



PROVINCIA REGIONALE DI SIRACUSA – OGGI LIBERO  
 CONSORZIO COMUNALE DI SIRACUSA



DIPARTIMENTO REGIONALE TECNICO  
 UFFICIO DEL GENIO CIVILE DI SIRACUSA

**STRADA PROVINCIALE SP 26**

INTERVENTO DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA PER LA MESSA IN SICUREZZA DELLA  
 SP 26 ROSOLINI - PACHINO, MEDIANTE LA RIQUALIFICAZIONE DEL PIANO STRADALE E  
 LA REALIZZAZIONE DI UNA ROTATORIA ALL'INTERSEZIONE CON LA S.P. 56  
 BIMMISCA-AGLIASTRO

**PROGETTO ESECUTIVO**

(ai sensi dell'art.23, comma 8 D.gs. 50/2016)

**IDROLOGIA E IDRAULICA**

DATA PROGETTO

23/03/2020

**Relazione idrogeologica e idraulica**

FASE

PE

AMBITO

IDR

TIPO

REL

N° / SIGLA

IDR010

FOGLIO

1 / 1

REV

0

Rev.	DATA	DESCRIZIONE	EMMISSIONE	VIGORE	STATO
A					

**IL PROFESSIONISTA**

Ing. GIUSEPPE BELLA



**RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO**

Arch. Giuseppe Piccione

**PROGETTISTA E D.L.**

Arch. Gino Montecchi

**COLLABORATORI ALLA PROGETTAZIONE**

Geom. Paolo Ortisi

Geom. Santo Gennaro

Geom. Raffaele Avallone

VISTI E APPROVAZIONI

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>STUDIO IDROLOGICO .....</b>	<b>4</b>
	2.1 Costruzione della CPP utilizzando la distribuzione di Gumbel.....	4
	2.2 Calcolo frattile $h_{t,T}$ associato al tempo di ritorno T.....	15
	2.3 Determinazione della portata di piena .....	20
	2.3.1 Bacino dal km 0 + 820 al km 1 + 660 .....	22
	2.3.2 Bacino dal km 1 + 660 al km 2 + 740 .....	23
<b>3</b>	<b>STUDIO IDRAULICO .....</b>	<b>26</b>
	3.1 Verifiche idrauliche .....	26

## 1 INTRODUZIONE

Il presente studio è stato redatto in base al disciplinare d'incarico del 26 febbraio 2020 tra l'Ufficio del Genio Civile di Siracusa nella persona dell'Ingegnere Capo Ing. Paolo Burgo e il Professionista Ing. Giuseppe Bella.

La presente relazione è integrativa allo studio idrologico-idraulico del 23/03/2020 ed è propedeutico alla progettazione esecutiva eseguita dall'Ufficio del Genio Civile per "l'intervento di manutenzione straordinaria per la messa in sicurezza della sp 26 Rosolini - Pachino, mediante la riqualificazione del piano stradale e la realizzazione di una rotonda all'intersezione con la S.P. 56 Bimmisca-Agliastro".

L' area oggetto di dettaglio ricade all'interno del Bacino Idrografico del Fiume Tellaro (086) e l'Area Territoriale tra il Bacino del Fiume Tellaro e Capo Passero (085).

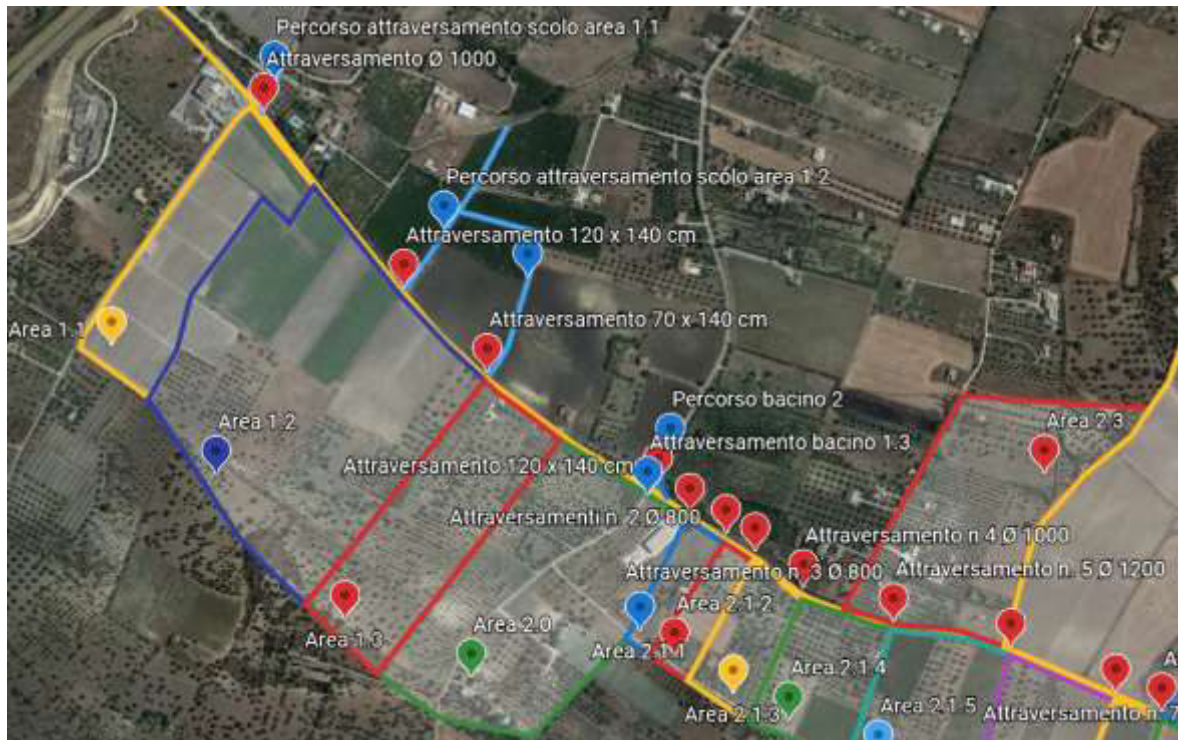
In particolare, al fine della verifica idraulica degli attraversamenti interessati dalla progettazione esecutiva dal Km 0 + 780 al Km 2 + 720, sono stati individuati n. 12 sottobacini che meglio si possono individuare nelle figure sottostanti.

1	Area 1.1	Attraversamento Ø 100 cm
2	Area 1.2	Attraversamento 120 x 140 cm
3	Area 1.3	Attraversamento 70 x 140 cm
4	Area 2.0	Attraversamento 120 x 90 cm
5	Area 2.1.1	Attraversamento Ø 80 cm
6	Area 2.1.2	Attraversamento Ø 80 cm
7	Area 2.1.3	Attraversamento Ø 80 cm
8	Area 2.1.4	Attraversamento Ø 100 cm
9	Area 2.1.5	Attraversamento Ø 120 cm
10	Area 2.2.1	Attraversamento Ø 100 cm
11	Area 2.2.2	Attraversamento Ø 80 cm
12	Area 2.2.3	Attraversamento Ø 80 cm

**Tabella 1**

## Studio idrologico-idraulico della S.P. n. 26 Rosolini-Pachino

I sottobacini corrispondenti alle aree 2.3, 2.4 e 2.5 sono stati individuati per la verifica del canale di scolo lungo il lato sx della S.P. n. 26.



**Figura 1.1 Sottobacini e relativi attraversamenti verificati dal Km 0+780 al Km 1 + 660**



**Figura 1.2 Sottobacini e relativi attraversamenti verificati dal Km 1 + 660 al Km 2 + 720**

Per la determinazione della CPP sono stati acquisiti gli annali di pioggia tra il 1996 fino al 2015, misurati nelle stazioni pluviometriche più limitrofe alla strada in oggetto.

Le stazioni e i corrispondenti bacini per i quali sono stati acquisiti i dati di pioggia ad 1, 3, 6, 12, 24 ore sono i seguenti:

- Bacino Tellaro / Stazione di Rosolini;
- Bacino Tellaro / Stazione di Castelluccio;
- Bacino Rio Favara / Stazione di Ispica;
- Bacino Scicli / Stazione di Ispica.

## 2 STUDIO IDROLOGICO

### 2.1 Costruzione della CPP utilizzando la distribuzione di Gumbel

Noti i dati empirici delle altezze di pioggia di fissata durata e massima intensità, si sviluppa il processo di inferenza statistica.

Si considera la funzione di distribuzione di probabilità di Gumbel:

$$P(x) = \exp(-\exp(-\alpha(x-u)))$$

essendo  $\alpha$  e  $u$  gli statistici della distribuzione:  $\alpha = \frac{1,283}{\mu}$   $u = \sigma - \frac{0,5772}{\alpha}$

La distribuzione di probabilità  $P(x)$  viene particolarizzata, stimando il valore dei parametri, a partire dalle osservazioni sperimentali delle altezze di pioggia. Questa operazione viene condotta separatamente per ogni durata  $dK$  esaminata, ottenendo così una stima dell'insieme dei parametri della distribuzione per ogni  $k$ -esima durata presa in esame.

Per un assegnato valore  $T$  del tempo di ritorno, invertendo la  $P(x)$  si determina il quantile  $H(\text{mm})$  che porge la previsione  $T$ -ennale per la durata  $dK$  considerata, questa procedura viene iterata per ognuna delle diverse durate prese in esame. Tramite l'interpolazione delle previsioni  $H(\text{mm})$  si ottiene quindi una relazione tra i valori di  $x$  e  $dK$ , che corrisponde alla curva di crescita dell'afflusso meteorico di progetto con la durata (CPP). Questa procedura viene denominata metodo dei quantili regolarizzati, poiché si basa sulla regolarizzazione delle previsioni, a diversa durata, relative a uno specifico quantile. In Italia, come in altri paesi europei, la curva di crescita a  $T$  assegnato viene usualmente interpolata con una legge di potenza del tipo:

$$h_T = a_T \cdot d^{n_T}$$

Con la procedura sopra descritta, i parametri  $a(T)$  e  $n(T)$  dipendono dallo specifico quantile preso in esame, ossia dal tempo di ritorno considerato.

Naturalmente la distribuzione di probabilità  $P(x)$  scelta deve fornire garanzie di affidabilità che possono essere ottenute tramite l'utilizzo di quelli che vengono detti test statistici di adattamento.

Seguendo la procedura appena enunciata, e i dati empirici delle altezze di massima intensità e fissate durate 1, 3, 6, 12, 24 ore, si determina la CPP.

I dati empirici delle altezze di pioggia sono riportati in Tabella 2:

Bacino / stazione	Anno	Intervalli temporali				
		1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Scicli /Zappulla	1996	38,80	75,00	81,20	101,00	124,40
Scicli / Ispica	1998	23,00	45,00	54,60	59,80	67,60
Scicli / Ispica	1999	25,20	34,60	58,00	91,20	118,00
Scicli / Ispica	2000	20,20	36,40	40,00	65,40	65,80
Rio Favara / Ispica	2001	40,60	53,60	54,00	54,00	54,00
Tellaro / Rosolini	2002	25,20	25,20	25,20	25,60	35,00
Tellaro / Rosolini	2003	52,80	58,80	58,80	99,40	136,60
Rio Favara / Ispica	2004	25,00	48,00	62,00	90,40	109,80
Tellaro / Rosolini	2005	23,40	26,00	46,80	70,00	99,40
Rio Favara / Ispica	2006	71,20	124,40	124,60	124,60	131,20
Tellaro / Castelluccio	2007	94,80	118,00	139,60	139,60	153,40
Tellaro / Castelluccio	2008	52,00	63,80	63,80	63,80	64,80
Tellaro / Castelluccio	2009	22,00	23,20	32,40	51,20	63,20
Tellaro / Castelluccio	2010	65,80	77,20	109,60	109,60	114,20
Rio Favara / Ispica	2011	32,00	55,20	66,40	117,20	164,00
Rio Favara / Ispica	2012	83,60	85,80	89,80	92,80	93,00
Rio Favara / Ispica	2014	21,00	35,00	49,00	59,00	67,80
Rio Favara / Ispica	2015	48,00	101,60	103,20	103,60	119,80

**Tabella 2**

Intervallo di pioggia di 1 ora

$m_{(media)} =$	42,478
$s_{(scarto\ quadratico\ medio)} =$	23,231
<b>Parametri di Gumbel</b>	
$\alpha = 1,283/s =$	0,055
$\mu = m - 0,5772/\alpha =$	32,026

**Tabella 3**

$$F(x) = \frac{i - 0,5}{N^{\circ}_{campioni}} \rightarrow \text{frequenza}$$

$$P(x) = \exp[-e^{-\alpha \cdot (x-u)}]$$

$$Y_{rid} = \alpha \cdot (x - u)$$

$$P(y) = \exp[-e^{-y}]$$

$$y(F) = -\ln|\ln F(x)|$$

N° d'ordine	x	F(x)	P(x)	Y <sub>ridotto</sub>	P(y <sub>rid</sub> )	Y(F)	F(x)-P(x)
1	20,20	0,052632	0,14638	-0,65313	0,14638	-1,07992	0,0937482
2	21,00	0,105263	0,159056	-0,60895	0,159056	-0,8115	0,0537924
3	22,00	0,157895	0,17557	-0,55372	0,17557	-0,61293	0,0176748
4	23,00	0,210526	0,192772	-0,4985	0,192772	-0,4435	0,017754
5	23,40	0,263158	0,199832	-0,47641	0,199832	-0,28893	0,0633257
6	25,00	0,315789	0,228986	-0,38804	0,228986	-0,14209	0,0868033
7	25,20	0,368421	0,232724	-0,377	0,232724	0,001472	0,1356969
8	25,20	0,421053	0,232724	-0,377	0,232724	0,145029	0,1883285
9	32,00	0,473684	0,367344	-0,00146	0,367344	0,291403	0,1063401
10	38,80	0,526316	0,502622	0,374088	0,502622	0,443395	0,0236936
11	40,60	0,578947	0,536429	0,473496	0,536429	0,604141	0,0425183
12	48,00	0,631579	0,661079	0,882175	0,661079	0,777546	0,0295002
13	52,00	0,684211	0,717597	1,103083	0,717597	0,968928	0,0333869
14	52,80	0,736842	0,727964	1,147264	0,727964	1,186193	0,0088785
15	65,80	0,789474	0,856532	1,865214	0,856532	1,442277	0,0670588
16	71,20	0,842105	0,891429	2,163439	0,891429	1,761132	0,049324
17	83,60	0,894737	0,943701	2,848253	0,943701	2,196194	0,0489646
18	94,80	0,947368	0,969265	3,466794	0,969265	2,917527	0,0218968

Tabella 4

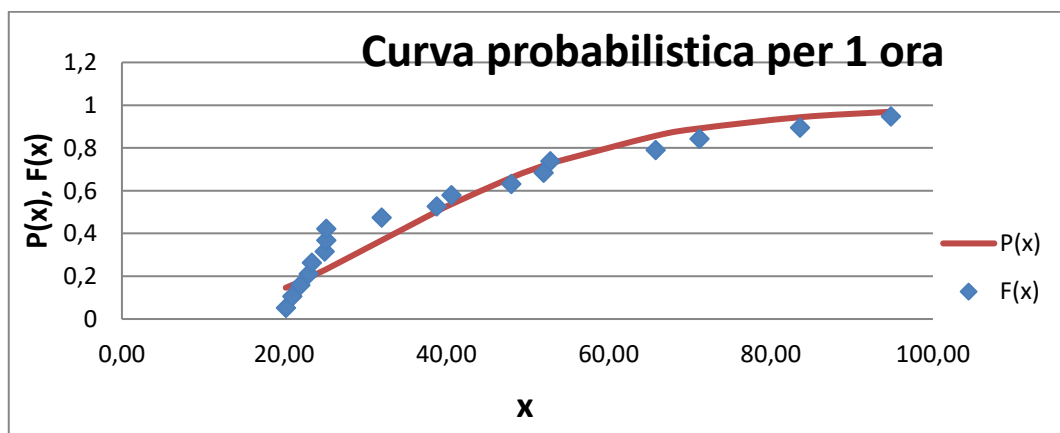


Figura 2.1



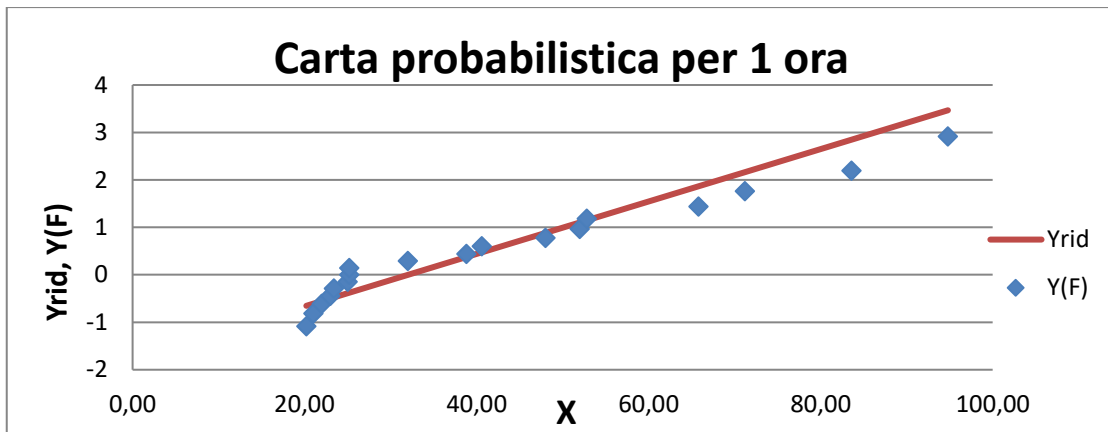


Figura 2.2

Test statistico di Kolmogorov-Smirnov utilizza come dimensione della regione di accettazione la massima distanza in valore assoluto tra la frequenza empirica e la probabilità di non superamento

$$d = \max |F(x) - P(x)|$$

Affinché la distribuzione di probabilità scelta per il campione sia accettata deve essere:

$$d < D_{N,\alpha} = \frac{1,3581}{\sqrt{N^{\circ}_{\text{campioni}}}}$$

In questo caso:  $d = 0,188 < 0,32$

Intervallo di pioggia di 3 ore

$m_{(\text{media})} =$	60,378
$s_{(\text{scarto quadratico medio})} =$	31,082
<b>Parametri di Gumbel</b>	
$\alpha = 1,283/s =$	0,041
$\mu = m - 0,5772/\alpha =$	46,395

Tabella 5

N° d'ordine	x	F(x)	P(x)	Y <sub>ridotto</sub>	P(y <sub>rid</sub> )	Y(F)	F(x)- P(x)
1	23,20	0,052632	0,073902	-0,95744	0,073902	-1,0799183	0,02127
2	25,20	0,105263	0,090845	-0,87488	0,090845	-0,811504184	0,014418
3	26,00	0,157895	0,098207	-0,84186	0,098207	-0,612927248	0,059688
4	34,60	0,210526	0,196477	-0,48687	0,196477	-0,443495766	0,014049
5	35,00	0,263158	0,201783	-0,47036	0,201783	-0,288932091	0,061375
6	36,40	0,315789	0,220758	-0,41257	0,220758	-0,142089241	0,095032
7	45,00	0,368421	0,346712	-0,05757	0,346712	0,001472253	0,021709
8	48,00	0,421053	0,392239	0,066264	0,392239	0,145028734	0,028813
9	53,60	0,473684	0,475814	0,297424	0,475814	0,291403118	0,002129
10	55,20	0,526316	0,498945	0,363469	0,498945	0,443394593	0,027371
11	58,80	0,578947	0,549222	0,512072	0,549222	0,604141	0,029725
12	63,80	0,631579	0,61416	0,718464	0,61416	0,777545982	0,017419
13	75,00	0,684211	0,735622	1,180783	0,735622	0,96892803	0,051412
14	77,20	0,736842	0,755494	1,271595	0,755494	1,186192975	0,018651
15	85,80	0,789474	0,82152	1,62659	0,82152	1,442277465	0,032046
16	101,60	0,842105	0,902661	2,27879	0,902661	1,761131781	0,060556
17	118,00	0,894737	0,949292	2,955756	0,949292	2,196194392	0,054555
18	124,40	0,947368	0,96083	3,219938	0,96083	2,917527168	0,013462

Tabella 6

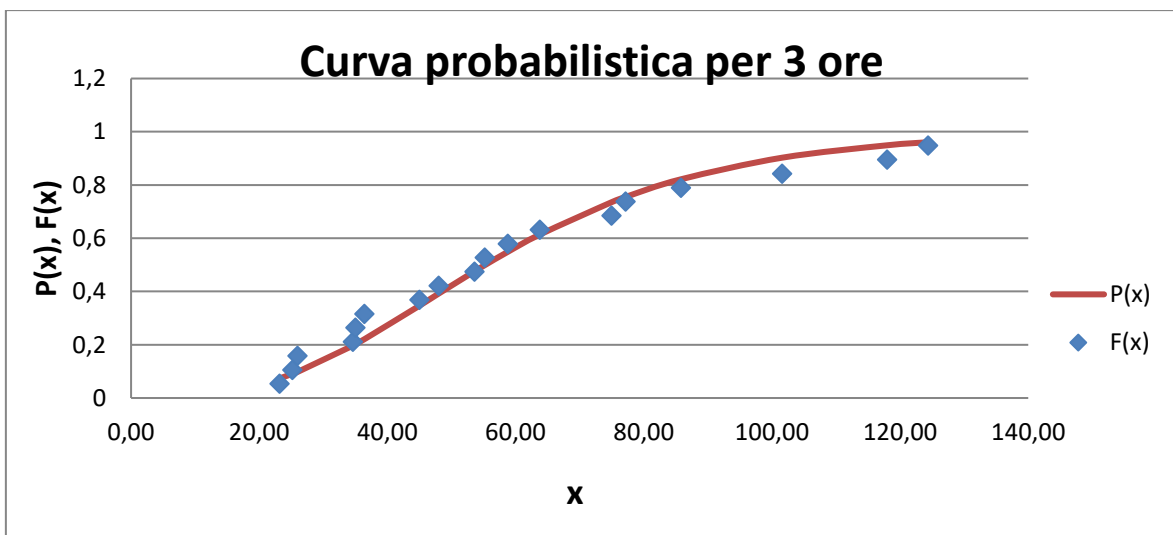


Figura 2.3

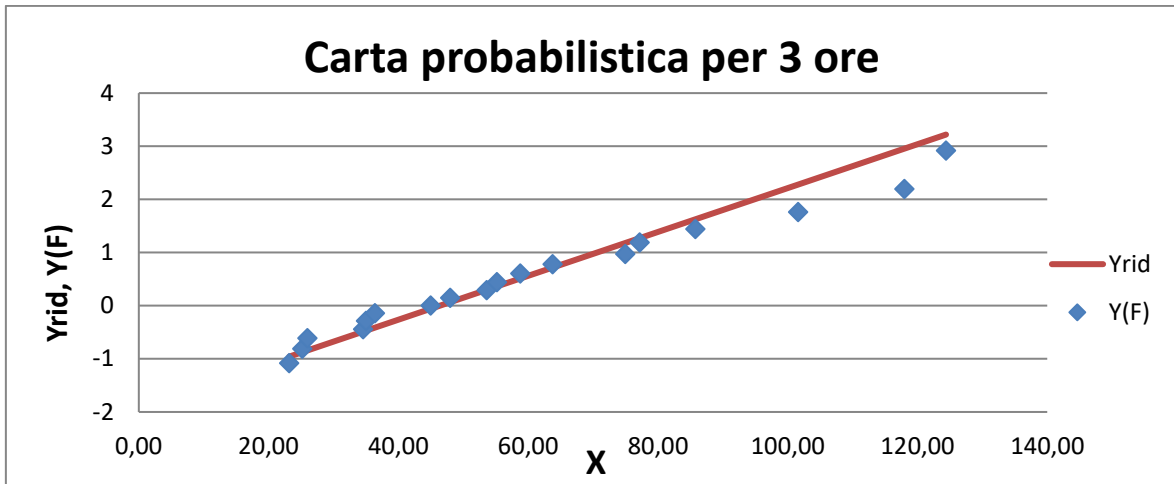


Figura 2.4

Test statistico di Kolmogorov-Smirnov utilizza come dimensione della regione di accettazione la massima distanza in valore assoluto tra la frequenza empirica e la probabilità di non superamento

$$d = \max |F(x) - P(x)|$$

Affinché la distribuzione di probabilità scelta per il campione sia accettata deve essere:

$$d < D_{N,\alpha} = \frac{1,3581}{\sqrt{N^{\circ} \text{campioni}}}$$

In questo:  $d = 0,095 < 0,32$

**- Intervallo di pioggia di 6 ore**

$m_{(media)} =$	69,944
$s_{(scarto \text{ quadratico medio})} =$	31,800
<b>Parametri di Gumbel</b>	
$\alpha = 1,283/s =$	0,040
$\mu = m - 0,5772/\alpha =$	55,638

Tabella 7

N° d'ordine	x	F(x)	P(x)	Yridotto	P(yrid)	Y(F)	F(x)-P(x)
1	25,20	0,052632	0,032891	-1,22805	0,032891	-1,0799183	0,019741
2	32,40	0,105263	0,07779	-0,93756	0,07779	-0,811504184	0,027473
3	40,00	0,157895	0,152688	-0,63093	0,152688	-0,612927248	0,005207
4	46,80	0,210526	0,239683	-0,35658	0,239683	-0,443495766	0,029157

5	49,00	0,263158	0,2706	-0,26782	0,2706	-0,288932091	0,007443
6	54,00	0,315789	0,343584	-0,06609	0,343584	-0,142089241	0,027794
7	54,60	0,368421	0,352476	-0,04188	0,352476	0,001472253	0,015945
8	58,00	0,421053	0,402884	0,095292	0,402884	0,145028734	0,018169
9	58,80	0,473684	0,414686	0,127569	0,414686	0,291403118	0,058998
10	62,00	0,526316	0,46134	0,256675	0,46134	0,443394593	0,064976
11	63,80	0,578947	0,48703	0,329298	0,48703	0,604141	0,091917
12	66,40	0,631579	0,523203	0,434197	0,523203	0,777545982	0,108376
13	81,20	0,684211	0,700096	1,031314	0,700096	0,96892803	0,015885
14	89,80	0,736842	0,777237	1,378288	0,777237	1,186192975	0,040395
15	103,20	0,789474	0,863497	1,918922	0,863497	1,442277465	0,074023
16	109,60	0,842105	0,892824	2,177135	0,892824	1,761131781	0,050719
17	124,60	0,894737	0,939982	2,782322	0,939982	2,196194392	0,045245
18	139,60	0,947368	0,966772	3,387508	0,966772	2,917527168	0,019403

Tabella 8

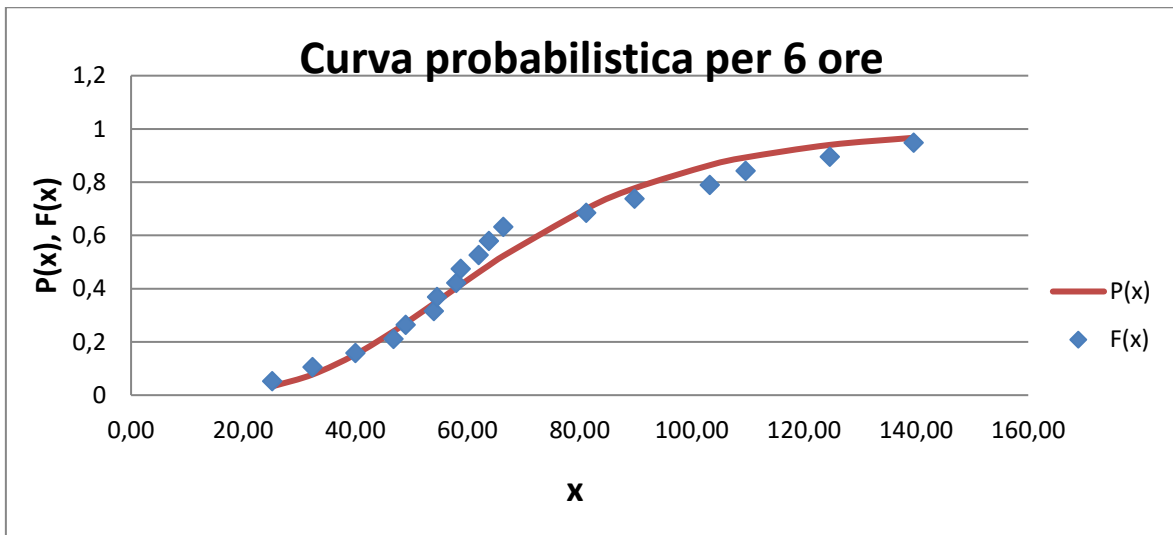


Figura 2.5

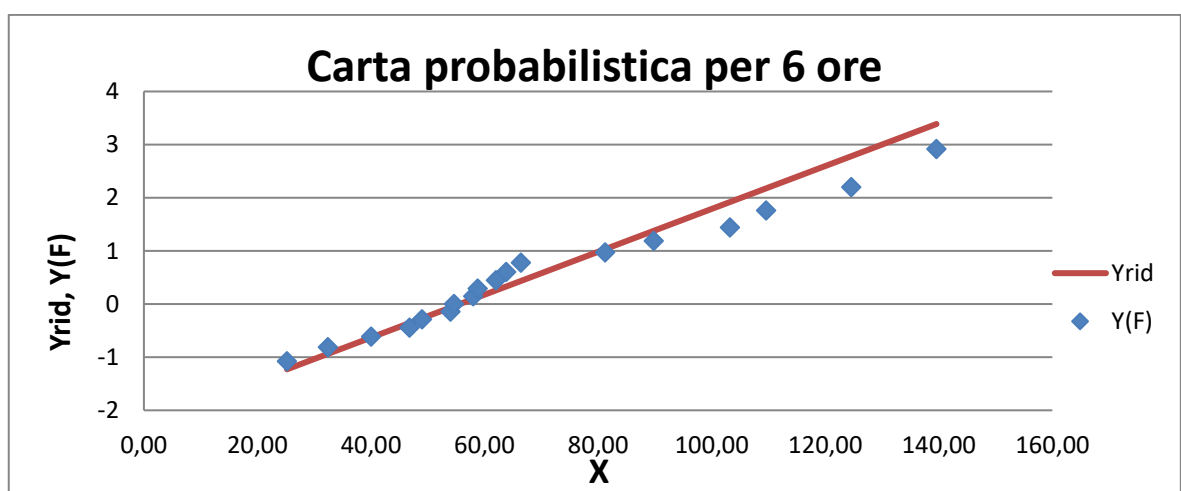


Figura 2.6

Test statistico di Kolmogorov-Smirnov utilizza come dimensione della regione di accettazione la massima distanza in valore assoluto tra la frequenza empirica e la probabilità di non superamento

$$d = \max |F(x) - P(x)|$$

Affinché la distribuzione di probabilità scelta per il campione sia accettata deve essere:

$$d < D_{N,\alpha} = \frac{1,3581}{\sqrt{N^{\circ} \text{campioni}}}$$

In questo caso:  $d = 0,108 < 0,32$

**Intervallo di pioggia di 12 ore**

$m_{(media)} =$	84,344
$s_{(scarto \text{ quadratico medio})} =$	29,826
<b>Parametri di Gumbel</b>	
$\alpha = 1,283/s =$	0,043
$\mu = m - 0,5772/\alpha =$	70,926

Tabella 9

N° d'ordine	x	F(x)	P(x)	Y <sub>ridotto</sub>	P(Y <sub>rid</sub> )	Y(F)	F(x)-P(x)
1	25,60	0,052632	0,000887	-1,94978	0,000887	-1,07992	0,051744
2	51,20	0,105263	0,096687	-0,84856	0,096687	-0,8115	0,008576

3	54,00	0,157895	0,126039	-0,72811	0,126039	-0,61293	0,031856
4	59,00	0,210526	0,188182	-0,51303	0,188182	-0,4435	0,022344
5	59,80	0,263158	0,199121	-0,47862	0,199121	-0,28893	0,064036
6	63,80	0,315789	0,256987	-0,30655	0,256987	-0,14209	0,058803
7	65,40	0,368421	0,281293	-0,23772	0,281293	0,001472	0,087128
8	70,00	0,421053	0,353224	-0,03985	0,353224	0,145029	0,067829
9	90,40	0,473684	0,648749	0,837689	0,648749	0,291403	0,175065
10	91,20	0,526316	0,658315	0,872102	0,658315	0,443395	0,131999
11	92,80	0,578947	0,676877	0,940929	0,676877	0,604141	0,09793
12	99,40	0,631579	0,745422	1,224838	0,745422	0,777546	0,113843
13	101,00	0,684211	0,760131	1,293664	0,760131	0,968928	0,075921
14	103,60	0,736842	0,782515	1,405507	0,782515	1,186193	0,045672
15	109,60	0,789474	0,82741	1,663606	0,82741	1,442277	0,037937
16	117,20	0,842105	0,872299	1,990532	0,872299	1,761132	0,030194
17	124,60	0,894737	0,905403	2,308854	0,905403	2,196194	0,010666
18	139,60	0,947368	0,94921	2,954102	0,94921	2,917527	0,001841

Tabella 10

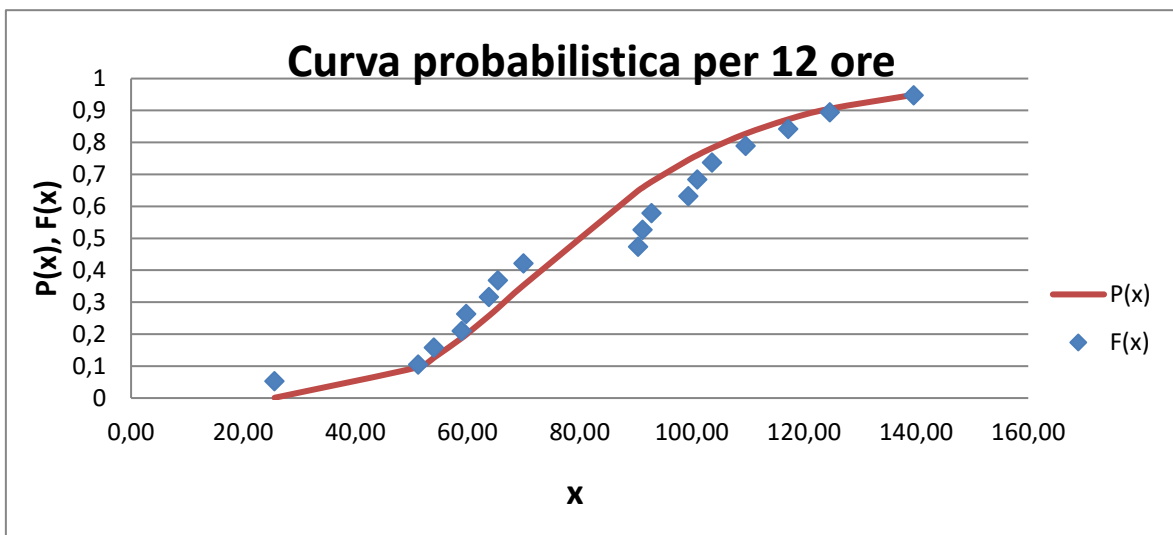
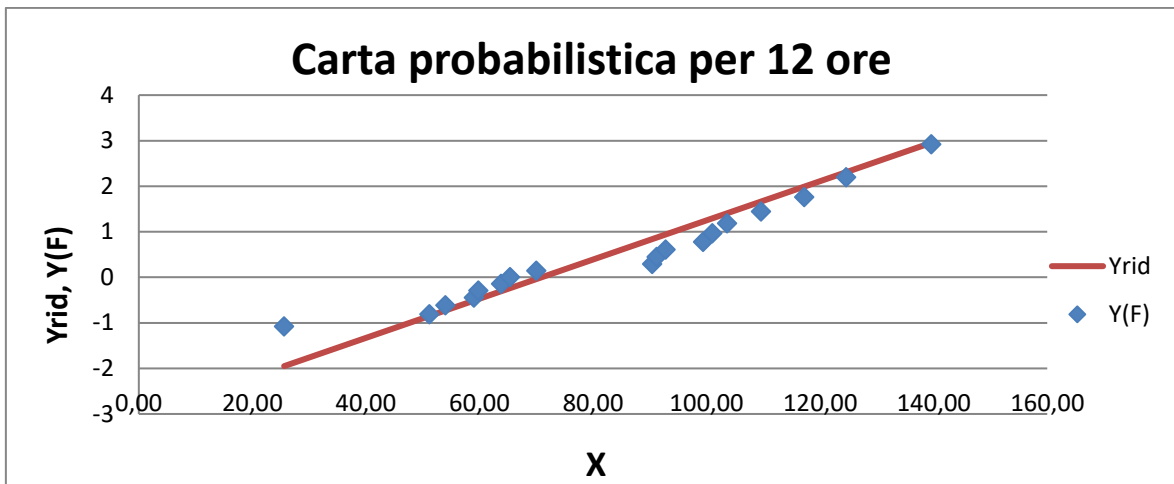


Figura 2.7



**Figura 2.8**

Test statistico di Kolmogorov-Smirnov utilizza come dimensione della regione di accettazione la massima distanza in valore assoluto tra la frequenza empirica e la probabilità di non superamento

$$d = \max |F(x) - P(x)|$$

Affinché la distribuzione di probabilità scelta per il campione sia accettata deve essere:

$$d < D_{N,\alpha} = \frac{1,3581}{\sqrt{N^{\circ} \text{ campioni}}}$$

In questo caso:  $d = 0,175 < 0,32$

**Intervallo di pioggia di 24 ore**

<b>m</b> (media)=	99,000
<b>s</b> (scarto quadratico medio)=	36,855
<b>Parametri di Gumbel</b>	
$\alpha = 1,283/s =$	0,035
$\mu = m - 0,5772/\alpha =$	82,419

**Tabella 11**

N° d'ordine	x	F(x)	P(x)	Yridotto	P(yrid)	Y(F)	F(x)-P(x)
1	35,00	0,052632	0,005457	-1,65075	0,005457	-1,0799183	0,047175
2	54,00	0,105263	0,06792	-0,98933	0,06792	0,811504184	0,037343

3	63,20	0,157895	0,141933	-0,66906	0,141933	0,612927248	0,015961
4	64,80	0,210526	0,157769	-0,61336	0,157769	0,443495766	0,052757
5	65,80	0,263158	0,168058	-0,57855	0,168058	0,288932091	0,0951
6	67,60	0,315789	0,187285	-0,51589	0,187285	0,142089241	0,128504
7	67,80	0,368421	0,189475	-0,50892	0,189475	0,001472253	0,178946
8	93,00	0,421053	0,50063	0,36833	0,50063	0,145028734	0,079577
9	99,40	0,473684	0,574817	0,591125	0,574817	0,291403118	0,101132
10	109,80	0,526316	0,680098	0,953166	0,680098	0,443394593	0,153782
11	114,20	0,578947	0,718372	1,106337	0,718372	0,604141	0,139424
12	118,00	0,631579	0,748426	1,238622	0,748426	0,777545982	0,116847
13	119,80	0,684211	0,761715	1,301283	0,761715	0,96892803	0,077505
14	124,40	0,736842	0,793019	1,461416	0,793019	1,186192975	0,056177
15	131,20	0,789474	0,832748	1,698136	0,832748	1,442277465	0,043274
16	136,60	0,842105	0,859281	1,886119	0,859281	1,761131781	0,017176
17	153,40	0,894737	0,918968	2,470955	0,918968	2,196194392	0,024231
18	164,00	0,947368	0,943246	2,839959	0,943246	2,917527168	0,004122

Tabella 12

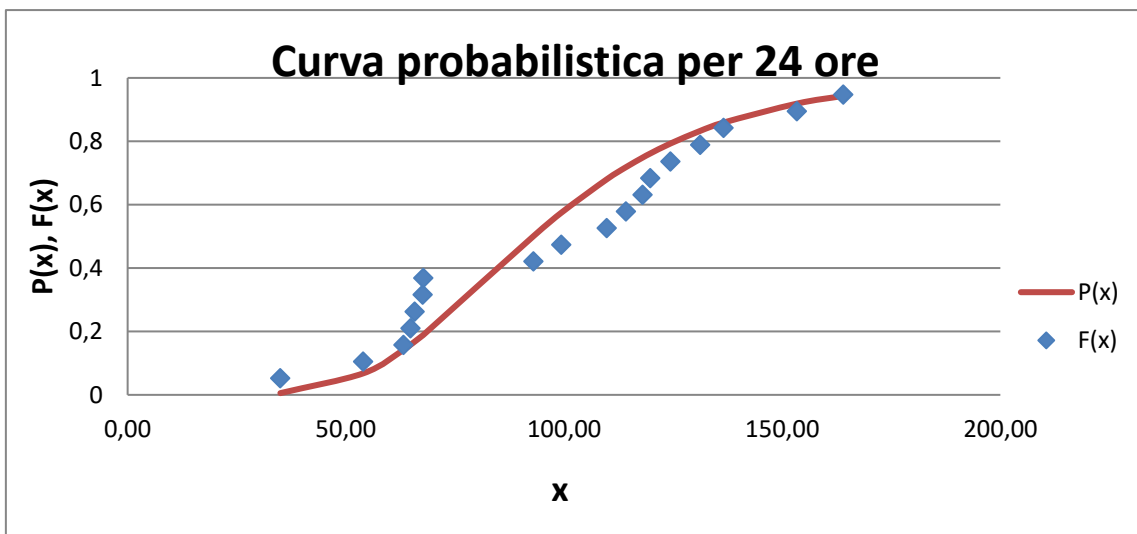
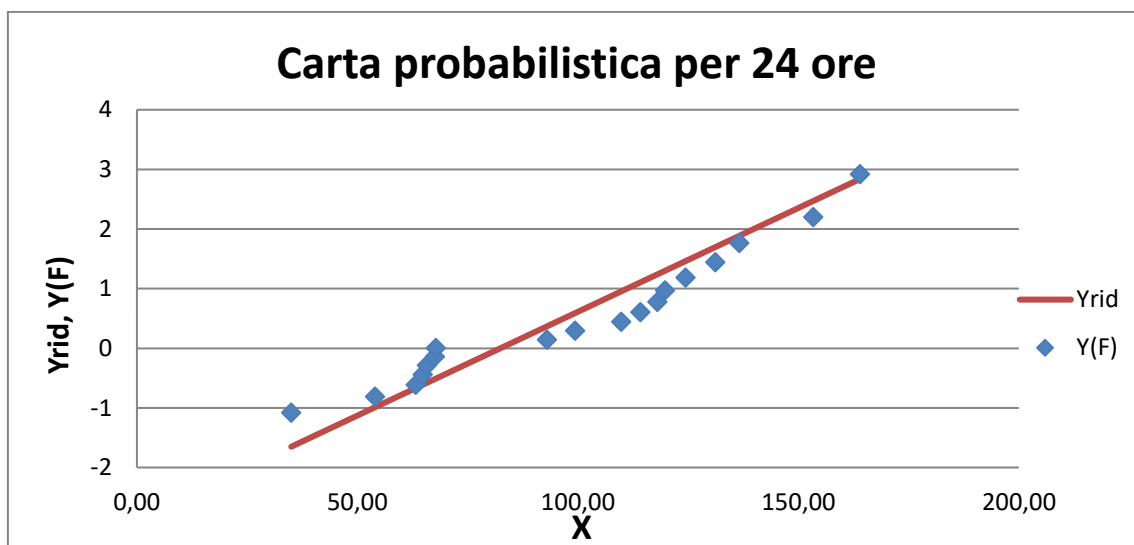


Figura 2.9





**Figura 2.10**

Test statistico di Kolmogorov-Smirnov utilizza come dimensione della regione di accettazione la massima distanza in valore assoluto tra la frequenza empirica e la probabilità di non superamento

$$d = \max |F(x) - P(x)|$$

Affinché la distribuzione di probabilità scelta per il campione sia accettata deve essere:

$$d < D_{N,\alpha} = \frac{1,3581}{\sqrt{N^{\circ}_{\text{campioni}}}}$$

In questo caso:  $d = 0,178 < 0,32$

## 2.2 Calcolo frattile $h_{t,T}$ associato al tempo di ritorno $T$

Nelle tabelle sottostanti si riportano i dati ricavati in funzione dei singoli tempi di ritorno:

- **Altezza di pioggia di 1 ora;**

$T_{\text{(tempo di ritorno)}}$ =	50	[anni]
$h_{t,T}$ (altezza di precipitazione misurata nel centro di scroscio dell'evento) = $\mu - (1/\alpha) \cdot \{\ln[\ln(T/(T-1))]\}$ =	102,67921	[mm]
$S_{\text{(area bacino)}}$ =	0,805686	[Km <sup>2</sup> ]
$d_{\text{(durata precipitazione)}}$ =	1	[ore]

## Studio idrologico-idraulico della S.P. n. 26 Rosolini-Pachino

$\Psi$ (coeff. di Fornari) = $1/[1+0,0015 \cdot (S/d^{0,2})]$ =	0,9987929	
$h_{t,T}$ (altezza di precipitazione media su un'area S) = $h_{t,T} \cdot \Psi$ =	102,55527	[mm]

**Tabella 13**

$T$ (tempo di ritorno) =	100	[anni]
$h_{t,T}$ (altezza di precipitazione misurata nel centro di scroscio dell'evento) = $\mu - (1/\alpha) \cdot \{\ln[\ln(T/(T-1))]\}$ =	115,3218	[mm]
$S$ (area bacino) =	0,805686	[Km <sup>2</sup> ]
$d$ (durata precipitazione) =	1	[ore]
$\Psi$ (coeff. di Fornari) = $1/[1+0,0015 \cdot (S/d^{0,2})]$ =	0,9987929	
$h_{t,T}$ (altezza di precipitazione media su un'area S) = $h_{t,T} \cdot \Psi$ =	115,18259	[mm]

**Tabella 14**

$T$ (tempo di ritorno) =	200	[anni]
$h_{t,T}$ (altezza di precipitazione misurata nel centro di scroscio dell'evento) = $\mu - (1/\alpha) \cdot \{\ln[\ln(T/(T-1))]\}$ =	127,91825	[mm]
$S$ (area bacino) =	0,805686	[Km <sup>2</sup> ]
$d$ (durata precipitazione) =	1	[ore]
$\Psi$ (coeff. di Fornari) = $1/[1+0,0015 \cdot (S/d^{0,2})]$ =	0,9987929	
$h_{t,T}$ (altezza di precipitazione media su un'area S) = $h_{t,T} \cdot \Psi$ =	127,76384	[mm]

**Tabella 15**

- Altezza di pioggia di 3 ore;

$T$ (tempo di ritorno) =	50	[anni]
$h_{t,T}$ (altezza di precipitazione misurata nel centro di scroscio dell'evento) = $\mu - (1/\alpha) \cdot \{\ln[\ln(T/(T-1))]\}$ =	140,9219	[mm]
$S$ (area bacino) =	0,805686	[Km <sup>2</sup> ]
$d$ (durata precipitazione) =	1	[ore]
$\Psi$ (coeff. di Fornari) = $1/[1+0,0015 \cdot (S/d^{0,2})]$ =	0,998793	
$h_{t,T}$ (altezza di precipitazione media su un'area S) = $h_{t,T} \cdot \Psi$ =	140,7518	[mm]

**Tabella 16**

$T$ (tempo di ritorno) =	100	[anni]
$h_{t,T}$ (altezza di precipitazione misurata nel centro di scroscio dell'evento) = $\mu - (1/\alpha) \cdot \{\ln[\ln(T/(T-1))]\}$ =	157,8366	[mm]
$S$ (area bacino) =	0,805686	[Km <sup>2</sup> ]
$d$ (durata precipitazione) =	1	[ore]
$\Psi$ (coeff. di Fornari) = $1/[1+0,0015 \cdot (S/d^{0,2})]$ =	0,998793	
$h_{t,T}$ (altezza di precipitazione media su un'area S) = $h_{t,T} \cdot \Psi$ =	157,6461	[mm]

**Tabella 17**

## Studio idrologico-idraulico della S.P. n. 26 Rosolini-Pachino

$T_{(\text{tempo di ritorno})} =$	200	[anni]
$h_{t,T} (\text{altezza di precipitazione misurata nel centro di scroscio dell'evento}) = \mu - (1/\alpha) \cdot \{\ln[\ln(T/(T-1))]\} =$	174,6895	[mm]
$S_{(\text{area bacino})} =$	0,805686	[Km <sup>2</sup> ]
$d_{(\text{durata precipitazione})} =$	1	[ore]
$\Psi_{(\text{coeff. di Fornari})} = 1/[1+0,0015 \cdot (S/d^{0,2})] =$	0,998793	
$h_{t,T} (\text{altezza di precipitazione media su un'area } S) = h_{t,T} \cdot \Psi =$	174,4787	[mm]

**Tabella 18**

- Altezza di pioggia di 6 ore;

$T_{(\text{tempo di ritorno})} =$	50	[anni]
$h_{t,T} (\text{altezza di precipitazione misurata nel centro di scroscio dell'evento}) = \mu - (1/\alpha) \cdot \{\ln[\ln(T/(T-1))]\} =$	152,3505	[mm]
$S_{(\text{area bacino})} =$	0,805686	[Km <sup>2</sup> ]
$d_{(\text{durata precipitazione})} =$	1	[ore]
$\Psi_{(\text{coeff. di Fornari})} = 1/[1+0,0015 \cdot (S/d^{0,2})] =$	0,998793	
$h_{t,T} (\text{altezza di precipitazione media su un'area } S) = h_{t,T} \cdot \Psi =$	152,1666	[mm]

**Tabella 19**

$T_{(\text{tempo di ritorno})} =$	100	[anni]
$h_{t,T} (\text{altezza di precipitazione misurata nel centro di scroscio dell'evento}) = \mu - (1/\alpha) \cdot \{\ln[\ln(T/(T-1))]\} =$	169,6562	[mm]
$S_{(\text{area bacino})} =$	0,805686	[Km <sup>2</sup> ]
$d_{(\text{durata precipitazione})} =$	1	[ore]
$\Psi_{(\text{coeff. di Fornari})} = 1/[1+0,0015 \cdot (S/d^{0,2})] =$	0,998793	
$h_{t,T} (\text{altezza di precipitazione media su un'area } S) = h_{t,T} \cdot \Psi =$	169,4514	[mm]

**Tabella 20**

$T_{(\text{tempo di ritorno})} =$	200	[anni]
$h_{t,T} (\text{altezza di precipitazione misurata nel centro di scroscio dell'evento}) = \mu - (1/\alpha) \cdot \{\ln[\ln(T/(T-1))]\} =$	186,8987	[mm]
$S_{(\text{area bacino})} =$	0,805686	[Km <sup>2</sup> ]
$d_{(\text{durata precipitazione})} =$	1	[ore]
$\Psi_{(\text{coeff. di Fornari})} = 1/[1+0,0015 \cdot (S/d^{0,2})] =$	0,998793	
$h_{t,T} (\text{altezza di precipitazione media su un'area } S) = h_{t,T} \cdot \Psi =$	186,6731	[mm]

**Tabella 21**

- Altezza di pioggia di 12 ore;

## Studio idrologico-idraulico della S.P. n. 26 Rosolini-Pachino

$T_{(\text{tempo di ritorno})=}$	50	[anni]
$h_{t,T}$ (altezza di precipitazione misurata nel centro di scroscio dell'evento) = $\mu - (1/\alpha) \cdot \{\ln[\ln(T/(T-1))]\}$ =	161,6343	[mm]
$S_{(\text{area bacino})=}$	0,805686	[Km <sup>2</sup> ]
$d_{(\text{durata precipitazione})=}$	1	[ore]
$\Psi_{(\text{coeff. di Fornari}) = 1/[1+0,0015 \cdot (S/d^{0,2})]}$ =	0,998793	
$h_{t,T}$ (altezza di precipitazione media su un'area S) = $h_{t,T} \cdot \Psi$ =	161,4392	[mm]

**Tabella 22**

$T_{(\text{tempo di ritorno})=}$	100	[anni]
$h_{t,T}$ (altezza di precipitazione misurata nel centro di scroscio dell'evento) = $\mu - (1/\alpha) \cdot \{\ln[\ln(T/(T-1))]\}$ =	177,8655	[mm]
$S_{(\text{area bacino})=}$	0,805686	[Km <sup>2</sup> ]
$d_{(\text{durata precipitazione})=}$	1	[ore]
$\Psi_{(\text{coeff. di Fornari}) = 1/[1+0,0015 \cdot (S/d^{0,2})]}$ =	0,998793	
$h_{t,T}$ (altezza di precipitazione media su un'area S) = $h_{t,T} \cdot \Psi$ =	177,6508	[mm]

**Tabella 23**

$T_{(\text{tempo di ritorno})=}$	200	[anni]
$h_{t,T}$ (altezza di precipitazione misurata nel centro di scroscio dell'evento) = $\mu - (1/\alpha) \cdot \{\ln[\ln(T/(T-1))]\}$ =	194,0375	[mm]
$S_{(\text{area bacino})=}$	0,805686	[Km <sup>2</sup> ]
$d_{(\text{durata precipitazione})=}$	1	[ore]
$\Psi_{(\text{coeff. di Fornari}) = 1/[1+0,0015 \cdot (S/d^{0,2})]}$ =	0,998793	
$h_{t,T}$ (altezza di precipitazione media su un'area S) = $h_{t,T} \cdot \Psi$ =	193,8033	[mm]

**Tabella 24**

- **Altezza di pioggia di 24 ore;**

$T_{(\text{tempo di ritorno})=}$	50	[anni]
$h_{t,T}$ (altezza di precipitazione misurata nel centro di scroscio dell'evento) = $\mu - (1/\alpha) \cdot \{\ln[\ln(T/(T-1))]\}$ =	194,5064	[mm]
$S_{(\text{area bacino})=}$	0,805686	[Km <sup>2</sup> ]
$d_{(\text{durata precipitazione})=}$	1	[ore]
$\Psi_{(\text{coeff. di Fornari}) = 1/[1+0,0015 \cdot (S/d^{0,2})]}$ =	0,998793	
$h_{t,T}$ (altezza di precipitazione media su un'area S) = $h_{t,T} \cdot \Psi$ =	194,2717	[mm]

**Tabella 25**

$T_{(\text{tempo di ritorno})=}$	100	[anni]
$h_{t,T}$ (altezza di precipitazione misurata nel centro di scroscio dell'evento) = $\mu - (1/\alpha) \cdot \{\ln[\ln(T/(T-1))]\}$ =	214,5632	[mm]

## Studio idrologico-idraulico della S.P. n. 26 Rosolini-Pachino

$S_{\text{(area bacino)}}$ =	0,805686	[Km <sup>2</sup> ]
$d_{\text{(durata precipitazione)}}$ =	1	[ore]
$\Psi_{\text{(coeff. di Fornari)}} = 1/[1+0,0015 \cdot (S/d^{0,2})]$ =	0,998793	
$h_{t,T}$ (altezza di precipitazione media su un'area S) = $h_{t,T} \cdot \Psi$ =	214,3042	[mm]

**Tabella 26**

$T_{\text{(tempo di ritorno)}}$ =	200	[anni]
$h_{t,T}$ (altezza di precipitazione misurata nel centro di scroscio dell'evento) = $\mu - (1/\alpha) \cdot \{\ln[\ln(T/(T-1))]\}$ =	234,5468	[mm]
$S_{\text{(area bacino)}}$ =	0,805686	[Km <sup>2</sup> ]
$d_{\text{(durata precipitazione)}}$ =	1	[ore]
$\Psi_{\text{(coeff. di Fornari)}} = 1/[1+0,0015 \cdot (S/d^{0,2})]$ =	0,998793	
$h_{t,T}$ (altezza di precipitazione media su un'area S) = $h_{t,T} \cdot \Psi$ =	234,2637	[mm]

**Tabella 27**

Tr [anni]	$h_{t,T}$ [mm]		
	50	100	200
1 ora	102,56	115,18	127,76
3 ore	140,75	157,65	174,48
6 ore	152,17	169,45	186,67
12 ore	161,44	177,65	193,80
24 ore	194,27	214,30	234,26

**Tabella 28**

I valori ottenuti per determinato tempo di ritorno, possono essere rappresentati in un grafico come coppie di valori (durata, altezza massima). Interpolando questi punti, si ottiene la curva di probabilità pluviometrica del tipo:  $h_{t,T} = a \cdot t^n$ .

L'interpolazione viene eseguita determinando i valori di a e di n in funzione del tempo di ritorno T. Nella Tabella sottostante si riportano i valori di a e di n ricavati:

<b>Tr</b>	50	100	200
<b>a</b>	107,02	120,40	133,74
<b>n</b>	0,19	0,18	0,17

**Tabella 29**

Nella Figura 2.11 si riportano le CPP per i tempi di ritorno di 50, 100 e 200 anni, con le quali verranno determinate le portate dei singoli sottobacini.

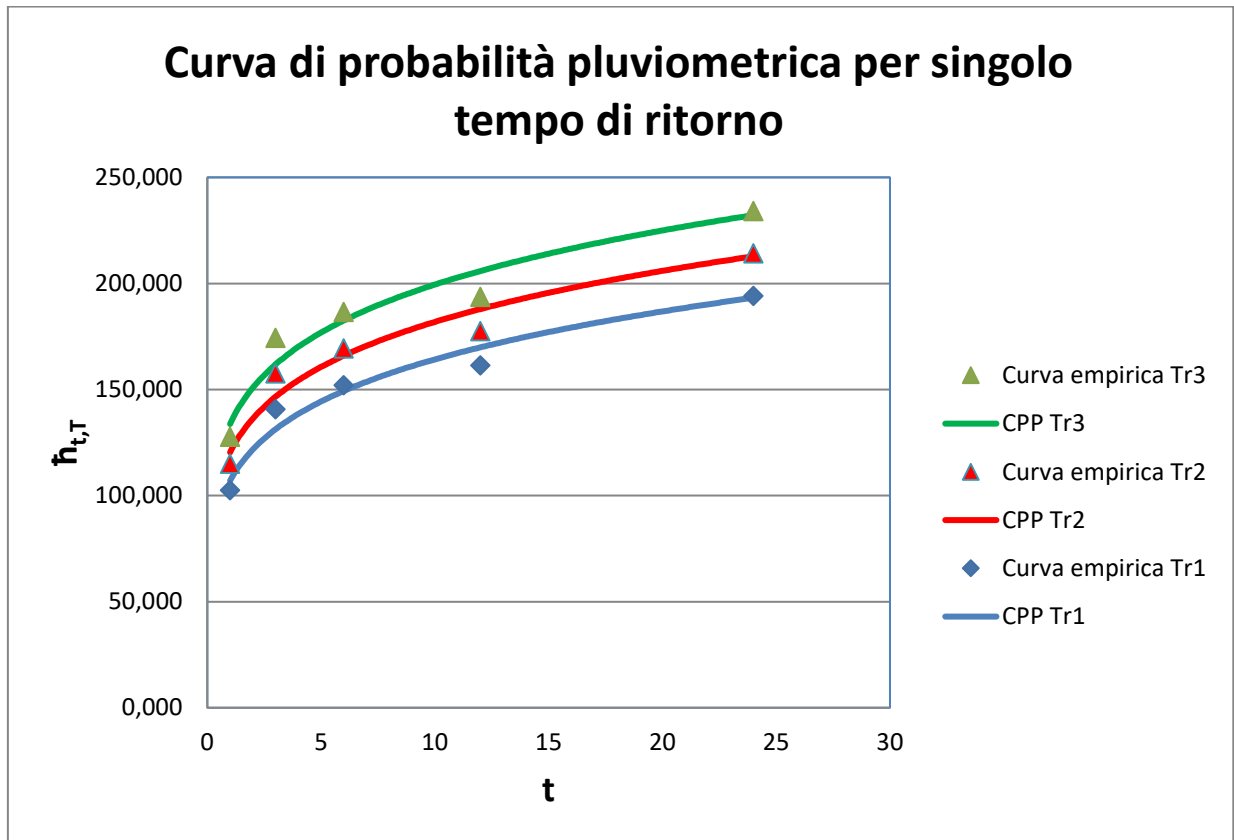


Figura 2.11

### 2.3 Determinazione della portata di piena

Uno dei modelli di trasformazione afflussi-deflussi più semplice da utilizzare ed in grado di fornire risultati attendibili è il metodo della corrivazione, il quale pur essendo affetto da imprecisioni intrinseche, consente una buona stima del fenomeno in studio.

Le ipotesi fondamentali di tale metodo sono:

- la piena si forma come unico effetto di trasferimento di massa liquida;
- ogni goccia di pioggia segue un percorso immutabile che dipende solo dal punto del bacino su cui è caduta;
- le gocce non influenzano a vicenda la loro velocità, ognuna scorre indipendentemente dalle altre;

- la portata defluente si ottiene come somma delle portate provenienti da singole aree del bacino che si presentano allo stesso istante alla sezione di chiusura.

La validità contemporanea di tali ipotesi rende il modello di corrivazione un modello lineare. Bisogna subito definire un parametro caratteristico del bacino detto tempo di corrivazione  $\tau_c$  esso rappresenta il tempo impiegato dalle gocce di pioggia per percorrere lo spazio esistente tra il punto del bacino idraulicamente più svantaggiato e la sezione di chiusura.

Il valore del tempo di corrivazione è stato ottenuto dalla media dei tempi valutati con le formule di Kirpich, di Pezzoli e del metodo della velocità fittizia.

Per bacini poco estesi, con area scolante inferiore a 10 km<sup>2</sup>, si può fare ricorso alla formula di Kirpich, secondo cui  $\tau_c$  dipende direttamente dalla lunghezza del percorso idraulico più lungo, e inversamente dalla pendenza media del bacino:

$$\tau_c = 0,01947 \frac{L^{0,77}}{i^{0,385}} \quad \text{formula di Kirpich}$$

$$\tau_c = 0,055 \frac{L}{i^{0,5}} \quad \text{formula di Pezzoli}$$

$$\tau_c = \frac{L}{3,6 v} \quad \text{dove } v \text{ rappresenta la velocità fittizia in m/s assunta pari a 1 m/s}$$

Per il calcolo della portata con il metodo razionale si è calcolato il coefficiente di afflusso (o deflusso) facendo riferimento alla tabella di Frevert e a una media pesata delle aree interne al bacino distinte per tipologia fra permeabile e impermeabile (aree edificate e superfici occupate da opere di urbanizzazione).

Per i singoli sottobacini sono state determinate le principali caratteristiche geomorfologiche e della rete idrografica, essendo di fondamentale importanza per la caratterizzazione del comportamento idrologico del bacino.

Trattandosi di bacini di piccola estensione si sono ottenuti tempi di corrivazione inferiori all'ora, quindi è stato necessario stimare l'altezza di pioggia di tempo di ritorno T corrispondente ad una durata t minore di 1 ora.

È stato però dimostrato da Ferreri e Ferro che il rapporto tra l'altezza di pioggia  $h_{t,T}$ , con t minore di 60 minuti, e altezza di pioggia  $h_{60,T}$  di durata 60 minuti e pari al tempo di ritorno T è dipendente solo dalla durata t espressa in minuti:

$$\frac{h_{t,T}}{h_{60,T}} = a_T \left( \frac{t}{60} \right)^n$$

Dove  $a_T$  ed  $n$  sono dei coefficienti che assumono un diverso valore numerico in dipendenza della regione; nel caso in esame, per la Sicilia  $a_T$  assume il valore di 0.208 mentre  $n$  assume il valore 0.386.

Con riferimento alla Formula Razionale, la portata di picco risulta:

$$Q_{max} = \frac{\varphi S h_{crit}}{\tau_c \times 3600 \times 1000}$$

Nella quale:

$Q_{max}$  è la portata max al colmo di piena espressa in mc/s

$\varphi$  è il coefficiente di deflusso adimensionale

$h_{crit}$  è l'altezza di pioggia critica espressa in mm

$\tau_c$  è il tempo di corrivazione espresso in ore

Nelle successive tabelle si riportano i valori caratteristici dei sottobacini analizzati:

### 2.3.1 Bacino dal km 0 + 820 al km 1 + 660

Bacino	Sottobacini	Area [m <sup>2</sup> ]	A <sub>imp</sub> [m <sup>2</sup> ]
Dal km 0 + 820 al km 1 + 660	1,1	51408	0
	1,2	166751,5	0
	1,3	65259,5	0
	2,0	154000	3000
Superficie totale		437419	3000

**Tabella 30**

Sottobacini	L [km]	Hmax [m]	Hmin [m]	i	Tc [h]			Tc med [h]
					Kirpich	Pezzoli	Vel. Fittizia	
1,1	0,422	94	88	0,14	0,35	0,06	0,12	0,18
1,2	0,426	121	84	0,87	0,18	0,03	0,12	0,11
1,3	0,551	124	84	0,73	0,23	0,04	0,15	0,14
2,0	0,572	103	87	0,28	0,34	0,06	0,16	0,19

**Tabella 31**

Tr [anni] 50								
Sottobacini	h <sub>t,T</sub> [mm]	h <sub>critica</sub> (mm)	i <sub>c</sub> (mm/h)	l <sub>imp</sub>	φ <sub>perm</sub>	φ <sub>imp</sub>	φ	Q (m <sup>3</sup> /sec)



1,1	102,61	52,65	296,56	0,00	0,45	0,80	0,45	1,91
1,2	102,61	43,31	404,67	0,00	0,45	0,80	0,45	8,43
1,3	102,61	48,07	342,84	0,00	0,45	0,80	0,45	2,80
2,0	102,61	53,79	286,62	0,02	0,45	0,80	0,46	5,60

**Tabella 32**

Tr [anni] 100								
Sottobacini	ht,T [mm]	hcritica (mm)	i <sub>c</sub> (mm/h)	l <sub>imp</sub>	φ <sub>perm</sub>	φ <sub>imp</sub>	φ	Q (m <sup>3</sup> /sec)
1,1	115,25	59,14	333,07	0,00	0,45	0,80	0,45	2,14
1,2	115,25	48,64	454,50	0,00	0,45	0,80	0,45	9,47
1,3	115,25	53,98	385,05	0,00	0,45	0,80	0,45	3,14
2,0	115,25	60,42	321,91	0,02	0,45	0,80	0,46	6,29

**Tabella 33**

Tr [anni] 200								
Sottobacini	ht,T [mm]	hcritica (mm)	i <sub>c</sub> (mm/h)	l <sub>imp</sub>	φ <sub>perm</sub>	φ <sub>imp</sub>	φ	Q (m <sup>3</sup> /sec)
1,1	127,83	65,60	369,45	0,00	0,45	0,80	0,45	2,37
1,2	127,83	53,95	504,14	0,00	0,45	0,80	0,45	10,51
1,3	127,83	59,88	427,11	0,00	0,45	0,80	0,45	3,48
2,0	127,83	67,02	357,08	0,02	0,45	0,80	0,46	6,98

**Tabella 34**

2.3.2 Bacino dal km 1 + 660 al km 2 + 740

Bacino	Sottobacini	Area [m <sup>2</sup> ]	A <sub>imp</sub> [m <sup>2</sup> ]
Dal km 1 + 660 al km 2 + 740	2,6	83896	0
	2,5	156523	0
	2,4	144652	0
	2,3	81290	0
	2,2,3	18874	0
	2,2,2	16544	0
	2,2,1	31666	0
	2,1,5	43954	0
	2,1,4	31328	0
	2,1,3	19454	0
	2,1,2	12184	0
	2,1,1	11321	0
	2,0	154000	3000
Superficie totale		805686	3000

**Tabella 35**

Studio idrologico-idraulico della S.P. n. 26 Rosolini-Pachino

Sottobacini	L [km]	Hmax [m]	Hmin [m]	i	Tc [h]			Tc med [h]
					Kirpich	Pezzoli	Vel. Fittizia	
2,6	0,482	136	121	0,31	0,29	0,05	0,13	0,16
2,5	0,596	147	110	0,62	0,26	0,04	0,17	0,16
2,4	0,527	156	99	1,08	0,19	0,03	0,15	0,12
2,3	0,372	118	96	0,59	0,19	0,03	0,10	0,11
2,2,3	0,14	121	109	0,86	0,08	0,01	0,04	0,04
2,2,2	0,194	122	108	0,72	0,10	0,01	0,05	0,06
2,2,1	0,24	136	99	1,54	0,09	0,01	0,07	0,06
2,1,5	0,218	132	94	1,74	0,08	0,01	0,06	0,05
2,1,4	0,194	121	91	1,55	0,08	0,01	0,05	0,05
2,1,3	0,201	102	89	0,65	0,11	0,01	0,06	0,06
2,1,2	0,207	96	87	0,43	0,13	0,02	0,06	0,07
2,1,1	0,199	95	86	0,45	0,13	0,02	0,06	0,07
2,0	0,572	103	87	0,28	0,34	0,06	0,16	0,19

**Tabella 35**

Tr [anni] 50								
Sottobacini	ht,T [mm]	hcritica (mm)	i <sub>c</sub> (mm/h)	l <sub>imp</sub>	φ <sub>perm</sub>	φ <sub>imp</sub>	φ	Q (m <sup>3</sup> /sec)
2,6	102,56	50,20	319,50	0,00	0,35	0,80	0,35	2,61
2,5	102,56	50,10	320,53	0,00	0,35	0,80	0,35	4,88
2,4	102,56	45,55	372,87	0,00	0,35	0,80	0,35	5,24
2,3	102,56	42,99	408,86	0,00	0,35	0,80	0,35	3,23
2,2,3	102,56	29,89	729,05	0,00	0,35	0,80	0,35	1,34
2,2,2	102,56	33,90	596,47	0,00	0,35	0,80	0,35	0,96
2,2,1	102,56	33,77	600,13	0,00	0,35	0,80	0,35	1,85
2,1,5	102,56	32,33	643,46	0,00	0,35	0,80	0,35	2,75
2,1,4	102,56	31,43	673,03	0,00	0,35	0,80	0,35	2,05
2,1,3	102,56	34,70	574,75	0,00	0,35	0,80	0,35	1,09
2,1,2	102,56	36,59	528,38	0,00	0,35	0,80	0,35	0,63
2,1,1	102,56	35,96	543,17	0,00	0,35	0,80	0,35	0,60
2,0	102,56	53,77	286,47	0,02	0,35	0,80	0,36	4,40

**Tabella 37**

Tr [anni] 100								
Sottobacini	ht,T [mm]	hcritica (mm)	i <sub>c</sub> (mm/h)	l <sub>imp</sub>	φ <sub>perm</sub>	φ <sub>imp</sub>	φ	Q (m <sup>3</sup> /sec)
2,6	115,18	56,38	358,83	0,00	0,35	0,80	0,35	2,93
2,5	115,18	56,27	360,00	0,00	0,35	0,80	0,35	5,48
2,4	115,18	51,16	418,78	0,00	0,35	0,80	0,35	5,89
2,3	115,18	48,28	459,20	0,00	0,35	0,80	0,35	3,63
2,2,3	115,18	33,57	818,82	0,00	0,35	0,80	0,35	1,50
2,2,2	115,18	38,08	669,91	0,00	0,35	0,80	0,35	1,08
2,2,1	115,18	37,93	674,03	0,00	0,35	0,80	0,35	2,08

## Studio idrologico-idraulico della S.P. n. 26 Rosolini-Pachino

2,1,5	115,18	36,31	722,68	0,00	0,35	0,80	0,35	3,09
2,1,4	115,18	35,30	755,89	0,00	0,35	0,80	0,35	2,30
2,1,3	115,18	38,98	645,52	0,00	0,35	0,80	0,35	1,22
2,1,2	115,18	41,09	593,44	0,00	0,35	0,80	0,35	0,70
2,1,1	115,18	40,39	610,05	0,00	0,35	0,80	0,35	0,67
2,0	115,18	60,39	321,74	0,02	0,35	0,80	0,36	4,94

**Tabella 38**

Tr [anni] 200								
Sottobacini	ht,T [mm]	hcritica (mm)	i <sub>c</sub> (mm/h)	l <sub>imp</sub>	φ <sub>perm</sub>	φ <sub>imp</sub>	φ	Q (m <sup>3</sup> /sec)
2,6	127,76	62,54	398,03	0,00	0,35	0,80	0,35	3,25
2,5	127,76	62,41	399,32	0,00	0,35	0,80	0,35	6,08
2,4	127,76	56,75	464,52	0,00	0,35	0,80	0,35	6,53
2,3	127,76	53,56	509,36	0,00	0,35	0,80	0,35	4,03
2,2,3	127,76	37,23	908,25	0,00	0,35	0,80	0,35	1,67
2,2,2	127,76	42,24	743,08	0,00	0,35	0,80	0,35	1,20
2,2,1	127,76	42,08	747,65	0,00	0,35	0,80	0,35	2,30
2,1,5	127,76	40,27	801,62	0,00	0,35	0,80	0,35	3,43
2,1,4	127,76	39,15	838,46	0,00	0,35	0,80	0,35	2,55
2,1,3	127,76	43,24	716,03	0,00	0,35	0,80	0,35	1,35
2,1,2	127,76	45,58	658,26	0,00	0,35	0,80	0,35	0,78
2,1,1	127,76	44,80	676,68	0,00	0,35	0,80	0,35	0,74
2,0	127,76	66,98	356,88	0,02	0,35	0,80	0,36	5,48

**Tabella 39**

### 3 STUDIO IDRAULICO

#### 3.1 Verifiche idrauliche

Le verifiche sono state condotte utilizzando il metodo di Chezy, nel quale si presuppone che il moto sia uniforme. L'analisi è stata effettuata a partire dalle caratteristiche idrauliche di ogni attraversamento (tipo di sezione, area bagnata, perimetro bagnato, pendenza, materiale a contatto), per ogni attraversamento sono state calcolate le portate in funzione di più altezze del tirante idrico e confrontate con le portate ricavate in base al tempo di ritorno utilizzato.

**Come si può notare dalle tabelle sostanti la verifica, in funzione del tirante idrico è soddisfatta per un tempo di ritorno di 200 anni.**

Di seguito si riportano i valori ottenuti per i singoli sottobacini analizzati.

#### Attraversamento 1,1

L'attraversamento necessario per il sottobacino 1,1 è costituito da un tubo in PEAD Ø 100;

Sottobacini 1,1	
Tr [anni]	Q (m <sup>3</sup> /sec)
50	1,91
100	2,14
200	2,37
Attraversamento 1,1	
Base [m]	0,8
Altezza [m]	0,9
Dislivello [m]	0,2
Lunghezza [m]	12

**Tabella 40**

Sottobacino 1,1									
Forma	D [m]	H/R	A [mq]	C [m]	R=A/C [m]	$\chi$	i	V [m/s]	Q[mc/s]
Circolare	0,851	0,8	0,25	1,17	0,21	120	0,0167	4,85	1,20
Circolare	0,851	1	0,28	1,34	0,21	120	0,0167	4,85	1,38
Circolare	0,851	1,2	0,32	1,51	0,21	120	0,0167	4,85	1,56

Circolare	0,851	1,4	0,36	1,69	0,21	120	0,0167	4,85	1,74
Circolare	0,851	1,6	0,40	1,88	0,21	120	0,0167	4,85	1,95
Circolare	0,851	1,8	0,45	2,13	0,21	120	0,0167	4,85	2,19
Circolare	0,851	2	0,57	2,67	0,21	120	0,0167	4,85	2,76

**Tabella 41**

### Attraversamento 1,2

L'attraversamento necessario per il sottobacino 1,2 è costituito da un tombino in cls di 120 x 140 cm di altezza;

Sottobacini 1,2	
Tr [anni]	Q (m <sup>3</sup> /sec)
50	8,43
100	9,47
200	10,51
Attraversamento 1,2	
Base [m]	1,2
Altezza [m]	1,4
Dislivello [m]	0,48
Lunghezza [m]	12

**Tabella 42**

Sottobacino 1,2									
Forma	D [m]	H/R	A [mq]	C [m]	R=A/C [m]	$\chi$	i	V [m/s]	Q[mc/s]
Circolare	1	0,6	0,29	1,16	0,25	65	0,0185	3,13	0,91
Circolare	1	0,8	0,34	1,37	0,25	65	0,0185	3,13	1,07
Circolare	1	1	0,39	1,57	0,25	65	0,0185	3,13	1,23
Circolare	1	1,2	0,44	1,77	0,25	65	0,0185	3,13	1,39
Circolare	1	1,4	0,50	1,98	0,25	65	0,0185	3,13	1,55
Circolare	1	1,6	0,55	2,21	0,25	65	0,0185	3,13	1,73
Circolare	1	1,8	0,62	2,50	0,25	65	0,0185	3,13	1,95

**Tabella 43**

### Attraversamento 1,3

L'attraversamento necessario per il sottobacino 1,3 è costituito da un tombino in cls di 70 x 140 cm di altezza;

<b>Sottobacini 1,3</b>
------------------------

Tr [anni]	Q (m <sup>3</sup> /sec)
50	2,80
100	3,14
200	3,48
Attraversamento 1,3	
Base [m]	0,7
Altezza [m]	1,4
Dislivello [m]	0,3
Lunghezza [m]	12

**Tabella 44**

Sottobacino 1,3									
Forma	B [m]	H [m]	A [mq]	C [m]	R=A/C [m]	χ	i	V [m/s]	Q[mc/s]
Rettangolare	0,7	0,1	0,07	0,9	0,08	65	0,0250	1,51	0,11
Rettangolare	0,7	0,3	0,21	1,3	0,16	65	0,0250	2,62	0,55
Rettangolare	0,7	0,5	0,35	1,7	0,21	65	0,0250	3,14	1,10
Rettangolare	0,7	0,7	0,49	2,1	0,23	65	0,0250	3,45	1,69
Rettangolare	0,7	0,9	0,63	2,5	0,25	65	0,0250	3,66	2,30
Rettangolare	0,7	1,1	0,77	2,9	0,27	65	0,0250	3,80	2,93
Rettangolare	0,7	1,3	0,91	3,3	0,28	65	0,0250	3,91	3,56

**Tabella 36**

### Attraversamento 2,0

L'attraversamento necessario per il sottobacino 2,0, in corrispondenza dell'incrocio è costituito da un tombino in cls di 120 x 140 cm di altezza;

Sottobacini 2,0	
Tr [anni]	Q (m <sup>3</sup> /sec)
50	5,60
100	6,29
200	6,98
Attraversamento 2,0	
Base [m]	1,2
Altezza [m]	1,4
Dislivello [m]	0,3
Lunghezza [m]	12

**Tabella 46**

Sottobacino 2,0									
Forma	B [m]	H [m]	A [mq]	C [m]	R=A/C [m]	χ	i	V [m/s]	Q[mc/s]
Rettangolare	1,2	0,1	0,12	1,4	0,09	65	0,0250	1,63	0,20
Rettangolare	1,2	0,3	0,36	1,8	0,20	65	0,0250	3,07	1,11

Rettangolare	1,2	0,5	0,6	2,2	0,27	65	0,0250	3,88	2,33
Rettangolare	1,2	0,7	0,84	2,6	0,32	65	0,0250	4,40	3,70
Rettangolare	1,2	0,9	1,08	3	0,36	65	0,0250	4,78	5,16
Rettangolare	1,2	1,1	1,32	3,4	0,39	65	0,0250	5,05	6,67
Rettangolare	1,2	1,3	1,56	3,8	0,41	65	0,0250	5,27	8,22

**Tabella 37**

### Attraversamento 2,1,1

L'attraversamento necessario per il sottobacino 2,1,1 è formato da un tubo in PEAD Ø 800 mm;

Sottobacini 2,1,1	
Tr [anni]	Q (m <sup>3</sup> /sec)
50	0,60
100	0,67
200	0,74
Attraversamento 2,1,1	
Diametro [m]	0,678
Dislivello [m]	0,2
Lunghezza [m]	12

**Tabella 48**

Sottobacino 2,1,1									
Forma	D [m]	H/R	A [mq]	C [m]	R=A/C [m]	χ	i	V [m/s]	Q[mc/s]
Circolare	0,678	0,8	0,16	0,93	0,17	65	0,0167	2,22	0,35
Circolare	0,678	1	0,18	1,06	0,17	65	0,0167	2,22	0,40
Circolare	0,678	1,2	0,20	1,20	0,17	65	0,0167	2,22	0,45
Circolare	0,678	1,4	0,23	1,34	0,17	65	0,0167	2,22	0,50
Circolare	0,678	1,6	0,25	1,50	0,17	65	0,0167	2,22	0,56
Circolare	0,678	1,8	0,29	1,69	0,17	65	0,0167	2,22	0,64
Circolare	0,678	2	0,36	2,13	0,17	65	0,0167	2,22	0,80

**Tabella 38**

### Attraversamento 2,1,2

L'attraversamento necessario per il sottobacino 2,1,2 è formato da un tubo in PEAD Ø 800 mm;

Sottobacini 2,1,2	
Tr [anni]	Q (m <sup>3</sup> /sec)
50	0,63
100	0,70
200	0,78
Attraversamento 2,1,2	

Diametro [m]	0,678
Dislivello [m]	0,2
Lunghezza [m]	12

**Tabella 50**

Sottobacino 2,1,2									
Forma	D [m]	H/R	A [mq]	C [m]	R=A/C [m]	$\chi$	i	V [m/s]	Q[mc/s]
Circolare	0,678	0,8	0,16	0,93	0,17	120	0,0167	4,09	0,64
Circolare	0,678	1	0,18	1,06	0,17	120	0,0167	4,09	0,74
Circolare	0,678	1,2	0,20	1,20	0,17	120	0,0167	4,09	0,83
Circolare	0,678	1,4	0,23	1,34	0,17	120	0,0167	4,09	0,93
Circolare	0,678	1,6	0,25	1,50	0,17	120	0,0167	4,09	1,04
Circolare	0,678	1,8	0,29	1,69	0,17	120	0,0167	4,09	1,17
Circolare	0,678	2	0,36	2,13	0,17	120	0,0167	4,09	1,48

**Tabella 51**

### Attraversamento 2,1,3

L'attraversamento necessario per il sottobacino 2,1,3 è formato da un tubo in PEAD Ø 800 mm;

Sottobacini 2,1,3	
Tr [anni]	Q (m <sup>3</sup> /sec)
50	1,09
100	1,22
200	1,35

Attraversamento 2,1,3	
Diametro [m]	0,678
Dislivello [m]	0,2
Lunghezza [m]	12

**Tabella 52**

Sottobacino 2,1,3									
Forma	D [m]	H/R	A [mq]	C [m]	R=A/C [m]	$\chi$	i	V [m/s]	Q[mc/s]
Circolare	0,678	0,8	0,16	0,93	0,17	120	0,0167	4,09	0,64
Circolare	0,678	1	0,18	1,06	0,17	120	0,0167	4,09	0,74
Circolare	0,678	1,2	0,20	1,20	0,17	120	0,0167	4,09	0,83
Circolare	0,678	1,4	0,23	1,34	0,17	120	0,0167	4,09	0,93
Circolare	0,678	1,6	0,25	1,50	0,17	120	0,0167	4,09	1,04
Circolare	0,678	1,8	0,29	1,69	0,17	120	0,0167	4,09	1,17
Circolare	0,678	2	0,36	2,13	0,17	120	0,0167	4,09	1,48

**Tabella 53**

### Attraversamento 2,1,4



L'attraversamento necessario per il sottobacino 2,1,4 è formato da un tubo in PEAD Ø 1000 mm;

Sottobacini 2,1,4	
Tr [anni]	Q (m <sup>3</sup> /sec)
50	2,05
100	2,30
200	2,55
Attraversamento 2,1,4	
Diametro [m]	0,851
Dislivello [m]	0,2
Lunghezza [m]	12

**Tabella 54**

Sottobacino 2,1,4									
Forma	D [m]	H/R	A [mq]	C [m]	R=A/C [m]	χ	i	V [m/s]	Q[mc/s]
Circolare	0,851	0,8	0,25	1,17	0,21	120	0,0167	4,85	1,20
Circolare	0,851	1	0,28	1,34	0,21	120	0,0167	4,85	1,38
Circolare	0,851	1,2	0,32	1,51	0,21	120	0,0167	4,85	1,56
Circolare	0,851	1,4	0,36	1,69	0,21	120	0,0167	4,85	1,74
Circolare	0,851	1,6	0,40	1,88	0,21	120	0,0167	4,85	1,95
Circolare	0,851	1,8	0,45	2,13	0,21	120	0,0167	4,85	2,19
Circolare	0,851	2	0,57	2,67	0,21	120	0,0167	4,85	2,76

**Tabella 55**

### Attraversamento 2,1,5

L'attraversamento necessario per il sottobacino 2,1,5 è formato da un tubo in PEAD Ø 1200 mm;

Sottobacini 2,1,5	
Tr [anni]	Q (m <sup>3</sup> /sec)
50	2,75
100	3,09
200	3,43
Attraversamento 2,1,5	
Diametro [m]	1,03
Dislivello [m]	0,2
Lunghezza [m]	12

**Tabella 56**

Sottobacino 2,1,5									
Forma	D [m]	H/R	A [mq]	C [m]	R=A/C [m]	χ	i	V [m/s]	Q[mc/s]
Circolare	1,03	0,8	0,36	1,41	0,26	120	0,0167	5,60	2,03
Circolare	1,03	1	0,42	1,62	0,26	120	0,0167	5,60	2,33

Circolare	1,03	1,2	0,47	1,83	0,26	120	0,0167	5,60	2,63
Circolare	1,03	1,4	0,53	2,04	0,26	120	0,0167	5,60	2,94
Circolare	1,03	1,6	0,59	2,28	0,26	120	0,0167	5,60	3,29
Circolare	1,03	1,8	0,66	2,57	0,26	120	0,0167	5,60	3,71
Circolare	1,03	2	0,83	3,24	0,26	120	0,0167	5,60	4,67

**Tabella 57**

### Attraversamento 2,2,1

L'attraversamento necessario per il sottobacino 2,2,1 è formato da un tubo in PEAD Ø 1000 mm;

Sottobacini 2,2,1	
Tr [anni]	Q (m <sup>3</sup> /sec)
50	1,85
100	2,08
200	2,30
Attraversamento 2,2,1	
Diametro [m]	0,851
Dislivello [m]	0,2
Lunghezza [m]	12

**Tabella 58**

Sottobacino 2,2,1									
Forma	D [m]	H/R	A [mq]	C [m]	R=A/C [m]	χ	i	V [m/s]	Q[mc/s]
Circolare	0,851	0,8	0,25	1,17	0,21	120	0,0167	4,85	1,20
Circolare	0,851	1	0,28	1,34	0,21	120	0,0167	4,85	1,38
Circolare	0,851	1,2	0,32	1,51	0,21	120	0,0167	4,85	1,56
Circolare	0,851	1,4	0,36	1,69	0,21	120	0,0167	4,85	1,74
Circolare	0,851	1,6	0,40	1,88	0,21	120	0,0167	4,85	1,95
Circolare	0,851	1,8	0,45	2,13	0,21	120	0,0167	4,85	2,19
Circolare	0,851	2	0,57	2,67	0,21	120	0,0167	4,85	2,76

**Tabella 59**

### Attraversamento 2,2,2

L'attraversamento necessario per il sottobacino 2,2,2 è formato da un tubo in PEAD Ø 800 mm;

Sottobacini 2,2,2	
Tr [anni]	Q (m <sup>3</sup> /sec)
50	0,96
100	1,08
200	1,20
Attraversamento 2,2,2	

Diametro [m]	0,678
Dislivello [m]	0,2
Lunghezza [m]	12

**Tabella 60**

Sottobacino 2,2,2									
Forma	D [m]	H/R	A [mq]	C [m]	R=A/C [m]	$\chi$	i	V [m/s]	Q[mc/s]
Circolare	0,678	0,8	0,16	0,93	0,17	120	0,0167	4,09	0,64
Circolare	0,678	1	0,18	1,06	0,17	120	0,0167	4,09	0,74
Circolare	0,678	1,2	0,20	1,20	0,17	120	0,0167	4,09	0,83
Circolare	0,678	1,4	0,23	1,34	0,17	120	0,0167	4,09	0,93
Circolare	0,678	1,6	0,25	1,50	0,17	120	0,0167	4,09	1,04
Circolare	0,678	1,8	0,29	1,69	0,17	120	0,0167	4,09	1,17
Circolare	0,678	2	0,36	2,13	0,17	120	0,0167	4,09	1,48

**Tabella 61**

### Attraversamento 2,2,3

L'attraversamento necessario per il sottobacino 2,2,3 è formato da un tubo in PEAD Ø 800 mm;

Sottobacini 2,2,3	
Tr [anni]	Q (m <sup>3</sup> /sec)
50	1,09
100	1,22
200	1,35

Attraversamento 2,2,3	
Diametro [m]	0,678
Dislivello [m]	0,2
Lunghezza [m]	12

**Tabella 62**

Sottobacino 2,2,3									
Forma	D [m]	H/R	A [mq]	C [m]	R=A/C [m]	$\chi$	i	V [m/s]	Q[mc/s]
Circolare	0,678	0,8	0,16	0,93	0,17	120	0,0167	4,09	0,64
Circolare	0,678	1	0,18	1,06	0,17	120	0,0167	4,09	0,74
Circolare	0,678	1,2	0,20	1,20	0,17	120	0,0167	4,09	0,83
Circolare	0,678	1,4	0,23	1,34	0,17	120	0,0167	4,09	0,93
Circolare	0,678	1,6	0,25	1,50	0,17	120	0,0167	4,09	1,04
Circolare	0,678	1,8	0,29	1,69	0,17	120	0,0167	4,09	1,17
Circolare	0,678	2	0,36	2,13	0,17	120	0,0167	4,09	1,48

**Tabella 63**

**Verifica del canale sul lato sx della SP 26 alla sezione n. 14 in progetto**

Il canale di forma trapezoidale con base minore pari a 2,00 m, base maggiore pari a 2,60 m e altezza pari ad 1,50 m risulta verificato per un tempo di ritorno pari a 200 anni, come meglio rappresentato, in funzione del tirante idrico nelle tabelle sottostanti.

Verifica sez 14	
Tr [anni]	Q (m <sup>3</sup> /sec)
50	10,15
100	11,40
200	12,65
Canale alla sez 14	
Base [m]	2
Altezza [m]	1,5
Dislivello [m]	1
Lunghezza [m]	65

**Tabella 64**

Verifica sez 14									
Forma	B min [m]	H [m]	A [mq]	C [m]	R=A/C [m]	χ	i	V [m/s]	Q[mc/s]
Trapezoidale	2	0,2	0,41	2,41	0,17	65	0,0154	2,13	0,87
Trapezoidale	2	0,4	0,82	2,82	0,29	65	0,0154	3,18	2,60
Trapezoidale	2	0,6	1,22	3,22	0,38	65	0,0154	3,90	4,77
Trapezoidale	2	0,8	1,63	3,63	0,45	65	0,0154	4,43	7,22
Trapezoidale	2	1	2,04	4,04	0,50	65	0,0154	4,83	9,85
Trapezoidale	2	1,2	2,45	4,45	0,55	65	0,0154	5,15	12,61
Trapezoidale	2	1,4	2,86	4,86	0,59	65	0,0154	5,42	15,47

**Tabella 65**