

A	DICEMBRE 2011	EMISSIONE				A.PARIS	A.CACCIATORI	F.MATTAROLO													
REV.	DATA	DESCRIZIONE				ELABORATO	VERIFICATO	APPROVATO													
SOSTITUISCE L'ELABORATO N°						SOSTITUITO DALL'ELABORATO N°															
CONSORZIO PER LE AUTOSTRADE SICILIANE AUTOSTRADA SIRACUSA – GELA 2° TRONCO: ROSOLINI – RAGUSA LOTTO 10/11 PROGETTO ESECUTIVO IDENTIFICAZIONE ELABORATO																					
E	A	1	8	10	11	T	0	0	I	D	0	0	I	D	R	R	E	0	0	1	A
PROG.	STRADA	LOTTO	MACRO OPERA	OPERA		PARTE DI OPERA		TIPOLOGIA ELABORATO	N. ELABORATO	REV.											
RELAZIONE IDROLOGICA																					
DATA	DICEMBRE 2011					PROGETTAZIONE															
CODICE CAD-FILE	EA181011T00ID00IDRRE001A.doc					IL RESPONSABILE : DOTT. ING. F. BUSOLA															
<small>OPERA PROTETTA AI SENSI DELLA LEGGE 22 APRILE 1941 N. 633 TUTTI I DIRITTI RISERVATI          QUALSIASI RIPRODUZIONE ED UTILIZZAZIONE NON AUTORIZZATE SARANNO PERSEGUITE A RIGORE DI LEGGE</small>																					

 <b>PROGETTA</b>	E	A	1	8	10	11	T	0	0	I	D	0	0	I	D	R	R	E	0	0	1	A	Pag. n.
	Pr	Strada		Lotto		Macro opera		Opera			Parte di opera		Tipo elab	N. Elab.		Rev	1						

## **AUTOSTRADA SIRACUSA-GELA**

### **2° TRONCO ROSOLINI - RAGUSA**

#### **PROGETTO ESECUTIVO**

#### **LOTTO 10 "IRMINIO" E LOTTO 11 "RAGUSA"**

#### **RELAZIONE IDROLOGICA**

 <b>PROGETTA</b>	E	A	1	8	10	11	T	0	0	I	D	0	0	I	D	R	R	E	0	0	1	A	Pag. n.
	Pr	Strada			Lotto		Macro opera		Opera			Parte di opera		Tipo elab	N. Elab.		Rev	2					

## INDICE

1.	INTRODUZIONE	3
2.	CARATTERISTICHE DEI BACINI INTERCETTATI	6
3.	DETERMINAZIONE DELLE PRECIPITAZIONI DI PROGETTO	10
3.1.	Determinazione della curva di possibilità pluviometrica	10
3.2.	Precipitazioni di progetto	15
4.	DETERMINAZIONE DELLE PORTATE DI PROGETTO	16
4.1.	Calcolo della portata di progetto dei corsi d'acqua intercettati dal tracciato autostradale	16
4.1.1.	Metodo di calcolo utilizzato	16
4.1.2.	Risultati ottenuti	17
5.	CRITERI PER LO SMALTIMENTO DELLE ACQUE METEORICHE	20
5.1.	Smaltimento delle acque meteoriche dall'autostrada	20
5.2.	Vasche per la raccolta degli sversamenti accidentali e per il trattamento delle acque di prima pioggia	22
5.3.	Bacini di accumulo e laminazione	23
5.4.	Sicurezza idraulica dei corsi d'acqua ricettori	23
5.4.1.	Inciso Piano Grande	24
5.4.2.	Torrente Tardarita	24
5.4.3.	Sistemazione del torrente Tardarita nel suo tratto finale	25
5.4.4.	Torrente Gatto Corvino	25
6.	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	26

 <b>PROGETTA</b>	E	A	1	8	10	11	T	0	0	I	D	0	0	I	D	R	R	E	0	0	1	A	Pag. n.
	Pr	Strada		Lotto		Macro opera		Opera			Parte di opera		Tipo elab	N. Elab.		Rev	3						

## 1. INTRODUZIONE

Le opere relative agli attraversamenti idraulici e alle sistemazioni da realizzare nell'ambito del lotto 10 "Irminio" e del lotto 11 "Ragusa", in prosecuzione al lotto 9 "Scicli", riguardano tratti autostradali contigui dello sviluppo rispettivamente di circa 5.050 m e di 6.950 m;

Il tracciato autostradale intercetta un solo corso d'acqua di una certa importanza il fiume Irminio e alcuni corsi d'acqua di dimensioni minori affluenti o subaffluenti del torrente Modica, dell'Irminio stesso, di altri torrenti minori quali il Tardarita, il Gatto Corvino o che sboccano direttamente a mare.

Se si esclude il fiume Irminio per quanto riguarda i corsi d'acqua, o i semplici impluvi, interessati dalle opere, questi presentano, come anche nei lotti precedenti, un regime idraulico tipicamente torrentizio, caratterizzato cioè da:

- un bacino imbrifero d'estensione relativamente piccola (mai superiore a un paio di chilometri quadrati);
- portate mediamente modeste ma rapidamente variabili, con valori nulli o quasi nella stagione estiva, e contributi specifici elevati in corrispondenza di piogge particolarmente intense (e di breve durata) nei mesi invernali;
- regime di corrente normalmente lento dovuto essenzialmente alle non elevate pendenze longitudinali;
- trasporto solido trascurabile, anche in concomitanza con eventi di morbida;
- nella fascia più settentrionale dei bacini imbriferi si è in presenza di formazioni a comportamento carsico, con coefficiente di deflusso decisamente ridotto.

I bacini imbriferi, intercettati dal tracciato autostradale, sono caratterizzati da terreni incolti o ad ulivi e, nelle zone a pendenza più dolce, da terreni coltivati a ortaggi o frutteto. Le pendenze delle superfici scolanti fanno sì che gli eventi di piena, che si presentano in corrispondenza alle piogge più brevi ed intense, abbiano un notevole contributo specifico con piogge di notevole intensità e durata molto contenuta.

Le caratteristiche dei bacini interessati dal tracciato autostradale, in termini di superficie contribuente sono riportate nelle tabelle (Tabb. 1.1.e 1.2.) di seguito riportate.

Tab. 2.1: Superficie contribuente dei bacini interessati dal tracciato del lotto 10

N° bacino	N° opera	Corso d'acqua, o progressiva	A (km <sup>2</sup> )
A1		Prog da 0+000 a 2+360	0.793
A2	15	Inciso Piano Grande	1.508
A3	41	Prog. 2+676,51	0,100
A4	26	Prog. 4+159,53	0.197
A5	35	Fiume Irminio	217,88

Tab. 2.2: Superficie contribuente dei bacini interessati dal tracciato del lotto 11

N° bacino	N° opera	Corso d'acqua, o progressiva	A (km <sup>2</sup> )
A6	13	Torrente Tardarita	1,78
A7	17	Prog. 2+549,38	0,22
A8	19	Prog. 2+618,56	0,29
A7+A8	20	Prog. 2+618,56	0,51
A9	29	Prog. 4+876,22	0,28
A10	36	Prog. 5+353,03	0,07
A11	40	Torrente Pulce	0,21
A12	43	Canale di gronda	0,20
A10+A12	36	Prog. 5+353,03	0,27
A13	48	Prog. 6+485,00	1,35
A14*	57	da 6+607,45 a 7+089,25 uscita da Siracusa	0,19
A15*	59	Da a 7+089,25 uscita da Siracusa	0,19
A14+A15*	58	7+089,25 uscita da Siracusa	0,38
A16*	62	7+36,70 uscita da Siracusa	0,56
A14÷A16*	60	1+363,04 del futuro lotto12	1,00
A13÷A16*	64	Canale verso torrente Gatto Corvino	1,06
A17*	65	Canale verso torrente Gatto Corvino	0,40
A13÷A17*	65	Canale verso torrente Gatto Corvino	2,69
A18*	67	Torrente Gatto Corvino	0,26
A13÷A18*	67	Torrente Gatto Corvino	2,95

(\*) geograficamente all'esterno del tracciato del lotto

 <b>PROGETTA</b>	E	A	1	8	10	11	T	0	0	I	D	0	0	I	D	R	R	E	0	0	1	A	Pag. n.
	Pr	Strada		Lotto		Macro opera		Opera			Parte di opera		Tipo elab	N. Elab.		Rev	5						

Le soluzioni adottate per dare continuità ai corsi d'acqua e risolvere la loro interferenza con il tracciato stradale sono state di due tipi:

- per i corsi d'acqua minori, si prevede il convogliamento delle portate, talvolta attraverso canali di gronda, in tombini circolari o manufatti scatolari di opportune dimensioni che sottopassano il corpo autostradale;
- per il corso d'acqua maggiore, l'Irminio, si prevede il superamento dell'alveo con un viadotto, badando che le pile di tale struttura non vadano ad interessare ed ostacolare il deflusso delle acque e che siano dimensionate e protette opportunamente per evitarne lo scalzamento.

Come illustrato nella relazione idraulica, in alcuni casi, per non aggravare in alcun modo l'entità delle portate affluenti agli impluvi e ai corsi d'acqua esistenti, si è adottato il criterio di creare dei volumi di accumulo o laminazione.

È da rilevare che nelle analisi idrologiche sono stati adottati e impiegati criteri e metodologie già approvati nelle corrispondenti analoghe situazioni dei lotti precedenti, questo anche perché si procede nella progettazione di lotti adiacenti e successivi della stessa infrastruttura; in particolare si è adottata la trattazione di Gumbel per la definizione degli eventi estremi e si è considerato un tempo di ritorno di 25 anni per la verifica della rete di collettamento delle acque meteoriche dalla piattaforma autostradale e un tempo di ritorno di 200 anni per la verifica delle opere idrauliche di attraversamento e di collettamento ai recettori idrici principali.

Si è comunque verificato, ed è esposto nella presente relazione, che i risultati sono cautelativi rispetto a quelli che si ottengono con il metodo TCEV. I dati assunti a base della progettazione, seppur cautelativi non determinano peraltro e non hanno determinato sovradimensionamenti nelle opere.

Nella presente Relazione Idrologica vengono descritti i bacini intercettati (cap. 2) ed esposti i criteri e le metodologie di calcolo adottate per la determinazione della portata di progetto (cap. 3), ed illustrati i criteri per lo smaltimento delle acque meteoriche

## 2. CARATTERISTICHE DEI BACINI INTERCETTATI

Il tratto autostradale relativo ai lotti 10 e 11 interferisce direttamente con i bacini imbriferi dei seguenti corsi d'acqua principali (Fig. 2.1):

- inciso Piano Grande
- fiume Irminio
- torrente Tardarita

ed indirettamente con

- torrente Modica
- torrente Gattocorvino

non interessati direttamente dal tracciato che sono recapiti delle portate provenienti dai versanti che scolano verso l'autostrada stessa.

L'unico corso d'acqua a regime fluviale è il fiume Irminio, gli altri due (inciso Piano Grande e torrente Tardarita) hanno carattere torrentizio solo in caso di eventi di pioggia.



**Fig. 2.1** - Tracciato autostradale del lotto 10 e 11 e principali corsi d'acqua (foto da satellite Google Earth 2010)

 <b>PROGETTAZIONE</b>	E	A	1	8	10	11	T	0	0	I	D	0	0	I	D	R	R	E	0	0	1	A	Pag. n.
	Pr	Strada		Lotto		Macro opera		Opera			Parte di opera		Tipo elab	N. Elab.		Rev	7						

Sulla base della morfologia del territorio sono stati individuati e numerati progressivamente un totale di 18 bacini imbriferi con i relativi impluvi che interferiscono con il tracciato autostradale, riportati nelle tavole relative.

Il tracciato autostradale relativo al lotto 10 interessa i bacini indicati con la sigle dall'A1 all'A4. I bacini A1 e A2, che si trovano a sud della galleria Truncafila, non presentano una idrografia definita, trattandosi di versanti senza incisioni evidenti, che sgrondano verso il tracciato autostradale. Il bacino A3, di dimensioni minori rispetto agli altri due, ha un andamento parallelo al rilevato Cottonari tra la galleria Truncafila e la galleria artificiale Cottonari. A ovest di quest'ultima galleria il tracciato autostradale sovrappassa con un viadotto il fiume Irminio.

Il tracciato autostradale relativo al lotto 11 inizia al termine del viadotto Irminio; successivamente interseca il torrente Tardarita e altri due impluvi presenti tra le gallerie Caddame e Occhipinti.. I bacini interessati (A6, A7 e A8) sono caratterizzati da pendenze maggiori nella parte più a monte, che si addolciscono in corrispondenza dell'intersezione con l'asse autostradale. A est della galleria Occhipinti sono stati individuati quattro impluvi principali con i relativi bacini: A9, A10, A11 e A12 appartenenti al bacino del Tardarita. La peculiarità di questi bacini è la pendenze piuttosto elevata a ridosso del tracciato autostradale.

I bacini A13, A14, A15 e A16 presentano impluvi non particolarmente definiti e pendenze poco accentuate. Sono stati individuati e presi in considerazione anche i bacini A17 e A18 sebbene si trovino oltre la fine del lotto 11 dal momento che interferiscono idraulicamente con il tracciato del lotto in quanto le portate di piena dei bacini interessati vengono recapitate nel torrente Gattocorvino.

Nelle tabelle 2.1 e 2.2, relative rispettivamente al lotto 10 e 11, sono riportati per ogni bacino individuato le caratteristiche geometriche dei bacini stessi: superficie, lunghezza dell'asta principale e quota media del bacino rispetto alla sezione di chiusura considerata.

Per i bacini del lotto 11 dal A15 al A18 sono riportati anche i dati di ciascun bacino direttamente contribuente alla sezione di chiusura.

Tab. 2.1: Caratteristiche geometriche dei bacini interessati dal tracciato del lotto 10

N° bacino	N° opera	Corso d'acqua, o progressiva	A (km <sup>2</sup> )	L (km)	H (m)
A1		Prog da 0+000 a 2+360	0.793	2.76	48.5
A2	15	Inciso Piano Grande	1.508	2.47	44.8
A3	41	Prog. 2+676,51	0,100	0,25	9,0
A4	26	Prog. 4+159,53	0.197	0.48	25,0
A5	35	Fiume Irminio	217,88	48,55	446,0

Tab. 2.2: Caratteristiche geometriche dei bacini interessati dal tracciato del lotto 11

N° bacino	N° opera	Corso d'acqua, o progressiva	A (km <sup>2</sup> )	L (km)	H (m)
A6	13	Torrente Tardarita	1,78	1,97	118,5
A7	17	Prog. 2+549,38	0,22	1,33	99,0
A8	19	Prog. 2+618,56	0,29	0,97	84,0
A7+A8	20	Prog. 2+618,56	0,51	1,33	99,0
A9	29	Prog. 4+876,22	0,28	1,28	54,0
A10	36	Prog. 5+353,03	0,07	0,53	39,0
A11	40	Torrente Pulce	0,21	1,17	50,3
A12	43	Canale di gronda	0,20	0,66	32,5
A10+A12	36	Prog. 5+353,03	0,27	0,66	39,0
A13	48	Prog. 6+485,00	1,35	3,65	69,5
A14*	57	da 6+607,45 a 7+089,25 uscita da Siracusa	0,19	0,820	18,5
A15*	59	Da a 7+089,25 uscita da Siracusa	0,19	1,100	23,0
A14+A15*	58	7+089,25 uscita da Siracusa	0,38	1,100	23,0
A16*	62	7+36,70 uscita da Siracusa	0,56	2,150	42,0
A14÷A16*	60	1+363,04 del futuro lotto12	1,00	2,15	42,0
A13÷A16*	64	Canale verso torrente Gatto Corvino	1,06	3,65	69,5
A17*	65	Canale verso torrente Gatto Corvino	0,40	1,240	38,5
A13÷A17*	65	Canale verso torrente Gatto Corvino	2,69	3,390	80,5
A18*	67	Torrente Gatto Corvino	0,26	1,240	41,0
A13÷A18*	67	Torrente Gatto Corvino	2,95	3,800	87,5

(\*) geograficamente all'esterno del tracciato del lotto

 <b>PROGETTA</b>	E	A	1	8	10	11	T	0	0	I	D	0	0	I	D	R	R	E	0	0	1	A	Pag. n.
	Pr	Strada		Lotto		Macro opera		Opera			Parte di opera		Tipo elab	N. Elab.		Rev	9						

Per quanto riguarda i corsi d'acqua, o i semplici impluvi, interessati dalle opere, questi presentano, come già evidenziato anche nei lotti precedenti, un regime idraulico tipicamente torrentizio.

 <b>PROGETTA</b>	E	A	1	8	10	11	T	0	0	I	D	0	0	I	D	R	R	E	0	0	1	A	Pag. n.
	Pr	Strada			Lotto		Macro opera		Opera			Parte di opera		Tipo elab	N. Elab.		Rev	10					

### 3. DETERMINAZIONE DELLE PRECIPITAZIONI DI PROGETTO

Poichè non esistono dati riguardanti misurazioni dirette di deflusso relative ai corsi d'acqua attraversati, il calcolo della portata di piena è stato eseguito applicando le relazioni proposte da Giandotti che legano la portata alla altezza di pioggia corrispondente all'evento meteorico avente tempo di ritorno prefissato e durata pari al tempo di corrivazione  $t_c$  del bacino.

#### 3.1. Determinazione della curva di possibilità pluviometrica

La curva di possibilità pluviometrica, che fornisce l'altezza di pioggia, è espressa nella forma:

$$h = a t^n$$

Essa è stata calcolata elaborando i dati pluviometrici, di durata 1, 3 e 6 ore, registrati presso la stazione pluviografica di Noto, con la legge probabilistica doppio esponenziale di Gumbel, o dei valori estremi. L'aver acquisito 40 anni di dati assicura una stima affidabile degli eventi estremi. Nella tabella 3.1 sono riportati, in ordine decrescente, i dati relativi a tali precipitazioni.

Secondo il metodo di Gumbel la probabilità  $P$  è espressa dalla relazione

$$P = e^{-e^{-y}}$$

dove "e" è la base dei logaritmi Neperiani; "y", detta variabile ridotta, è data dalla

$$y = a_f(X - X_f),$$

essendo "a<sub>f</sub>" e "X<sub>f</sub>" due parametri funzioni della media aritmetica  $X$  degli "n" valori massimi a disposizione e dello scarto quadratico medio  $\sigma_x$ .

Nei casi in esame la relazione che lega la variabile ridotta  $y$  ai valori estremi  $h$ , può essere posta nella forma:

$$h = \bar{h} + \sigma_x/\sigma_n (y - Y_n)$$

dove:

- $\bar{h}$  = media aritmetica dei valori;
- $\sigma_x$  = scarto quadratico medio dei valori estremi;
- $\sigma_n$  = costante, funzione del numero di osservazioni (in questo caso 1,1559);
- $Y_n$  = costante funzione del numero di osservazioni (in questo caso 0,5436).

*Tab. 3.1 - Dati di pioggia ordinati secondo l'importanza dell'evento*

Numero d'ordine	h (mm)		
	1 ora	3 ore	6 ore
1	67,2	111,6	191,0
2	65,0	103,4	143,8
3	59,0	97,4	100,0
4	52,0	86,4	89,8
5	45,8	67,2	89,8
6	42,4	64,8	84,0
7	42,2	64,6	77,8
8	40,8	64,6	76,8
9	40,8	62,4	73,8
10	40,2	60,0	72,6
11	39,2	57,8	72,0
12	38,8	56,4	68,8
13	36,6	54,4	68,0
14	36,4	53,4	66,6
15	35,4	48,8	64,0
16	34,4	48,8	54,0
17	33,6	46,4	54,0
18	33,0	45,6	53,6
19	32,8	45,0	53,6
20	31,6	45,0	53,4
21	31,6	43,4	51,8
22	29,4	42,8	51,6
23	28,8	42,4	49,2
24	27,2	40,8	47,6
25	25,2	37,2	47,6
26	24,8	36,8	45,0
27	24,2	35,0	43,4
28	23,6	34,2	43,2
29	23,2	34,0	42,0
30	22,8	33,6	40,4
31	22,0	31,2	37,6
32	20,2	31,2	36,4
33	18,8	27,2	36,2
34	18,0	27,0	32,8
35	18,0	26,2	28,0
36	18,0	26,0	27,8
37	17,4	23,8	27,4
38	15,4	22,8	26,6
39	14,2	20,4	26,6
40	12,8	20,4	24,2

Nella seguente tabella 3.2 sono riportati il valore medio  $\bar{h}$  e lo scarto quadratico medio  $\sigma_x$  rispettivamente per i dati relativi alle piogge di durata  $t = 1$  ora,  $t = 3$  ore e  $t = 6$  ore.

*Tab. 3.2: Valori della media  $\bar{h}$  e dello scarto quadratico medio  $\sigma_x$  rispettivamente per i dati di pioggia della durata di 1, 3, e 6 ore*

Durata della pioggia (ore)	$\bar{h}$ (mm)	$\sigma_x$
1	32,1	13,02
3	48,0	21,87
6	59,3	31,88

Inserendo questi valori nella (4) sono state ricavate le seguenti equazioni che legano "h" ad "y":

$$h = 11,27 y + 25,98 \quad \text{per} \quad t = 1 \text{ ora};$$

$$h = 18,92 y + 37,72 \quad \text{per} \quad t = 3 \text{ ore};$$

$$h = 27,58 y + 44,30 \quad \text{per} \quad t = 6 \text{ ore}.$$

Riportando graficamente tali rette sul particolare cartogramma predisposto da Gumbel, per ogni valore di "h" è possibile determinare direttamente la probabilità "P" ed il tempo di ritorno  $T_r$ , che tale valore rappresenta; nella figura 3.1 sono state tracciate tali rette: sull'ascissa inferiore sono indicate la variabile ridotta y e la probabilità P, su quella superiore il tempo di ritorno  $T_r$  corrispondente alla probabilità P, ed in ordinata, sono posti i valori di h.

Per le elaborazioni, si è fatto riferimento alle altezze di pioggia h di durata 1 ora, 3 ore e 6 ore, relative a tempi di ritorno  $T_r$  pari a 10, 25, 50, 100 e 200 anni; tali valori vengono riportati nella tabella 3.3 che segue.

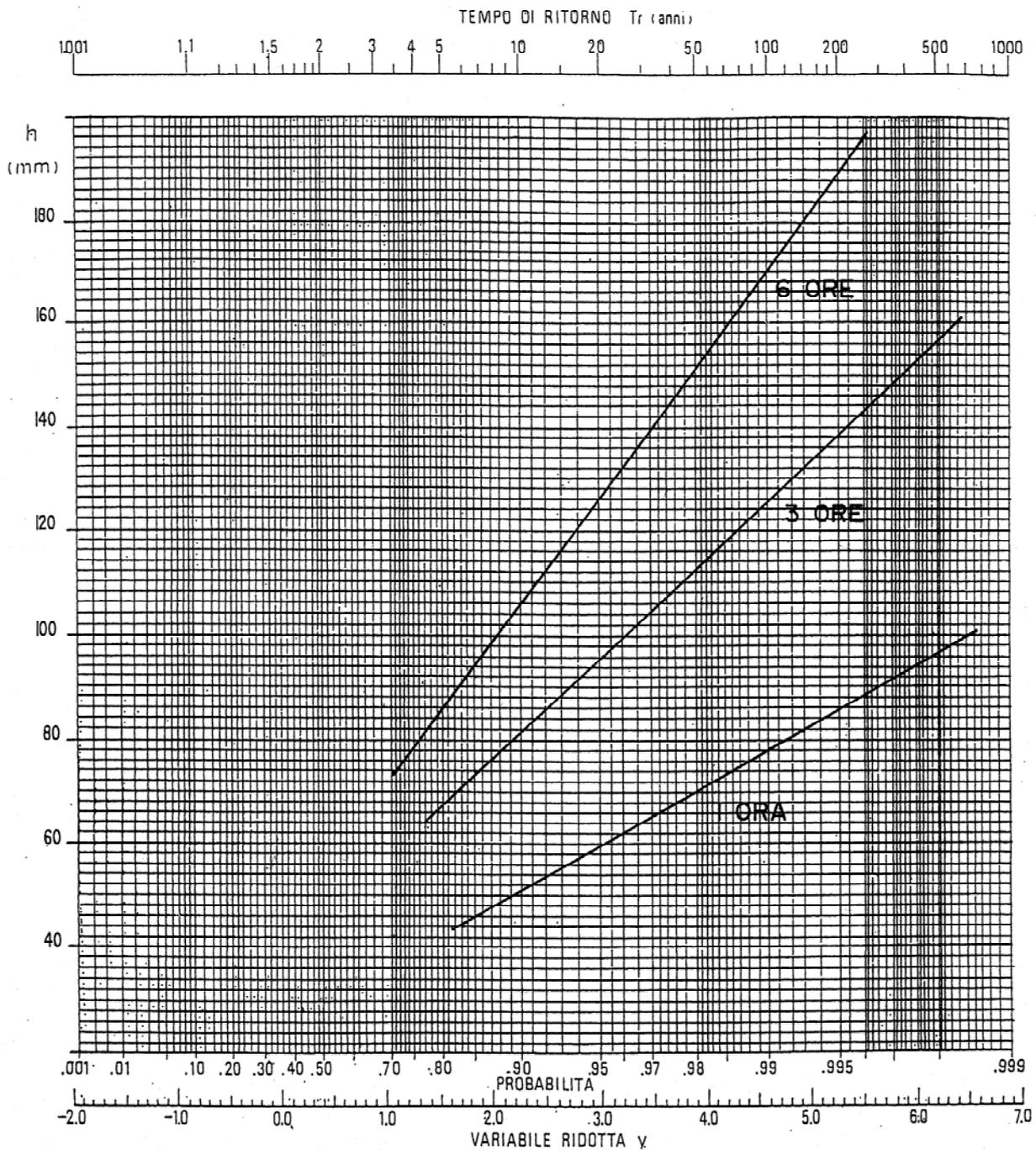


Fig. 3.1 - Analisi di Gumbel per piogge di durata 1, 3, 6 ore

*Tab. 3.3 - Valori delle altezze di pioggia  $h$  (mm) di durata 1 ora, 3 ore e 6 ore relativi a tempi di ritorno  $T_r$  pari a 10, 50, 100 e 200 anni*

Durata (ore)	Tempo di ritorno $T_r$ (anni)				
	10	25	50	100	200
1	51,40	61,56	69,80	77,57	83,84
3	80,47	98,26	111,30	124,36	137,41
6	106,64	132,56	151,60	170,64	189,67

Dopo aver riportato questi valori su un cartogramma logaritmico avente in ascissa la durata (in ore) ed in ordinata l'altezza di pioggia (in millimetri), è stata tracciata la retta interpolante.

Le cinque interpolanti note come equazioni di possibilità pluviometrica hanno, rispettivamente per tempi di ritorno di 10, 25, 50, 100 e 200 anni, la seguente espressione ( $h$  in millimetri e  $t$  in ore):

$$h = 51,4 \cdot t^{0,44} \quad (T_r = 10 \text{ anni})$$

$$h = 61,6 \cdot t^{0,44} \quad (T_r = 25 \text{ anni})$$

$$h = 69,8 \cdot t^{0,45} \quad (T_r = 50 \text{ anni})$$

$$h = 76,2 \cdot t^{0,45} \quad (T_r = 100 \text{ anni})$$

$$h = 83,8 \cdot t^{0,45} \quad (T_r = 200 \text{ anni})$$

A titolo di confronto si è considerata la curva di possibilità pluviometrica quale risulta dalla elaborazione dello studio VAPI del CNR secondo il metodo TCEV. Per tempi di ritorno rispettivamente di 10 e 200 anni tale curva ha l'espressione, per la zona in cui si snoda il tracciato autostradale, di:

$$h = 45 \cdot t^{0,34} \quad (T_r = 10 \text{ anni})$$

$$h = 81 \cdot t^{0,34} \quad (T_r = 200 \text{ anni}).$$

per tempi di corrivazione superiori all'ora, e di:

$$h = 45 \cdot t^{0,39} \quad (T_r = 10 \text{ anni})$$

$$h = 81 \cdot t^{0,39} \quad (T_r = 200 \text{ anni})$$

per tempi di corrivazione inferiori all'ora.

 <b>INGEGNERIA</b>	E	A	1	8	10	11	T	0	0	I	D	0	0	I	D	R	R	E	0	0	1	A	Pag. n.
	Pr	Strada			Lotto		Macro opera		Opera			Parte di opera		Tipo elab	N. Elab.		Rev	15					

### 3.2. Precipitazioni di progetto

Le curve di possibilità pluviometrica utilizzate per la valutazione delle portate di progetto sono pertanto:

–  $h = 62,04 \cdot t^{0,45}$  (mm) (Tr = 25 anni)

per il dimensionamento della rete di collettamento delle acque meteoriche provenienti dalla piattaforma stradale

–  $h = 83,8 \cdot t^{0,45}$  (mm) (Tr = 200 anni)

per il dimensionamento degli attraversamenti del tracciato autostradale e le opere di sistemazione della rete idrografica.

 <b>PROGETTA</b>	E	A	1	8	10	11	T	0	0	I	D	0	0	I	D	R	R	E	0	0	1	A	Pag. n.
	Pr	Strada		Lotto		Macro opera		Opera			Parte di opera		Tipo elab	N. Elab.		Rev	16						

## 4. DETERMINAZIONE DELLE PORTATE DI PROGETTO

### 4.1. Calcolo della portata di progetto dei corsi d'acqua intercettati dal tracciato autostradale

#### 4.1.1. Metodo di calcolo utilizzato

Poiché non esistono dati riguardanti misurazioni dirette di portata relative ai corsi d'acqua intercettati, nel determinare la portata di progetto relativa ai bacini imbriferi con sezione di chiusura in prossimità dell'attraversamento autostradale, il calcolo della portata di piena è stato eseguito applicando le relazioni proposte da Giandotti, con le quali si può risalire al tempo di corrivazione  $t_c$  (espresso in ore) e alla portata  $Q$  (espressa in  $m^3/s$ ) mediante le seguenti espressioni:

$$t_c = \frac{4\sqrt{A} + 1,5L}{0,8\sqrt{H}} \quad (\text{ore})$$

$$Q = \frac{166Ah}{0,8t_c} \quad (m^3/s)$$

dove:

$A$  = superficie del bacino sotteso dalla sezione di chiusura ( $km^2$ ), ('intersezione del corso d'acqua con il tracciato autostradale);

$L$  = lunghezza dell'asta fluviale principale (km);

$H$  = quota media del bacino rispetto alla sezione considerata (m);

$h$  = altezza di pioggia (m) corrispondente all'evento meteorico avente tempo di ritorno prefissato e durata pari al tempo di corrivazione  $t_c$  del bacino.

$t_c$  = tempo di corrivazione (ore)

Nella valutazione delle portate di piena si è utilizzato anche il metodo razionale, secondo il quale la portata determinata da una pioggia di intensità:

$$i = h/t \quad (\text{mm/ora})$$

con  $t$  tempo di corrivazione e  $h$  altezza di precipitazione corrispondente ad un prefissato tempo di ritorno, è data da:

$$Q = \frac{CiA}{3,6} \quad (m^3/s)$$

con:

$C$  = coefficiente di deflusso

$A$  = superficie del bacino contribuente ( $\text{km}^2$ )

Confrontando i risultati che si ottengono con il metodo razionale, con quelli del metodo di Giandotti risulta che quest'ultimo porta a sovrastimare le portate di piena considerando un coefficiente di deflusso pari a 0,75 rispetto a un coefficiente che nell'area considerata si può considerare decisamente inferiore.

Per questo motivo si è fatto riferimento al metodo razionale e il coefficiente di deflusso è stato considerato variabile da 0,75 a 0,15 in funzione delle caratteristiche plano-altimetriche e soprattutto morfologiche del bacino cui si riferisce.

#### 4.1.2. Risultati ottenuti

La portata di progetto relativa a ciascun attraversamento è stata determinata mediante l'applicazione dei metodi precedentemente descritti adottando la curva di possibilità pluviometrica corrispondente ad un tempo di ritorno pari a 200 anni.

Nelle tabelle 4.1 e 4.2, relative rispettivamente al lotto 10 e 11, sono riportati per ciascun attraversamento la superficie del bacino ( $A$ ), lunghezza dell'asta principale ( $L$ ) e quota media del bacino rispetto alla sezione di chiusura considerata ( $H$ ) ed i risultati ottenuti in termini di tempo di corrvazione del bacino ( $t_c$ ) e portata di progetto ( $Q$ ) considerata alla sezione di chiusura del bacino contribuente a monte del tracciato autostradale .

Tab. 4.1 - Opere idrauliche del lotto10. Portate duecentennali di dimensionamento e verifica

<b>Codice bacino</b>	<b>N° opera</b>	<b>Opera di attraversamento</b>	<b>A (<math>\text{km}^2</math>)</b>	<b>L (km)</b>	<b>H (m)</b>	<b><math>t_c</math> (ore)</b>	<b>Q (<math>\text{m}^3/\text{s}</math>)</b>
A1		Canale di gronda con tombino Ø 1500 della S.P. N.95	0.79	2.76	48.5	1.38	3.9
A2	15	Scatolare 3,00x2.50 m (progr. km 2+643.24)	1.51	2.47	44.8	1.61	20.2
A3	41	Tombino Ø 1000 (progr. km 2+676.51)	0,10	0,25	9,0	0,68	2,1
A4	26	Tombino Ø 2000 (progr. km 4+159.53)	0.20	0.48	25	0.80	5,9

A5	35	Viadotto "Irminio"	269,0	56	402	7.63	786
----	----	--------------------	-------	----	-----	------	-----

Tab.4.2 Opere idrauliche del lotto11. Portate duecentennali di dimensionamento e verifica

Codice bacino	N° opera	Opera di attraversamento o di sistemazione	A (km <sup>2</sup> )	L (km)	H (m)	t <sub>c</sub> (ore)	Q (m <sup>3</sup> /s)
A6	13	Scotolare 4,00x3,00 m (progr. km 2+357.01)	1.78	1.97	118.5	0.95	31.9
A7	17	Scotolare 2,00x2,00 m (progr. km 2+549.38)	0.22	1.33	99	0.49	5.7
A8	19	Scotolare 3,00x2,00 m (progr. km 2+618.56)	0,29	0,97	84	0,49	7,5
A7+A8	20	Scotolare 3,00 x 2,00 m	0,51	1,33	99	0,61	11,6
A9	29	Tombino Ø 1500 (progr. km 4+876.22)	0.28	1.28	54	0.69	6.0
A10	36	Canale di gronda	0.07	0.53	39	0.37	2.0
A11	40	viadotto "Pulce"	0.21	1.17	50.3	0.63	4.7
A12	43	Canale di gronda e tombino Ø 1500	0.20	0.66	32.5	0.61	4.6
A10+A12	37	Scotolare 2,00 x 2,00 m (prog. 5+353,03)canale gronda	0,27	0,66	39,0	0,61	6,1
A13	48	Canale di gronda e sezione a U (progr. km 6+487.23)	1.35	3.65	69.5	1.52	18,7
A14	57	Canale di gronda	0,19	0,82	18,5	0,86	3,6
A15	59	Canale di gronda	0.19	1.10	23	0.89	3.5
A14+A15	58	Scotolare 3,00x1,50 m (progr. km 7+089,25)	0,38	1,10	23	1,07	6,4
A16	62	Scotolare 3,00x1,50 m (progr. km 7+386,70)	0.56	2.15	42	1.20	8,8
A14÷A16	60	Canale di scarico	1,00	2,15	42	1,39	14,5
A13÷A16	64	Scotolare 3,50x3,00 m	1,06	3,65	69,5	1,44	15,2
A17	65	Canale di scarico	0.40	1.24	38.5	0.23	5.6
A18	67	Sistemazione affluente sinistro del torrente Gatto Corvino	0.26	1.24	41	0.76	5.2
A13÷A17	65	Canale di scarico e scotolare 4,00x 3,00	2,69	3,39	80,5	1,62	36,0
A13÷A18	67	Sistemazione affluente sinistro del torrente Gatto Corvino	2,95	3,80	87,5	1,68	38,7

 <b>GENERALI</b>	E	A	1	8	10	11	T	0	0	I	D	0	0	I	D	R	R	E	0	0	1	A	Pag. n.
	Pr	Strada			Lotto		Macro opera		Opera			Parte di opera		Tipo elab	N. Elab.		Rev	19					

 <b>PROGETTA</b>	E	A	1	8	10	11	T	0	0	I	D	0	0	I	D	R	R	E	0	0	1	A	Pag. n.
	Pr	Strada			Lotto		Macro opera		Opera			Parte di opera		Tipo elab	N. Elab.		Rev	20					

## 5. CRITERI PER LO SMALTIMENTO DELLE ACQUE METEORICHE

### 5.1. Smaltimento delle acque meteoriche dall'autostrada

Mentre si rimanda alla Relazione Idraulica per la descrizione della rete di collettamento delle acque meteoriche dalla piattaforma autostradale, si descrivono di seguito, sinteticamente i punti di scarico nei corpi idrici ricettori e l'entità delle portate scaricate.

Si è fatto riferimento alla portata con tempo di ritorno di 25 anni ( $h = 61,56 \cdot t^{0,44}$ ), verificando l'efficienza della rete anche per a quella duecentennale.

Come già indicato nella valutazione delle portate si è utilizzato il metodo razionale: il tempo di corrivazione è stato calcolato ipotizzando una velocità di deflusso di 1,00 m/s sia sulla superficie pavimentata che all'interno dei collettori.; il coefficiente di deflusso considerato pari a  $C_d = 0,9$ , facendo riferimento ad una larghezza media della superficie pavimentata di 28,00 m.

I tratti considerati sono stati identificati dalle vasche all'inizio e alla fine di ciascun collettore principale, ciascuna delle quali tratta in continuo le portate di prima pioggia, mentre le portate in eccesso bypassano la vasca stessa.

- Lotto 10
  - Le portate meteoriche di piattaforma, comprendenti le portate di prima pioggia uscenti dalle vasche dalla n° 68 alla n° 74, per una lunghezza in asse autostradale di circa 2400 m, defluiscono in una tubazione in PEAD spiralato che scarica nel fosso di guardia del lotto 9. (situazione peraltro considerata nella verifica idraulica del lotto9)
  - Le portate di prima pioggia provenienti dalla vasca 75 e dal tratto di piattaforma contribuente, della lunghezza di circa 370 m sono convogliate allo sbocco dell'opera 41 e quindi allo sbocco dell'opera 15
  - Le portate provenienti dalle vasche 76 e 77 e dal tratto di piattaforma corrispondente, della lunghezza di circa 680 m sono convogliate nell'opera 26

 <b>PROGETTA</b>	E	A	1	8	10	11	T	0	0	I	D	0	0	I	D	R	R	E	0	0	1	A	Pag. n.
	Pr	Strada			Lotto		Macro opera		Opera			Parte di opera		Tipo elab	N. Elab.		Rev	21					

- Le portate provenienti dalle vasche 78 e 79 a dalla relativa piattaforma contribuente sono scaricate direttamente nel fiume Irminio.
- Lotto 11
  - Le vasche n° 80 e 81 intercettano le acque di prima pioggia ciascuna di un tratto di circa 200 m di piattaforma. Acque di prima pioggia e acque meteoriche bypassanti le vasche sono scaricate rispettivamente allo sbocco delle sistemazioni opera 13 e opera 20.
  - La vasca 83 e la relativa superficie di piattaforma scaricano nell'opera 37, in corrispondenza del tratto finale con sezione trapezia di base 1,50 m
  - Le portate provenienti dalle vasche dalla 84 alla 89 e dalla relativa piattaforma contribuente sono convogliate in una tubazione che confluisce nel collettore terminale del bacino A12 e quindi nell'opera 37
  - Le portate provenienti dal piazzale al termine del lotto sono recapitate in parte dalle vasche 90 e 91 nel tratto iniziale del canale trapezio (opera 60) e in parte dalle vasche 91 e 92 nel tratto terminale del canale stesso.

Nella tabella 4.3. seguente sono riportati: i tratti identificati, la portata venticinquennale e duecentennale proveniente dalla piattaforma corrispondente con le vasche di prima pioggia previste, l'opera – recapito e le caratteristiche del collettore finale.

E' opportuno notare che le portate provenienti dal piazzale del casello nel tratto terminale del lotto 11 e fatte defluire nel canale trapezio di base 3,00 m presentano un idrogramma di piena con un tempo di corrivazione dell'ordine di qualche minuto, a fronte di un tempo di corrivazione del bacino idrografico contribuente dell'opera 60 di durata superiore all'ora.

Questa considerazione ha portato a non considerare la portata scaricata dalla rete di collettamento delle acque meteoriche sommata a quella del bacino contribuente nella verifica delle opere.

LOTTO	TRATTO		PORTATA (m <sup>3</sup> /s)		VASCHE	RECAPITO	SCARICO
	n°	Da prog.	A prog.	T <sub>r</sub> =25	T <sub>r</sub> = 200	n°	opera n°
10	0+000	2+400	1,31	1,76	68÷74	lotto 9	Ø 1200
10	2+400	2+770	0,57	0,77	75	41 e 15	Ø 630
10	3+600	4+280	0,74	0,99	76 e 77	26	Ø 1200
10	4+680	4+880	0,47	0,63	78	fiume Irminio	Ø 1200
10 e 11	4+880	0+080	0,49	0,67	79	fiume Irminio	Ø 1200
11	2+200	2+400	0,47	0,63	81	13	Ø 630
11	2+400	2+600	0,47	0,63	80	13	Ø 630
11	2+600	2+800	0,46	0,63	82	20	Ø 630
11	4+800	5+000	0,46	0,63	83	37	Ø 630
11	5+000	6+800	1,14	1,54	84÷89	43 e 37	Ø 1200
11	piazzale		1,53	2,07	90 e 91	60	Ø 1200
11	piazzale		0,74	1,00	91 e 92	60	Ø 1200

Tab. 4.3. Portate defluenti dalla piattaforma autostradale

Le reti di smaltimento della piattaforma sono progettate in modo da recapitare le acque in vasche di prima pioggia, ove avverrà il trattamento, prima dell'immissione delle portate nel corpo idrico ricettore.

## 5.2. Vasche per la raccolta degli sversamenti accidentali e per il trattamento delle acque di prima pioggia

Le vasche previste per questo progetto sono dimensionate per trattare in continuo una portata massima di 200 l/s. Secondo la normativa Emilia Romagna presa a riferimento, tale portata risulta essere quella da trattare per una superficie pari ad 1 ettaro. Le vasche sono di tipo monolitico, che possono essere trasportate senza l'impiego di trasporto eccezionale.

Ciascuna vasca è costituita da un comparto che funge da sedimentatore; prima dell'uscita dalla vasca, si trova il pacchetto lamellare filtrante costituito da sottili lamelle plastiche che formano un pacchetto entro il quale il flusso avviene in regime lamina-

 <b>PROGETTA</b>	E	A	1	8	10	11	T	0	0	I	D	0	0	I	D	R	R	E	0	0	1	A	Pag. n.
	Pr	Strada		Lotto		Macro opera		Opera			Parte di opera		Tipo elab	N. Elab.		Rev	23						

re. Le particelle di olio si separano dall'acqua e raggiungono la superficie del pelo libero.

### 5.3. Bacini di accumulo e laminazione

La configurazione planoaltimetrica dell'area interessata dal tracciato autostradale è tale da non presentare estese superfici contribuenti e quindi da non richiedere importanti opere di superamento dei corsi d'acqua intercettati, per lo più impluvi piuttosto che vere e proprie incisioni, se si esclude il fiume Irminio.

La esiguità delle portate defluenti comporta un ridotto utilizzo della risorsa idrica, carente anche per la scarsità delle precipitazioni e la loro modalità di accadimento, con scrosci brevi e intensi. È pertanto evidente come risultino utili, nell'economia dei volumi d'acqua necessari per la manutenzione della struttura autostradale, eventuali vasche di accumulo realizzate in adiacenza alla struttura viaria.

Tenendo conto di questa situazione, nella progettazione della infrastruttura autostradale sono stati inseriti, ove possibile, volumi di invaso e accumulo. Sono stati previsti due pozzi di emungimento dal subalveo dell'Irminio da utilizzare sia in fase di cantiere che per l'approvvigionamento dei volumi necessari all'irrigazione delle opere in verde.

Sono state previste anche vasche di laminazione, nei casi in cui l'orografia a valle non è in grado di smaltire la portata di piena duecentennale. La verifica della laminazione è stata effettuata considerando l'idrogramma di piena duecentennale simmetrico, cioè con la durata della piena pari al doppio del tempo di corrivazione (tempo di crescita pari al tempo di esaurimento), e utilizzando la formula dei serbatoi, considerando lo scarico di superficie uno stramazzone in parete grossa.

### 5.4. Sicurezza idraulica dei corsi d'acqua ricettori

La considerazione principale in merito alla sicurezza idraulica è quella relativa ai tempi di corrivazione dei bacini naturali contribuenti e della piattaforma pavimentata: è evidente infatti che i due colmi di piena sono naturalmente sfalsati, essendo molto più rapido l'afflusso dall'autostrada che dal bacino naturale. Questo garantisce la non sovrapp-

 <b>PROGETTA</b>	E	A	1	8	10	11	T	0	0	I	D	0	0	I	D	R	R	E	0	0	1	A	Pag. n.
	Pr	Strada		Lotto		Macro opera		Opera			Parte di opera		Tipo elab	N. Elab.		Rev	24						

posizione dei due colmi, per cui è corretto assumere di riferimento la portata duecentennale del bacino contribuente al netto di quella proveniente dalla piattaforma pavimentata.

Di seguito si riportano comunque ulteriori considerazioni relative alle situazioni specifiche

#### 5.4.1. Inciso Piano Grande

L'incisione del torrente comincia ad evidenziarsi a valle dell'autostrada in corrispondenza di Contrada Bummachia e presenta un bacino contribuente composto sostanzialmente dai bacini A2 e A3, mentre il bacino A1 scarica nel Modica.

E' opportuno notare a riguardo che rispetto alla situazione attuale la realizzazione dell'autostrada comporta, in termini di portata convogliata all'Inciso Piano Grande, un aumento dovuto alla pavimentazione di superfici attualmente naturali con aumento del coefficiente di deflusso per tali aree ed una diminuzione dovuta al collettamento verso il Modica di parte del bacino A1.

Nel bilancio complessivo la riduzione dovuta alla diversione di parte dei deflussi del bacino A1 è maggiore dell'incremento dovuto alla variazione del coefficiente di deflusso per la superficie corrispondente all'area pavimentata.

#### 5.4.2. Torrente Tardarita

L'incisione del torrente comincia ad evidenziarsi nell'impluvio immediatamente a valle dell'autostrada in corrispondenza di Contrada Lirici e presenta un bacino contribuente composto sostanzialmente dai bacini A6, A7 e A8.

E' opportuno notare a riguardo che rispetto alla situazione attuale la realizzazione dell'autostrada comporta, in termini di portata convogliata al torrente, un aumento dovuto alla pavimentazione di superfici attualmente naturali con il coefficiente di deflusso per tali aree che passa da  $C_d = 0,75$  (quale risulta dal calcolo della piena col metodo di Giandotti) a  $C_d = 0,9$ . L'aumento di portata per l'evento duecentennale risulta

 <b>PROVINCIA DI GROSSETO</b>	E	A	1	8	10	11	T	0	0	I	D	0	0	I	D	R	R	E	0	0	1	A	Pag. n.
	Pr	Strada			Lotto		Macro opera		Opera			Parte di opera		Tipo elab	N. Elab.		Rev					25	

dell'ordine di 200 l/s a fronte di una portata di piena duecentennale dell'ordine di  $Q_{200}=30 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Nel bilancio complessivo quindi l'incremento si può considerare sostanzialmente ininfluente.

#### 5.4.3. Sistemazione del torrente Tardarita nel suo tratto finale

Il torrente Tardarita è un affluente in destra del fiume Irminio, nel quale confluisce a circa 2,00 km dallo sbocco a mare. L'alveo del torrente è ben inciso fino al ponte della comunale collocato a circa 800 m dalla confluenza, a valle del quale, invece, non si riscontra alcun alveo inciso. Per questo motivo è prevista la realizzazione di una vasca di accumulo che con un doppio sfioratore in modo da consentire il deflusso nell'incisione esistente delle portate con tempo di ritorno fino a due anni e di derivare le portate maggiori in un diversivo di nuova realizzazione che convogli i flussi fino al fiume Irminio.

#### 5.4.4. Torrente Gatto Corvino

L'incisione si evidenzia nell'impluvio immediatamente a valle della provinciale a nord del Villaggio Camemi ben oltre la fine del tracciato del lotto 11.

E' il recapito delle portate provenienti dai bacini dall'A12 all'A18; la sua attuale configurazione non appare in grado di smaltire e di convogliare nel Torrente Grassullo le portate di piena duecentennali.

Per questo motivo è prevista la realizzazione di un bacino di laminazione con una bocca tarata (scatolari che operano a battente), tale da far defluire a valle una portata massima dell'ordine di quella del Gatto Corvino ante operam e invasare il volume del picco di piena superiore a tale valore.

 <b>GENERALI</b>	E	A	1	8	10	11	T	0	0	I	D	0	0	I	D	R	R	E	0	0	1	A	Pag. n.
	Pr	Strada		Lotto		Macro opera		Opera			Parte di opera		Tipo elab	N. Elab.		Rev	26						

## 6. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Per quanto riguarda gli inalveamenti e gli attraversamenti i risultati delle elaborazioni hanno fornito gli elementi per un corretto dimensionamento e verifica delle opere idrauliche direttamente o indirettamente correlata alla realizzazione della infrastruttura autostradale.

Per un esauriente esame delle opere idrauliche previste si rimanda alla Relazione Idraulica ( A18-10-11 -i1100 ) e ai relativi elaborati grafici.