AUTORITÀ PORTUALE DI SAVONA

PORTO DI VADO LIGURE

PROJECT FINANCING PER:

PROGETTAZIONE DEFINITIVA ED ESECUTIVA, ESECUZIONE DEI LAVORI DELLA NUOVA PIASTRA MULTIFUNZIONALE DEL PORTO DI VADO LIGURE E GESTIONE DELLA PARTE RELATIVA AL TERMINAL CONTENITORI

SOCIETA' DI PROGETTO: APM TERMINALS VADO LIGURE S.p.A.

MAERSK

CLF GRANDI LAVORI FINCOSIT

PROGETTAZIONE:

TECHNITAL S.p.A.

IL RESPONSABILE:

Dott. Ing. Guido Fiorini

PROGETTO ESECUTIVO - FASE 2
E CONTESTUALE PERIZIA DI VARIANTE DELLA FASE 1

ELABORATO N° :

TITOLO ELABORATO

RELAZIONE IDROLOGICA

MI010P-PE-G-Z-R-4145-C0

DATA			
Settembre 2014	ELABORATO	CONTROLLATO	APPROVATO
SIGLA	A. Follesa	F. Mattarolo	G. Fiorini
REVISIONE 1			
REVISIONE 2			
REVISIONE 3			

NOME FILE

MI010P-PE-G-Z-R-4145-C0.doc
Relazione Idrologica.doc

A TERMINE DI LEGGE CI RISERVIAMO LA PROPRIETA' DI QUESTO ELABORATO CON DIVIETO DI RIPRODURLO RENDENDOLO NOTO A TERZI ANCHE PARZIALMENTE SENZA NOSTRA AUTORIZZAZIONE

AUTORITÀ PORTUALE DI SAVONA

PORTO DI VADO LIGURE

PROJECT FINANCING PER:

PROGETTAZIONE DEFINITIVA ED ESECUTIVA, ESECUZIONE DEI LAVORI DELLA NUOVA PIASTRA MULTIFUNZIONALE DEL PORTO DI VADO LIGURE E GESTIONE DELLA PARTE RELATIVA AL TERMINAL CONTENITORI

PROGETTO ESECUTIVO - FASE 2 E CONTESTUALE PERIZIA DI VARIANTE DELLA FASE 1

RELAZIONE IDROLOGICA

INDICE

1. PREMESSA 5
2. LE ELABORAZIONI IDROLOGICHE 7
   2.1. Dati di precipitazione considerati 7
   2.2. Analisi statistica dei dati di pioggia 10
      2.2.1. Metodo di Gumbel 11
      2.2.2. Curve di possibilità pluviometrica 14
   2.3. Curve utilizzate 16
3. PORTATE AFFLUENTI ALLA RETE 17
   3.1. Criteri progettuali 17
   3.2. Valutazione delle portate 18
4. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE 21

ELENCO FIGURE

Fig. 1.1 - Destinazioni della superficie della nuova piastra multifunzionale 5
Fig. 2.1 - Curve di possibilità pluviometrica per gli scrosci- Stazione pluviografica di Savona 14
Fig. 2.2 - Curve di possibilità pluviometrica delle piogge orarie - Stazione pluviografica di Savona 15

ELENCO TABELLE

Tab. 2.1 - Dati di precipitazione (in mm) registrati nella stazione pluviografica di Savona-Servizio idrografico 8
Tab. 2.2 - Piogge orarie - Altezza e intensità di precipitazione riportate in ordine decrescente 9
Tab. 2.3 - Scrosci - Altezza e intensità di precipitazione riportate in ordine decrescente 10
Tab. 2.4 - Coefficienti delle equazioni di possibilità pluviometrica per gli scrosci 15
Tab. 2.5 - Coefficienti delle equazioni di possibilità pluviometrica per le piogge orarie 16
Tab. 3.1 - caratteristica dell'evento decennale per diverse durate della precipitazione 18
Tab. 3.2 - Portata affluente alla rete 19
Tab. 3.3 - Portate affluenti a ciascuna vasca 20

1. PREMESSA

La nuova piastra multifunzionale del porto di Vado Ligure è adibita principalmente allo scarico e al deposito di container. Essa si estende su una superficie di circa 21,5 ha.

L'intera area banchina presenta destinazioni diverse (Fig. 1.1.):

- Nuovo Terminal Containers, con realizzazione di una banchina con relativi piazzali operativi per una superficie di circa 200.000 m^2;
- Nuovo Terminal Rinfuse, con realizzazione delle opere di banchina;
- Nuovo Terminal Prodotti Petroliferi, con realizzazione delle opere di banchina;
- Nuovo accosto provvisorio Petroli.

Fra l'area banchina e la viabilità esistente è prevista un'area (gate) -di collegamento

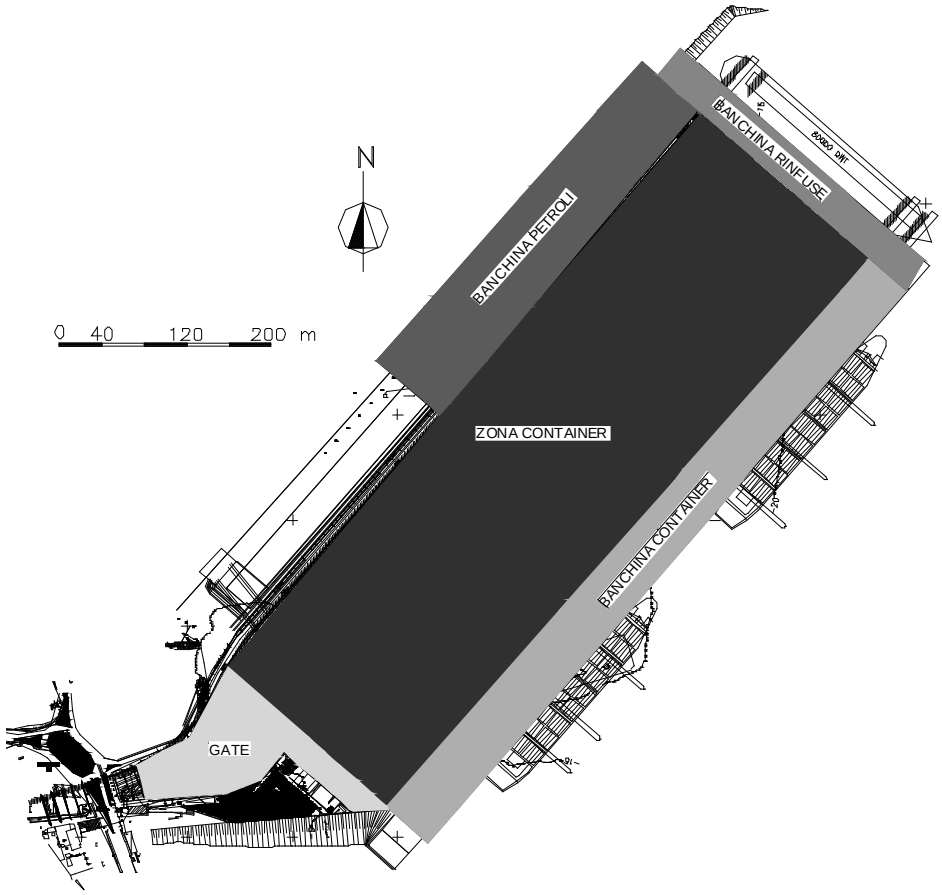


FIG. 1.1 - DESTINAZIONI DELLA SUPERFICIE DELLA NUOVA PIASTRA MULTIFUNZIONALE

E' opportuno rilevare che a seguito delle osservazioni del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici miranti ad ottenere una maggiore durabilità della struttura è stata parzialmente modificata la soluzione strutturale della piastra, soluzione che ha portato a prevedere una tessitura di travi in un'unica direzione per la parte a mare dell'opera ed un avanzamento della parte a terra. Per questo motivo anche la rete di raccolta e convogliamento delle acque di pioggia è stata adeguata alla nuova configurazione strutturale.

Il presente elaborato illustra i dati di precipitazione considerati per le elaborazioni e presenta i risultati ottenuti, utilizzati per il dimensionamento e la verifica delle reti idrauliche previste per il collettamento, il trattamento e lo smaltimento delle acque meteoriche di deflusso superficiale in accordo con i requisiti di qualità richiesti dalla normativa vigente.

Il dimensionamento della rete portuale delle acque bianche e degli impianti di trattamento è effettuato con riferimento alle curve di possibilità pluviometrica caratteristiche dell'area. A tal fine sono state prese in considerazione le serie storiche delle precipitazioni con particolare riferimento agli eventi con durata inferiore all'ora (scrosci). Le aree sottese dai collettori principali, infatti, hanno un' estensione molto ridotta in larghezza e una superficie limitata, fattori che determinano durate molto ridotte per gli eventi critici.

La rete è dimensionata e verificata sulla base di eventi con Tr=10 anni. La scelta progettuale è cautelativa rispetto a quanto previsto dalla normativa di riferimento D.P.C.M. 4 marzo 1996 che detta *Disposizioni in materia di risorse idriche,* e che prescrive in tema di periodo di ritorno degli eventi di progetto per le fognature la seguente norma:

> *Ai fini del drenaggio delle acque meteoriche le reti di fognatura bianca o mista debbono essere dimensionate e gestite in modo da garantire che fenomeni di rigurgito non interessino il piano stradale o le immissioni di scarichi neri con frequenza superiore ad una volta ogni 5 anni per ogni singola rete.*

La determinazione delle curve di possibilità pluviometrica, svolta mediante il metodo di Gumbel, è stata comunque estesa a tempi di ritorno da 2 a 500 anni per completezza di trattazione e per consentire di valutare i risultati dell'analisi con riferimento a probabilità di accadimento diverse.

2. LE ELABORAZIONI IDROLOGICHE

2.1. Dati di precipitazione considerati

Per poter dimensionare la rete sulla base dell'evento di progetto fissato (Tr=10 anni) si è fatto riferimento al regime pluviometrico dell'area: sono stati utilizzati gli annali idrologici pubblicati dal *Ministero dei lavori pubblici-Servizio idrografic*o del compartimento di Genova: *Bacini con foce al litorale tirrenico dal Roia al Magra dall'anno 1960 all'anno 1998*.

I dati presi in considerazione sono quelli relativi alla stazione pluviografica di Savona, posta ad una quota di +5 m s.m.m. Le precipitazioni di interesse sono raccolte negli annali nelle tabelle *3: Precipitazioni di massima intensità registrate ai pluviografi* e *5: Precipitazioni di notevole intensità e breve durata registrate ai pluviografi* ..

Si osserva che per le precipitazioni di breve durata (scrosci), le serie storiche sono discontinue e presentano meno rilevazioni rispetto alle durate orarie.

In Tab. 2.1 sono riportati i dati degli annali idrologici dal 1951 al 1998, che ricoprono quindi un arco temporale di 57 anni, relativi sia alle piogge orarie che agli scrosci.

In Tab. 2.2 sono riportati in ordine decrescente i valori per le piogge orarie di diversa durata.

In Tab 2.3 sono riportati in ordine decrescente i valori della precipitazione osservati per le serie più significative degli scrosci.

ANNO	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore	10 min	15 min	20 min	25 min	30 min
1951	36.4	55.4	71	100.6	11.6		17.8	34.2		
1952	24	46	72	94.6	117.4	13.4				
1953	32.2	45.4	46.2	61.6	92.4	16.2				
1954	40.2	62.4	79	85.4	98.6			18.2		
1955	28.4	30	43.6	57.6	89.6	11				28
1956	22.4	38.4	53.4	73	103.2					
1957	45.8	62.8	114.6	159.4	182.6			18.4		37
1958	96.6	101.6	101.6	101.6	116.2		30			
1959	38.4	67.6	89.2	128.2						
1960	17.2	25.4	42.4	58	168.4	16.4		14		
1961	76	144.8	221	265.2	265.2	10.8		35	32	
1962										
1963	90	93.4	98	98.2	98.2		20.6	48		
1964	17	24.4	34.8	59.6	83	14.2				
1965	37.8	49.4	53	70.6	124.4					
1966	44.2	57	70.4	72.8	88.2			23		14
1967	39	60	70.4	87.4	96.8	19.2		21		
1968	71.6	75	78	117	118			54		
1969	17.2	25.4	42.4	58	73.6			14		
1970	16	41	60	99	116.2					
1971	49.8	84	87.6	90.6	161.4	11.4		31		
1972	47	53.2	56	64.8	94.4					40
1973	50.8	62	110	131.8	132	19.2	22			
1974	14	23	30.8	50	65.2			11		
1989	22	26	42	53.4	73.2	10	11.4	19		
1990										
1991										
1992	50	110	113	115.8	145	21		38		
1993	38	53.6	57.4	57.4	102.8	14		20		28
1994	60	67	82.8	89.4	108.6	16		24.2		33
1995	45.6	83.6	116	121.2	121.2	16				
1996	25	39.6	58	86.8	98.4			13.2		14.4
1997	29.4	34.2	46.4	59.2	78.6	9.8				17.4
1998	47.2	66.6	1000	128.6	135	16		18.2		23
Durata	**1 ora**	**3 ore**	**6 ore**	**12 ore**	**24 ore**	**10 min**	**15 min**	**20 min**	**25 min**	**30 min**
N° osservazioni	31	31	31	31	30	16	5	18	1	9
Media (mm)	40.94	58.33	104.55	93.45	111.98	14.66	20.36	25.24	32	26.09
Scarto Quadr. Medio (mm)	20.92	28.05	170.21	42.44	44.09	3.45	6.75	12.26		9.59

TAB. 2.1 - DATI DI PRECIPITAZIONE (IN MM) REGISTRATI NELLA STAZIONE PLUVIOGRAFICA DI SAVONA-SERVIZIO IDROGRAFICO

Evento Osservato	1 ora		3 ore		6 ore		12 ore		24 ore	
	h (mm)	i (mm/h)	h (mm)	i (mm/h)	h (mm)	i (mm/h)	h (mm)	i (mm/h)	h (mm)	i (mm/h)
1	96.6	96.6	144.8	48.3	1000.0	166.7	265.2	22.1	265.2	11.1
2	90.0	90.0	110.0	36.7	221.0	36.8	159.4	13.3	182.6	7.6
3	76.0	76.0	101.6	33.9	116.0	19.3	131.8	11.0	168.4	7.0
4	71.6	71.6	93.4	31.1	114.6	19.1	128.6	10.7	161.4	6.7
5	60.0	60.0	84.0	28.0	113.0	18.8	128.2	10.7	145.0	6.0
6	50.8	50.8	83.6	27.9	110.0	18.3	121.2	10.1	135.0	5.6
7	50.0	50.0	75.0	25.0	101.6	16.9	117.0	9.8	132.0	5.5
8	49.8	49.8	67.6	22.5	98.0	16.3	115.8	9.7	124.4	5.2
9	47.2	47.2	67.0	22.3	89.2	14.9	101.6	8.5	121.2	5.1
10	47.0	47.0	66.6	22.2	87.6	14.6	100.6	8.4	118.0	4.9
11	45.8	45.8	62.8	20.9	82.8	13.8	99.0	8.3	117.4	4.9
12	45.6	45.6	62.4	20.8	79.0	13.2	98.2	8.2	116.2	4.8
13	44.2	44.2	62.0	20.7	78.0	13.0	94.6	7.9	116.2	4.8
14	40.2	40.2	60.0	20.0	72.0	12.0	90.6	7.6	108.6	4.5
15	39.0	39.0	57.0	19.0	71.0	11.8	89.4	7.5	103.2	4.3
16	38.4	38.4	55.4	18.5	70.4	11.7	87.4	7.3	102.8	4.3
17	38.0	38.0	53.6	17.9	70.4	11.7	86.8	7.2	98.6	4.1
18	37.8	37.8	53.2	17.7	60.0	10.0	85.4	7.1	98.4	4.1
19	36.4	36.4	49.4	16.5	58.0	9.7	73.0	6.1	98.2	4.1
20	32.2	32.2	46.0	15.3	57.4	9.6	72.8	6.1	96.8	4.0
21	29.4	29.4	45.4	15.1	56.0	9.3	70.6	5.9	94.4	3.9
22	28.4	28.4	41.0	13.7	53.4	8.9	64.8	5.4	92.4	3.9
23	25.0	25.0	39.6	13.2	53.0	8.8	61.6	5.1	89.6	3.7
24	24.0	24.0	38.4	12.8	46.4	7.7	59.6	5.0	88.2	3.7
25	22.4	22.4	34.2	11.4	46.2	7.7	59.2	4.9	83.0	3.5
26	22.0	22.0	30.0	10.0	43.6	7.3	58.0	4.8	78.6	3.3
27	17.2	17.2	26.0	8.7	42.4	7.1	58.0	4.8	73.6	3.1
28	17.2	17.2	25.4	8.5	42.4	7.1	57.6	4.8	73.2	3.1
29	17.0	17.0	25.4	8.5	42.0	7.0	57.4	4.8	65.2	2.7
30	16.0	16.0	24.4	8.1	34.8	5.8	53.4	4.5	11.6	0.5
31	14.0	14.0	23.0	7.7	30.8	5.1	50.0	4.2		

TAB. 2.2 - PIOGGE ORARIE - ALTEZZA E INTENSITÀ DI PRECIPITAZIONE RIPORTATE IN ORDINE DECRESCENTE

Evento Osservato	10 min		15 min		20 min		25 min		30 min	
	h (mm)	i (mm/h)	h (mm)	i (mm/h)	h (mm)	i (mm/h)	h (mm)	i (mm/h)	h (mm)	i (mm/h)
1	*21.0*	*126.0*	*30.0*	*120.0*	*54.0*	*162.0*	*32.0*	*76.8*	*40.0*	*80.0*
2	*19.2*	*115.2*	*22.0*	*88.0*	*48.0*	*144.0*			*37.0*	*74.0*
3	*19.2*	*115.2*	*20.6*	*82.4*	*38.0*	*114.0*			*33.0*	*66.0*
4	*16.4*	*98.4*	*17.8*	*71.2*	*35.0*	*105.0*			*28.0*	*56.0*
5	*16.2*	*97.2*	*11.4*	*45.6*	*34.2*	*102.6*			*28.0*	*56.0*
6	*16.0*	*96.0*			*31.0*	*93.0*			*23.0*	*46.0*
7	*16.0*	*96.0*			*24.2*	*72.6*			*17.4*	*34.8*
8	*16.0*	*96.0*			*23.0*	*69.0*			*14.4*	*28.8*
9	*14.2*	*85.2*			*21.0*	*63.0*			*14.0*	*28.0*
10	*14.0*	*84.0*			*20.0*	*60.0*				
11	*13.4*	*80.4*			*19.0*	*57.0*				
12	*11.4*	*68.4*			*18.4*	*55.2*				
13	*11.0*	*66.0*			*18.2*	*54.6*				
14	*10.8*	*64.8*			*18.2*	*54.6*				
15	*10.0*	*60.0*			*14.0*	*42.0*				
16	*9.8*	*58.8*			*14.0*	*42.0*				
17					*13.2*	*39.6*				
18					*11.0*	*33.0*				

TAB. 2.3 - SCROSCI - ALTEZZA E INTENSITÀ DI PRECIPITAZIONE RIPORTATE IN ORDINE DECRESCENTE

2.2. Analisi statistica dei dati di pioggia

Per il dimensionamento della rete si è fatto riferimento, come detto sopra, ad eventi con tempo di ritorno di 10 anni.

I dati di pioggia sono stati elaborati statisticamente per ricavare le curve di possibilità pluviometrica, che presentano una espressione del tipo:

$$h = at^n \text{ (mm)}$$

dove h è l'altezza di precipitazione (in mm) e t è la durata in ore dell'evento meteorico. Il parametro n è caratteristico del sito considerato mentre il parametro a coincide con

l'altezza di precipitazione oraria e dipende dalla frequenza dell'evento considerato, (cioè dal suo tempo di ritorno Tr).

L' analisi dei dati prevede l'impiego di una funzione di probabilità che rappresenti la distribuzione tipica di eventi estremi per ogni serie temporale. La letteratura scientifica classica utilizza a tale scopo una funzione doppio esponenziale o "di Gumbel".

2.2.1. Metodo di Gumbel

La variabile casuale *h*, massimo annuale dell'altezza di pioggia di durata fissata, viene descritta, nel metodo di Gumbel, dalla funzione di probabilità doppio esponenziale, che ha la seguente forma:

$$F(h) = P(H \le h) = \exp\{-\exp[-\alpha(h-u)]\}.$$

Il metodo di Gumbel riconduce alla funzione di distribuzione a partire da un campione di dati raccolti mediante il metodo dei momenti.

Nella fattispecie, considerando la distribuzione doppio esponenziale di Gumbel, caratterizzata dai due parametri α e u, il metodo dei momenti si esprime attraverso un sistema di due equazioni nei parametri incogniti μ (media) e σ (scarto quadratico medio).

La media μ e lo scarto quadratico medio σ della distribuzione vengono sostituite rispettivamente dalla media campionaria *m* e dallo scarto campionario *s*, in modo da poter esprimere i parametri della distribuzione α e u in funzione dei momenti direttamente ricavabili dal campione di osservazioni disponibili:

$$\alpha = 0.779 \times s$$
$$u = m - 0.5772 \times \alpha .$$

L'obiettivo è quello di giungere a delle espressioni che consentono di individuare l'altezza di precipitazione corrispondente ad una determinata durata dell'evento di

pioggia, parametrizzate in funzione del *periodo di ritorno* T_r. In sostanza, per ogni periodo di ritorno considerato, e quindi per ogni corrispondente frequenza probabile (ricordando che $P(h) = 1 - \frac{1}{T_r}$), si determina una espressione del tipo:

$$h = at^n$$

detta *curva di possibilità pluviometrica.*

Per eventi tra loro indipendenti, come possono considerarsi le altezze di precipitazione massima annuale di data durata, può applicarsi la seguente legge statistica:

$$X(T_r) = \overline{X} + F \times S_X$$

dove:

$X(T_r)$ = valore dell'evento che viene eguagliato o superato mediamente ogni T_r anni;
$\overline{X}$ = valore medio delle osservazioni considerate;
F = fattore di frequenza;
S_X = scarto quadratico medio della variabile in esame:

Il metodo di Gumbel, prevede, come detto, l'utilizzo della distribuzione doppio-esponenziale, secondo cui il fattore di frequenza F ha la seguente espressione.

$$F = \frac{Y(T_r) - \overline{Y}_N}{S_N}$$

dove:

$Y(T_r) = -\ln\left(-\ln\frac{T_r - 1}{T_r}\right)$ *variabile ridotta* (funzione del solo periodo di ritorno);
Y_N = media della variabile ridotta;
S_N = scarto quadratico medio della variabile ridotta;

In definitiva, l'evento estremo di precipitazione, con periodo di ritorno assegnato vale:

$$X(T_r) = \overline{X} - \frac{S_X}{S_N} \times \overline{Y}_N + \frac{S_X}{S_N} \times Y(T_r)$$

dove:

$\overline{X} - \frac{S_X}{S_N} \times \overline{Y}_N$ è la moda (valore con massima frequenza probabile);

$\frac{S_X}{S_N} = \alpha$.

L'espressione sopra riportata può anche scriversi nella forma:

$$X(T_r) = u + \alpha \times Y(T_r)$$

dove α ed u sono i parametri della distribuzione di Gumbel che, come illustrato precedentemente, consente di adattare (mediante metodo dei momenti) la distribuzione di probabilità doppio - esponenziale al campione di osservazioni di cui si dispone.

Come detto, la variabile ridotta è funzione del solo tempo di ritorno *Tr*, secondo le seguenti relazioni:

$$Y(T_r) = -\ln\left(-\ln\frac{T_r - 1}{T_r}\right)$$

$$Y(i) = -\ln\left(-\ln\frac{N + 1 - i}{N + 1}\right)$$

dove:

i = posizione dell'evento i-esimo, ordinate le osservazioni in senso crescente;

N = dimensione del campione;

Riportando su un piano cartesiano *(t;h)*, per ogni periodo di ritorno *Tr* assegnato, i valori di *X(Tr)* corrispondenti alle diverse durate di precipitazione, ed interpolando i punti così ottenuti, si ottengono le diverse curve di possibilità pluviometrica $h = at^n$, con *a* ed *n* così determinati.

2.2.2. Curve di possibilità pluviometrica

Di seguito sono rappresentate graficamente le curve di possibilità pluviometrica ottenute per gli scrosci (**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**) e per le piogge orarie (Fig. 2.2), e riportati i parametri delle relative equazioni (**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** e **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**).

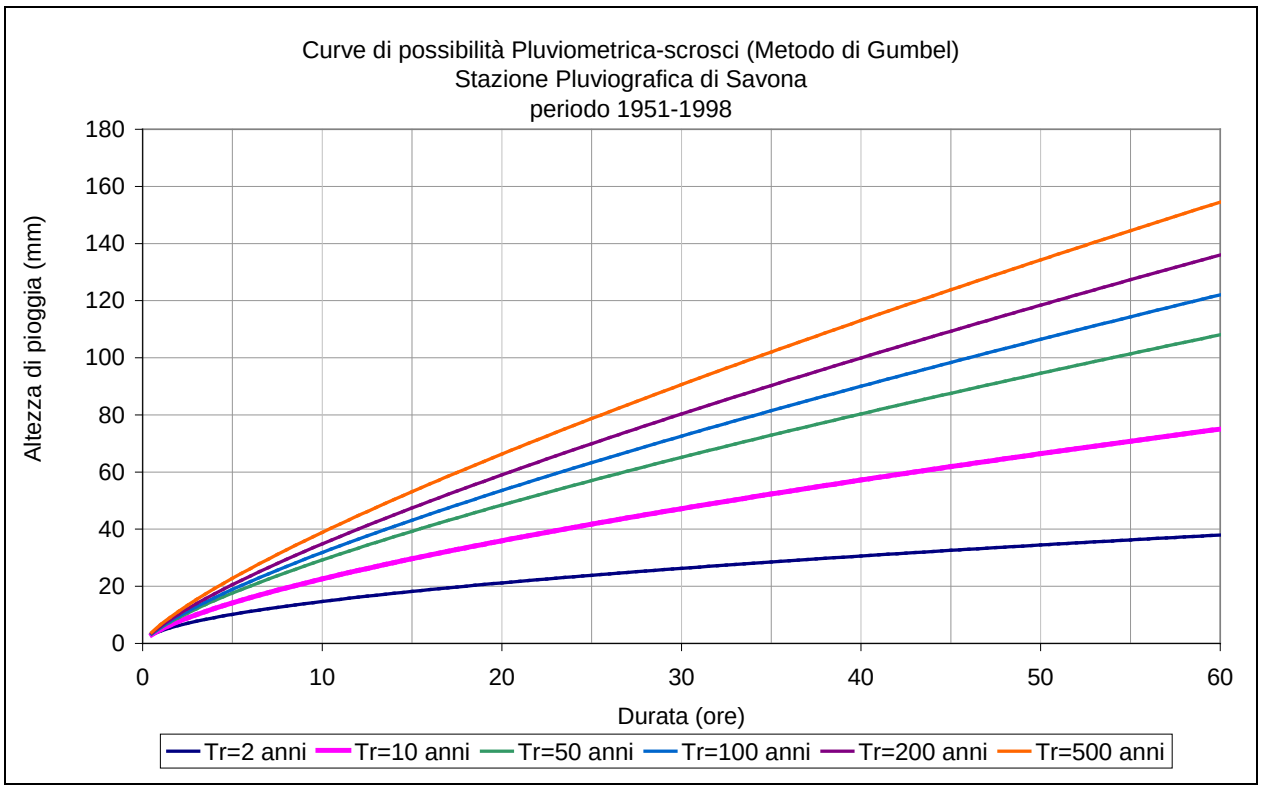


FIG. 2.1 - CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA PER GLI SCROSCI- STAZIONE PLUVIOGRAFICA DI SAVONA

Tr (>1)	n	log(a)	a
2	0.53	3.64	37.95
10	0.67	4.32	75.06
50	0.73	4.68	108.05
100	0.75	4.80	122.06
200	0.76	4.91	136.04
500	0.77	5.04	154.52

TAB. 2.4 - COEFFICIENTI DELLE EQUAZIONI DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA PER GLI SCROSCI

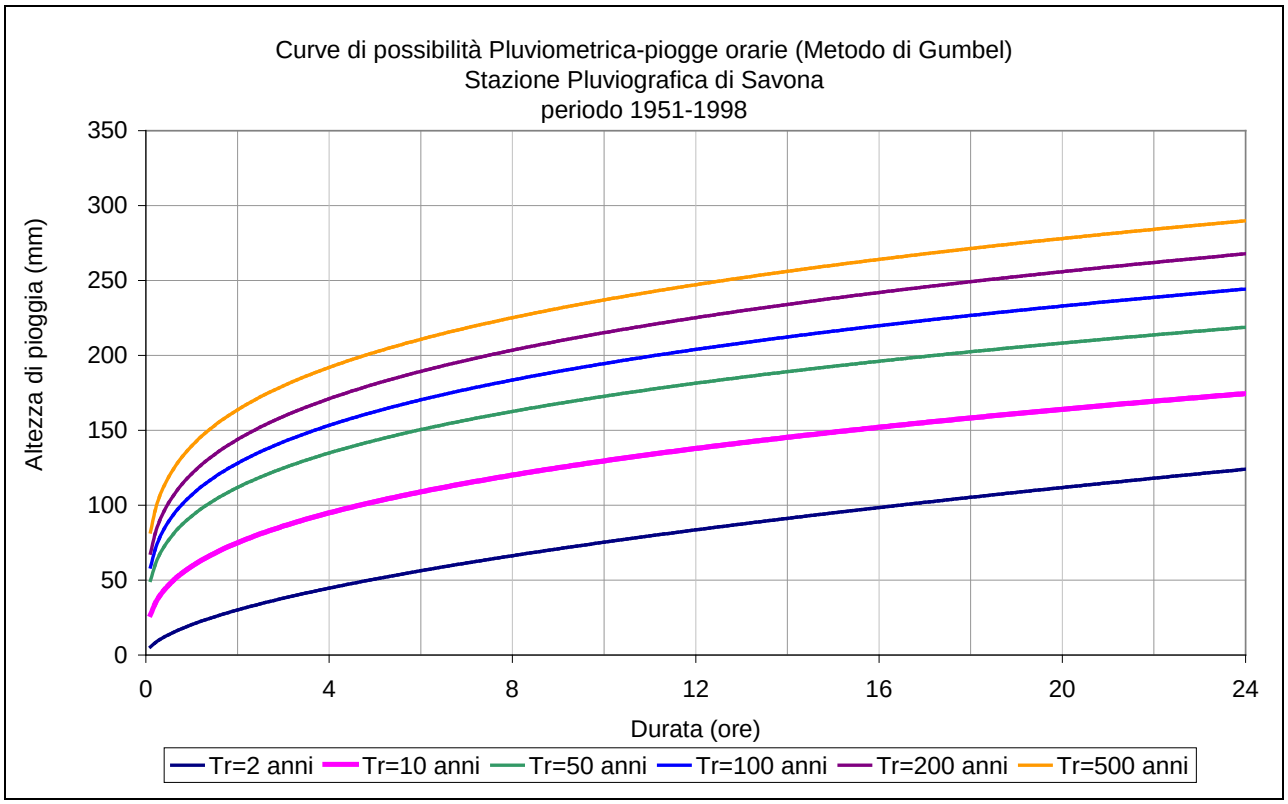


FIG. 2.2 - CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA DELLE PIOGGE ORARIE - STAZIONE PLUVIOGRAFICA DI SAVONA

Tr (>1)	n	log(a)	a
2	0.57	3.01	20.27
10	0.34	4.08	59.24
50	0.27	4.53	92.77
100	0.26	4.67	106.93
200	0.25	4.80	121.02
500	0.23	4.94	139.61

TAB. 2.5 - COEFFICIENTI DELLE EQUAZIONI DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA PER LE PIOGGE ORARIE

2.3. Curve utilizzate

I risultati delle elaborazioni hanno fornito, per un tempo di ritorno di 10 anni le seguenti espressioni per le curve di possibilità pluviometrica:

$$\mathbf{h = 52{,}94\ t^{0{,}34}}\ \text{per } t > 1\text{ora}$$
$$\mathbf{h = 75{,}06\ t^{0{,}67}}\ \text{per } t < 1\text{ ora}$$

Nei calcoli è stata sempre utilizzata l'espressione per precipitazioni di durata inferiore all'ora.

3. PORTATE AFFLUENTI ALLA RETE

3.1. Criteri progettuali

I parametri principali per definire la portata affluente alla rete di colletta mento si possono ridurre alla entità della precipitazione (intensità e durata) e alle caratteristiche della superficie scolante, in secondo ordine è da considerare la configurazione della rete.

E' già stato esposto come si è assunto di riferimento l'evento critico con tempo di ritorno 10 anni e come questo risulti cautelativo nei confronti della normativa vigente.; è anche da considerare che la destinazione d'uso e le caratteristiche della piastra multifunzionale hanno portato, per la maggior parte delle aree, ad una configurazione planimetrica orizzontale delle superfici.

La pavimentazione, in particolare in corrispondenza delle aree di stoccaggio dei containers, è costituita da blocchetti autobloccanti con spuntino sottostante, e questo comporta la possibilità di invasare i volumi iniziali dello scroscio.

Nella valutazione delle portate, e precedentemente del coefficiente udometrico (deflusso al secondo per ettaro di superficie scolante), si è quindi tenuto conto delle caratteristiche della pavimentazione; inoltre si è ammesso l'instaurarsi di ristagni d'acqua di qualche centimetro che si esauriscano in tempi dell'ordine di una decina di minuti.

Come più dettagliatamente illustrato nella Relazione Idraulica (Elaborato PE-G-Z-R-4145-C0) nella definizione della rete si è perseguito l'obiettivo di utilizzare, per quanto possibile, elementi già previsti dal punto di vista strutturale per il convogliamento delle acque di piattaforma e di concentrare, per quanto possibile, gli scarichi in definiti punti di scolo, prevedendo caditoie con opportuno interasse.

Nella definizione della rete si è anche, ovviamente, considerata la successione dei diversi interventi di realizzazione dell'intera struttura in modo da rendere efficiente lo scarico delle acque meteoriche in ogni fase dei lavori.

E' da rilevare che tutte le portate meteoriche subiscono trattamento in vasche certificate prima del loro scarico a mare, che avviene, sempre a gravità.

Per quanto riguarda le modalità di scarico a mare, i punti di scarico sono a valle delle vasche di trattameno, in numero limitato e compatibili nella loro successione realizzativa con le varie fasi costruttive della piastra multifunzionale.

3.2. Valutazione delle portate

Si è assunta di riferimento la curva di possibilità pluviometrica per t< 1 ora con tempo di ritorno di 10 anni:

$$\mathbf{h = 75{,}06\ t^{0{,}67}}\ (\text{mm})$$

Nella Tab. 3.1 sono riportate: l'altezza di precipitazione, la corrispondente intensità oraria, il volume della precipitazione per ettaro e la corrispondente portata, per diverse durate dell'evento ottenuta considerando un coefficiente di deflusso pari a C_d= 1,0

durata evento (min)	altezza (mm)	intensità (mm/ora)	volume (m^3/ha)	portata (l/s ha)
5	14,20	170,43	142,02	473
10	22,60	135,58	225,97	377
15	29,65	118,60	296,50	329
20	35,95	107,86	359,53	300
30	47,18	94,35	471,76	262
45	61,90	82,54	619,01	229
60	75,06	75,06	750,60	209
90	65,66	65,66	984,89	182

TAB. 3.1 - CARATTERISTICA DELL'EVENTO DECENNALE PER DIVERSE DURATE DELLA PRECIPITAZIONE

Considerando che un velo d'acqua medio di 2 cm si instauri sulla superficie (essendo la superficie orizzontale l'acqua deve crearsi un gradiente per defluire), il volume "invasato" durante l'evento per ettaro viene ad essere :

$$V_{inv.} = 0{,}02 \times 10.000 = 200 \text{ m}^3/\text{ha}$$

Nei 200 m^3/ha si considera incluso anche il volume contenuto nella pavimentazione e nello spuntino.

La portata affluente alla rete diventa quindi per gli eventi con diversa durata (Tab. 3.2).

Durata evento (min)	Vol precipit. (m^3/ha)	Vol invasato (m^3/ha)	Vol. defluito (m^3/ha)	Portata alla rete (l/s ha)
5	142,02	142,00	0,00	0
10	225,97	200,00	25,97	43
15	296,50	200,00	96,50	107
20	359,53	200,00	159,53	133
30	471,76	200,00	271,76	151
45	619,01	200,00	419,01	155
60	750,60	200,00	550,60	153
90	984,89	200,00	784,89	145

TAB. 3.2 - PORTATA AFFLUENTE ALLA RETE

Si può notare che l'evento critico per la rete ha una durata di 45 minuti, dal momento che risulta significativa la portata derivante dal volume della precipitazione al netto del volume invasato.

Nel dimensionamento delle componenti della rete si è considerato che l'invaso costituito da tubazioni e collettori riduce in misura significativa la portata di dimensionamento e verifica delle tubazioni e dei collettori stessi (per reti con una configurazione a pettine simile a quella in esame si arriva al 50% di riduzione). In via cautelativa si è considerata una

riduzione del 30% , per cui il contributo specifico (o coefficiente udometrico) viene ad assumere il valore di:

$$C_s = 155 \times 0,7 = 108,5 \text{ l/s ha}$$

In Tab. 3.3 è riportata la sintesi dei calcoli idraulici relativi alle vasche di trattamento, l'area scolante afferente e la portata scaricata a mare a ciascuna di esse.

vasca (n°)	contributo spec. (l/s ha)	area scolante (m^2)	portata a mare (l/s)
1	108,5	56.665	614
2	108,5	17.818	193
3	108,5	13.638	148
4	108,5	2.360	26
5	108,5	62.858	682
6	108,5	52.257	567

TAB. 3.3 - PORTATE AFFLUENTI A CIASCUNA VASCA

4. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

La opportunità di coordinare la realizzazione delle rete di scolo delle acque meteoriche con le fasi di costruzione della piastra multifunzionale ha portato ad individuare in via prioritaria le possibili ubicazioni delle vasche di trattamento e degli scarichi a mare, e quindi a definire la rete di collettamento e scarico.

Nel dimensionamento della rete si è tenuta in considerazione la capacità di invaso della superficie, dovuta anche alla necessità (richiesta del fruitore dell'area) di mantenere la superficie della piastra orizzontale, nonché l'effetto di laminazione determinato dai collettori rettangolari e dalle tubazioni.

Per la definizione dell'evento di progetto sono stati elaborati con il metodo di Gumbel i dati pluviometrici della stazione pluviografica di Savona relativi agli scrosci di durata inferiore all'ora, e si è considerata la curva di possibilità pluviometrica rappresentativa per un tempo di ritorno di 10 anni.