



DA 24-2018 / II - S.S. 52 "Carnica"

LAVORI DI RICOSTRUZIONE DEL PONTE SUL FIUME FELLA NEI COMUNI DI AMARO E VENZONE
 DAL km 0+800 AL km 1+190 CIRCA

PROGETTO DEFINITIVO / ESECUTIVO

PROGETTAZIONE GENERALE e COORDINAMENTO:

dott. ing. Luca Vittori

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Gorizia - posizione n° 446/A

PROGETTAZIONE STRUTTURALE:

E2B S.r.l. - Via Fornace Morandi n.24 Padova

dott. ing. Alessandro Contin - Ordine degli Ingegneri della Provincia di Padova - posizione n° 3325/A

GEOLOGIA:

dott. geol. Umberto Stefanel - Ordine dei Geologi della Regione FVG - posizione n° 193/A

dott. geol. Massimo Valent - Ordine dei Geologi della Regione FVG - posizione n° 289/A

COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

dott. ing. Fabrizio Cancian

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Pordenone posizione n° 940/A



IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO e DIRETTORE GENERALE:

dott. ing. Sandro Didonè

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Trento - posizione n° 1191/A

RELAZIONE IDRAULICA - SMALTIMENTO ACQUE PIATTAFORMA NUOVO PONTE

CUP: E17H19001320002

PROGETTO AX: AX000639

CODICE LAVORO: DA 20-2018/II

CODIFICA:

639PEIDR05

NUMERO ELABORATO:

R.05

REVISIONE:

B

SCALA:

-

REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
B	SECONDA EMISSIONE PER VALIDAZIONE	AGOSTO 2022	M.M.	A.C.	A.C.
A	PRIMA EMISSIONE	MAGGIO 2022	M.M.	A.C.	A.C.

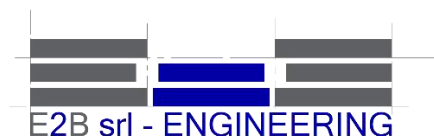
**FRIULI VENEZIA GIULIA STRADE S.P.A.
S.S.52 "CARNICA"**

PONTE FELLA

**RELAZIONE IDRAULICA
SMALTIMENTO ACQUE
PIATTAFORMA STRADALE**



Commessa:	Doc:	Revisione:	Redatto:	Controllato	Approvato
21004	R05-IDR-Relazione idraulica acque di piattaforma.docx	Agosto 2022	E.VIVIANI	A.CONTIN	A.CONTIN



Via Fornace Morandi n.24 - 35133 Padova

P.I./C.F. 04452760285

R.I. PD 391047

Capitale sociale Euro 10.000 i.v.

Tel. +39 049 7985363

fax. +39 049 7985364

Email: studio@e2b.it



Sommario

1.	INTRODUZIONE	5
1.1	Sezione impalcato.	6
2.	RECAPITO DELLE ACQUE DI PIATTAFORMA	6
3.	PRECIPITAZIONI.....	8
3.1	Introduzione	8
3.2	Determinazione delle piogge per il tempo di ritorno di 100 e 200anni	11
3.3	Piogge sub-orarie.	12
3.3.1	Portata massima afferente alla singola caditoia e verifica idraulica.....	13
3.3.1.1	<i>Stima del tempo di corrivazione e dell'intensità della pioggia critica.....</i>	<i>13</i>
3.3.1.2	<i>Portata afferente ad ogni caditoia.</i>	<i>14</i>
3.3.1.3	<i>Verifica della portata della cunetta.</i>	<i>14</i>
3.3.2	Capacità della bocca di efflusso.	15
3.3.3	Portata massima afferente al collettore e verifica idraulica.	16

Indice Figure

Figura 1-1. Posizione dell’opera.	5
Figura 1-2. Posizione dell’opera.	5
Figura 1-3. Sezione trasversali di impalcato.	6
Figura 2-1 Planimetria delle opere di convogliamento acque	6
Figura 2-2 Distribuzione planimetrica bocchette di scarico	7

1. INTRODUZIONE

Il Ponte Fella, viene realizzato tra le località di Amaro e Carnia superando l’omonimo Torrente Fella che poco più a valle si immette nel Fiume Tagliamento. Si riporta l’immagine della zona d’interesse.

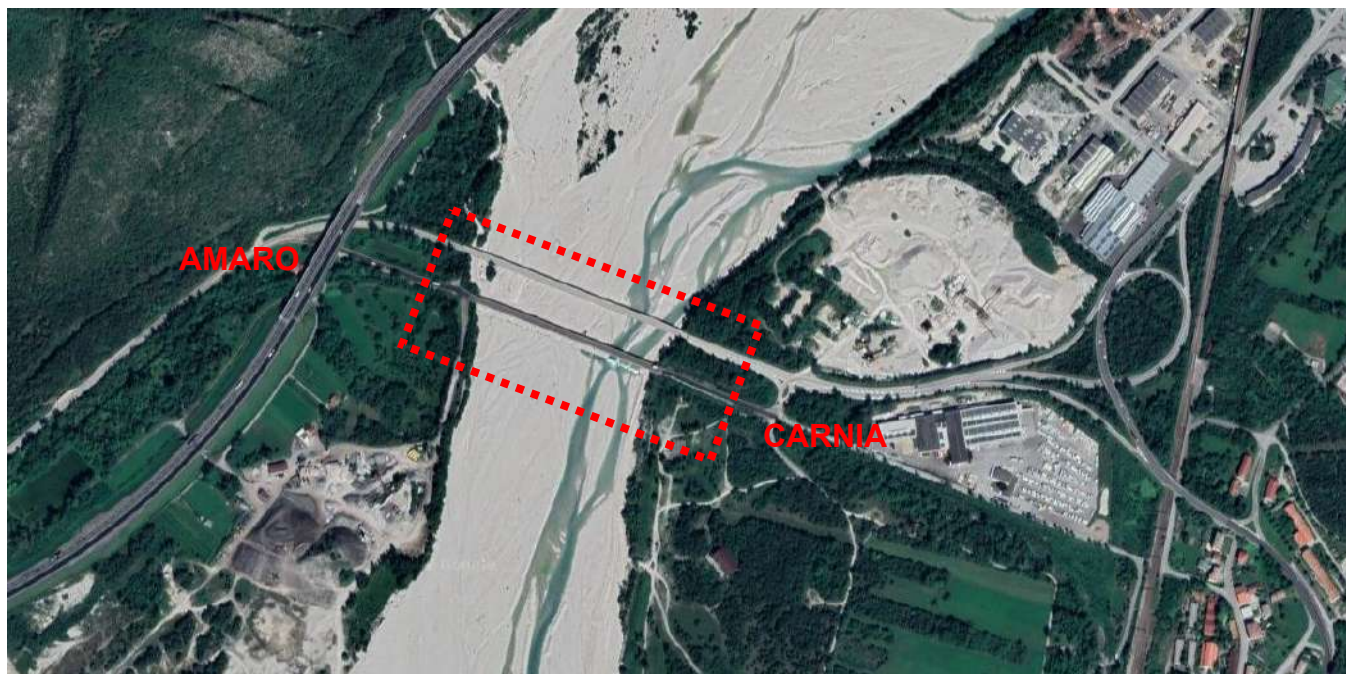


Figura 1-1. Posizione dell’opera.



Figura 1-2. Posizione dell’opera.

1.1 SEZIONE IMPALCATO.

La piattaforma stradale ha una larghezza fuori tutto di 12.42m ed una pendenza trasversale del 2.5% poiché il viadotto si trova in rettilineo.

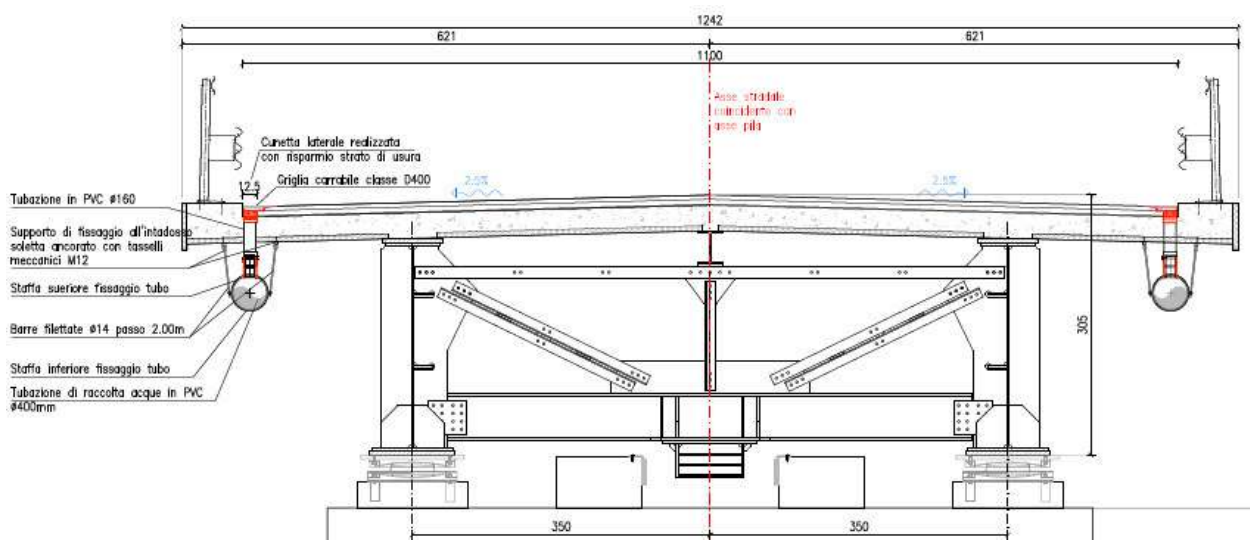


Figura 1-3. Sezione trasversali di impalcato.

Longitudinalmente l'opera ha una pendenza pari allo 0.007% ovvero è sostanzialmente posta in un piano orizzontale.

La caditoia, in sezione trasversale all'opera, ha larghezza pari a 12.5cm e tra caditoia e caditoia vi è una canaletta, ricavata nello spessore dell'asfalto, di profondità 5.0cm e larghezza pari alla caditoia ovvero 12.5cm.

2. RECAPITO DELLE ACQUE DI PIATTAFORMA

Si è previsto di disporre le caditoie ad interasse massimo di 7.0m

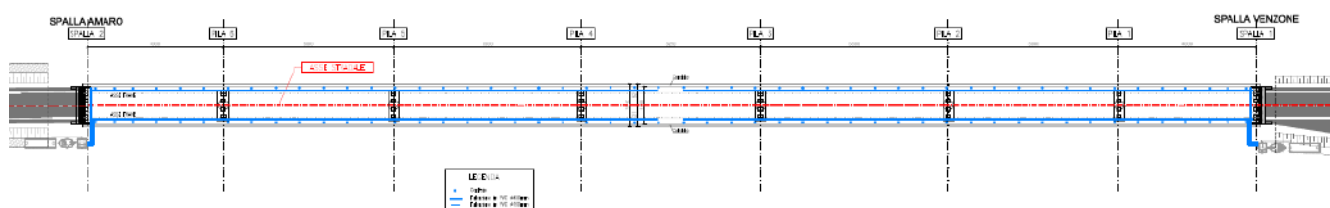


Figura 2-1 Planimetria delle opere di convogliamento acque

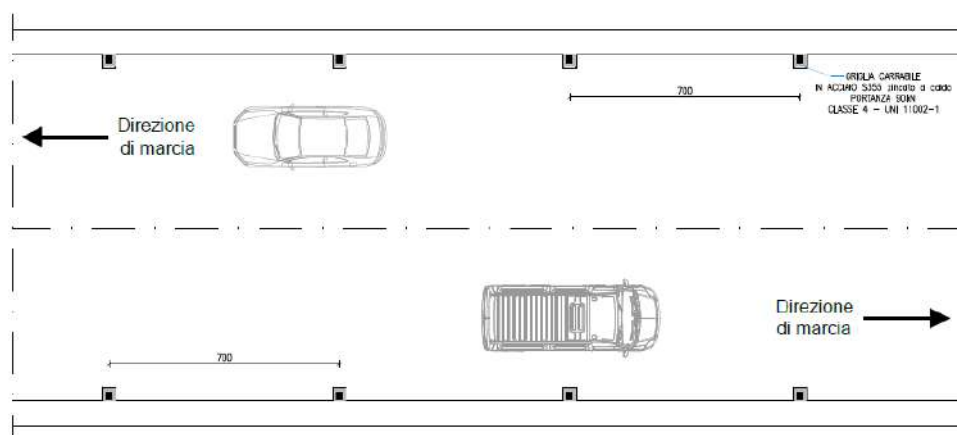


Figura 2-2 Distribuzione planimetrica bocchette di scarico

Le caditoie sono collegate, a mezzo di discendente avente diametro $f=160\text{mm}$, da un collettore avente diametro $f=400\text{mm}$ e pendenza 1.00% . Il collettore vi è su entrambi i lati dell'opera e collega le caditoie dal centro dell'opera alla spalla; vi sono pertanto 4 recapiti.

3. PRECIPITAZIONI

3.1 INTRODUZIONE

Le precipitazioni sono state valutate con riferimento le piogge di breve intensità inferiori all’ora valutate a partire dai dati della stazione di Tarvisio della quale sono disponibile le piogge orarie e la loro elaborazione per tempi di ritorno fino a 50anni.

Il link ai dati considerati è:

[https://www.meteo.fvg.it/clima.php?ln=&m=0&BASE_DIR=clima/clima_fvg/01_elaborazioni_\(grafici_e_tabelle\)/01_precipitazioni/dati_elaborati/dati_rete_micros_dal_1990/tabelle_per_stazione/01_piogge%20orarie/](https://www.meteo.fvg.it/clima.php?ln=&m=0&BASE_DIR=clima/clima_fvg/01_elaborazioni_(grafici_e_tabelle)/01_precipitazioni/dati_elaborati/dati_rete_micros_dal_1990/tabelle_per_stazione/01_piogge%20orarie/)

Si è considerata la stazione Bordano.



Nel seguito si riporta la scheda completa per le piogge massime orarie che si trova al link:

[https://www.osmer.fvg.it/clima/clima_fvg/01_elaborazioni_\(grafici_e_tabelle\)/01_precipitazioni/dati_elaborati/dati_rete_micros_dal_1990/tabelle_per_stazione/01_piogge%20orarie/01_pioggia_massima_oraria/BORDANO01.pdf](https://www.osmer.fvg.it/clima/clima_fvg/01_elaborazioni_(grafici_e_tabelle)/01_precipitazioni/dati_elaborati/dati_rete_micros_dal_1990/tabelle_per_stazione/01_piogge%20orarie/01_pioggia_massima_oraria/BORDANO01.pdf)

Nel seguito, per le piogge a 3h,6h,12h e 24h si riportano i valori massimi per tempo di ritorno (elaborazione di Gumbel).

• Pioggia massima 1h

Pioggia massima oraria 2004-2022

Stazione di BORDANO (UD)

NOTE

Elaborazioni di piogge orarie (ore GMT).
Vengono riportati il giorno e l'ora di inizio e di fine in cui si è registrato il dato.
Il dato mensile non viene utilizzato nelle elaborazioni se mancano più di 240 misure orarie (■).
Valore **massimo** e **minimo** del mese - Valore massimo (■) e minimo (●) dell'anno.
Il simbolo a torta (per es. ○, ◐, ◑, ◒, ◓, ◔) indica la frazione di dati mancanti in ventosimi

Altitudine (m s.l.m.) 230
Latitudine (N) 46.3300
Longitudine (E) 13.0800

Dati

mm	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	anno
2004	●	●	●	●	●	●	●	○ 34	42	26	64	16	64
2005	1	6	6	13	14	5	26	21	51	6	10	41	51
2006	3	17	21	15	9	17	31	19	18	42	12	22	42
2007	20	9	16	3	23	44	●	26	38	5	17	2	44
2008	16	10	11	12	31	22	49	41	29	33	13	24	49
2009	26	11	16	9	26	31	33	25	66	18	10	38	55
2010	9	10	15	7	39	43	25	15	23	23	23	16	43
2011	3	5	8	5	13	46	21	36	17	42	5	6	46
2012	12	2	16	16	23	33	33	22	18	35	38	5	38
2013	●	12	12	33	10	36	13	73	41	25	11	35	73
2014	31	33	21	4	25	41	11	37	10	12	44	24	44
2015	22	3	11	11	13	16	36	31	39	17	1	0	39
2016	11	13	13	11	15	26	58	22	18	8	13	0	58
2017	0	11	13	31	21	31	34	24	19	3	15	17	34
2018	13	7	16	16	16	15	6	19	8	22	19	3	22
2019	6	16	9	16	17	27	0	29	11	16	26	29	29
2020	3	4	16	9	43	21	7	53	25	24	3	28	53
2021	20	19	7	8	●	●	●	●	●	●	●	●	20
2022	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0

Statistiche

mm	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	anno
Media	12	11	13	13	22	28	27	31	27	21	19	18	42
Min	0	2	6	3	9	5	6	15	8	3	1	0	0
Max	31	33	21	33	43	46	58	73	55	42	64	41	73
Varianza	87	56	19	69	90	142	230	221	211	150	264	186	281
Dev.st	9	7	4	8	9	12	15	15	15	12	16	14	17
Numero	17	17	17	17	16	16	14	16	17	17	17	17	19

Percentili

mm	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	anno
5 %	1	3	7	4	12	13	7	18	10	5	3	0	18
10 %	2	4	8	5	13	16	8	19	11	6	4	1	22
25 %	3	6	11	8	15	20	15	22	18	12	10	5	36
50 %	11	10	13	11	20	29	29	27	23	22	13	17	44
75 %	20	14	16	16	25	37	34	36	39	26	23	28	52
90 %	24	18	18	22	35	44	45	47	46	38	40	36	59
95 %	27	22	21	31	40	45	52	58	52	42	48	39	65

Valori massimi per tempo di ritorno (Gumbel)

mm	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	anno
2 anni	11	10	12	12	21	26	25	29	25	19	16	16	39
3 anni	14	13	14	15	24	31	31	35	31	24	23	22	46
4 anni	17	15	15	17	27	34	35	39	35	27	27	25	51
5 anni	18	16	16	19	28	37	38	42	38	30	31	28	54
10 anni	24	20	18	23	34	44	47	51	47	37	40	36	64
20 anni	29	24	20	28	39	50	55	59	55	43	49	44	74
30 anni	32	26	22	30	42	54	60	64	60	47	54	49	79
50 anni	35	29	23	34	45	59	66	70	66	52	60	54	86



- Pioggia massima 3h

Valori massimi per tempo di ritorno (Gumbel)

mm	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	anno
2 anni	25	24	29	26	37	38	39	46	47	37	39	34	75
3 anni	35	32	34	34	45	46	47	56	59	47	55	46	88
4 anni	42	37	37	39	50	50	52	63	67	53	65	54	97
5 anni	46	41	40	43	54	54	56	68	72	58	72	59	103
10 anni	60	52	47	55	65	64	68	83	88	71	95	75	122
20 anni	74	62	53	66	75	75	79	97	104	84	116	91	140
30 anni	81	69	57	73	82	80	86	105	113	91	128	100	150
50 anni	91	76	62	81	89	88	94	115	125	101	143	112	163

- Pioggia massima 6h

Valori massimi per tempo di ritorno (Gumbel)

mm	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	anno
2 anni	43	39	48	38	47	42	45	55	62	55	61	55	105
3 anni	59	51	56	53	57	50	56	67	77	68	84	75	123
4 anni	69	59	61	62	64	56	63	75	86	76	99	87	135
5 anni	77	65	65	68	68	60	68	80	92	82	110	96	144
10 anni	100	82	77	88	82	72	83	96	112	99	142	123	171
20 anni	122	98	88	107	96	84	97	112	131	116	173	149	196
30 anni	134	107	95	118	103	91	106	121	142	126	190	164	210
50 anni	150	119	103	132	113	99	116	133	156	138	212	182	229

- Pioggia massima 12h

Valori massimi per tempo di ritorno (Gumbel)

mm	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	anno
2 anni	62	59	74	52	64	55	50	66	82	80	86	83	146
3 anni	87	82	89	72	75	70	63	80	107	100	114	111	171
4 anni	103	96	98	84	82	79	71	90	122	112	132	130	187
5 anni	114	107	104	94	87	86	77	96	134	121	146	144	199
10 anni	149	138	124	121	103	107	95	116	168	148	186	184	234
20 anni	182	169	143	148	118	126	113	135	200	174	224	223	268
30 anni	201	186	154	163	127	138	123	146	219	189	246	245	287
50 anni	225	208	188	182	138	152	135	160	242	207	273	273	311

- Pioggia massima 24h

Valori massimi per tempo di ritorno (Gumbel)

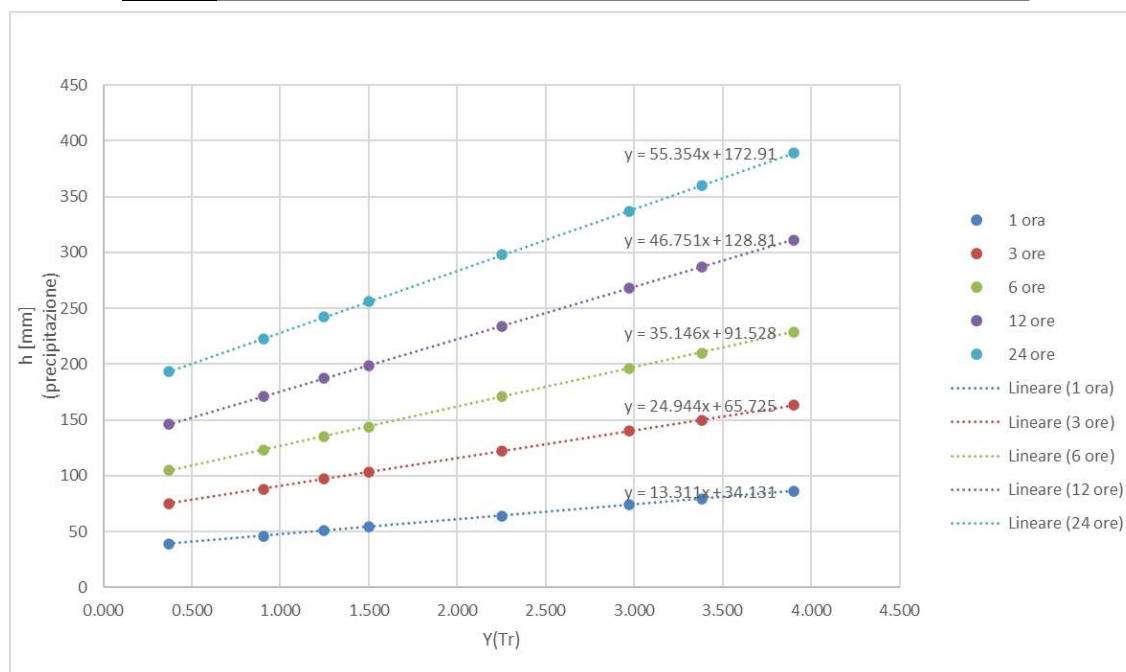
mm	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	anno
2 anni	94	81	97	73	82	70	60	88	98	112	117	112	193
3 anni	132	112	118	101	95	88	76	108	125	141	151	153	223
4 anni	157	132	132	120	104	99	86	120	142	159	172	179	242
5 anni	175	146	142	134	110	108	93	129	155	173	188	198	256
10 anni	229	189	171	174	129	133	116	156	192	214	236	254	298
20 anni	281	231	200	213	147	157	137	182	228	253	281	309	337
30 anni	310	255	217	235	157	171	149	197	249	276	307	340	360
50 anni	347	285	237	263	170	188	164	215	275	304	340	379	389

3.2 DETERMINAZIONE DELLE PIOGGE PER IL TEMPO DI RITORNO DI 100 E 200 ANNI

Vi è la necessità calcolare la precipitazione corrispondente al tempo di ritorno considerato che è superiore ai 50anni dei dati disponibili.

Si determinano quindi, per codesti dati, le rette che interpolano i punti disponibili poiché i parametri della distribuzione possono essere calcolati come pendenza ed intercetta della retta di ascissa $-\ln(-\ln((T_R-1)/T_R))$ ed ordinata h.

	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore	Tr	$(Tr-1)/Tr$	Y(Tr)
	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[anni]		
1	39	75	105	146	193	2	0.501	0.369
2	46	88	123	171	223	3	0.667	0.903
3	51	97	135	187	242	4	0.750	1.246
4	54	103	144	199	256	5	0.800	1.500
5	64	122	171	234	298	10	0.900	2.250
6	74	140	196	268	337	20	0.950	2.970
7	79	150	210	287	360	30	0.967	3.384
8	86	163	229	311	389	50	0.980	3.902



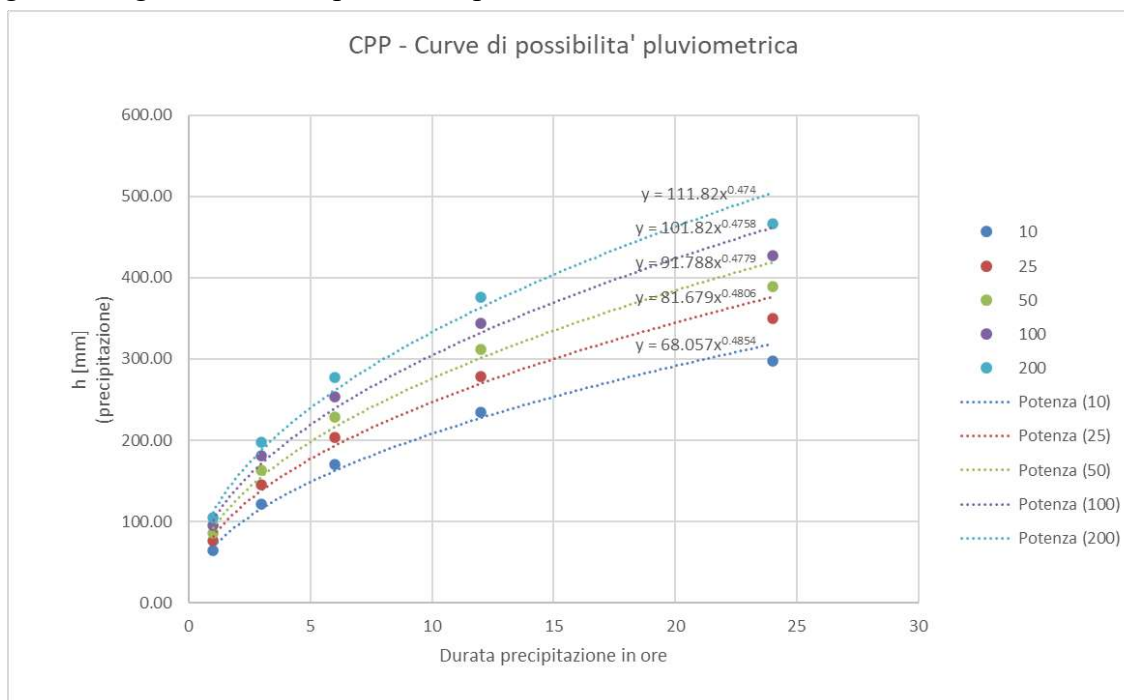
I parametri che individuano l'equazione delle rette sono:

	c. ang.	cost.
1 ora	13.3110	34.131
3 ore	24.9440	65.725
6 ore	35.1460	91.528
12 ore	46.7510	128.810
24 ore	55.3540	172.910

È ora possibile, per ogni durata di pioggia, calcolare la precipitazione corrispondente al tempo di ritorno considerato.

Tr [anni]	(Tr-1)/Tr	Y(Tr)	1	3	6	12	24
			[ore]	[ore]	[ore]	[ore]	[ore]
10	0.900	2.250	64.09	121.86	170.62	234.02	297.48
25	0.960	3.199	76.71	145.51	203.94	278.34	349.96
50	0.980	3.902	86.07	163.05	228.67	311.23	388.90
100	0.990	4.600	95.36	180.47	253.20	343.87	427.55
200	0.995	5.296	104.62	197.82	277.65	376.39	466.05

Si ottengono le seguenti curve di possibilità pluviometrica:



I parametri che individuano l'equazione delle CPP sono:

Tr [anni]	A	n
	mm/h ⁿ	
10	68.057	0.4854
25	81.679	0.4806
50	91.788	0.4779
100	101.82	0.4758
200	111.82	0.474

3.3 PIOGGE SUB-ORARIE.

I recapiti della piattaforma stradale vengono dimensionati sulla scorta delle piogge brevi di durata inferiore all'ora, nello specifico si considerano 5 minuti.

Bell (1959) ha dimostrato che i rapporti rd tra le altezze di durata molto breve d e l'altezza oraria h sono, relativamente, poco dipendenti dalla località. A partire dalla pioggia oraria si ricavano le corrispondenti altezze di pioggia di durata pari alla frazione di ora mediante il coefficiente correttivo rd.

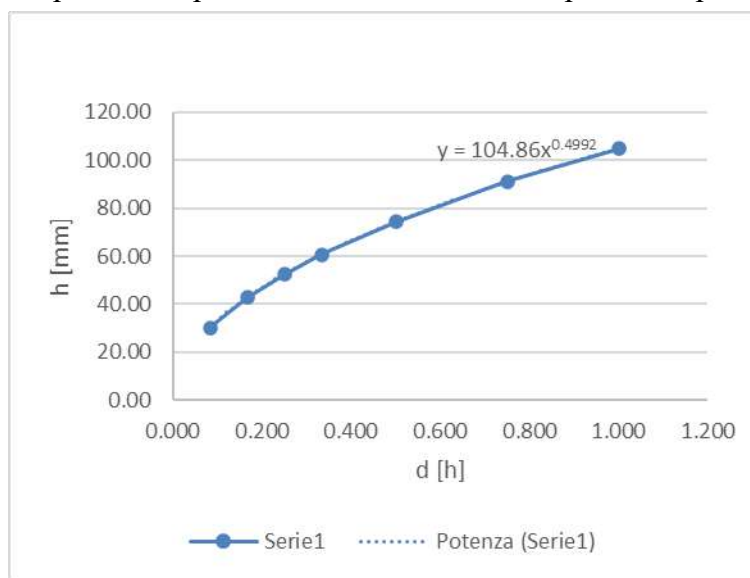
Si considerano i rapporti definiti da Jennings 1950 e Hershfield e Engman 1981 riportati nella tabella seguente.

δ [min]	5	10	15	20	30	45
rδ=hδ/h1ora	0.29	0.41	0.5	0.58	0.71	0.87

Si definiscono le altezze con riferimento l’altezza di pioggia oraria con tempo di ritorno $T_R=200$ anni che vale: $h_{1ora,200anni}=104.62\text{mm}$.

d [min]	5	10	15	20	30	45	60	min
d [h]	0.083	0.167	0.250	0.333	0.500	0.750	1.000	h
$r_{\delta}=h_{\delta}/h_{1ora}$	0.290	0.410	0.500	0.580	0.710	0.870	-	
h [mm]	30.34	42.90	52.31	60.68	74.28	91.02	104.62	mm
h [m]	0.030	0.043	0.052	0.061	0.074	0.091	0.10	m

Si riporta la curva CPP di possibilità pluviometrica e si ricavano i parametri per descriverla:



I parametri che individuano l’equazione delle CPP sono:

CPP < 1h - TR=200anni				
A=	104.86	mm/h ⁻ⁿ	0.10486	m/h ⁻ⁿ
n=	0.4992		0.4992	

3.3.1 Portata massima afferente alla singola caditoia e verifica idraulica.

3.3.1.1 Stima del tempo di corrivazione e dell’intensità della pioggia critica.

La stima del tempo di corrivazione, corrispondente al tempo di rete per piccoli bacini, la si conduce utilizzando quella suggerita dal Civil Engineering Department dell’Università del Maryland nel 1971.

$$t_c = [26.3 (L/K_s)^{0.6} / (3600^{(1-n)} * 0.4 * a^{0.4} * i^{0.3})]^{1/(0.6+0.4*n)}$$

Dove:

t_c è il tempo di corrivazione in [s]

L è la lunghezza della superficie scolante [m]

K_s è il coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler [$m^{1/3}/s$]

a [$m * h^{-n}$]

n [adimensionale]

i è la pendenza media della superficie scolante (adimensionale) [m/m]

Risulta, considerando il passo delle caditoie $d_c=7.0\text{m}$ e che esse recepiscono la portata di mezza carreggiata $I=12.42/2=6.21\text{m}$:

$d_c=$	7	m
$I=$	6.21	m
$i_{\text{long}}=$	7.3E-05	m/m
$i_{\text{trav}}=$	0.025	m/m
$k_s=$	60	$\text{m}^{1/3}\text{s}^{-1}$
$a=$	0.10486	m/h^{-n}
$n=$	0.4992	
$\tau_c=$	172.85	s
$\tau_c=$	2.88	min

Si determina l'intensità della pioggia critica per il tempo di ritorno $T_R=200$ anni considerando il tempo di corruzione $T_c=3\text{min}$.

	$T_R=$	200	anni			
	$T_c=$	3	minuti			
	$a=$	104.86	mm/h^{-n}			
	$n=$	0.4992				
	$h= a*t^n$	23.50	[mm]	altezza di pioggia critica		
	$ic= a*t^{n-1}$	470.07	[mm/h]	Intensità pioggia critica		

3.3.1.2 Portata afferente ad ogni caditoia.

Le caditoie sono ad interasse massimo di 7.0m; la larghezza utile della piattaforma stradale è di 12.42m compresi i cordoli di margine; la larghezza di mezza carreggiata è 6.21m

Le portate sono calcolate con la seguente formula derivata dal metodo razionale:

$$Q_p=(f_c*b_c+f_s*b_s+f_e*b_e)/3600*L*i_c$$

Dove:

$f_c=0.9$	Coefficiente di deflusso piattaforma stradale
$f_s=0.5$	Coefficiente di deflusso scarpate
$f_e=0.4$	Coefficiente di deflusso aree esterne
$b_c=6.21$	Larghezza afferente al recettore
$b_s=0.0$	larghezza scarpata stradale
$b_e=0.0$	larghezza fascia esterna
$L=7.0\text{m}$	Lunghezza tratto considerato (interasse tre le caditoie)

Risulta:

$$Q=5.11\text{l/s}$$

3.3.1.3 Verifica della portata della cunetta.

L'acqua viene recapitata alle caditoie per mezzo di una canaletta ricavata nello spessore dell'asfalto che ha larghezza 12.5cm e profondità 5cm. Oltre il cordolo ha un fronte di 0.07cm.

Si riporta lo schema di calcolo della portata:

$b_2 = \frac{h_2}{i_T}$
 $P_1 = h_2 + b_2 + 2 \cdot h_2$
 $P_2 = \frac{b_2}{\cos[\arctan(i_T)]}$
 $A_1 = b_2 (h_1 + h_2)$
 $A_2 = \frac{b_2 \cdot h_2}{2}$
 $R_1 = \frac{A_1}{P_1}$ (resistenza idraulica)
 $R_2 = \frac{A_2}{P_2}$
 $\chi_1 = K_s R_1^{1/6}$
 $\chi_2 = K_s R_2^{1/6}$
 $Q_1 = A_1 \chi_1 \sqrt{R_1 \cdot i_L}$
 $Q_2 = A_2 \chi_2 \sqrt{R_2 \cdot i_L}$
 $Q_{TOT} = Q_1 + Q_2$

dati: $b_1, h_1, h_2, i_T, i_L, K_s$
 Coeff. di Gouletor Strickler $K_s = 60 \frac{m^{1/3}}{s}$ (resistenza)
 ↳ pendenza longitudinale
 ↳ pendenza trasversale

Si ha:

$b_1 =$	0.125 m
$h_1 =$	0.05 m
$h_2 =$	0.065 m
$i_T =$	0.025 m/m
$i_L =$	7.3E-05 m/m
$K_s =$	60 $m^{1/3} s^{-1}$

$b_2 =$	2.6 m
$L =$	2.601 m
$P_1 =$	0.29 m
$P_2 =$	2.601 m
$A_1 =$	0.01438 m^2
$A_2 =$	0.0845 m^2

$R_1 =$	0.04957 m
$R_2 =$	0.03249 m
$\chi_1 =$	36.365
$\chi_2 =$	33.893
$Q_1 =$	0.00099 m^3/s
$Q_2 =$	0.00441 m^3/s
$Q_{TOT} =$	0.00540 m^3/s
$Q_{TOT} =$	5.405 l/s

La portata è:

$Q = 5.40 l/s > 5.11 l/s$

La canaletta è congrua.

3.3.2 Capacità della bocca di efflusso.

Si valuta la capacità della bocca di efflusso secondo le disposizioni della UNI EN 12056-3 di seguito richiamate.

prospetto 7

Capacità delle bocche di efflusso	
	Bocche di efflusso circolari
Capacità dello stramazzo	$Q_0 = \frac{k_0 D h^{1.5}}{7500}$ valido se $h < \frac{D}{2}$ o minore
Capacità della bocca di efflusso	$Q_0 = \frac{k_0 D^2 h^{0.5}}{15000}$ valido se $h > \frac{D}{2}$

Note:

- Q_0 Capacità della bocca di efflusso (calcolata a partire dalla superficie di drenaggio della bocca come da 4), in litri al secondo;
 D Diametro efficace della bocca di efflusso (vedere figura 9), in millimetri;
 h Carico alla bocca di efflusso (vedere nota 3), in millimetri;
 k_0 Coefficiente di scarico (adimensionale), pari a:
 1.0 per le bocche di efflusso a scarico libero;
 0.5 per le bocche di efflusso provviste di filtri o griglie;
 l_{ty} Lunghezza dello stramazzo di scarico, in millimetri;
 A_0 Superficie piana della bocca di efflusso, in millimetri quadrati.
- Per poter applicare la formula della portata dello stramazzo, deve essere presente uno spazio tra il bordo della bocca di efflusso e il lato del canale di gronda uguale almeno al 5% del diametro della bocca di efflusso.
- Il carico alla bocca di efflusso h di un canale di gronda trapezoidale, rettangolare o triangolare corrisponde all'altezza massima di progetto dell'acqua H , moltiplicata per il coefficiente di carico bocca di efflusso ξ_1 ricavato dalla figura 10, in funzione di S/T (vedere figura 4), ovvero: $h = \xi_1 H$.

5.4.1 Il drenaggio delle coperture piatte deve tenere conto della resistenza e della costruzione della copertura.

5.4.2 Ogni bocca di efflusso, compluvio o altro dispositivo di scarico deve essere progettato in modo da evitare che il suo carico di funzionamento non causi un accumulo che superi la resistenza di progetto della copertura oppure si verifichi un'infiltrazione attraverso il rivestimento della copertura, per esempio dalle giunzioni.

figura 9 **Diametri efficaci delle bocche di efflusso**

Legenda:

- Bocca di efflusso conica
 $D_e \geq 1.5 \cdot d_e$, $L_T \geq D_0$ Diametro efficace $D = D_0$
- Bocca di efflusso con spigoli arrotondati
 $D_e \geq 1.5 \cdot d_e$, $R \geq D_0/6$ Diametro efficace $D = 0.9 \cdot D_0$
- Bocca di efflusso con spigoli vivi
Diametro efficace $D = D_0 = d_e$

Si considera la bocca di efflusso con spigoli vivi.

Si ha:

D=	160	mm	Diametro effice bocca di efflusso		
k ₀ =	0.5		1 per scarico libero, 0.5 in presenza di filtri o griglie		
S=	125	mm	Larghezza superiore canaletta		
T=	125	mm	Larghezza inferiore canaletta		
W=	115	mm	Altezza acqua		
Fh=	0.470		Coefficiente di carico alla bocca (vedi grafico in basso a dx)		
h=	54.0615	mm	Carico alla bocca di efflusso		
Q ₀ =	6.27	l/s			

La portata è:

$$Q=6.27\text{l/s}>5.11\text{l/s}$$

La bocca di efflusso è congrua.

3.3.3 Portata massima afferente al collettore e verifica idraulica.

Il collettore sulle campate sud raccogli l'acqua di metà lunghezza del ponte (oltre che metà carreggiata) poiché i collettori recapitano l'acqua dal centro dell'opera a 4 recettori sulle spalle.

La lunghezza dell'opera è di 342.5m pertanto su metà lunghezza vi sono 25 caditoie poste a 7.0m

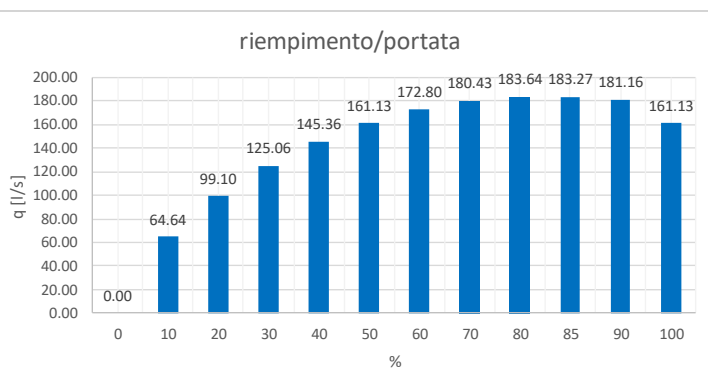
La portata che affluisce al recettore è:

$$Q=5.11*25=127.75\text{l/s} (=0.127\text{m}^3/\text{s})$$

Si considera un collettore D=400mm con pendenza longitudinale pari alla pendenza media longitudinale dell'impalcato i=1.0%. Si è considerato un coefficiente di scabrezza di Gaukler-Strikler pari a 95m^{1/3}/s. Il coefficiente di Mannig è n=1/k=1/95=0.0105s/m^{1/3}.

La capacità di smaltimento della sezione idraulica circolare per le varie altezze di riempimento è valutata nel seguito per diverse altezze di riempimento.

Riempimento	h	A	R (per.bagn)	Ridr	Q
%	[mm]	[cm ²]	[mm]	[mm]	[l/s]
0	0	0	0.00	0.00	0.00
10	40	65.40	25.74	25.41	64.64
20	80	178.92	37.09	48.24	99.10
30	120	317.07	46.37	68.38	125.06
40	160	469.39	54.78	85.69	145.36
50	200	628.32	62.83	100.00	161.13
60	240	787.25	70.89	111.06	172.80
70	280	939.57	79.29	118.49	180.43
80	320	1077.72	88.57	121.68	183.64
85	340	1138.44	93.85	121.31	183.27
90	360	1191.24	99.92	119.21	181.16
100	400	1256.64	125.66	100.00	161.13



Il collettore trasporta la portata Q=172.80l/s per un riempimento del tubo inferiore al 60%.

$$Q=172.80\text{l/s}>127.75\text{l/s}$$

La bocca di efflusso è congrua.