

REGIONE SICILIANA

***PROVINCIA REGIONALE  
DI AGRIGENTO  
Settore Viabilità Nord Occidentale***

**Lavori per il collegamento tra la S.S.189 - S.S.118 - S.S.115  
a servizio dei comuni della montagna  
"Strada Mare-Monti" tratto S.S. 115 - S.S.118**

**PROGETTO PRELIMINARE**

ALLEGATO N°

**3.1**

OGGETTO:

**STUDIO IDROLOGICO IDRAULICO**

Relazione idrologica ed idraulica

Il Progettista

F.to Ing. Giuseppe Carlino

Il Responsabile Unico  
del Procedimento

F.to Ing. Gaetano Gucciardo

Elaborazione:

Kappa Progetti F.lli Carlino



Delta Ingegneria s.r.l.

## Indice

---

## Relazione Idrologica - Idraulica

<b>1. STUDIO IDROLOGICO - IDRAULICO.....</b>	<b>2</b>
1.1 GENERALITÀ.....	2
1.2 INQUADRAMENTO E PIANIFICAZIONE ASSETTO IDROGEOLOGICO DEL TERRITORIO .....	2
1.3 PIANO STRALCIO DI BACINO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (P.A.I.).....	3
1.4 CARATTERISTICHE DEL BACINO IDROGRAFICO .....	5
1.4.1 Sezione di calcolo reticolo interferente infrastruttura stradale .....	6
1.5 CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA DELLE PIOGGE DI BREVE DURATA (1-3- 6-12-24 ORE) .....	17
1.5.1 Premesse.....	17
1.5.2 Curva di possibilità pluviometrica - modello probabilistico su base regionale TCEV.....	17
1.6 CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA DELLE PIOGGE DI DURATA ORARIA .....	26
<b>2. CALCOLO DELLE PORTATE AL COLMO DI PIENA .....</b>	<b>27</b>
2.1 PORTATE AL COLMO DI PIENA (PROGETTO VAPI - GRUPPO NAZIONALE DIFESA CATASTROFI IDROGEOLOGICHE).....	27
2.1.1 Fattore di frequenza $K$ .....	28
2.1.2 Coefficiente medio di deflusso $\Psi$ .....	28
2.1.3 Tempo di Corrivazione. ....	33
2.1.4 Tempo di Ritorno .....	33
2.1.5 Tabelle di calcolo e sintesi dei risultati.....	34
2.2 TABELLE RIEPILOGATIVE RISULTATI .....	39
<b>3. VERIFICA IDRAULICA.....</b>	<b>41</b>
3.1 VERIFICHE IDRAULICHE TOMBINI .....	41

## **1. STUDIO IDROLOGICO - IDRAULICO**

### **1.1 Generalità**

Obbiettivo dello studio è quello di fornire gli elementi idrologici e idraulici necessari per il mantenimento della continuità della rete di drenaggio naturale sul territorio e il dimensionamento di tutti i manufatti dell'asse stradale, nonché le problematiche idrologiche e idrauliche connesse con l'inserimento del corpo stradale nel contesto naturale preesistente, dalla captazione e allontanamento delle acque di versante dalla piattaforma stradale, alla raccolta ed allontanamento delle acque meteoriche afferenti l'area di sedime stradale.

### **1.2 Inquadramento e pianificazione assetto idrogeologico del territorio**

In attuazione delle disposizioni emanate dallo Stato con le leggi n. 267/98 e n. 226/99, la Regione Siciliana con Decreto dell'Assessorato Territorio ed Ambiente n°298/41 del 4 luglio 2000 si è dotata del "Piano straordinario per l'assetto idrogeologico".

Tale documento costituisce uno strumento di governo del territorio finalizzato alla tutela del rischio idrogeologico per l'eliminazione del rischio frana e del rischio di esondazioni ed alluvione in aree potenzialmente vulnerabili.

Con il Piano straordinario viene operata una prima individuazione di aree a rischio molto elevato o elevato che consente, per tali aree, di adottare gli opportuni accorgimenti di prevenzione e di mitigazione.

Nelle "Carte del rischio idrogeologico" in scala 1:50.000 sono individuate le aree a rischio idrogeologico "molto elevato" o "elevato" secondo la seguente classificazione:

- Aree franose a rischio "molto elevato";
- Aree franose a rischio "elevato";
- Aree potenzialmente soggette a fenomeni di esondazione a rischio "molto elevato";
- Aree potenzialmente soggette a fenomeni di esondazione a rischio "elevato".

Al tempo stesso, con il Piano straordinario, sempre in relazione a quanto disposto dalla legge n. 226/99, si è dato l'avvio dell'elaborazione del Piano di rischio idrogeologico stralcio del "Piano di bacino", previsto dalla legge n. 183/89.

Dopo aver realizzato il Piano Straordinario per l'Assetto Idrogeologico ed avere successivamente aggiornato i contenuti, nel 2003 l'Assessorato Regionale Territorio e Ambiente – Dipartimento Territorio e Ambiente, ha avviato l'elaborazione del Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) adottato nell'anno 2004.

### 1.3 *Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)*

Il P.A.I. rappresenta il primo vero strumento pianificatorio di settore, nelle more che la Regione si doti dei Piani di Bacino, che consentirà il concreto dispiegarsi delle azioni e degli interventi volti al eliminare o mitigare il rischio idrogeologico in relazione alle maggiori criticità individuate.

Il P.A.I. oltre a definire le aree a differente livello di rischio, individua gli interventi volti alla messa in sicurezza degli elementi (centri urbani, grandi infrastrutture, edifici strategici, aree di rilevante valore ambientale, archeologico, storico-artistico, ecc.) e per la salvaguardia della incolumità delle persone.

Nell'attuale quadro della pianificazione regionale è uno dei principali strumenti di tipo conoscitivo e normativo che ha valore di piano territoriale di settore (art. 17 della L. 183/1989) di cui tutti gli altri piani di livello regionale e subregionale dovranno tenere adeguatamente conto, in particolare nella redazione degli strumenti urbanistici a cui comunque andranno conformati.

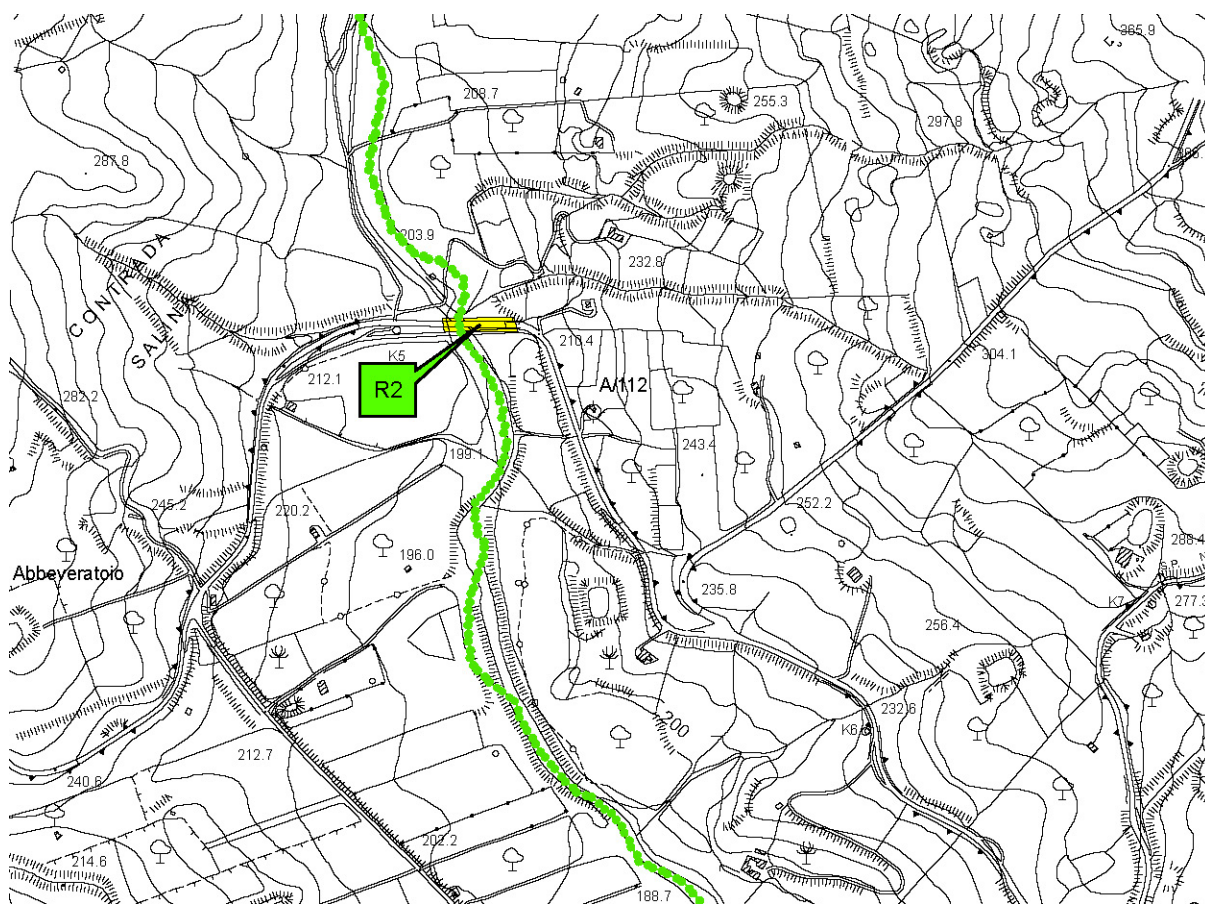
Nel Piano Straordinario per l'assetto idrogeologico, approvato con D.A. n. 298/41 del 4/7/00, erano stati individuati nel territorio siciliano n. 57 bacini idrografici principali. Nell'Aggiornamento del Piano Straordinario, approvato con D.A. n. 543 del 22/7/02, erano state individuate le aree territoriali intermedie ai sopraelencati bacini idrografici principali.

Nel P.A.I. vengono elencati i bacini idrografici di tutti i corsi d'acqua aventi sbocco a mare e le aree comprese tra una foce e l'altra, raggruppandoli, dal punto di vista geografico, nei tre versanti siciliani: settentrionale, meridionale ed orientale.

Nella Tabella 3.6 dei Bacini idrografici ed aree del versante meridionale del PAI, ricade il bacino del Fiume Fiume Magazzolo (codice 062 ).

Con Decreto Presidenziale del 2 luglio 2007, pubblicato nella G.U.R.S. n° 39 del 30/08/2007, è stato approvato il piano stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico del bacino idrografico del fiume Magazzolo.

Per le aree interessate dal tracciato stradale interferente con il reticolo idrografico del Fiume Magazzolo esiste un'area a rischio idraulico R2 , nella tavoletta CTR 629010 , in corrispondenza dell'esistente manufatto di attraversamento del Vallone Gebbia.



In estratto dallo studio per l'assetto idrogeologico del fiume Magazzolo, si riportano nelle tavole 5.6, le carte della pericolosità idraulica per fenomeni di esondazione. In questi elaborati vengono riportate le aree interessate dall'esondazione con portate calcolate per tempo di ritorno di 50, 100 e 300 anni.

Mentre di particolare interesse, nei confronti della pericolosità idraulica, risulta l'area a valle della Diga Castello sul F. Magazzolo per onde di piena conseguenti a manovre delle opere di scarico o per ipotetico collasso dello sbarramento. Nelle tavole 5.7 si riportano le aree di esondazione per manovra di scarico e ipotetico collasso della Diga Castello.

#### 1.4 Caratteristiche del bacino idrografico

Bacino idrografico principale: **FIUME MAGAZZOLO**

##### Generalità

Versante: Meridionale

Provincia: Agrigento, Palermo

Compartimento idrografico: Palermo

Bacino idrografico principale: F. Magazzolo

Recapito del corso d'acqua: Mare Mediterraneo

Superficie totale del bacino imbrifero (Kmq): 219,3

Affluenti: Vallone di Gebbia

Serbatoi ricadenti nel bacino: Castello (in costruzione)

Altitudine minima (m.s.m.): 0,00

Altitudine massima (m.s.m.): 1.436

Altitudine media (m.s.m.): 466

Lunghezza dell'asta principale (km): 36

Utilizzazione prevalente del suolo: - Seminativo 76% - Prato e Pascolo 12% - Colture arboree 10%

Comuni ricadenti nel bacino: Alessandria della Rocca, Bivona, Calamonaci, Ribera, S. Stefano di Quisquina

#### **Caratteristiche fisiche**

Il bacino del F. Magazzolo ricade nel versante meridionale della Sicilia e si estende per circa 220 Km<sup>2</sup> interessando il territorio delle provincie di Agrigento e Palermo. Esso si inserisce tra il bacino del S. Verdura ad ovest ed il bacino del F. Platani ad est. Il F. Magazzolo trae origine dalle pendici di M. Castelluzzo nel territorio del Comune di S. Stefano Quisquina. Il fiume si sviluppa per circa 36 Km e lungo il percorso attraversa il territorio dei Comuni di S. Stefano Quisquina, Bivona, Alessandria della Rocca, Calamonaci e Ribera, per poi sfociare nel Mar Mediterraneo. L'unico affluente di una certa importanza è il vallone Gebbia che sottende un bacino di circa 54 Km<sup>2</sup>. Il bacino del F. Magazzolo può considerarsi, in seguito alle numerose sorgenti ed alla presenza del massiccio dei Monti Sicani (uno dei rilievi montuosi più importanti della Sicilia meridionale), sufficientemente dotato di risorse idriche perenni.

#### **Caratteristiche idrologiche**

Nel bacino del F. Magazzolo ha funzionato dal 1972 al 1976 una stazione idrometrica denominata Corvo. La stazione è posta a 114 m.s.m. e sottende un bacino di circa 198 Km<sup>2</sup> avente una altitudine media di 498 m.s.m. Il deflusso medio annuo, rilevato in base a 4 anni di osservazioni (dal 1971 al 1975), risulta di 164 mm (pari a 32.4 Mmc/anno), mentre la precipitazione risulta pari a 679 mm. Nello stesso periodo la portata solida minima, media e massima misurata è stata rispettivamente di 2,469 e 1740 T/Km.

#### **1.4.1 Sezione di calcolo reticolo interferente infrastruttura stradale**

Si riportano di seguito le principali sezioni di calcolo sul reticolo idrografico :

##### **Sezione S.c.2 V.ne Acque Bianche**

Superficie totale del bacino imbrifero sotteso (Km<sup>2</sup>): 11,15

Altitudine (m.s.m.): 351,25

Altitudine media (m.s.m.): 1000,25

Lunghezza dell'asta principale (Km): 6,67

**Sezione S.c.5 V.ne di Gebbia**

Superficie totale del bacino imbrifero sotteso (Kmq): 48,15

Altitudine (m.s.m.): 210,30

Altitudine media (m.s.m.): 502,30

Lunghezza dell'asta principale (Km): 12,76

**Sezione S.c.7 F. Magazzolo**

Superficie totale del bacino imbrifero sotteso (Kmq): 185,70

Altitudine (m.s.m.): 100,32

Altitudine media (m.s.m.): 586,32

Lunghezza dell'asta principale (Km): 26,54

**Sezione S.c.8 V.ne Giangolaro**

Superficie totale del bacino imbrifero sotteso (Kmq): 8,02

Altitudine (m.s.m.): 74,23

Altitudine media (m.s.m.): 140,00

Lunghezza dell'asta principale (Km): 7,22

**Sezione S.c.10 F. Magazzolo**

Superficie totale del bacino imbrifero sotteso (Kmq): 196,17

Altitudine (m.s.m.): 50,00

Altitudine media (m.s.m.): 545,26

Lunghezza dell'asta principale (Km): 29,62

**Sezione S.c.14 F. Magazzolo**

Superficie totale del bacino imbrifero sotteso (Kmq): 158,11

Altitudine (m.s.m.): 148,36



Altitudine media (m.s.m.): 562,35

Lunghezza dell'asta principale (Km): 19,40

Nell'area di influenza del bacino imbrifero delle sezioni considerate ricadono le stazioni pluviometriche di : Bivona e Ribera.

Delle stazioni si riportano le serie storiche delle altezze di pioggia massime annuali relative ad intervalli di 1, 3, 6, 12 e 24 ore, le altezze di pioggia medie mensili e annui e le temperature medie mensili.

## ALTEZZE DI PIOGGIA ANNUALI MASSIME

### RELATIVE A 1,3,6,12,24 ORE

\*\*\*\*\*

Dati Ufficiali rilevati dagli annali idrologici pubblicati dal Servizio Idrografico del Ministero dei LL.PP.

Stazione Pluviometrica : Bivona

Bacino : Magazzolo

Provincia : Agrigento      Altitudine = 503,00      (m.s.m.)

ANNO	INTERVALLO DI ORE				
	1 [mm]	3 [mm]	6 [mm]	12 [mm]	24 [mm]
1991	37,80	37,80	37,80	46,00	51,40
1990	30,20	34,20	34,80	36,80	42,60
1989	29,80	30,60	30,80	38,00	42,40
1988	38,80	39,80	50,40	83,80	112,40
1987	29,60	38,00	38,40	41,00	48,40
1986	15,00	30,00	30,80	50,60	71,40
1985	38,00	52,40	54,40	57,40	65,20
1984	70,20	88,80	92,80	97,20	98,00
1982	38,20	53,20	53,20	53,20	64,80
1981	27,60	40,80	66,40	86,20	134,00
1979	27,80	32,00	34,40	53,20	54,40
1978	30,60	38,80	49,20	58,80	74,20
1977	20,00	24,60	30,40	34,00	51,80
1976	52,40	61,00	93,80	98,40	114,40
1975	22,20	32,00	48,40	72,80	82,60
1974	24,40	38,40	41,40	50,20	56,40
1973	12,20	24,80	44,00	47,20	52,00
1972	26,80	34,60	39,80	50,80	74,60
1971	14,80	16,40	23,20	38,20	41,40
1970	36,80	78,80	90,00	90,20	90,20
1969	33,00	38,40	40,80	54,60	66,40
1967	17,40	24,80	40,20	52,60	52,60
1966	19,60	26,60	41,60	45,20	49,00
1965	24,80	31,60	38,00	49,20	53,60
Media	29,92	39,52	47,71	57,73	68,51
Massimo	70,20	88,80	93,80	98,40	134,00
Minimo	12,20	16,40	23,20	34,00	41,40
Scarto	12,45	16,52	19,08	19,09	24,58

Anni di osservazione n° : 24

MAXBivona.xls

# ALTEZZE DI PIOGGIA ANNUALI MASSIME

## RELATIVE A 1; 3; 6; 12; 24 ORE

\*\*\*\*\*

Dati Ufficiali rilevati dagli annali idrologici pubblicati dal Servizio Idrografico del Ministero dei LL.PP.

Stazione Pluviometrica : Ribera

Bacino : Verdura

Provincia : Agrigento      Altitudine = 230,00      (m.s.m.)

ANNO	INTERVALLO DI ORE				
	1 [mm]	3 [mm]	6 [mm]	12 [mm]	24 [mm]
1972	33,00	33,00	33,00	46,40	62,60
1973	22,60	25,80	25,80	25,80	31,20
1794	35,00	65,40	82,20	2,20	105,60
1975	28,00	31,60	31,60	47,20	53,60
1976	93,60	96,40	115,40	146,00	199,00
1977	13,80	17,00	17,00	19,80	30,60
1978	24,00	30,60	34,60	35,60	49,00
1979	24,20	36,00	43,40	44,00	44,00
1981	19,80	20,20	32,40	43,60	50,80
1986	52,60	53,00	65,00	65,20	65,20
1988	41,60	41,60	44,20	51,40	63,80
1989	47,20	49,20	58,20	80,20	81,00
1990	41,20	42,80	60,00	66,80	67,00
Media	36,66	41,74	49,45	51,86	69,49
Massimo	93,60	96,40	115,40	146,00	199,00
Minimo	13,80	17,00	17,00	2,20	30,60
Scarto	19,74	20,38	25,76	33,61	42,03

Anni di osservazione n° : 13

MAXRibera.xls

Dati Ufficiali rilevati dagli annali idrologici pubblicati dal Servizio Idrografico del Ministero dei LL.PP

**ALTEZZE DI PIOGGIA MENSILI E TOTALI ANNUI**

Bacino : Magazzolo

Stazione Pluviometrica : Bivona

Altitudine (m.s.m.) = 503,00

Provincia : Agrigento

ANNO	Gennaio [mm]	Febbraio [mm]	Marzo [mm]	Aprile [mm]	Maggio [mm]	Giugno [mm]	Luglio [mm]	Agosto [mm]	Settembre [mm]	Ottobre [mm]	Novembre [mm]	Dicembre [mm]	ANNO [mm]
1944	57,20	114,30	150,50	88,30	2,20	5,10	0,00	37,70	52,30	99,40	50,20	183,40	840,60
1945	209,90	23,40	16,30	8,20	19,60	8,90	1,40	0,80	24,70	58,80	126,00	137,00	635,00
1946	100,80	10,80	85,60	104,60	6,50	0,00	3,10	0,00	4,10	197,40	88,50	141,40	742,80
1947	140,80	76,70	14,10	4,60	50,60	34,30	32,10	34,90	9,80	243,80	18,20	155,70	815,60
1948	126,80	88,00	0,40	59,80	42,30	8,10	0,20	0,00	141,80	116,30	47,30	57,30	688,30
1949	97,60	34,90	67,50	4,60	47,90	15,80	5,70	10,10	14,30	45,40	197,30	46,50	587,60
1950	86,60	167,30	112,20	44,90	8,90	64,90	0,00	37,20	15,60	160,70	56,40	142,10	896,80
1951	105,50	64,10	133,80	14,40	41,50	0,00	9,30	38,50	83,50	161,80	80,70	88,10	821,20
1952	95,10	112,50	34,80	19,70	8,20	0,00	1,00	0,00	0,00	44,00	119,00	57,00	491,30
1953	114,00	103,80	88,00	40,00	61,00	39,00	0,00	76,00	1,00	95,00	36,40	51,90	706,10
1954	272,50	200,00	95,00	95,60	45,00	0,00	0,00	0,00	20,00	15,00	150,80	181,60	1075,50
1955	318,50	119,00	83,10	75,10	3,80	0,00	0,00	50,30	130,40	110,20	108,50	62,70	1061,60
1956	43,10	233,80	41,00	30,60	27,70	0,60	0,00	0,00	154,10	69,30	175,50	25,70	801,40
1957	234,50	0,00	86,30	64,70	187,30	0,00	0,00	0,00	46,70	162,10	114,20	179,00	1074,80
1958	99,80	49,80	141,60	80,00	33,70	0,00	2,00	0,00	10,40	56,30	337,90	199,80	1011,30
1959	88,70	48,80	94,80	147,90	21,70	23,00	18,70	9,30	0,00	164,60	186,20	183,50	987,20
1960	169,90	72,40	91,80	86,40	72,60	21,00	3,10	0,00	10,00	94,60	16,20	188,00	826,00
1961	184,00	46,60	46,10	31,20	0,00	51,80	28,30	0,00	42,20	21,80	142,80	77,10	671,90
1962	26,90	38,00	119,50	27,00	0,00	14,30	0,00	3,80	5,10	143,60	133,90	209,90	722,00
1964	68,70	94,70	62,10	56,40	21,20	14,60	4,80	80,60	8,80	77,20	60,80	228,40	778,30
1965	170,80	82,80	41,80	22,00	10,20	0,00	0,00	4,80	27,60	138,20	51,60	98,40	648,20
1966	151,40	70,80	105,60	56,80	110,00	5,60	0,40	0,00	18,80	78,20	115,20	63,60	776,40
1967	110,20	119,60	53,00	35,00	4,20	0,00	9,00	0,40	1,00	8,60	73,00	84,80	498,80
1968	123,80	25,20	47,40	19,80	25,60	31,00	1,40	1,40	1,20	10,60	121,40	205,20	614,00
1969	93,80	85,80	63,60	38,20	31,80	11,40	23,60	17,80	117,40	119,20	78,80	232,20	913,60
1970	189,40	66,20	69,20	14,00	29,60	8,00	0,00	0,00	29,60	127,40	9,60	65,00	608,00
1971	136,00	140,20	106,40	74,40	11,20	1,00	5,40	0,00	42,40	76,80	89,40	110,20	793,40
1972	109,60	170,40	54,80	25,20	49,60	0,40	6,40	1,60	22,00	176,20	2,40	120,40	739,00
1973	161,20	115,00	101,20	44,40	9,60	0,00	3,80	13,20	31,60	55,00	34,80	108,60	678,40
1974	49,00	161,00	43,00	144,20	18,60	6,60	0,20	28,40	79,20	111,40	99,40	61,60	802,60
1975	49,80	94,80	110,00	36,00	28,60	14,40	0,00	95,40	6,80	71,20	120,00	89,80	716,80
1976	144,40	288,60	184,00	41,20	91,00	31,20	11,00	22,00	30,80	282,60	290,00	305,20	1722,00
1977	93,40	31,40	18,20	98,40	10,60	13,00	0,80	0,40	55,20	20,40	105,80	73,80	521,40
1978	323,60	157,40	74,40	181,40	26,60	34,00	0,00	17,60	24,20	125,00	153,20	129,60	1247,00
1979	160,80	133,60	66,60	87,80	1,40	32,60	0,00	0,40	76,60	156,00	109,60	105,00	930,40
1981	266,20	153,20	36,40	20,60	20,20	2,80	2,20	0,20	83,00	13,40	31,60	175,60	805,40
1982	46,00	106,00	129,60	61,80	39,40	26,80	1,40	0,00	66,60	143,20	114,20	149,80	884,80
1983	35,40	82,40	114,80	2,40	23,80	15,40	0,00	14,40	50,60	25,60	114,00	231,40	710,20
1984	65,80	120,00	75,00	44,00	14,60	1,00	0,00	1,20	70,20	22,20	162,60	123,60	700,20
1985	213,60	122,60	190,40	99,40	19,20	2,00	7,40	0,00	79,40	108,20	97,40	36,60	976,20
1986	174,00	196,80	120,40	25,40	57,60	3,40	1,40	11,00	16,40	104,20	67,60	74,40	852,60
1987	114,40	96,20	66,60	6,80	46,40	4,00	4,40	0,00	42,60	44,20	98,00	64,00	587,60
1988	74,80	150,60	140,40	92,00	7,00	15,60	0,00	0,00	107,00	16,80	106,00	179,00	889,20
1989	25,60	78,60	51,80	125,20	15,80	11,60	0,00	54,80	35,20	107,40	78,80	75,80	660,60
1990	33,20	27,60	30,20	114,80	50,40	1,60	0,00	68,80	14,80	150,00	31,80	184,00	707,20
1991	72,60	130,80	43,60	130,00	16,40	8,40	0,80	16,00	118,00	94,60	81,20	117,40	829,80
1992	178,00	8,20	50,80	169,60	60,00	3,60	6,00	69,60	66,40	115,40	115,80	149,40	992,80
Media	127,82	100,31	79,87	61,59	32,58	12,49	4,16	17,42	44,46	98,71	102,13	127,88	809,40
Max	323,60	288,60	190,40	181,40	187,30	64,90	32,10	95,40	154,10	282,60	337,90	305,20	1722,00
Minimo	25,60	0,00	0,40	2,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,60	2,40	25,70	491,30
Deviaz.	73,99	60,91	43,44	46,11	33,30	14,99	7,38	25,81	41,12	62,30	65,00	63,72	212,12

ANNI DI OSSERVAZIONE N° : 47

anBivona.xls

Dati Ufficiali rilevati dagli annali idrologici pubblicati dal Servizio Idrografico del Ministero dei LL.PP

**ALTEZZE DI PIOGGIA MENSILI E TOTALI ANNUI**

Bacino : Verdura

Stazione Pluviometrica : Ribera

Altitudine (m.s.m.) = 230,00

Provincia : Agrigento

ANNO	Gennaio [mm]	Febbraio [mm]	Marzo [mm]	Aprile [mm]	Maggio [mm]	Giugno [mm]	Luglio [mm]	Agosto [mm]	Settembre [mm]	Ottobre [mm]	Novembre [mm]	Dicembre [mm]	ANNO [mm]
1940	120,00	59,70	22,30	28,30	61,00	4,30	0,00	2,00	0,70	243,80	99,00	74,80	715,90
1941	128,20	89,60	45,10	69,00	56,70	16,70	0,00	0,00	15,90	80,90	240,00	92,30	834,40
1942	215,00	148,00	71,00	16,00	3,00	4,00	1,00	15,00	0,00	15,00	109,00	87,00	684,00
1953	65,90	92,10	49,80	41,90	28,00	29,70	0,00	70,80	6,30	114,70	59,90	63,00	622,10
1954	134,90	144,10	49,80	75,30	20,60	0,00	0,00	6,60	0,00	5,10	100,50	59,30	596,20
1955	205,70	76,10	74,30	64,10	0,00	0,00	0,00	8,90	43,50	87,50	121,80	96,20	778,10
1956	44,30	171,50	15,40	14,20	7,20	5,10	0,00	0,00	98,40	73,90	186,10	27,80	643,90
1957	159,50	0,00	43,70	41,90	65,40	5,00	0,00	32,80	15,80	175,90	71,20	112,50	723,70
1958	65,70	33,10	68,20	34,80	33,30	2,00	1,80	0,00	0,00	37,20	351,80	198,30	826,20
1959	45,20	28,80	71,90	141,70	4,40	0,00	10,50	15,90	20,60	87,30	92,40	126,70	645,40
1960	141,50	56,20	75,00	61,10	9,50	0,00	0,00	0,00	28,90	57,80	37,40	191,40	658,80
1961	145,40	5,30	41,40	13,70	0,00	15,50	0,70	0,00	0,00	79,30	242,10	75,70	619,10
1962	10,60	22,80	72,50	19,20	0,00	28,00	0,00	0,00	4,00	143,30	42,50	84,70	427,60
1963	36,10	128,70	30,50	53,90	8,80	6,40	64,80	7,30	38,80	41,20	35,70	79,50	531,70
1964	69,10	42,70	38,00	35,40	5,60	13,00	0,00	31,70	0,00	71,50	24,20	216,70	547,90
1965	112,50	64,80	18,00	42,30	2,10	0,00	0,00	14,70	14,10	204,10	100,50	55,10	628,20
1966	66,30	36,00	26,70	29,30	79,60	10,80	0,00	0,00	34,70	151,20	86,30	31,50	552,40
1967	37,00	88,00	11,30	19,00	4,60	0,00	23,00	2,40	15,20	53,30	79,30	81,40	414,50
1968	74,00	44,70	62,20	20,20	5,60	16,60	0,00	2,20	2,30	4,30	80,60	134,20	446,90
1969	68,90	49,70	125,90	4,30	13,10	7,80	0,00	0,00	77,20	110,60	74,10	141,80	673,40
1970	77,30	33,00	36,40	7,90	19,60	2,60	0,00	0,00	0,00	65,90	3,30	43,10	289,10
1971	117,00	48,60	63,70	56,40	3,00	0,00	0,00	0,00	49,00	55,00	67,40	128,20	588,30
1972	199,40	138,40	37,20	25,40	42,80	0,40	1,80	1,40	14,40	171,00	3,00	128,60	763,80
1973	64,20	92,40	111,00	28,80	9,00	0,00	9,60	18,40	30,20	76,00	19,40	86,60	545,60
1974	39,80	99,00	66,40	86,00	14,80	3,60	0,00	4,00	85,00	149,00	70,60	31,60	649,80
1975	15,00	81,60	70,60	21,80	31,60	7,00	0,00	61,20	0,80	42,80	99,20	37,00	468,60
1976	29,00	94,80	103,80	6,40	61,60	3,40	4,60	110,00	45,60	299,40	184,40	149,20	1092,20
1977	48,20	11,20	8,40	47,00	9,00	16,60	0,00	1,00	6,80	5,00	54,60	27,00	234,80
1978	183,00	65,60	38,00	114,00	17,40	0,00	0,00	0,40	10,40	106,80	73,40	87,20	696,20
1979	84,40	69,60	48,20	46,60	0,60	1,80	0,00	1,00	33,00	99,20	91,00	39,60	515,00
1980	54,20	23,00	98,40	39,40	21,60	5,80	0,00	0,40	23,40	38,60	88,20	74,40	467,40
1981	110,80	68,00	13,60	3,60	8,40	0,00	0,00	0,00	29,20	14,80	24,20	90,60	363,20
1982	20,40	65,80	68,40	55,60	16,20	4,20	0,00	0,00	37,00	88,20	125,20	170,60	651,60
1986	136,80	117,00	95,60	31,00	6,60	2,60	24,40	4,60	4,80	153,00	81,20	56,00	713,60
1987	80,80	56,40	44,80	10,20	50,00	1,60	0,60	0,60	33,00	44,00	115,20	33,40	470,60
1988	66,20	67,80	68,20	47,80	0,00	10,40	0,00	6,60	90,60	22,80	102,60	106,80	589,80
1989	29,00	16,40	14,20	61,40	8,00	0,20	0,00	5,60	57,00	214,20	62,20	80,99	549,19
1990	47,20	18,60	21,00	65,80	54,60	0,00	0,80	0,00	18,60	145,20	28,20	150,40	550,40
1991	44,40	90,39	17,80	73,39	7,80	1,60	0,00	0,00	40,20	110,20	62,00	67,00	514,78
1992	125,60	6,00	42,00	59,20	63,40	1,40	8,80	2,20	22,40	83,19	28,80	153,80	596,79
1993	22,80	24,20	13,00	28,00	24,40	0,00	0,00	0,00	42,80	160,20	41,40	31,00	387,80
1994	4,40	8,00	0,00	33,60	4,00	17,20	6,60	0,00	22,00	59,80	33,00	32,20	220,80
1995	20,00	5,60	31,00	35,00	13,60	1,00	0,00	60,80	112,40	55,00	70,60	147,40	552,40
1996	65,60	123,60	115,60	27,60	70,00	6,80	1,20	39,20	36,40	77,80	51,20	135,40	750,40
1997	30,60	20,20	11,40	27,20	2,00	0,00	0,00	41,40	49,40	150,60	129,60	86,00	548,40
1998	45,00	60,00	46,00	13,80	14,60	0,00	0,00	0,00	53,40	71,00	60,40	56,20	420,40
1999	49,80	43,20	16,00	28,20	3,40	0,00	10,60	27,20	9,59	42,60	67,00	35,60	333,19
2000	43,40	8,00	7,00	29,60	3,20	3,60	0,00	1,40	23,20	129,60	54,60	141,60	445,20
2003	141,80	71,80	30,40	65,60	4,00	1,20	0,00	5,00	134,80	82,60	110,00	125,60	772,80
Media	80,45	61,43	47,98	40,85	20,28	5,26	3,49	12,30	31,26	94,93	86,46	93,12	577,81
Max	215,00	171,50	125,90	141,70	79,60	29,70	64,80	110,00	134,80	299,40	351,80	216,70	1092,20
Minimo	4,40	0,00	0,00	3,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,30	3,00	27,00	220,80
Deviaz.	54,47	42,68	31,36	27,58	22,52	7,17	10,40	22,63	31,24	64,17	64,17	49,22	164,04

anRibera.xls

ANNI DI OSSERVAZIONE N° : 49

Dati Ufficiali rilevati dagli annali idrologici pubblicati dal Servizio Idrografico del Ministero dei LL.PP.

### TEMPERATURE MEDIE MENSILI

Bacino : Magazzolo

Stazione Pluviometrica : Bivona

Altitudine (m.s.m.) = 503

Provincia : Agrigento

ANNO	Gennaio [°C]	Febbraio [°C]	Marzo [°C]	Aprile [°C]	Maggio [°C]	Giugno [°C]	Luglio [°C]	Agosto [°C]	Settembre [°C]	Ottobre [°C]	Novembre [°C]	Dicembre [°C]
1991	9,5	9,1	14,3	13,3	16,4	23,9	26,8	26,6	22,3	19	12,7	7,5
1990	10,2	12,7	14,1	14,5	20,5	25,8	27,8	25,3	23,1	20	13,7	8,6
1989	9,1	10,2	13,4	16,6	19,5	23,5	27,3	26,8	22,8	17	13,8	12,4
1988	10,40	9,50	11,40	16,80	22,40	24,90	29,80	27,50	23,50	19,70	12,70	9,20
1987	8,50	9,30	8,00	14,40	16,90	22,50	28,80	27,70	26,20	20,30	13,60	12,30
1986	7,90	8,20	11,00	15,90	20,40	23,20	26,00	27,10	22,70	19,80	12,50	8,80
1985	7,10	10,40	10,90	15,30	20,70	25,20	28,40	27,00	23,00	18,30	13,60	11,20
1984	8,40	7,50	10,00	12,60	19,00	22,70	26,00	24,70	21,70	18,10	14,80	9,80
1983	9,50	7,40	10,70	16,50	20,60	23,80	27,40	25,70	22,70	16,90	14,00	8,80
1982	10,80	8,80	10,20	14,20	20,00	25,70	28,20	25,80	23,60	17,60	12,30	9,40
1981	7,60	8,50	13,30	16,00	18,60	26,20	28,00	25,60	25,60	20,10	13,90	10,20
1979	8,00	11,40	11,30	12,80	19,40	23,30	25,30	26,80	20,10	19,80	11,80	11,20
1978	9,00	11,30	11,40	15,20	19,10	23,80	25,90	26,10	22,20	14,40	10,00	11,20
1977	10,30	13,80	13,60	15,50	20,60	23,40	27,30	25,80	21,00	20,10	14,30	10,20
1976	8,30	9,40	10,70	13,60	18,70	23,10	23,60	24,20	21,30	18,70	12,30	10,60
1975	10,20	8,30	12,70	15,50	19,70	23,20	25,80	23,90	26,10	18,70	12,50	10,70
1974	10,30	8,70	12,30	14,30	18,90	21,20	25,00	26,30	24,30	14,20	12,80	10,10
1972	8,60	9,50	12,60	13,80	16,90	22,80	23,00	24,90	21,70	15,30	14,50	10,80
1971	9,30	6,80	8,60	14,80	19,30	22,00	23,40	27,60	20,30	16,30	12,10	7,80
1970	11,00	12,00	11,90	11,80	18,30	25,60	25,20	27,90	22,20	15,40	14,60	10,90
1969	10,70	10,00	13,00	16,20	22,20	21,90	22,40	21,10	21,90	15,40	11,60	18,40
1968	9,60	14,40	13,30	18,30	21,70	26,30	27,80	27,00	26,40	20,10	17,20	10,90
1967	8,70	11,90	11,70	15,20	20,50	21,90	28,60	29,00	23,50	22,30	17,10	9,50
1966	8,30	16,60	10,70	16,10	17,10	25,00	25,10	26,80	22,90	18,10	13,30	8,70
1965	11,40	13,00	11,50	12,10	18,80	23,10	28,70	24,80	21,00	20,00	14,30	10,90
1964	9,30	11,10	13,50	16,00	20,10	25,50	25,10	27,30	19,60	16,80	14,40	8,40
1963	7,80	6,90	9,10	12,70	17,80	23,70	27,40	28,50	25,10	16,70	18,00	12,50
1962	7,80	8,10	10,30	14,70	18,70	22,00	27,70	26,40	23,00	19,70	11,00	10,00
1961	8,40	9,70	12,20	15,90	19,60	22,70	25,20	26,60	23,70	18,00	14,10	10,40
1960	8,90	11,50	10,70	13,30	19,70	24,60	25,90	27,90	21,70	20,00	14,70	9,80
1959	7,00	9,20	12,40	12,70	17,60	22,30	25,70	25,60	23,30	15,60	12,30	9,40
1958	7,20	10,50	10,20	11,50	20,10	24,10	27,30	29,50	22,90	17,80	12,90	11,20
1957	7,40	10,90	11,60	13,70	16,10	25,50	25,90	26,40	20,90	17,30	12,90	8,30
1956	9,20	4,80	9,50	13,10	17,70	22,30	27,10	28,00	24,20	16,30	10,60	8,80
1955	9,80	10,60	10,40	10,90	19,30	22,70	25,40	23,70	19,30	15,50	11,40	9,10
1954	6,90	7,20	12,20	12,60	16,90	25,70	25,80	24,80	23,60	16,40	11,80	9,00
1953	7,00	8,00	9,00	14,30	17,50	23,00	27,80	24,90	23,20	18,20	13,30	11,50
1952	7,20	8,60	11,80	14,70	18,90	26,80	27,80	28,30	23,90	17,30	12,30	10,80
1951	8,50	9,20	11,10	14,40	18,90	24,70	25,90	27,00	22,10	15,70	13,60	9,20
Media	8,85	9,87	11,45	14,41	19,11	23,84	26,45	26,33	22,78	17,87	13,32	10,22
Max	11,40	16,60	14,30	18,30	22,40	26,80	29,80	29,50	26,40	22,30	18,00	18,40
Minimo	6,90	4,80	8,00	10,90	16,10	21,20	22,40	21,10	19,30	14,20	10,00	7,50
Deviaz.	1,25	2,30	1,53	1,65	1,53	1,46	1,69	1,63	1,72	1,94	1,68	1,83

ANNI DI OSSERVAZIONE N° : 39

Dati Ufficiali rilevati dagli annali idrologici pubblicati dal Servizio Idrografico del Ministero dei LL.PP.

### TEMPERATURE MEDIE MENSILI

Bacino : Verdura

Stazione Pluviometrica : Ribera

Altitudine (m.s.m.) = 230

Provincia : Agrigento

ANNO	Gennaio [°C]	Febbraio [°C]	Marzo [°C]	Aprile [°C]	Maggio [°C]	Giugno [°C]	Luglio [°C]	Agosto [°C]	Settembre [°C]	Ottobre [°C]	Novembre [°C]	Dicembre [°C]
2003	11,70	8,30	11,60	15,50	21,50	27,20	29,10	29,00	23,40	20,30	16,80	12,00
2002		26,60	25,30	21,90	18,60	15,20						
2001	12,90	12,60	17,20	16,60	22,10	24,50	28,70	29,00				
2000	10,80	12,10	14,00	17,30	22,50	24,00	27,70	28,70	24,90	20,70	17,70	14,90
1999	11,50	10,00	13,60	16,30	22,70	26,40	26,90	29,50	26,10	22,90	16,30	12,90
1998	12,50	13,50	13,20	17,40	20,50	26,20	28,30	28,60	23,50	20,30	14,80	12,20
1997	13,70	13,40	15,00	14,90	21,50	26,70	27,20	26,60	24,00	20,80	16,60	13,00
1996	13,40	11,40	12,40	15,50	20,80	24,30	27,00	28,10	22,80	19,40	17,30	14,10
1995	10,60		20,50			24,60	28,50	27,20	23,70	20,70	15,40	14,20
1994	12,70	12,30	16,00	14,60	21,30	23,10	27,90	29,20	25,50	21,70	18,20	13,80
1993	11,80	10,40	12,60	16,10	21,10	25,50	26,50	29,20	24,80	21,70	16,00	13,20
1992	11,90	11,60	13,90	15,80	19,60	23,20	25,60	28,80	24,80	21,90	17,60	12,80
1991	11,70	11,00	15,10	13,80	16,50	23,80	27,20	27,80	24,60	21,40	15,90	10,80
1990	12,40	14,50	15,10	15,40	20,10	24,50	26,50	26,30	25,10	22,20		11,00
1989	11,80	12,50	15,60	16,40	19,10	22,40	26,20	27,00	24,10	18,80	16,40	14,20
1988	13,40	12,10	13,40	17,00	22,20	24,90	29,10	26,50	23,00	21,80	14,80	11,30
1987	10,60	10,90	10,10	15,50	16,90	23,40	28,10	28,10	27,20	22,60	16,60	14,80
1986	10,20	9,50	12,10	16,40	20,10	22,10	24,90	26,90	24,10	20,20	14,80	10,90
1983	11,50	10,40	13,70	21,90	21,80	24,30					17,00	12,00
1982	12,50	10,70	12,00	15,50	19,30	22,30	28,70	29,70	26,40	20,90	15,10	12,10
1981	7,8	9,7		15,5	19,2	23	25,5	25,6	23,7	20,9	13,7	11,9
1980	10,7	11,6	12,2	13,2	17,2	23,4	25,2	26	24	19,2	16,2	9,8
1979	10,6	12,5	15,4	14,7	20,2	25,1	25,7	25,9	22,4	21	14	13,2
Media	11,67	12,16	14,55	16,24	20,22	23,92	27,17	27,80	24,41	20,97	16,06	12,62
Max	13,70	26,60	25,30	21,90	22,70	27,20	29,10	29,70	27,20	22,90	18,20	14,90
Minimo	7,80	8,30	10,10	13,20	16,50	15,20	24,90	25,60	22,40	18,80	13,70	9,80
Deviaz.	1,33	3,54	3,26	2,10	1,79	2,36	1,33	1,32	1,23	1,09	1,24	1,41

ANNI DI OSSERVAZIONE N° : 23

XXIII — MAGAZZOLO e CORVO

Anno 1979

CARATTERISTICHE DELLA STAZIONE: Bacino di dominio 197.80 km<sup>2</sup> (parte permeabile 39%); altitudine max 1436 m s.m.; media 498 m s.m.; zero idrometrico 74.00 m s.m.; distanza dalla foce 10 km circa; inizio osservazioni 26 dice. 1971; inizio misure 23 gen. 1972. Altezza idrometrica max m 2.56 (12 ott. 1974); minima m 0.46 (corso d'acqua asciutto) (vari periodi). Portata max m<sup>3</sup>/s 253.700 (12 ott. 1974); minima m<sup>3</sup>/s 0.000 (vari periodi).

PORTATE MEDIE GIORNALIERE in m <sup>3</sup> /s												
G'orno	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
1	0.427	9.020	14.900	0.130	0.036	0.036	0.000	0.000	0.000	11.800	0.612	0.108
2	0.308	6.590	22.700	0.130	0.029	0.036	0.000	0.000	0.000	0.294	0.328	0.108
3	0.340	9.680	11.700	0.115	0.029	0.034	0.000	0.000	0.000	0.108	2.210	0.108
4	0.340	11.700	4.880	0.102	0.043	0.055	0.000	0.000	0.000	0.061	0.612	0.102
5	0.340	15.500	3.070	0.088	0.034	0.038	0.000	0.000	0.000	0.043	0.362	0.102
6	0.297	9.680	2.400	0.115	0.036	0.038	0.000	0.000	0.000	0.036	0.260	0.108
7	0.297	6.590	1.730	0.075	0.041	0.034	0.000	0.000	0.000	0.031	0.226	0.108
8	0.297	6.590	1.390	0.075	0.041	0.031	0.000	0.000	0.000	0.024	0.192	0.102
9	0.254	4.310	0.961	0.068	0.041	0.031	0.000	0.000	0.000	0.012	0.192	0.102
10	0.297	4.310	0.818	0.075	0.041	0.031	0.000	0.000	0.000	0.012	0.192	0.102
11	0.706	2.730	0.612	0.075	0.046	0.036	0.000	0.000	0.000	0.012	0.177	0.108
12	37.900	2.730	0.487	0.082	0.048	0.026	0.000	0.000	0.000	0.012	0.177	0.108
13	14.700	7.750	0.487	0.082	0.075	0.024	0.000	0.000	0.000	0.012	0.177	0.095
14	9.680	9.680	0.550	0.048	0.048	0.024	0.000	0.000	0.000	0.029	0.162	0.108
15	7.750	5.400	0.487	0.055	0.043	0.024	0.000	0.000	0.000	0.018	0.239	0.108
16	7.460	5.400	0.177	0.081	0.043	0.024	0.000	0.000	0.000	0.024	2.120	0.095
17	3.880	11.700	0.192	0.735	0.043	0.024	0.000	0.000	0.000	0.024	1.900	0.115
18	3.070	3.070	0.487	0.248	0.043	0.024	0.000	0.000	0.000	0.024	1.130	0.115
19	5.950	2.060	0.294	0.259	0.038	0.024	0.000	0.000	0.000	0.018	3.010	0.102
20	14.700	2.730	0.177	0.038	0.038	0.018	0.000	0.000	0.000	0.024	2.470	0.102
21	4.310	4.310	0.177	0.026	0.041	0.018	0.000	0.000	0.000	0.025	0.550	0.102
22	5.770	5.350	0.177	0.018	0.036	0.018	0.000	0.000	0.000	0.018	0.425	0.095
23	4.640	9.570	0.146	0.012	0.038	0.018	0.000	0.000	0.000	0.024	0.425	0.095
24	30.900	5.810	0.108	0.018	0.034	0.018	0.000	0.000	0.000	0.012	0.260	0.095
25	12.400	3.890	0.075	0.018	0.031	0.012	0.000	0.000	0.000	1.210	0.260	0.088
26	9.020	0.362	0.088	0.024	0.031	0.012	0.000	0.000	0.000	0.818	0.108	0.088
27	7.750	0.612	0.115	0.026	0.034	0.012	0.000	0.000	0.000	0.675	0.115	0.146
28	7.160	0.362	0.130	0.029	0.038	0.012	0.000	0.000	0.000	2.400	0.177	0.088
29	6.590		0.146	0.093	0.036	0.006	0.000	0.000	0.000	1.250	0.146	0.088
30	3.880		0.146	0.046	0.036	0.006	0.000	0.000	0.000	4.570	0.108	0.108
31	10.400		0.130		0.036		0.000			4.590		3.220

ELEMENTI CARATTERISTICI PER L'ANNO 1979													
	ANNO	Genn.	Febr.	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settem.	Ottobre	Novem.	Dicem.
Q max (m <sup>3</sup> /s)	37.900	37.900	15.500	22.700	0.735	0.075	0.055	0.000	0.000	3.180	11.800	3.010	3.220
Q media (m <sup>3</sup> /s)	1.410	6.830	5.980	2.260	0.100	0.040	0.025	0.000	0.000	0.106	1.020	0.694	0.205
Q minima (m <sup>3</sup> /s)	0.000	0.254	0.362	0.075	0.012	0.029	0.006	0.000	0.000	0.000	0.012	0.108	0.088
Q media (l/s. km <sup>2</sup> )	7.1	34.5	30.2	11.4	0.5	0.2	0.1	0.0	0.0	0.5	5.2	3.5	1.0
Deflusso (mm)	224.7	92.5	73.2	30.6	1.3	0.5	0.3	0.0	0.0	1.4	13.7	8.4	2.8
Afflusso (mm)	802.9	140.6	112.6	60.9	78.0	1.2	16.5	0.0	1.1	72.3	139.8	104.4	75.5
Coeff. di deflusso	0.28	0.66	0.65	0.50	0.02	0.42	0.02	0.00	0.00	0.02	0.10	0.08	0.04

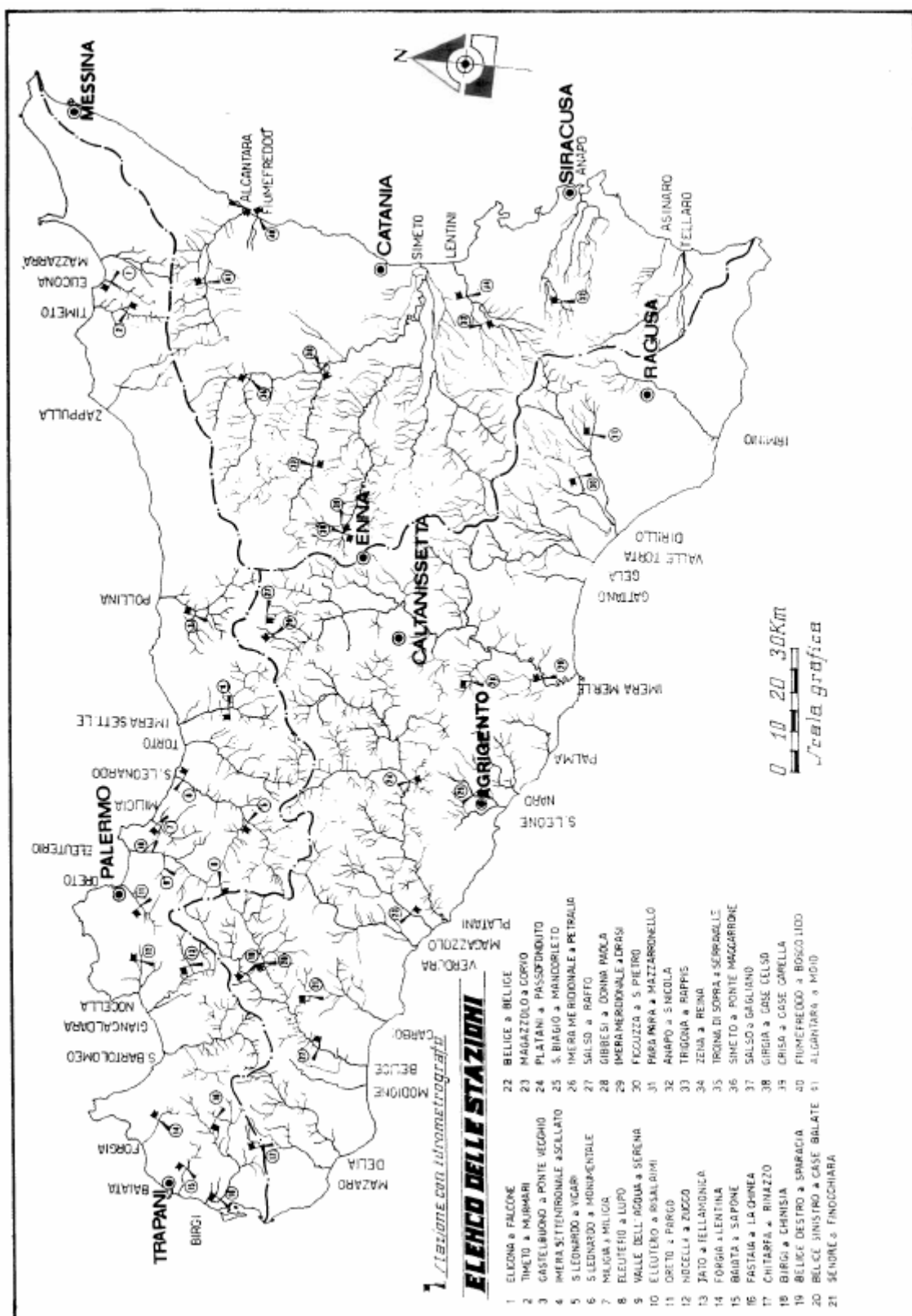
ELEMENTI CARATTERISTICI PER IL PERIODO 1972 ÷ 1975 e 1978													
Q max (m <sup>3</sup> /s)	57.400	30.400	21.400	18.100	21.100	4.090	0.984	0.000	0.000	14.600	57.400	8.960	23.900
Q media (m <sup>3</sup> /s)	1.000	2.250	2.380	1.780	1.830	0.976	0.093	0.000	0.000	0.153	1.580	0.317	0.760
Q minima (m <sup>3</sup> /s)	0.000	0.006	0.006	0.184	0.184	0.018	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.016
Q media (l/s. km <sup>2</sup> )	5.1	11.4	12.0	9.0	9.3	4.9	0.5	0.0	0.0	0.8	8.0	1.6	3.8
Deflusso (mm)	160.3	30.4	29.4	24.1	24.0	13.2	1.2	0.0	0.0	2.0	21.5	4.2	10.3
Afflusso (mm)	747.2	113.9	115.2	72.6	79.2	28.3	8.0	4.4	29.4	33.9	104.4	67.0	90.9
Coeff. di deflusso	0.21	0.27	0.26	0.33	0.30	0.47	0.15	0.00	0.00	0.06	0.21	0.06	0.11

Durata delle Portate			SCALA NUMERICA DELLE PORTATE															
Giorni	1979	1972 ÷ 1975 e 1978	Altez. idrom. m	Portata m <sup>3</sup> /s	Altez. idrom. m	Portata m <sup>3</sup> /s	Altez. idrom. m	Portata m <sup>3</sup> /s	Altez. idrom. m	Portata m <sup>3</sup> /s	Altez. idrom. m	Portata m <sup>3</sup> /s	Altez. idrom. m	Portata m <sup>3</sup> /s	Altez. idrom. m	Portata m <sup>3</sup> /s	Altez. idrom. m	Portata m <sup>3</sup> /s
	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s																
Valevole sino alle ore 24.00 dell'11-I-1979																		
10	1.700	6.770	0.47	0.001	0.59	0.059	0.76	0.544	0.46	0.000	0.52	0.029	0.64	0.075	0.77	0.260		
30	5.950	2.340	0.49	0.002	0.61	0.081	0.79	0.767	0.47	0.006	0.54	0.034	0.66	0.088	0.80	0.362		
60	2.210	1.320	0.51	0.006	0.64	0.119	0.82	1.070	0.48	0.012	0.56	0.038	0.68	0.102	0.84	0.612		
91	0.340	0.832	0.53	0.015	0.67	0.181	0.86	1.610	0.49	0.018	0.58	0.043	0.70	0.115	0.88	1.100		
135	0.115	0.414	0.55	0.026	0.70	0.254	0.90	2.350	0.50	0.024	0.60	0.048	0.72	0.146	0.92	2.060		
182	0.068	0.230	0.57	0.042	0.73	0.384	0.95	4.320	0.51	0.026	0.62	0.061	0.74	0.177	0.96	3.400		
Valevole dalle ore 0.01 del 12-I-1979																		
274	0.006	0.000																
355	0.000	0.000																

Per H ≥ 0.95 Q = 160.00 (H - 0.86) <sup>1</sup>/<sub>2</sub>

Per H ≥ 0.96 Q = 94.10 (H - 0.85) <sup>1</sup>/<sub>2</sub>





## 1.5 Curve di Possibilità Pluviometrica delle Piogge di breve durata (1-3- 6-12-24 ore)

### 1.5.1 Premesse

La valutazione delle curve di possibilità pluviometrica (piogge intense) e la stima delle portate di piena viene condotta secondo i criteri sviluppati dal Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche nell'ambito del Progetto VAPI (Valutazione delle Piene in Italia) e pubblicati nel rapporto "Valutazione delle piene in Sicilia" relativamente alla Linea 1 "Previsione e prevenzione degli eventi idrologici estremi e loro controllo". Obiettivo del GNDCI è quello di predisporre una procedura, uniforme su tutto il territorio italiano, per la valutazione probabilistica delle piene in fase di redazione dei progetti e nel loro successivo esame da parte della pubblica amministrazione.

Nell'ambito di tale studio si è utilizzata l'informazione pluviografica e idrometrica raccolta dal Servizio Idrografico Italiano elaborando tecniche di analisi statistica a scala regionale ed applicando la legge di distribuzione a doppia componente su tre livelli successivi di regionalizzazione.

### 1.5.2 Curva di possibilità pluviometrica - modello probabilistico su base regionale TCEV

Nel primo livello di regionalizzazione, nell'ipotesi che la Sicilia fosse una zona pluviometrica omogenea si è testata l'applicabilità della legge di distribuzione TCEV (Two Component Extreme Value distribution) o legge di distribuzione a doppia componente.

Il modello probabilistico su base regionale TCEV ipotizza la serie dei massimi annuali come provenienti da due diverse popolazioni di dati legati a due differenti fenomenologie meteorologiche. I valori estremamente più elevati degli altri (Outliers) ma rari e una componente base o ordinaria che assume valori non elevati ma frequenti.

L'altezza di precipitazione  $h(t, T)$  di durata generica  $t$  e tempo di ritorno  $T$ , secondo tale metodo si scrive :

$$h_{t,T} = h'_{t,T} \cdot \mu$$

Con  $h'_{t,T}$ , curva di crescita, variabile dipendente dalla sottozona geografica in cui è stata divisa la Sicilia, dalla durata  $t$  e dal tempo di ritorno  $T$ , e  $\mu$  media teorica della variabile idrologica nella legge probabilistica.

#### 1.5.2.1 Curva di crescita

Il secondo livello di regionalizzazione suddivide il territorio siciliano in tre "sottozone omogenee" denominate A, B e C e definite rispettivamente:

- A. Sottozona Ovest, delimitata ad Est dallo spartiacque del F. Imera Meridionale e del F. Pollina.;
- B. Sottozona Nord-Est, delimitata dai bacini del F. Pollina a Ovest e del F. Salso-Simeto a Sud;
- C. Sottozona Sud-Est, delimitata a Nord dal bacino Salso-Simeto e ad Ovest dallo spartiacque del F. Imera Meridionale.

Per ciascuna sottozona lo studio VAPI fornisce l'espressione esplicita approssimata, valida per tempi di ritorno superiori a 10 anni, della curva di crescita (cioè la legge di distribuzione della variabile adimensionale  $h' = x/\mu$ , avendo indicato con  $x$  la variabile idrologica e con  $\mu$  il valore medio teorico della legge TCEV).

Per la sottozona A tale curva si scrive:

$$h'_{t,T} = 0.5391 - 0.001635 t + (0.0002212 t^2 + 0.00117 t + 0.9966) \log T ;$$

Per la sottozona B tale curva si scrive:

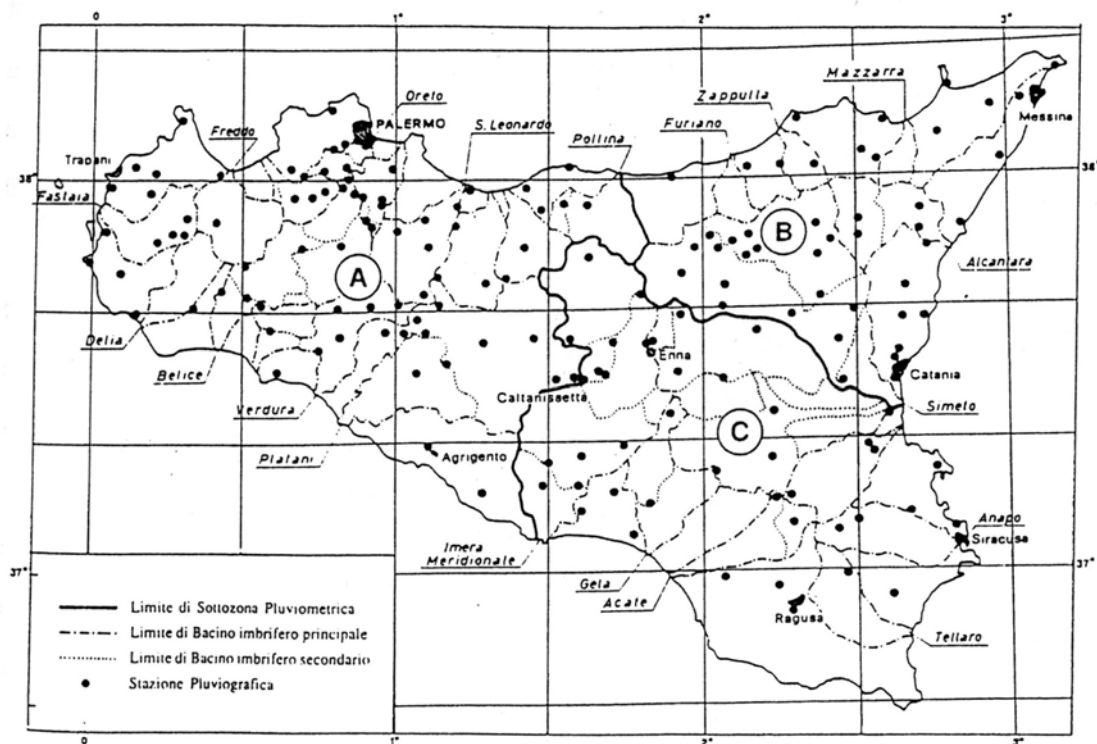
$$h'_{t,T} = 0.5135 - 0.002264 t + (0.000198 t^2 + 0.00329 t + 1.0508) \log T ;$$

Per la sottozona C tale curva si scrive:

$$h'_{t,T} = 0.5015 - 0.003516 t + (0.000372 t^2 + 0.00102 t + 1.0101) \log T ;$$

nella quale  $t$  indica la durata di precipitazione e  $T$  il tempo di ritorno.

Figura 1 - Suddivisione in sottozona omogenee effettuata nell'ambito del progetto VAPI



#### 1.5.2.2 Media teorica

Nel terzo livello di regionalizzazione, per ciascuna stazione siciliana, si sono confrontate le medie teoriche  $\mu$  con le medie campionarie  $M_c$ , riscontrando che possono ritenersi, con buona approssimazione, coincidenti. Pertanto è stato possibile determinare un legame tipo monomio per la media  $M_c$ , relativa alle durate di precipitazione considerate (1, 3, 6, 12 e 24 ore), per ciascuna delle stazioni pluviografiche siciliane, secondo l'espressione :

$$\mu = M_c(t) = a t^n.$$

Per tutte le stazioni pluviografiche siciliane sono stati elaborati e tabellati i valori delle costanti  $a$  ed  $n$ .

Delle Stazioni pluviometriche interessate, per i calcoli successivi, verrà presa in considerazione la stazione di Bivona che, meglio rappresenta la fascia meteo-climatica più vicina all'infrastruttura stradale.

#### 1.5.2.3 *Elaborazioni delle Curve di Possibilità Pluviometrica $Tr = 50 - 100 - 200 - 300 - 500$ anni*

L'espressione della curva di possibilità pluviometrica delle piogge di breve durata (1-3-6-12-24 ore) secondo il metodo TCEV, benché matematicamente definita assume una forma complessa diversa dalla forma canonica  $h = a t^n$ .

Al fine di riportare la CPP in forma canonica, si sono calcolati, per assegnato tempo di ritorno, i valori delle altezze di pioggia probabili al variare della durata  $t$ .

Correlando i due campioni di dati ottenuti, su di un piano logaritmico si sono trovati i parametri  $a$  ed  $n$  della curva di possibilità pluviometrica nella forma classica, per assegnato  $Tr$ .

Le variazioni dei valori così ottenuti, da quelli originari, risultano contenuti entro un range di  $\pm 3 \%$ , valore che risulta compatibile con il grado di precisione dell'indagine idrologica effettuata.

Si riportano di seguito i tabulati e le curve di possibilità pluviometrica per la stazione di Bivona, elaborate per un tempo di ritorno  $50 - 100 - 200 - 300 - 500$  anni.

Stazione Pluviometrica = **Bivona**

Cod. = 84

Bacino appartenenza = **Magazzolo**

Provincia : **Agrigento**

Altitudine (m.s.m.) = **503,00**

Sottozona = **A**

Parametri desunti dalla studio di regionalizzazione

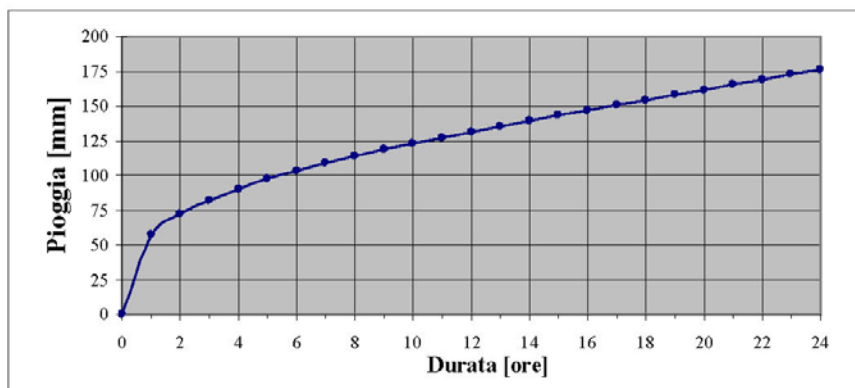
a = **25,8** n = **0,3218**

**Altezze di pioggia massime probabili per assegnata durata e tempo di ritorno.**

Durata t [ore]	Tempo Ritorno T [anni]	$h'(t,T)$	$Mc(t)$ [mm]	Altezza pioggia probabile $h(t,T)$ [mm]
1,00	50	2,23	25,80	57,61
2,00	50	2,23	32,25	72,06
3,00	50	2,24	36,74	82,18
4,00	50	2,24	40,31	90,27
5,00	50	2,24	43,31	97,16
6,00	50	2,25	45,92	103,23
7,00	50	2,25	48,26	108,73
8,00	50	2,26	50,38	113,81
9,00	50	2,27	52,32	118,56
10,00	50	2,27	54,13	123,05
11,00	50	2,28	55,81	127,35
12,00	50	2,29	57,40	131,48
13,00	50	2,30	58,90	135,48
14,00	50	2,31	60,32	139,39
15,00	50	2,32	61,67	143,21
16,00	50	2,33	62,97	146,97
17,00	50	2,35	64,21	150,69
18,00	50	2,36	65,40	154,37
19,00	50	2,37	66,55	158,02
20,00	50	2,39	67,65	161,67
21,00	50	2,41	68,72	165,31
22,00	50	2,42	69,76	168,96
23,00	50	2,44	70,77	172,61
24,00	50	2,46	71,74	176,29

**CURVA DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA  $h = 55,67 t^{0,35}$**

Tr = 50 anni



MAXtcevggrafico 500

Stazione Pluviometrica = **Bivona**

Cod. = 84

Bacino appartenenza = **Magazzolo**

Provincia : **Agrigento**

Altitudine (m.s.m.) = **503,00**

Sottozona = **A**

Parametri desunti dalla studio di regionalizzazione

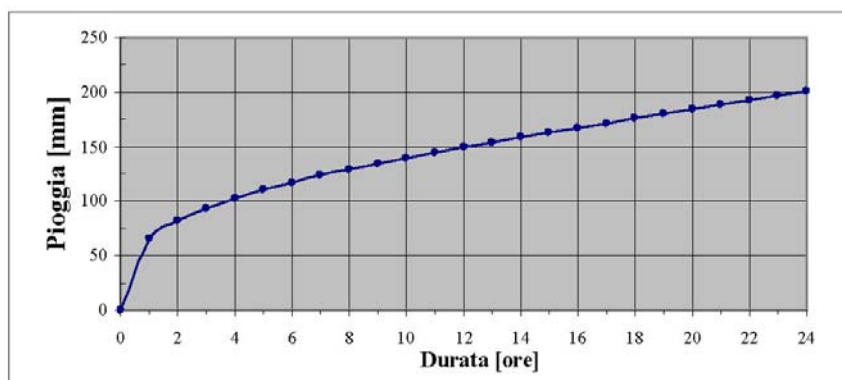
a = **25,8** n = **0,3218**

**Altezze di pioggia massime probabili per assegnata durata e tempo di ritorno.**

Durata t [ore]	Tempo Ritorno T [anni]	$h'(t,T)$	$Mc(t)$ [mm]	Altezza pioggia probabile $h(t,T)$ [mm]
1,00	100	2,53	25,80	65,36
2,00	100	2,54	32,25	81,76
3,00	100	2,54	36,74	93,26
4,00	100	2,54	40,31	102,46
5,00	100	2,55	43,31	110,30
6,00	100	2,55	45,92	117,22
7,00	100	2,56	48,26	123,49
8,00	100	2,57	50,38	129,28
9,00	100	2,57	52,32	134,71
10,00	100	2,58	54,13	139,84
11,00	100	2,59	55,81	144,76
12,00	100	2,60	57,40	149,49
13,00	100	2,62	58,90	154,09
14,00	100	2,63	60,32	158,57
15,00	100	2,64	61,67	162,96
16,00	100	2,66	62,97	167,29
17,00	100	2,67	64,21	171,57
18,00	100	2,69	65,40	175,81
19,00	100	2,71	66,55	180,03
20,00	100	2,72	67,65	184,25
21,00	100	2,74	68,72	188,46
22,00	100	2,76	69,76	192,67
23,00	100	2,78	70,77	196,91
24,00	100	2,80	71,74	201,17

**CURVA DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA  $h = 63,04 t^{0,35}$**

Tr = 100 anni



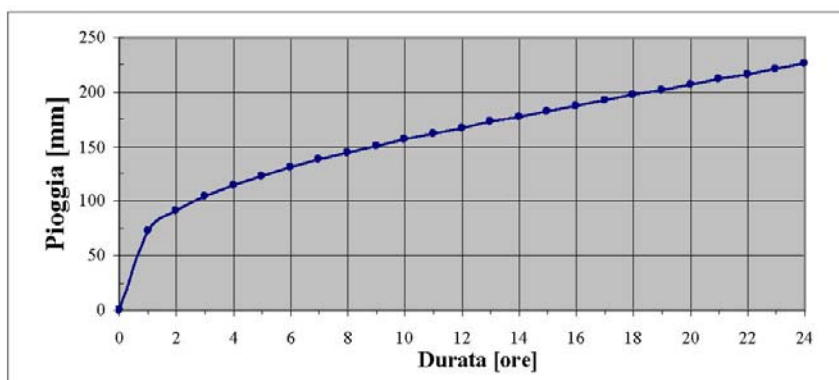
MAXtcevgrafico 100

Stazione Pluviometrica = **Bivona** Cod. = 84  
Bacino appartenenza = **Magazzolo**  
Provincia : **Agrigento**  
Altitudine (m.s.m.) = **503,00**  
Sottozona = **A**  
Parametri desunti dalla studio di regionalizzazione  
a = **25,8** n = **0,3218**

**Altezze di pioggia massime probabili per assegnata durata e tempo di ritorno.**

Durata t [ore]	Tempo Ritorno T [anni]	$h'(t,T)$	$Mc(t)$ [mm]	Altezza pioggia probabile $h(t,T)$ [mm]
1,00	200	2,83	25,80	73,11
2,00	200	2,84	32,25	91,47
3,00	200	2,84	36,74	104,35
4,00	200	2,84	40,31	114,66
5,00	200	2,85	43,31	123,44
6,00	200	2,86	45,92	131,20
7,00	200	2,86	48,26	138,24
8,00	200	2,87	50,38	144,75
9,00	200	2,88	52,32	150,85
10,00	200	2,89	54,13	156,63
11,00	200	2,91	55,81	162,17
12,00	200	2,92	57,40	167,51
13,00	200	2,93	58,90	172,69
14,00	200	2,95	60,32	177,75
15,00	200	2,96	61,67	182,71
16,00	200	2,98	62,97	187,61
17,00	200	3,00	64,21	192,45
18,00	200	3,02	65,40	197,26
19,00	200	3,04	66,55	202,04
20,00	200	3,06	67,65	206,82
21,00	200	3,08	68,72	211,60
22,00	200	3,10	69,76	216,39
23,00	200	3,13	70,77	221,21
24,00	200	3,15	71,74	226,05

**CURVA DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA**  $h = 70,41 t^{0,36}$   
Tr = 200 anni



MAXtcevgrafico 200



Stazione Pluviometrica = **Bivona**

Cod. = 84

Bacino appartenenza = **Magazzolo**

Provincia : **Agrigento**

Altitudine (m.s.m.) = **503,00**

Sottozona = **A**

Parametri desunti dalla studio di regionalizzazione

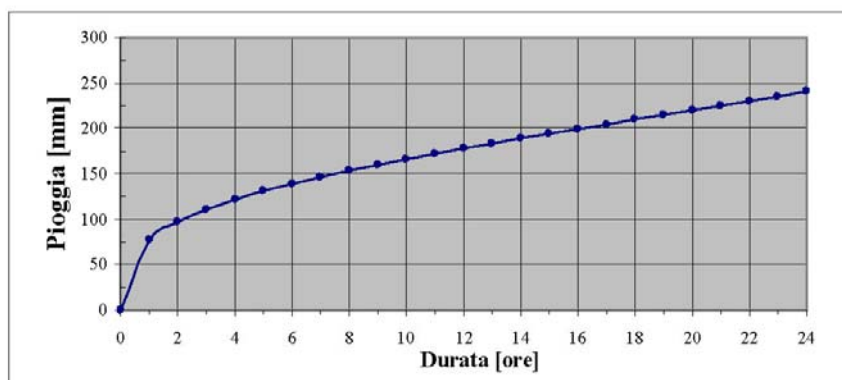
a = **25,8** n = **0,3218**

**Altezze di pioggia massime probabili per assegnata durata e tempo di ritorno.**

Durata t [ore]	Tempo Ritorno T [anni]	$h'(t,T)$	$Mc(t)$ [mm]	Altezza pioggia probabile $h(t,T)$ [mm]
1,00	300	3,01	25,80	77,65
2,00	300	3,01	32,25	97,15
3,00	300	3,02	36,74	110,83
4,00	300	3,02	40,31	121,79
5,00	300	3,03	43,31	131,12
6,00	300	3,04	45,92	139,38
7,00	300	3,04	48,26	146,87
8,00	300	3,05	50,38	153,80
9,00	300	3,06	52,32	160,30
10,00	300	3,08	54,13	166,45
11,00	300	3,09	55,81	172,35
12,00	300	3,10	57,40	178,04
13,00	300	3,12	58,90	183,57
14,00	300	3,13	60,32	188,97
15,00	300	3,15	61,67	194,27
16,00	300	3,17	62,97	199,49
17,00	300	3,19	64,21	204,67
18,00	300	3,21	65,40	209,80
19,00	300	3,23	66,55	214,92
20,00	300	3,25	67,65	220,03
21,00	300	3,28	68,72	225,14
22,00	300	3,30	69,76	230,27
23,00	300	3,33	70,77	235,42
24,00	300	3,35	71,74	240,60

**CURVA DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA  $h = 74,72 t^{0,36}$**

Tr = 300 anni



MAXtcevggrafico 300

Stazione Pluviometrica = **Bivona**

Cod. = 84

Bacino appartenenza = **Magazzolo**

Provincia : **Agrigento**

Altitudine (m.s.m.) = **503,00**

Sottozona = **A**

Parametri desunti dalla studio di regionalizzazione

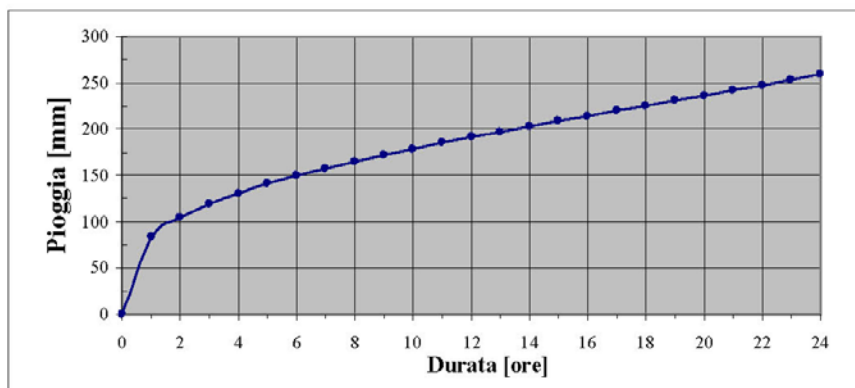
a = **25,8** n = **0,3218**

**Altezze di pioggia massime probabili per assegnata durata e tempo di ritorno.**

Durata t [ore]	Tempo Ritorno T [anni]	$h'(t,T)$	$Mc(t)$ [mm]	Altezza pioggia probabile $h(t,T)$ [mm]
1,00	500	3,23	25,80	83,36
2,00	500	3,23	32,25	104,30
3,00	500	3,24	36,74	119,00
4,00	500	3,24	40,31	130,77
5,00	500	3,25	43,31	140,81
6,00	500	3,26	45,92	149,69
7,00	500	3,27	48,26	157,75
8,00	500	3,28	50,38	165,20
9,00	500	3,29	52,32	172,19
10,00	500	3,30	54,13	178,83
11,00	500	3,32	55,81	185,18
12,00	500	3,33	57,40	191,32
13,00	500	3,35	58,90	197,28
14,00	500	3,37	60,32	203,10
15,00	500	3,39	61,67	208,82
16,00	500	3,41	62,97	214,47
17,00	500	3,43	64,21	220,06
18,00	500	3,45	65,40	225,61
19,00	500	3,47	66,55	231,14
20,00	500	3,50	67,65	236,66
21,00	500	3,52	68,72	242,19
22,00	500	3,55	69,76	247,74
23,00	500	3,58	70,77	253,32
24,00	500	3,61	71,74	258,94

**CURVA DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA  $h = 80,15 t^{0,36}$**

Tr = 500 anni



MAXtcevggrafico 500

## 1.6 Curve di Possibilità Pluviometrica delle Piogge di durata oraria

Nella zona in studio non esistono osservazioni pluviometriche di durata inferiori a un'ora.

Non avendo disponibilità di tali misure bisogna fare riferimento a dati relativi di altre regioni. Studi condotti da Bell, sul territorio degli Stati Uniti ed in Australia e studi paralleli in Unione Sovietica, evidenziano come il rapporto  $r_\delta$  tra le altezze di durata  $\delta$  molto breve e l'altezza oraria sono relativamente poco dipendenti dalla località.

Con riferimento alla curva inviluppo delle massime piogge osservate nel mondo di equazione  $h_\delta = 390 \delta^{0,5}$  con  $\delta$  in ore, alcuni studiosi [ Jennings, 1950; Hershfield e Engman, 1981] propongono di adottare i seguenti rapporti :

$\delta$ [minuti]	5	10	15	20	30	45
$r_\delta = h_\delta/h_1$	0,29	0,41	0,5	0,58	0,71	0,87

Utilizzando questi rapporti, nota la pioggia oraria per assegnato tempo di ritorno, si sono determinate le altezze di pioggia per le durate di 5, 10, 15, 20, 30 e 45 minuti.

Riportati questi campioni di dati, su di un piano logaritmico, ed interpolati, si sono determinati i parametri  $a$  ed  $n$  della curva di possibilità pluviometrica di durata inferiore ad un'ora  $h = a t^n$  con  $t$  espresso in minuti.

Per la pioggia oraria si è presa in considerazione la stazione pluviometrica di Bivona, ricadendo le opere nella sua area di influenza.

Tempo di ritorno Tr [anni]	Altezza di pioggia							$h = a t^n$	
	Oraria	5 minuti	10 minuti	15 minuti	20 minuti	30 minuti	45 minuti		
	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	a [mm]	n
25	55,36	16,05	22,70	27,68	32,11	39,31	48,16	7,19	0,499
50	62,19	18,04	25,50	31,10	36,07	44,15	54,11	8,07	0,499

## 2. CALCOLO DELLE PORTATE AL COLMO DI PIENA

### 2.1 Portate al colmo di piena (Progetto VAPI - Gruppo Nazionale Difesa Catastrofi Idrogeologiche)

La stima delle portate di piena viene condotta secondo le indicazioni sviluppate dal Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche nell'ambito del Progetto VAPI, rielaborando l'applicazione della formula razionale, espressa in forma probabilistica, per la stima della portata al colmo di piena di assegnata frequenza probabile :

$$x_Q = \frac{\phi \cdot h_{tc,T} \cdot S}{3.6 \cdot t_c} = \frac{K(T,t) \cdot \Psi \cdot h_{tc,T} \cdot S}{3.6 \cdot t_c}$$

in cui:

- $S$  : superficie del bacino;
- $t_c$  : tempo di corrivazione;
- $\phi$  : coefficiente di deflusso;
- $h_{tc,T}$ : altezza di pioggia per una durata pari  $t_c$ .

La stima del coefficiente di deflusso  $\phi$  introducendo le distribuzioni dei massimi annuali delle portate al colmo e dei massimi annuali delle piogge di assegnata durata che si abbattano sul bacino, assume l'espressione  $\phi = K(T,t) \Psi$ .

In essa  $\Psi$ , coefficiente medio di deflusso, è un fattore di scala legato ai valori medi dei parametri idrologici del bacino (caratteristiche geologiche riguardanti la permeabilità dei suoli, stato della copertura vegetale, contenuto idrico iniziale etc..), mentre  $K(T,t)$  è un fattore di frequenza che amplifica il coefficiente medio  $\Psi$  in relazione alla durata e al tempo di ritorno dell'evento.

La valutazione di  $K$  si basa sulla conoscenza delle distribuzioni di probabilità delle piogge e delle portate di piena al colmo nel territorio, mentre quella di  $\Psi$  sulle caratteristiche dei suoli e dello stato di copertura vegetale.

### 2.1.1 Fattore di frequenza $K$

Per la determinazione del fattore di frequenza  $K(T,t)$  lo studio di regionalizzazione propone la seguente espressione:

$$k(T,t) = \frac{b + c \log T}{d + et + (ft^2 + gt + h) \log T}$$

legata tramite i coefficienti numerici  $b, c, d, e, f, g, h$  al territorio di ciascuna sottozona in cui viene divisa la Sicilia (fig. 1), e dipendente dal tempo di ritorno  $T$  e dalla durata di pioggia  $t$ .

Sottozona	b	c	d	e	f	g	h
A	0,3232	1,6171	0,5391	-0,00164	0,000221	0,00117	0,9966
B	0,267	1,7503	0,5135	-0,00226	0,000198	0,00329	1,0508
C	0,1785	1,9611	0,5015	-0,00352	0,000372	0,00102	1,1014

### 2.1.2 Coefficiente medio di deflusso $\Psi$

Per quanto riguarda la stima del coefficiente medio di deflusso  $\Psi$  sono state proposte varie correlazioni in funzione delle caratteristiche dei terreni e della copertura vegetale del suolo, pervenendo infine all'espressione:

$$\Psi = \frac{12,3}{S_p + S_B}$$

caratterizzata da un errore standard della stima pari allo 0,13 % , certamente compatibile con le assunzioni del metodo adottato.

In essa compare la percentuale di superficie permeabile  $S_p$  del bacino idrografico sotteso nella sezione di calcolo e la percentuale di superficie ricoperta da boschi  $S_B$ .

La classificazione dei suoli si basa su una valutazione empirica delle caratteristiche granulometriche e tessiturali che le varie formazioni geologiche e le loro coltri di alterazione assumono in superficie in funzione dei litotipi di cui sono costituite. L'esigenza di adottare un criterio applicabile a scala di bacino, ha indotto il gruppo di studio del Gruppo Nazionale per la Difesa delle Catastrofi Idrogeologiche nell'ambito del progetto VAPI, a classificare la permeabilità dello strato superficiale in tre soli gruppi:

**P** = Permeabile ; **MP** = Mediamente Permeabile; **BP** = Bassa Permeabilità

senza precisare una scala di valori numerici.

1) Strato superficiale permeabile "P"

Al detrito di falda, più o meno diffusamente presente alla base dei rilievi in quasi tutti i bacini esaminati, alle alluvioni ghiaiose ed alle calcareniti plio pleistoceniche, essendo depositi caratterizzati da un'elevata porosità non impedita, si è attribuita una permeabilità primaria elevata.

Le formazioni calcaree e dolomitiche, pur essendo costituite da rocce poco porose, presentano nella generalità dei casi una permeabilità secondaria elevata strettamente dipendente dall'intenso stato di fratturazione dell'ammasso roccioso prodottosi in conseguenza degli eventi tettonici.

Questi ultimi, in Sicilia, nei riguardi delle unità stratigrafico-strutturali a costituzione prevalentemente carbonatica, sono essenzialmente riconducibili a fenomeni di sovrascorrimento su formazioni plastiche e a dislocazioni neotettoniche.

I processi di dissoluzione carsica, che tendono a svilupparsi o che si sono sviluppati preferenzialmente lungo le giaciture delle superfici strutturali, se da un lato producono, attraverso l'allargamento delle fessure e la creazione di grandi cavità, un incremento anche molto cospicuo della permeabilità secondaria, dall'altro possono produrre localmente una riduzione della permeabilità per effetto dell'accumulo di prodotti residuali (terre rosse) a grana fine o finissima, talora molto addensati, con permeabilità molto bassa.

Entrambi questi aspetti sono ampiamente riconoscibili sul Massiccio delle Madonie (Bacino Pollina ad Acquileia) e sui Monti di Palenno (Eleuterio a Risalaimi Nocella a Zucco).

In presenza di pareti calcaree o dolomitiche subverticali o molto pendenti, come quelle della Rocca Busambra che delimita lo spartiacque del bacino Eleuterio a Risalaimi del Pizzo Parrino e delle propaggini sud-orientali del gruppo del Pizzo Cervo, che costituiscono i lineamenti fisiografici più notevoli del medesimo bacino, la permeabilità, pur mantenendosi sempre elevata, presenta una certa variabilità in dipendenza della frequenza e dell'orientazione delle superfici di discontinuità in rapporto alla superficie topografica.

Ove la configurazione morfologica abbia invece consentito l'accumulo dei prodotti della disgregazione e dell'alterazione di litotipi carbonatici e lo sviluppo di processi pedogenetici, la permeabilità dei livelli superficiali si riduce sensibilmente, pur mantenendosi buone le capacità drenanti della coltre colluviale.

Di conseguenza, pur considerando che la permeabilità dello strato superficiale può subire sia incrementi che decrementi per fenomeni carsici o processi pedogenetici, agli areali di distribuzione di formazioni calcareo dolomitiche, affioranti, o sepolte da una coltre colluviale, si è attribuita una permeabilità relativa elevata.

Agli ammassi ed agli areali di affioramento costituiti da areniti calcaree o quarzose, conglomerati, rocce caratterizzate da valori alti o medi di porosità non impedita, compete generalmente anche una notevole permeabilità secondaria, per fratturazione, che tuttavia si riduce in presenza di frequenti, potenti o fitte intercalazioni pelitiche.

Con l'esclusione di quest'ultimo caso, che viene inserito nella classe successiva, i prodotti dell'alterazione e della disgregazione di tali litotipi danno luogo a depositi superficiali essenzialmente costituiti da sabbie addensate caratterizzate da una notevole permeabilità per porosità.

Permeabilità elevata è stata attribuita anche alle calcilutiti ed ai gessi, sempre limitatamente ai casi in cui gli interstrati argillosi o marnosi siano in quantità nettamente subordinata, talché dall'alterazione o dalla disgregazione di tali materiali traggono origine coltri superficiali caratterizzate da una frazione ghiaiosa nettamente prevalente.

2) Strato superficiale mediamente permeabile "MP"

Agli areali di distribuzione di formazioni costituite da alternanze di litotipi eterogenei (depositi alluvionali, deltizi, da slumpings, flysch), caratterizzati da una frazione granulometrica medio fine circa uguale a quella di materiale grossolano, si è attribuita una permeabilità media. In modo analogo sono state classificate le formazioni marnose, calcareo-marnose, argillitico-radiolaritiche, sia in presenza di affioramenti di roccia nuda, sia in presenza di coltri colluviali.

Infatti nel primo caso la permeabilità primaria della roccia è ridotta per la bassa porosità del materiale e la permeabilità secondaria è limitata sia dalla frequente presenza di interstrati di peliti sciolte, sia dalla frazione limosa che persiste, intasando le fratture nei processi di dissoluzione della componente lapidea.

Nel secondo caso la coltre superficiale, ricca di tali prodotti residuali, ingloba abbondanti frammenti di materiale lapideo.

Le diatomiti, sono state considerate di media permeabilità, nonostante l'elevata porosità del materiale, per la presenza delle esilissime, ma frequentissime laminazioni argilloso-marnose che vi si rinvergono, e che danno luogo a coltri colluviali di materiali a grana fine.

3) Strato superficiale a bassa permeabilità "BP"

Agli areali di distribuzione di formazioni schiettamente argillose, o a prevalente composizione argillosa, è stata attribuita una bassa permeabilità, infatti, nonostante i processi pedogenetici determinino un incremento delle proprietà adsorbenti della coltre superficiale e nel materiale esposto agli agenti meteorici si producano delle microdiscontinuità da sineresi, la capacità drenante della coltre colluviale permane ridottissima e dipende sensibilmente dal contenuto d'acqua inizialmente presente nel materiale.



Classificazione della permeabilità per formazioni litologiche presenti nei bacini siciliani

Strato Superficiale Permeabile	Strato Superficiale Mediamente Permeabile	Strato Superficiale A Bassa Permeabile
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alluvioni ghiaiose (Olocene)</li> <li>- Detrito di falda costituito da elementi lapidei in scarsa matrice limoso-sabbiosa</li> <li>- Calcareni bioclastiche, sabbie, arenarie e conglomerati (Tirreniano - Pliocene sup.)</li> <li>- Gessi selenitici e saccaroidi, straterellati o in grossi banchi (Messiniano)</li> <li>- Calcarei evaporitici vacuolari, brecciati o compatti (Messiniano)</li> <li>- Conglomerati sabbie ed arenarie (Tortoniano)</li> <li>- Quarzareniti, ed arenarie quarzose in banchi con scarse intercalazioni pelitiche (Miocene inf. – Oligocene)</li> <li>- Calcilutiti e calcari marnosi (Eocene inf. – Giura sup.)</li> <li>- Calcarei detritici e detrito-organogeni (Cretaceo inf. – Giura sup.)</li> <li>- Dolomie saccaroidi o brecciate, calcari dolomitici in grossi strati (Trias sup. – Lias inf.)</li> <li>- Calcarei, talora dolomitici, a grana fine o grossa, stratificati, con sottili intercalazioni marnosi e noduli di selce (Trias sup. – Cretaceo inf.)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Detrito di falda in matrice a grana medio fine (Olocene)</li> <li>- Depositi alluvionali terrazzati e lacustri, a granulometria eterogenea (Quaternario)</li> <li>- Sabbie, arenarie ed argille sabbiose (Pliocene sup.)</li> <li>- Marne, calcari marnosi e marne argillose (Pliocene inf.)</li> <li>- Diatomiti con intercalazioni argillo – arenacee (Miocene inf.)</li> <li>- Marne sabbiose, sabbie e conglomerati (Tortoniano sup.-Messiniano)</li> <li>- Molasse, sabbie argillose ed argille sabbiose (Miocene medio)</li> <li>- Calcareni, calciruditi e marne (Miocene inf.)</li> <li>- Quarzareniti, in fitta alternanza con peliti e siltiti (Oligocene sup.-Miocene inf.)</li> <li>- Argille marnose con intercalazioni di arenarie, conglomerati e brecce (Eocene sup.-Oligocene)</li> <li>- Calcarei e calcari marnosi straterellati con intercalazioni di marne ed argille marnose (Eocene sup.-Oligocene)</li> <li>- Marne calcaree e calcari marnosi duri e compatti, con rare intercalazioni di argille e arenarie siltose (Eocene medio - sup.)</li> <li>- Calcilutiti, calcisiltiti e marne compatte con passaggi verso termini più argillosi (Cretaceo sup.-Eocene medio sup.)</li> <li>- Marne, calcilutiti selcifere, radiolari ed argilliti straterellate con intercalazioni di calcari detritici (Cretaceo medio – Lias sup.)</li> <li>- Calcilutiti, marne e marne argillose, straterellate con intercalazioni calcari detritici e lenti di selce (Trias sup)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Limi palustri ed alluvioni a grana fine (Quaternario)</li> <li>- Argille e marne argillose (Pliocene medio)</li> <li>- Argille gessose (Messiniano)</li> <li>- Argille siltose a frattura concoide con rare intercalazioni di sabbie (Tortoniano)</li> <li>- Argille e argille marnose e sabbie con cristalli di gesso (Miocene medio-sup.)</li> <li>- Brecce argillose inglobanti lembi di altre formazioni (Miocene medio-sup.)</li> <li>- Argilliti talora siltose, con rare e sottili intercalazioni di arenarie quarzose (Oligocene sup.-Miocene inf.)</li> <li>- Marne argillose con sottili livelli arenacei (Miocene inf.-Tortoniano)</li> <li>- Argille scagliose o caotiche inglobanti lembi di altre formazioni (Eocene-Cretaceo sup.)</li> </ul>

### 2.1.3 Tempo di Corrivazione.

La scelta del criterio di valutazione del tempo di corrivazione utilizzata nello studio del GNDCI si basa sulla considerazione che il grado di incertezza connesso con l'indagine suggerisce l'adozione di una relazione veloce ed il più semplice possibile, ossia:

$$t_c = \beta S^{1/2} \quad \text{con } \beta \text{ pari a } 0.35.$$

Pur tuttavia, nel presente studio si è ritenuto opportuno determinare il tempo di corrivazione con la nota formula del Giandotti :

$$t_c(ore) = \frac{4 \cdot \sqrt{S} + 1,5 \cdot L}{0,8 \cdot \sqrt{H_m - H_o}}$$

essendo:

S [kmq]	Area del bacino sotteso dalla sezione di calcolo;
L [km]	Lunghezza del maggiore percorso che deve compiere la singola particella d'acqua per raggiungere la sezione di calcolo;
H <sub>m</sub> [m s.l.m.]	Quota media del bacino;
H <sub>o</sub> [m s.l.m.]	Quota della sezione di chiusura.

### 2.1.4 Tempo di Ritorno

Il rischio idraulico a cui si può sottoporre la struttura e/o la porzione di territorio interessato dall'evento dipendono essenzialmente da tre componenti principali:

- Pericolosità idraulica dell'evento considerato e del Tempo di Ritorno;
- Valore delle cose a rischio;
- Vulnerabilità delle cose a rischio.

La pericolosità idraulica relativa al superamento della portata di dimensionamento delle opere può determinare il temporaneo innalzamento dei livelli idrici a monte e nella peggiore delle ipotesi, il collasso del manufatto per raggiunta vetustà o cattivo stato di

manutenzione dello stesso. La frequenza del fenomeno idraulico è direttamente connessa con il Tempo di Ritorno che rappresenta il lasso temporale nel quale un dato evento ha probabilità di accadere almeno una volta. Un basso tempo di ritorno individua una probabilità alta di verifica dell'evento idraulico, un alto tempo di ritorno una bassa probabilità.

Il valore delle cose esposte a rischio, trattandosi di viabilità assume aspetto rilevante per la possibilità di perdita di vita umana, mentre aspetto secondario assume l'allagamento di terreni agrari scarsamente antropizzati o danni alle strutture viarie stesse.

La vulnerabilità delle aree e dei beni insediati non assume particolare interesse, se non per la presenza dell'infrastruttura viaria e per la situazione di rischio per la vita umana connessa all'uso della stessa.

Per la redazione dei calcoli idraulici, in relazione a quanto sopra ed in linea con il capitolato d'oneri adottato dall'ANAS per opere analoghe, si sono adottati i seguenti tempi di ritorno:

- 25 anni, per il drenaggio della piattaforma stradale dell'asse principale; 10 anni per le secondarie;
- 50 anni, per i fossi di guardia dell'asse principale; 20 anni nelle secondarie;
- 200 anni per i ponti e le difese fluviali, oltre che per i tombini e ponticelli con aree scolanti  $S > 10 \text{ kmq}$ ; 300 anni per le aree a rischio idraulico secondo il *Piano di Assetto Idrogeologico* adottato dalla Regione Siciliana;
- 100 anni per i tombini e ponticelli con aree scolanti  $S < 10 \text{ kmq}$ ;
- 100 anni per i sottopassi e le strade secondarie depresse.

### 2.1.5 Tabelle di calcolo e sintesi dei risultati

Si riportano di seguito le tabelle di calcolo del coefficiente medio di deflusso, del fattore di frequenza, e del tempo di corrivazione per le varie sezioni di calcolo.

Ai fini dell'altezza di pioggia probabile  $h(t,T)$  sull'intero bacino, si è considerata, per ogni sezione di calcolo, un'altezza media ponderata in ragione alle aree di influenza di ciascuna stazione pluviometrica ed in funzione della durata pari al tempo di corrivazione del bacino imbrifero. In allegato si riporta la tabella di calcolo delle sezioni considerate.

### COEFFICIENTE MEDIO DI DEFLUSSO

$$\Psi = \frac{12,3}{S_P + S_B}$$

$S_P$  [%] = Percentuale di strato superficiale permeabile del bacino

$S_{MP}$  [%] = Percentuale di strato superficiale mediamente permeabile del bacino

$S_{BP}$  [%] = Percentuale di strato superficiale a bassa permeabilità del bacino

$S$  [%] =  $S_P + S_{MP} + S_{BP} = 100\%$

$S_B$  [%] = Percentuale di superficie del bacino ricoperta da boschi.

Sezione	S [Km <sup>2</sup> ]	$S_P$ [%]	$S_B$ [%]	$\Psi$
1	3,18	16,01	46,85	0,196
2	11,15	16,03	34,27	0,245
3	3,34	16,16	13,48	0,415
4	4,04	10,42	12,60	0,534
5	48,15	10,20	21,78	0,385
6	2,08	9,27	18,15	0,449
7	185,70	10,20	11,88	0,557
8	8,02	22,04	3,40	0,483
9	10,57	13,53	0,47	0,878
10	196,17	40,25	5,36	0,270
11	1,07	13,98	4,66	0,660
12	2,99	15,74	1,68	0,706
13	7,85	13,50	0,64	0,870
14	158,11	19,24	5,22	0,503

BACINI MAGGIORI.xls

FATTORE DI FREQUENZA K

$$k(T, t) = \frac{b + c \log T}{d + et + (ft^2 + gt + h) \log T}$$

Sottozona	b	c	d	e	f	g	h
A	0,32	1,62	0,54	0,00	0,00	0,00	1,00
B	0,27	1,75	0,51	0,00	0,00	0,00	1,05
C	0,18	1,96	0,50	0,00	0,00	0,00	1,10

Sezione	Sottozona	Tempo di Ritorno T [anni]	Durata t [ore]	Fattore di frequenza K
---------	-----------	---------------------------	----------------	------------------------

1,00	A	500	0,90	1,45
	A	300	0,90	1,44
	A	100	0,90	1,40
	A	50	0,90	1,38
2,00	A	500	1,15	1,45
	A	300	1,15	1,44
	A	100	1,15	1,40
	A	50	1,15	1,37
3,00	A	500	1,01	1,45
	A	300	1,01	1,44
	A	100	1,01	1,40
	A	50	1,01	1,38
4,00	A	500	1,13	1,45
	A	300	1,13	1,44
	A	100	1,13	1,40
	A	50	1,13	1,37
5,00	A	500	3,43	1,45
	A	300	3,43	1,43
	A	100	3,43	1,40
	A	50	3,43	1,37
6,00	A	500	1,51	1,45
	A	300	1,51	1,44
	A	100	1,51	1,40
	A	50	1,51	1,37
7,00	A	500	5,35	1,44
	A	300	5,35	1,43
	A	100	5,35	1,40
	A	50	5,35	1,37
8,00	A	500	3,41	1,45
	A	300	3,41	1,43
	A	100	3,41	1,40
	A	50	3,41	1,37
9,00	A	500	3,29	1,45
	A	300	3,29	1,43
	A	100	3,29	1,40
	A	50	3,29	1,37
10,00	A	500	5,64	1,44
	A	300	5,64	1,43
	A	100	5,64	1,39
	A	50	5,64	1,37
11,00	A	500	1,21	1,45
	A	300	1,21	1,44
	A	100	1,21	1,40
	A	50	1,21	1,37
12,00	A	500	2,06	1,45
	A	300	2,06	1,44
	A	100	2,06	1,40
	A	50	2,06	1,37
13,00	A	500	2,80	1,45
	A	300	2,80	1,44
	A	100	2,80	1,40
	A	50	2,80	1,37
14,00	A	500	4,88	1,44
	A	300	4,88	1,43
	A	100	4,88	1,40
	A	50	4,88	1,37

BACINI MAGGIORI.xls

**TABELLA CALCOLO TEMPO DI CORRIVAZIONE**  
( Formula Giandotti)

Formula di Giandotti  $t_c$  (ore) :

$$t_c = \frac{4 * \sqrt{A} + 1,5 * L}{0,8 * \sqrt{H_m - H_o}}$$

Essendo : A [kmq] : Area del bacino sotteso dalla sezione di calcolo;

L [km] : Lunghezza del maggiore percorso che deve compiere la singola particella d'acqua per raggiungere la sezione di calcolo;

$H_m$  [m s.l.m.] : Quota media del bacino;

$H_o$  [m s.l.m.] : Quota della sezione di chiusura.

Sezione di calcolo  n°	Area Tributaria  [ Km <sup>2</sup> ]	Lunghezza asta  [ Km ]	Altitudine		Tempo di corrivazione  Tc  [ ore ]
			media bacino [ m.s.l.m.]	sezione calcolo [ m.s.l.m.]	
1	3,18	3,83	721,00	400,30	0,90
2	11,15	6,67	1000,25	351,25	1,15
3	3,34	4,08	603,30	325,65	1,01
4	4,04	2,29	491,30	331,00	1,13
5	48,15	12,76	502,30	210,30	3,43
6	2,08	1,92	251,20	200,25	1,51
7	185,70	26,54	586,32	100,32	5,35
8	8,02	7,22	140,00	74,23	3,41
9	10,57	7,05	125,32	45,25	3,29
10	196,17	29,62	545,26	50,00	5,64
11	1,07	1,71	140,00	92,00	1,21
12	2,99	2,99	150,00	102,32	2,06
13	7,85	4,70	210,00	143,32	2,80
14	158,11	19,40	562,35	148,36	4,88

BACINI MAGGIORI.xls

## 2.2 *Tabelle riepilogative risultati*

Con riferimento alle tratte di interesse idraulico, sulle interferenze del reticolo idrografico esistente con la viabilità in progetto, si sono segnate nelle carte tematiche riguardanti il reticolo idrografico e i bacini imbriferi le sezioni di calcolo con le aree scolanti.

Per ogni tipologia di opera, anche in relazione al diverso rischio idraulico espresso dal tempo di ritorno, si sono determinate le portate di dimensionamento secondo le metodologie prima esposte. In particolare si è utilizzato il metodo razionale per il calcolo delle portate dei fossi di guardia e dei tombini con aree scolanti fino a 100 ha.

Per il dimensionamento dei ponti e dei viadotti si è utilizzata la massima portata al colmo, utilizzando il metodo proposto dal Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche nell'ambito del Progetto VAPI.

Si riportano di seguito i tabulati di sintesi delle portate per le diverse sezioni di calcolo.



METODO RAZIONALE MODIFICATO

$$X_Q = \frac{\phi \cdot h \cdot S}{3,6 \cdot t_c} = \frac{K(T,t) \cdot \Psi \cdot h \cdot S}{3,6 \cdot t_c}$$

Essendo :  $X_Q$  [mc/s] = Portata al colmo

S [Km<sup>2</sup>] = Superficie del bacino

h [mm] = Altezza di pioggia

$t_c$  [ore] = Tempo di corrivazione del bacino

$\phi = K(T,t)$   $\Psi$  = Coefficiente di deflusso

$\Psi$  = Coefficiente medio di deflusso

$K(T,t)$  = Fattore di frequenza

Tabella calcolo portate Pluviali.

Sezione	Area tributaria [Km <sup>2</sup> ]	Tempo corrivazione $t_c$ [ore]	Tempo Ritorno T [anni]	Altezza Pioggia h (t) [mm]	Coef. Medio deflusso $\Psi$	Fattore frequenza K	U = $X_Q/S$ Cf. Udomet. [mc/s x Km <sup>2</sup> ]	Portata $X_Q$ [mc/s]
1,00	3,18	0,90	500	80,54	0,20	1,45	7,07	22,49
			300	75,02		1,44	6,53	20,77
			100	63,15		1,40	5,36	17,07
			50	55,66		1,38	4,63	14,73
2,00	11,15	1,15	500	87,12	0,24	1,45	7,49	83,52
			300	81,15		1,44	6,92	77,13
			100	68,31		1,40	5,68	63,38
			50	60,21		1,37	4,91	54,71
3,00	3,34	1,01	500	83,56	0,41	1,45	13,87	46,33
			300	77,83		1,44	12,81	42,78
			100	65,52		1,40	10,53	35,16
			50	57,75		1,38	9,09	30,35
4,00	4,04	1,13	500	86,79	0,53	1,45	16,49	66,63
			300	80,84		1,44	15,23	61,53
			100	68,05		1,40	12,52	50,56
			50	59,98		1,37	10,80	43,65
5,00	48,15	3,43	500	124,34	0,38	1,45	5,60	269,61
			300	115,80		1,43	5,17	248,98
			100	97,44		1,40	4,25	204,60
			50	85,85		1,37	3,67	176,60
6,00	2,08	1,51	500	95,29	0,45	1,45	11,38	23,66
			300	88,76		1,44	10,51	21,85
			100	74,71		1,40	8,64	17,96
			50	65,84		1,37	7,45	15,50
7,00	185,70	5,35	500	144,01	0,56	1,44	6,00	1.114,59
			300	134,10		1,43	5,54	1.029,29
			100	112,79		1,40	4,55	845,84
			50	99,35		1,37	3,93	730,10
8,00	8,02	3,41	500	124,15	0,48	1,45	7,06	56,61
			300	115,62		1,43	6,52	52,28
			100	97,29		1,40	5,36	42,96
			50	85,72		1,37	4,63	37,08
9,00	10,57	3,29	500	122,69	0,88	1,45	13,15	138,98
			300	114,27		1,43	12,14	128,34
			100	96,15		1,40	9,98	105,47
			50	84,72		1,37	8,61	91,04
10,00	196,17	5,64	500	146,62	0,27	1,44	2,80	549,70
			300	136,53		1,43	2,59	507,63
			100	114,83		1,39	2,13	417,16
			50	101,14		1,37	1,84	360,08
11,00	1,07	1,21	500	88,68	0,66	1,45	19,47	20,89
			300	82,60		1,44	17,98	19,29
			100	69,53		1,40	14,77	15,85
			50	61,28		1,37	12,75	13,68
12,00	2,99	2,06	500	105,33	0,71	1,45	14,52	43,35
			300	98,10		1,44	13,41	40,03
			100	82,57		1,40	11,02	32,90
			50	72,77		1,37	9,51	28,40
13,00	7,85	2,80	500	116,28	0,87	1,45	14,56	114,34
			300	108,30		1,44	13,45	105,59
			100	91,14		1,40	11,05	86,77
			50	80,31		1,37	9,54	74,90
14,00	158,11	4,88	500	139,65	0,50	1,44	5,77	911,79
			300	130,04		1,43	5,33	842,01
			100	109,39		1,40	4,38	691,94
			50	96,36		1,37	3,78	597,25

BACINI MAGGIORI.xls

### 3. VERIFICA IDRAULICA

#### 3.1 Verifiche Idrauliche Tombini

Nella “*Carta del Bacino imbrifero*” è riportato l’inquadramento del reticolo idrografico e le sue interferenze con l’asse del tracciato stradale in progetto.

Nelle sezioni interessate dai tombini si sono tracciati i limiti dei bacini imbriferi tributari e riportato le superfici scolanti in  $[Km^2]$ .

In queste sezioni, nota la portata, fissate le condizioni al contorno, la geometria del tombino, si effettua il calcolo di verifica, ipotizzando per il tratto a monte, un funzionamento della corrente in moto uniforme.

Nelle verifiche si è assunto per i tombini scatolari un indice di scabrezza secondo *Glaukler – Strickler* pari a:  $c = 80 [m^{1/3}/s]$  mentre per i canali a pelo libero in c.a. si è assunta una scabrezza di:  $c = 50 [m^{1/3}/s]$ .

Nei tabulati di verifica di seguito allegati sono riportate:

- sigla del tombino e progressiva in asse;
- la portata  $Q$  di calcolo interessata dal tombino;
- la larghezza e altezza del canale;
- la pendenza longitudinale del tratto  $i$  in %;
- la portata massima  $Q_{max}$  che il tombino lascia passare con la pendenza  $i$ ;
- il tirante idrico  $h$  e la velocità  $V$  della corrente idrica di portata pari a quella di calcolo  $Q$ ;
- Il grado di riempimento della cunetta espresso in percento di tirante sul totale.

### CALCOLI VERIFICA IDRAULICA SEZIONE RETTANGOLARE

I calcoli di verifica del canale a pelo libero sono elaborati nell'ipotesi di moto uniforme, utilizzando l'equazione di continuità:

$$Q = \sigma V$$

Adottando la formula di Chezy per la velocità  $V$  si ha:

$$Q = \sigma \chi (R i)^{0.5}$$

avendo posto:  $S [mq] =$  Area della sezione idraulica

$\chi [m^{0.5}/s] =$  Coefficiente di resistenza

$\chi = c R^{1/6}$  secondo Glauckler-Strickler

$c [m^{1/3}/s] =$  Indice di scabrezza

$R [m] =$  Raggio idraulico

$i [\%] =$  Pendenza fondo canale

Sezione	Larghez. Base B [cm]	Altezza A [cm]	Angolo Sponda $\beta$ gradi	Scabr. c	Pend. i %	Portata		Veloc. V [m/s]	Tirante h [cm]	Grado Riempim. h/A %
						Qmax [l/s]	Q [l/s]			
SC06 prog. 16+484	300	300	0	80	6,00	176.363	21.850	11,45	64	21,20
SC08 prog. 4+790	300	300	0	80	6,00	176.363	52.270	14,84	117	39,15
SC09 prog. 2+261	600	300	0	80	4,00	377.387	128.350	15,44	139	46,19
SC11 prog. 7+195	300	300	0	80	2,00	101.823	19.290	7,54	85	28,44
SC12 prog. 8+587	300	300	0	80	3,00	124.708	40.030	10,72	124	41,50
SC13 prog. 12+398	300	300	0	80	6,54	184.129	105.590	18,26	193	64,24

CALCOLI VERIFICA IDRAULICA CANALE A SEZIONE TRAPEZIA

I calcoli di verifica del canale a pelo libero sono elaborati nell'ipotesi di moto uniforme, utilizzando l'equazione di continuità:

$$Q = \sigma \cdot V$$

Adottando la formula di Chezy per la velocità V si ha:

$$Q = \sigma \cdot \chi \cdot (R \cdot i)^{0.5}$$

avendo posto: S [mq] = Area della sezione idraulica

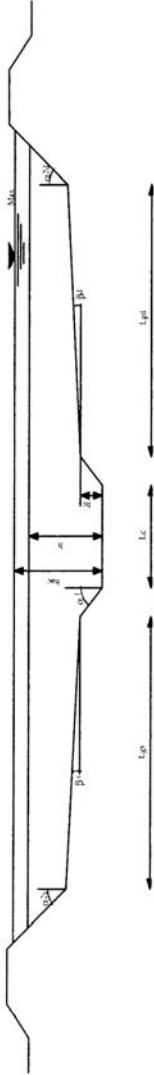
$\chi$  [m<sup>1/3</sup>/s] = Coefficiente di resistenza

$\chi = c \cdot R^{1/6}$  secondo Glausker-Strickler

c [m<sup>1/3</sup>/s] = Indice di scabrezza

R [m] = Raggio idraulico

i [%] = Pendenza fondo canale



Sezzine	Golea sinistra				Canale di magra				Golea destra				Pend.	Portata		Veloc. Vcanale	Tirante h	Grado Riemp. h/bac	Numero Froude F	
	Angolo Argine $\alpha_2$ [gradi]	Larg. ortiz. Lgs [m]	Scabrezza c [m <sup>1/3</sup> /s]	Angolo Fondo $\beta_2$ [gradi]	Larghez. Base L [m]	Altezza canale hc [m]	Altezza Argine * bac [m]	Angolo Canale $\alpha_1$ [gradi]	Scabrezza c [m <sup>1/3</sup> /s]	Angolo Argine $\alpha_3$ [gradi]	Larg. ortiz. Lgd [m]	Scabrezza c [m <sup>1/3</sup> /s]		Angolo Fondo $\beta_1$ [gradi]	i					Qmax
SC01	0	0,00	50	0	5,00	1,00	15,00	84	50	0	5	50	6	8,0000	146	20,77	5,99	0,396	50,00	3,637
SC02	0	26,24	50	2,18	0,50	1,44	2,44	80	50	0	21	50	12	20,0000	1,157	77,12	13,85	0,948	50,00	6,288
SC03	0	0,00	50	0	0,61	4,85	4,85	79	50	0	0	0	0	18,0000	4,735	42,79	11,75	0,784	50,00	5,793
SC04	0	100,00	50	3,2	0,55	0,88	0,88	89	50	0	40	50	89	8,0000	291	61,53	5,57	0,489	50,00	3,577
SC05	0	100,00	50	3	10,00	0,80	4,90	87	50	0	60	50	82	13,0000	14,729	248,98	11,48	0,815	50,00	5,140
SC14	0	203,00	50	2,47	9,00	0,90	3,75	86	50	0	48	50	4	1,2000	2,376	842,02	9,13	2,482	50,00	1,545
SC07 est	0	15,00	50	6,65	28,00	1,25	3,00	83	50	0	64	50	2	0,6000	1,132	1,029,29	7,24	2,823	50,00	1,245
SC10 est	79	20,00	50	1,71	10,00	0,40	2,50	90	50	73	30	50	17	0,1700	1,193	507,63	2,60	1,601	50,00	0,660

\* hac = Altezza sommergibile dell'argine sul fondo canale