipitazione cumulata antecedente, copertura ed uso del suolo e condizioni iniziali di umidità del suolo.

La relazione fondamentale è la seguente:

$$P_{net} = \frac{(P - I_a)^2}{P - I_a + S}$$

dove Pnet è la precipitazione netta cumulata al tempo t , P è la precipitazione totale cumulata allo stesso tempo, Ia è la cosiddetta perdita iniziale, S è il massimo volume specifico di acqua che il terreno può trattenere in condizioni di saturazione.

Questa relazione è valida solo per P maggiore o uguale ad Ia , mentre nel caso in cui l'altezza totale cumulata di precipitazione risulti inferiore ad Ia si ha Pnet = 0 e pertanto il deflusso è nullo.

Anche in questo caso, in realtà con l'introduzione di Ia si vuol tenere conto anche di quel complesso di fenomeni, quali l'intercettazione da parte della vegetazione e l'accumulo nelle depressioni superficiali del terreno che ritardano il verificarsi del deflusso superficiale.

I due parametri S ed Ia si dovranno determinare mediante operazioni di taratura del modello. Dall'analisi di risultati ottenuti dall'SCS in numerosi bacini sperimentali, l'SCS ha proposto la relazione empirica che lega Ia ad S :

$$I_a = 0.2 S$$

E quindi la precipitazione netta cumulata assume il valore:

$$P_{net} = \frac{(P - 0.2S)^2}{P + 0.8S}$$

I valori incrementali di precipitazione netta (al fine di ricostruire il pluviogramma della precipitazione netta) possono essere calcolati sulla base delle differenze tra i valori cumulati forniti dalla precedente relazione.

Il massimo volume di ritenzione S è evidentemente una caratteristica del bacino o di sue aliquote quando si lavori, ad esempio, parzializzando il bacino attraverso una griglia di elementi superficiali.

Il valore di S è normalmente attribuito attraverso l'uso di un parametro intermedio, il Curve Number (CN), secondo le relazioni:

$$S = \frac{25400 - 254CN}{CN}$$

Il parametro CN è un numero adimensionale e varia da 100 (per corpi idrici) a circa 30 per suoli permeabili con elevati tassi di infiltrazione.

CN è quindi essenzialmente legato alla natura del suolo, al tipo di copertura vegetale ed alle condizioni di umidità del suolo antecedenti la precipitazione.

Per quanto riguarda la natura del suolo, SCS ha classificato i tipi di suolo in quattro gruppi:

- Gruppo A: suoli aventi scarsa potenzialità di deflusso. Comprende sabbie profonde con scarsissimo limo e argilla, ghiaie profonde molto permeabili. Capacità di infiltrazione molto elevata.

- Gruppo B: suoli aventi moderata potenzialità di deflusso. Comprende la maggior parte dei suoli sabbiosi meno profondi che nel gruppo A e con maggiore aliquota di argilla e limo. Elevate capacità di infiltrazione anche in condizione di saturazione.

- Gruppo C: suoli aventi potenzialità di deflusso moderatamente alta. Suoli contenenti considerevoli quantità di argilla e collodi. Scarsa capacità di infiltrazione.

- Gruppo D: suoli con potenzialità di deflusso molto elevata. Argille con elevata capacità di rigonfiamento, suoli sottili con orizzonti pressoché impermeabili in vicinanza della superficie. Scarsa capacità di infiltrazione a saturazione.

Nella Tabella seguente sono riportati, per tali gruppi di suoli, i valori del parametro CN anche con riferimento alla copertura del suolo, derivante dal suo uso.

Uso del suolo	A	B	C	D
Terreno a riposo	77	86	91	94
Coltivazione a filari	70	80	85	90
Frumento, Mais, Riso, Orzo	63	75	83	87
Legumi	58	72	81	85
Pascoli	49	69	79	84
Boschi	36	60	73	79
Strada sterrata	72	82	87	89
Strada rivestita	74	84	90	92

**Grafico 5 : Valori di CN per diversi usi del suolo e diversi tipi di suolo.**

Per i bacini in esame, di tipo roccioso e boscato, si assume un valore medio di CN = 78.

## 2.5 APPLICAZIONE DEL MODELLO AFFLUSSI-DEFLUSSI E CALCOLO DELLE PORTATE DI PIENA

Si riporta di seguito per i corsi d'acqua in esame i valori delle portate di piena e gli idrogrammi determinati con i metodi precedentemente esposti.

<b>BACINO</b>	<b>Qmax mc/s</b>
GUIDARI	28.14
FAROTA	10.03
CANNETO	14.21

**Tabella 1 : Picchi di piena dei bacini indagati.**

I colmi di piena così determinati sono in linea con i valori riportati dal Responsabile del Procedimento in fase di gara.

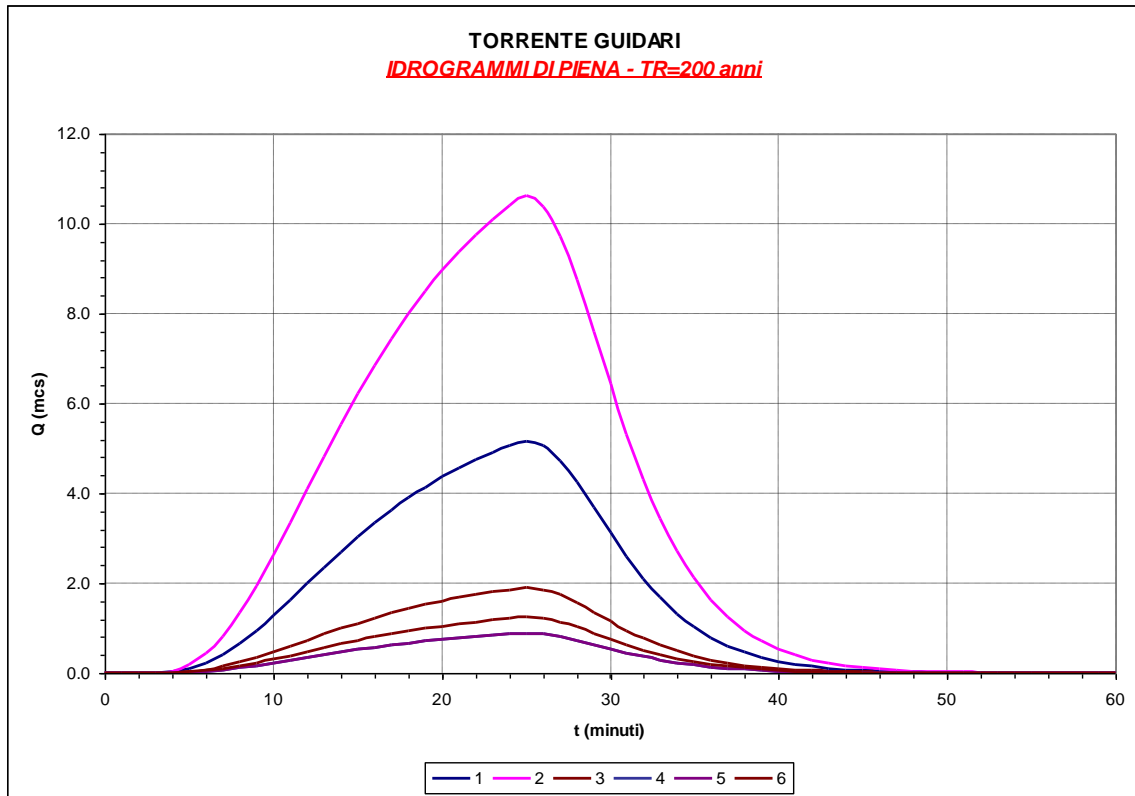
### 2.5.1 Torrente Guidari

<b>N.RO</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>SUPERFICIE</b>	<b>9.14</b>	<b>18.78</b>	<b>3.35</b>	<b>4.15</b>	<b>1.57</b>	<b>2.19</b>
Qmax	5.17	10.62	1.90	0.88	0.88	1.24
umax	565.33	565.36	565.33	213.28	565.28	565.35

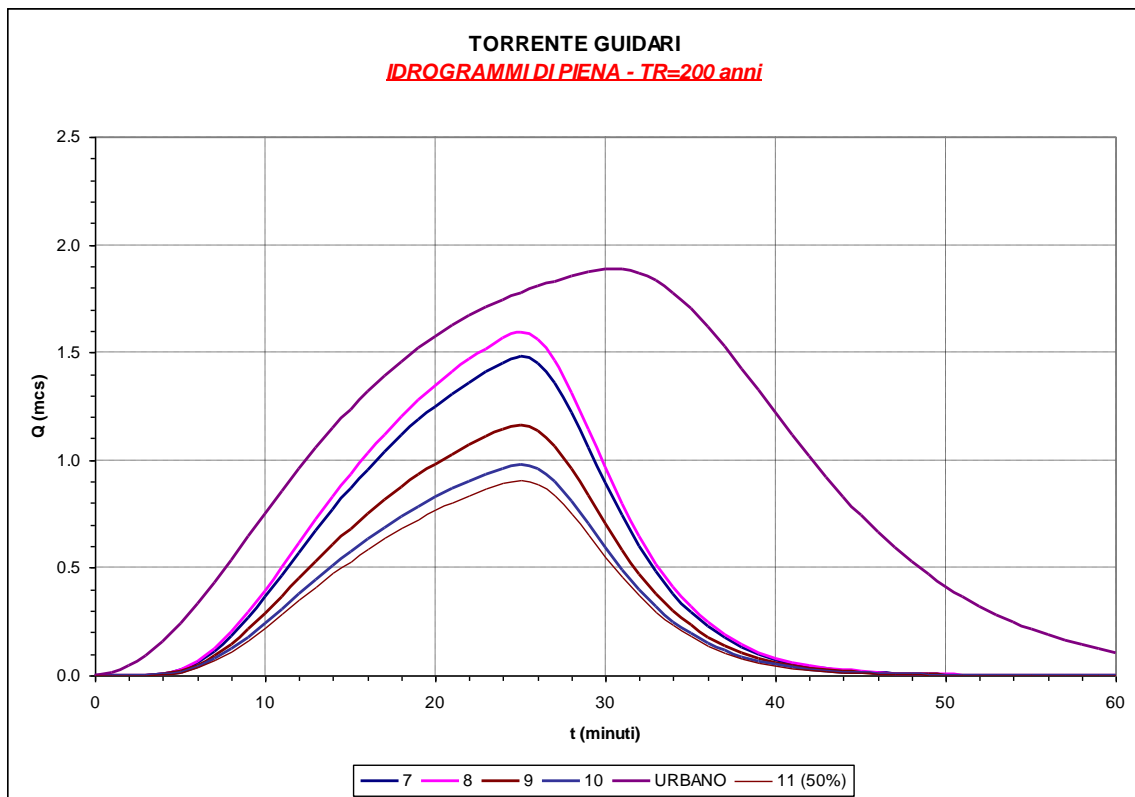
  

<b>N.RO</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11 (50%)</b>	<b>URBANO</b>
<b>SUPERFICIE</b>	<b>2.62</b>	<b>2.82</b>	<b>2.06</b>	<b>1.74</b>	<b>1.61</b>	<b>7.37</b>
Qmax	1.48	1.59	1.16	0.98	0.91	1.89
umax	565.30	565.28	565.25	565.23	565.40	256.09

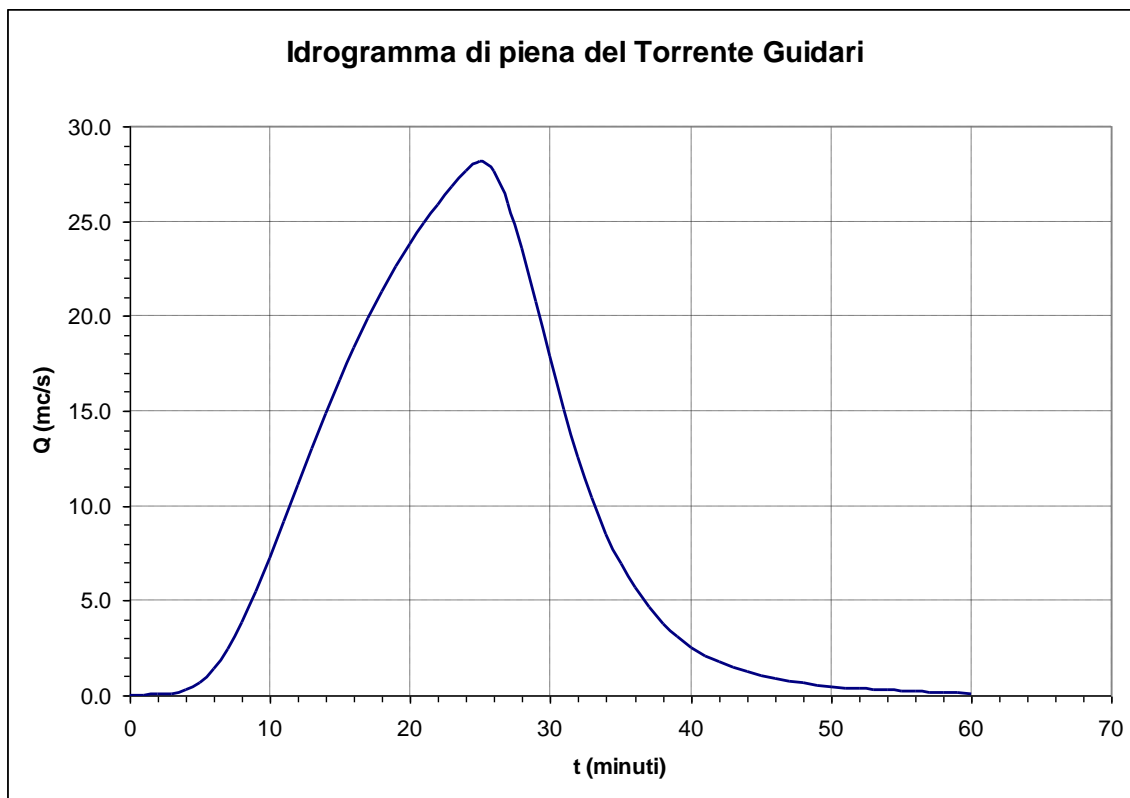
**Tabella 2 : Valori al colmo e coefficienti udometrici dei sottobacini stimati per il torrente Guidari.**



**Grafico 6 : Idrogrammi di piena dei sottobacini del Torrente Guidari.**



**Grafico 7 : Idrogrammi di piena dei sottobacini del Torrente Guidari.**



**Grafico 8 : Idrogramma di piena del Torrente Guidari.**

### 2.5.2 Torrente Farota

<b>N.RO</b>	<b>F1</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>	<b>F4</b>	<b>F5</b>	<b>F_URBANO</b>	<b>11 (50%)</b>
<b>SUPERFICIE</b>	<b>6.44</b>	<b>1.20</b>	<b>0.48</b>	<b>1.32</b>	<b>0.85</b>	<b>2.90</b>	<b>1.61</b>
Qmax	4.55	1.14	0.48	1.26	0.85	1.49	0.91
umax	706.57	952.33	1000.02	952.66	999.28	512.87	565.40

**Tabella 3 : Valori al colmo e coefficienti udometrici dei sottobacini stimati per il torrente Farota.**

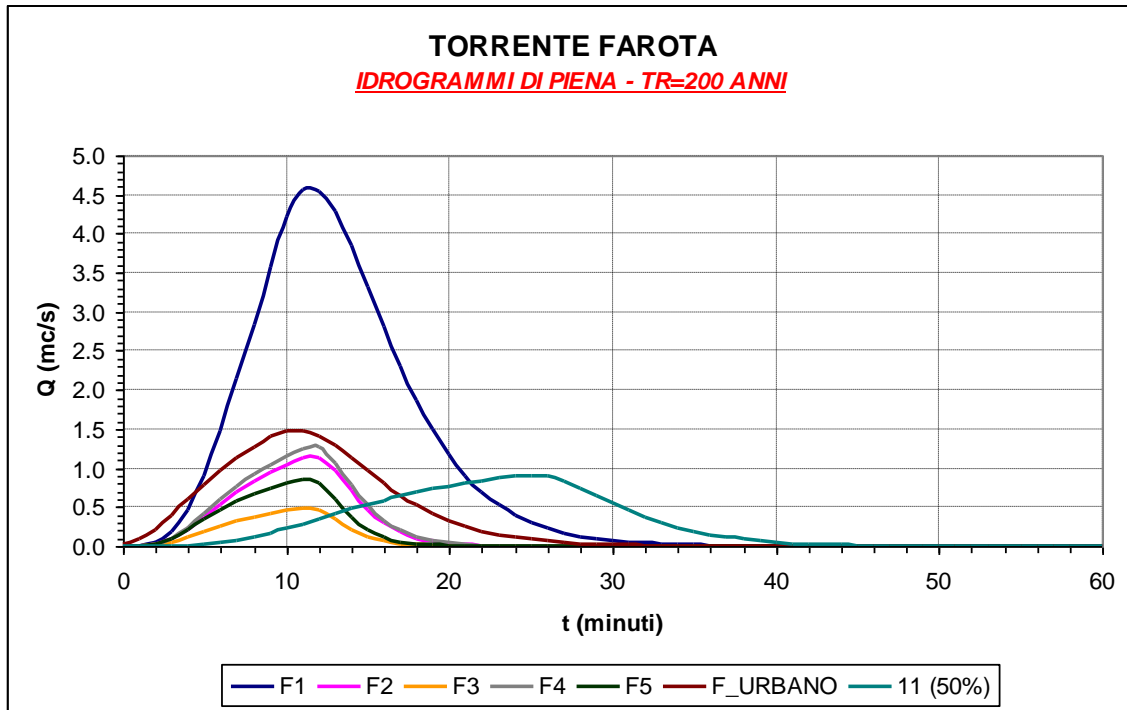


Grafico 9 : Idrogrammi di piena dei sottobacini del Torrente Farota.

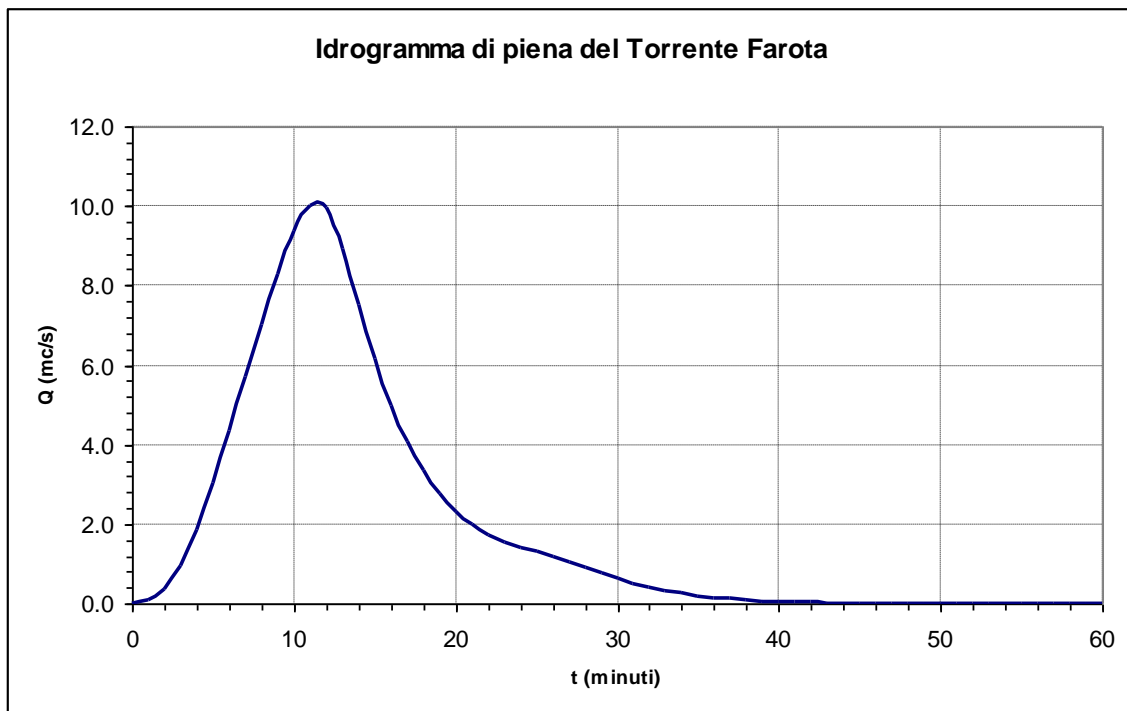


Grafico 10 : Idrogramma di piena del Torrente Farota.



### 2.5.3 Torrente Canneto

<b>N.RO</b>	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>C4</b>	<b>C5</b>	<b>C_URBANO</b>
<b>SUPERFICIE</b>	<b>12.81</b>	<b>1.23</b>	<b>1.19</b>	<b>1.26</b>	<b>1.25</b>	<b>4.21</b>
Qmax	8.00	0.89	0.86	0.91	0.90	2.73
umax	624.50	722.32	722.11	722.51	722.11	647.44

Tabella 4 : Valori al colmo e coefficienti udometrici dei sottobacini stimati per il torrente Canneto.

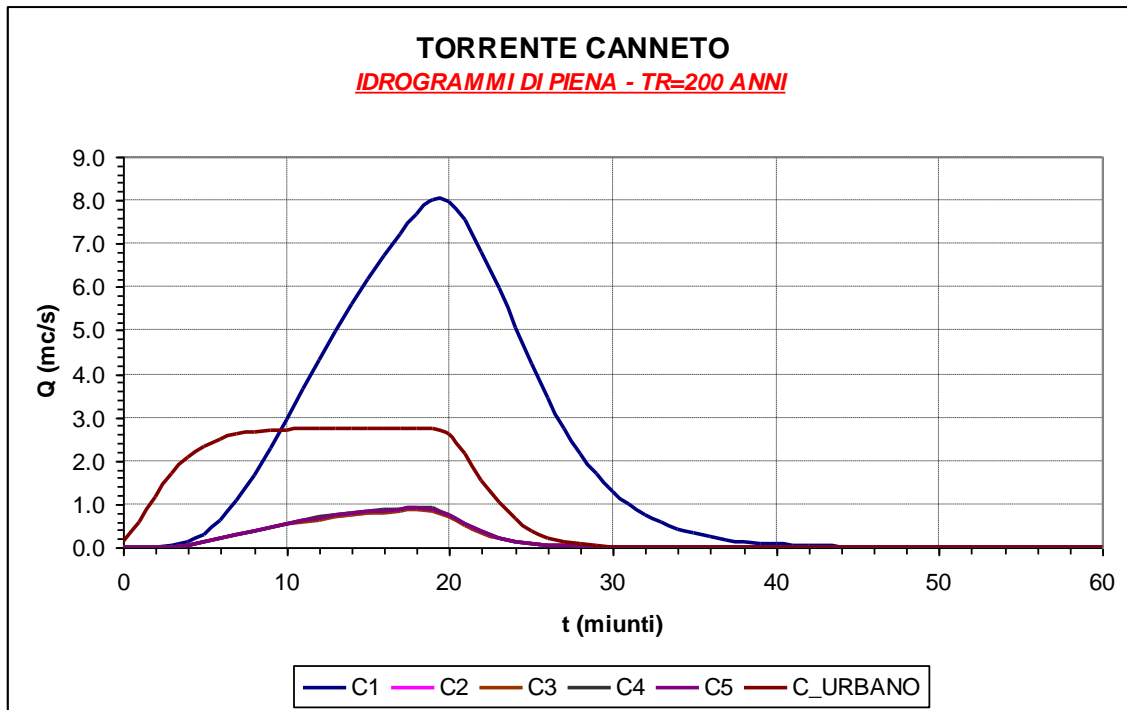
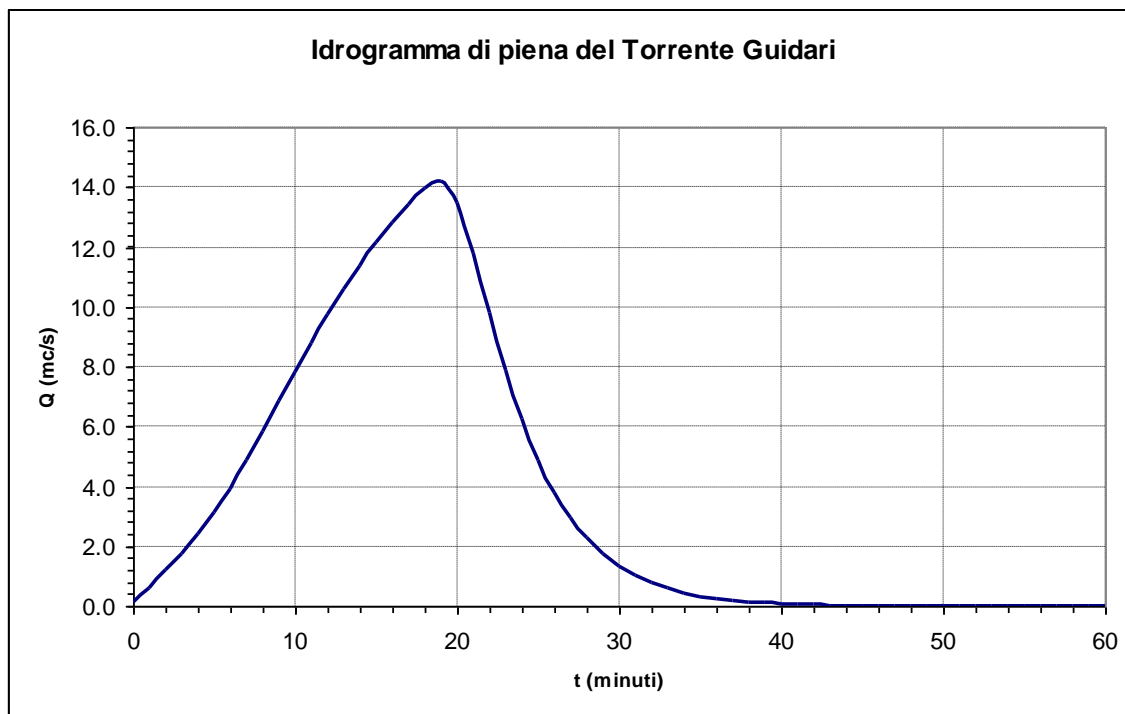


Grafico 11 : Idrogrammi di piena dei sottobacini del Torrente Canneto.



**Grafico 12 : Idrogramma di piena del Torrente Canneto.**

## **2.6 DEFINIZIONE DEGLI IETOGRAMMI DI PROGETTO PER LA PROGETTAZIONE DELLE OPERE DI SMALTIMENTO E TRATTAMENTO DELLE ACQUE METEORICHE DALLA PIATTAFORMA PORTUALE**

Gli ietogrammi di progetto assunti per il dimensionamento delle opere sono:

Tempo di ritorno 20 anni:

- Durata della precipitazione 15 minuti
- Curva di possibilità pluviometrica:  $h = 93,14 t^{0,236}$
- Altezza di pioggia: 67,15 mm
- Intensità di precipitazione: 268 mm/ora

Tempo di ritorno 50 anni:

- Durata della precipitazione 15 minuti
- Curva di possibilità pluviometrica:  $h = 112,95,14 t^{0,232}$
- Altezza di pioggia: 81,89 mm
- Intensità di precipitazione: 327,5 mm/ora

### **3 QUANTIFICAZIONE DEL VOLUME DI TRASPORTO SOLIDO**

#### **3.1 ANALISI CON METODI EMPIRICI – RISULTATI DEL PROGETTO PRELIMINARE**

Nel progetto preliminare veniva eseguita una stima della produzione media annua dei sedimenti per i bacini idrografici insistenti sulla nuova piattaforma di progetto mediante modelli semplificati di carattere empirico basati sulle caratteristiche geomorfologiche dei bacini.

Il metodo utilizzato è quello proposto da Williams e Berndt e porta ai seguenti risultati:

Bacino	Produzione specifica di sedimenti (t/ha/anno)	Produzione annua di sedimenti (mc/anno)
Canneto	18.2	131.2
Farota	25.4	126.1
Guidari	17.7	353.3
Larderìa	53.5	16046.2

Si tralascia in questa sede tutta la trattazione già riportata per esteso nei documenti di gara.

#### **3.2 I DATI DEL PIANO REGOLATORE PORTUALE**

Nel Piano Regolatore Portuale di Messina vengono forniti i seguenti valori medi annui di trasporto solido:

Bacino	Produzione annua di sedimenti (mc/anno)
Canneto	680
Farota	530
Guidari	920
Plumara	370
Larderìa	790

#### **3.3 VERIFICHE IN SITO**

Dai sopralluoghi eseguiti in sito si è potuto constatare quanto segue:

- Di fronte ad eventi pluviometrici particolarmente intensi si ha il verificarsi di un notevole trasporto solido dovuto a fenomeni di dilavamento dei versanti.
- In particolare nell'evento del 10.03.2010, con 100 mm di precipitazione (evento paragonabile a quelli di progetto), da rilievi eseguiti in sito si sono potuti stimare i seguenti volumi prodotti dai versanti dei bacini e trasportati verso valle:
  - Farota: circa 1000 mc di materiale ghiaioso/sabbioso con massi anche di notevoli dimensioni (fino a 1 mc) derivanti dalla nicchia di frana in sinistra orografica

- Canneto: ingente trasporto solido di materiale prevalentemente sabbioso con ostruzione dei tombinamenti autostradali e stradali
- Guidari: trasporto solido di materiale prevalentemente ghiaioso. La maggior parte del materiale sedimentato deriva dal dilavamento delle pendici della discarica di inerti presente nella parte superiore del bacino e della pista in sterrato realizzata all'interno dell'alveo torrentizio. Il volume può essere quantificabile in circa 1500 mc.

### **3.4 CONCLUSIONI**

I dati relativi al trasporto solido si discostano notevolmente tra loro.

L'applicazione di modelli e formulazioni analitiche sono difficilmente applicabili in quanto la maggior parte dei sedimenti deriva da fenomeni di dilavamento dei versanti ma soprattutto dalla rimozione delle piste artificiali realizzate in alveo e dal dilavamento dei rilevati della discarica di inerti sul bacino di monte del Guidari.

A favore della sicurezza si assumono per il dimensionamento i seguenti valori:

Bacino	Produzione annua di sedimenti (mc/anno)	Produzione di sedimenti a seguito di precipitazioni intense (mc)
Canneto	680	1200
Farota	530	1000
Guidari	920	1500
Plumara	370	700

Chioggia, lì 18 giugno 2010

**FIRME**

Il Concorrente (costituenda A.T.I.)

**NUOVA CO.ED.MAR. S.r.l.**

(Boscolo Contadin Dante – Amministratore Unico)

**CCC - Società Cooperativa**

(Bedetti Giorgio – Procuratore)

I progettisti indicati (costituenda A.T.I.)

**Favero e Milan Ingegneria Spa**

(Tassi Tommaso - Consigliere Delegato  
Responsabile dell'integrazione prestazioni specialistiche)

**IDROTEC S.r.l**

(Ing. Franco Grimaldi – Presidente)

**Ing. Vincenzo Iacopino**

**Studio Tecnico Falzea**

(Arch. Giuseppe Falzea – Legale Rappresentante  
Associato)

**Arch. Claudio Lucchesi**

**Ing. Manlio Marino**

**Dott. Geol. Sergio Dolfin**