



Ente Nazionale per l'Aviazione Civile

AEROPORTO "LEONARDO DA VINCI" FIUMICINO - ROMA



PROGETTO DI REALIZZAZIONE DELL'AREA RENT A CAR DELL'AEROPORTO "L. DA VINCI" DI FIUMICINO LOTTO 1 - AREA LOGISTICA

PROGETTO ESECUTIVO

PROGETTO IDRAULICO

ELABORATI SPECIALISTICI

Relazione Idrologica e Idraulica

IL GEOLOGO Geol. Vittorio Federici	IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE Ing. Alfredo Ingletti Ord. Ing. Roma n.16300	IL RESPONSABILE COORDINAMENTO TECNICO E PROGETTI Ing. Stefano Luca Possati Ord. Ing. Roma n.20809
---------------------------------------	---	--

CODICE IDENTIFICATIVO				RIFERIMENTO ELABORATO		Formato:		
RIFERIMENTO PROGETTO		RIFERIMENTO DIRETTOIO		RIFERIMENTO Progressivo		Rev.		
Codice Commessa	Fase	tipologia	WBS progressivo	PARTE D'OPERA	Disciplina		Tipologia	
10-12304 E	1.10.01	--	--	LS	ID	RT	001 C01	SCALA: -

3TI PROGETTI ITALIA INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A. Via Cassanese, 22 00146 Roma - Italy tel.: +39 06 53301518 fax: +39 06 53301522 www.3tiprogetti.it - info@3tiprogetti.it	DIRETTORE TECNICO: Ing. Stefano Luca Possati	COORDINATORE PER LA PROGETTAZIONE: Ing. Giovanni Maria Cepparotti	SUPPORTO SPECIALISTICO:	REVISIONE
	REDATTO: Lorenzo Trotta	VERIFICATO: Stefano Luca Possati		n. data 0 Giugno 2018 1 2 3 4

Visto del Committente: Aeroporti di Roma S.p.A.	RIFERIMENTI COMMITTENTE: INCARICO n. LVM 10620 del 31/07/2017
--	--

IL RESPONSABILE DELL'INIZIATIVA Ing. Giorgio Gregori DIREZIONE SVILUPPO INFRASTRUTTURE	IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO Ing. Nunzio D'Auria	IL POST HOLDER DI AREA: PROGETTAZIONE INFRASTRUTTURE E SISTEMI Ing. Paolo Cambula MANUTENZIONE CIVILE, IMPIANTI E SISTEMI Ing. Pieluigi Fratarcangeli
--	---	---

Sommario

1.	PREMESSA	3
2.	NORMATIVA.....	3
3.	STUDIO IDROLOGICO	4
3.1.	Regionalizzazione delle piogge – Procedura VAPI	4
3.2.	La legge TCEV.....	4
3.3.	Stima regionale dei parametri della TCEV	7
3.4.	Piogge di massima intensità e breve durata	11
4.	APPROCCIO METODOLOGICO AL FUNZIONAMENTO IDRAULICO	14
4.1.	Il metodo dell’invaso.....	14
4.2.	Il metodo cinematico	20
4.3.	Scale di deflusso	23
5.	SISTEMA DI DRENAGGIO DELLE ACQUE METEORICHE DI PROGETTO E RELATIVE COMPONENTI.....	24
5.1.	Canalette Grigliate	26
5.2.	Condotte di drenaggio stradale.....	27
6.	PRESIDI IDRAULICI.....	30
6.1.	Vasche per il trattamento delle acque di prima pioggia	30
6.2.	Vasca di prima pioggia in discontinuo	30
6.2.1.	Criteri di dimensionamento	32
6.3.	Vasca di laminazione.....	33
6.3.1.	Pompe di sollevamento	37
6.3.2.	Verifiche Idrauliche dei Collettori	39
7.	ALLEGATO 1 – TABELLE RISULTATI AREA RAC.....	40

8. ALLEGATO 1 – TABELLE RISULTATI VIABILITÀ 72

1. PREMESSA

La presente relazione descrive il progetto della rete di drenaggio dell'area da destinare al parcheggio degli operatori di servizi di Rent a Car attualmente presenti presso il principale scalo nazionale, al fine di incrementarne la capacità nell'ambito dello sviluppo di breve periodo dell'aeroporto di Roma Fiumicino.

Il lotto d'intervento indicato dal Committente è ubicato a circa 1,5 km in direzione Sud-Est rispetto all'aeroporto, tra Via Vincenzo Lunardi e un ramo della A91 Roma-Fiumicino, e consta di una superficie di circa 3 ettari.

2. NORMATIVA

- DM 14 gennaio 2008, Nuove norme tecniche per le costruzioni, Gazzetta Ufficiale n. 29 del 4 febbraio 2008 Suppl. Ordinario n. 30.
- D,Lgs 152/06 art. 113 Smaltimento acque di piattaforma e autorizzazione degli scarichi.
- Regolamento del 20 febbraio 2006 n. 1/R "Disciplina delle acque meteoriche di dilavamento e delle b010ID--R0_ rel-idraulica-Tangenziale.doc 3 di 8 acque di lavaggio di aree esterne (Legge regionale 29 dicembre 2000 n. 61)"

3. STUDIO IDROLOGICO

Si è adottato un modello regionalizzato delle precipitazioni, associato a determinate zone per fornire i valori pluviometrici estremi con assegnato tempo di ritorno, applicabili ai singoli bacini in funzione del loro tempo di corrivazione.

Lo studio delle piogge è stato affrontato applicando il metodo suggerito dal "Rapporto Finale sugli studi per l'aggiornamento del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)", approvato con delibera del comitato istituzionale dell'Autorità dei Bacini Regionali n°6 del 21 novembre 2003.

Il calcolo della portata di massima piena è stato condotto con il metodo razionale, in seguito descritto, utilizzando i valori di intensità di pioggia determinati attraverso l'elaborazione statistica dei dati di pioggia applicando la procedura VAPI.

3.1. Regionalizzazione delle piogge – Procedura VAPI

Gli afflussi naturali sono stati determinati, per assegnati tempi di ritorno, tramite l'impiego di piogge estreme regionalizzate nell'ambito del progetto VAPI-CNR dello studio del GNDCI (Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche) con il modello probabilistico che adotta la distribuzione TCEV (Two-Component Extreme Value).

L'adozione di tale metodo d'indagine idrologica è stata ritenuta più appropriata per l'area in oggetto, in quanto garantisce risultati già ampiamente testati e quindi ritenuti sufficientemente cautelativi rispetto a quelli desumibili dai metodi tradizionali di elaborazione statistica.

3.2. La legge TCEV

La legge di distribuzione probabilistica per la variabile casuale h_d , massimo annuale dell'altezza di pioggia di durata oraria o sub-oraria d , è la Two Component Extreme Value (TCEV), secondo cui i valori estremi di una grandezza idrologica provengono da due diverse popolazioni: una degli eventi normali e un'altra degli eventi eccezionali (outliers), legati a differenti fenomeni meteorologici.

Tale distribuzione ha la caratteristica di prestarsi all'interpretazione di variabili fortemente asimmetriche, con presenza di alcuni valori molto elevati, di cui difficilmente le distribuzioni usuali (log-normale, Gumbel, Fréchet, ecc.) riescono a rendere conto.

La funzione di distribuzione di probabilità della h_d è funzione di quattro parametri: $\Lambda_{b,d}$, $\Theta_{b,d}$, $\Lambda_{s,d}$ e $\Theta_{s,d}$ che esprimono il numero medio annuo di eventi indipendenti superiori a una soglia delle due popolazioni ($\Lambda_{b,d}$ e $\Lambda_{s,d}$) e il loro valore medio ($\Theta_{b,d}$ e $\Theta_{s,d}$) con $\Lambda_{b,d}$, $\Theta_{b,d}$ relativi ad una componente base contenente i valori medi e bassi e $\Lambda_{s,d}$, $\Theta_{s,d}$ relativi ad una componente straordinaria contenente i valori più elevati.

$$P(h_d) = e^{\left[\begin{array}{l} -\frac{h_d}{\Theta_{b,d}} e^{-\Lambda_{s,d}} - \frac{h_d}{\Theta_{s,d}} \\ -\Lambda_{b,d} e^{-\Lambda_{s,d}} - \Lambda_{s,d} e^{-\Lambda_{s,d}} \end{array} \right]}$$

Se si pone $\Theta^* = \Theta_{s,d} / \Theta_{b,d}$ e $\Lambda^* = \Lambda_{s,d} / \Lambda_{b,d}^{1/\Theta^*}$, si può considerare la quaterna di parametri Λ^* , Θ^* , $\Lambda_{b,d}$ e $\Theta_{b,d}$. La funzione di distribuzione di probabilità della variabile casuale $x=h_d$ (massimo annuale della pioggia di durata t) è espressa come segue:

$$P(h_d) = e^{\left[\begin{array}{l} -\frac{h_d}{\Theta_{b,d}} e^{-\Lambda^* \Lambda_{b,d}^{1/\Theta^*}} - \frac{h_d}{\Theta_{b,d}} \\ -\Lambda_{b,d} e^{-\Lambda^* \Lambda_{b,d}^{1/\Theta^*}} - \Lambda_{b,d} \end{array} \right]}$$

Si può dimostrare che il coefficiente d'asimmetria $\xi(h_d)$ dipende soltanto dai parametri Λ^* e Θ^* , il coefficiente di variazione $\nu(h_d)$ dipende dai parametri Λ^* , Θ^* e $\Lambda_{b,d}$ e la media $\mu(h_d)$ dipende dai parametri Λ^* , Θ^* , $\Lambda_{b,d}$, $\Theta_{b,d}$ che si esprime con:

$$\mu(h_d) = \left[\ln \Lambda_{b,d} + 0,5772 - \sum_{j=1}^{\infty} \frac{(-1)^j \Lambda^{*j}}{j!} \Gamma\left(\frac{j}{\Theta^*}\right) \right] \Theta_{b,d}$$

dove posto:

$$\beta = \left[\ln \Lambda_{b,d} + 0,5772 - \sum_{j=1}^{\infty} \frac{(-1)^j \Lambda^{*j}}{j!} \Gamma\left(\frac{j}{\Theta^*}\right) \right]$$

si ha:

$$P(h_d) = e^{\left[\begin{array}{l} -\beta \frac{h_d}{\Theta_{b,d}} e^{-\Lambda^* \Lambda_{b,d}^{1/\Theta^*}} - \beta \frac{h_d}{\Theta_{b,d}} \mu_{h,d} \\ -\Lambda_{b,d} e^{-\Lambda^* \Lambda_{b,d}^{1/\Theta^*}} - \Lambda_{b,d} \end{array} \right]}$$

Sostituendo nella precedente espressione il coefficiente di crescita $K_7 = h_d / \mu_{h,d}$ si ottiene:

$$P(h_d) = e^{\left(-\Lambda_{h,d} e^{-\beta K_T} - \Lambda^* \Lambda_{h,d}^{1/\Theta^*} e^{-\beta \frac{K_T}{\Theta^*}} \right)}$$

che in forma implicita fornisce la curva di crescita $K(T)$ della variabile h_d , dove T è il tempo di ritorno di h_d :

$$T = \frac{1}{1 - P(K_T)}$$

Purtroppo non è esplicitabile in forma esatta, ma può essere invertita con la seguente espressione approssimata, valida per:

$$0,1 \leq \Lambda^* \leq 0,9 \text{ e } 1,1 \leq \Theta^* \leq 10$$

Posto: $x = \ln\{-\ln[-P(K_T)]\}$ $x_0 = \frac{\Theta^*}{1 - \Theta^*} \ln \Lambda^* \quad A = 0,8288(\Theta^* - 0,4315)^{0,3456}$

▪ per $x \leq x_0$:
$$k = \frac{x + A e^{-B_1(x-x_0)^{C_1}}}{\beta}$$

con $B_1 = 1,345 \frac{\Theta^* - 1}{(\Theta^* - 1,092)^{0,9319}}$ e $C_1 = 0,8118 + 0,2453 e^{-0,173(\Theta^* - 1)}$

▪ per $x \geq x_0$:
$$k = \frac{\Theta^* (x + \ln \Lambda^*) + A e^{-B^2(x-x_0)^{C_2}}}{\beta}$$

con $B_2 = 0,6501(\Theta^* - 1) + 0,009705(\Theta^* - 1)^2$ e $C_2 = 1 + 0,08680(\Theta^* - 1)^{0,5942}$

3.3. Stima regionale dei parametri della TCEV

Nel caso delle piogge intense il numero degli eventi straordinari registrati da un singolo pluviometro è molto basso, e ciò rende impossibile una stima efficace dei parametri della componente alta facendo riferimento alle singole serie di osservazioni.

È necessario quindi far ricorso a metodi regionali, in modo da utilizzare per la stima dei parametri tutte le osservazioni di una regione pluviometricamente omogenea. Il concetto di omogeneità pluviometrica risulterà definito dal modo in cui si sviluppa la procedura di regionalizzazione. Con regionalizzazione delle variabili X_i ($i = 1 \dots n$) s'intende l'aggregazione di tali variabili in gruppi con caratteristiche stocastiche comuni. Nel caso di variabili distribuite sul territorio, come le piogge, si richiede generalmente che tali raggruppamenti abbiano anche riferimenti geografici. Secondo la procedura proposta da Versace e al. (1989), si considerano tre livelli di regionalizzazione:

- I. Regioni omogenee rispetto ai parametri Λ^* , Θ^* , da cui deriva l'omogeneità rispetto al coefficiente d'asimmetria ξ (ht)
- II. Zone omogenee rispetto ai parametri Λ^* , Λ' e Θ^* da cui deriva l'omogeneità rispetto al coefficiente di variazione Y (ht)
- III. Sottozone omogenee rispetto ai parametri e , e , dai cui dipende la media μ (ht)

Per definire le precipitazioni di progetto per i vari tempi di ritorno si è fatto riferimento al Progetto VAPI, sviluppato presso l'Università degli Studi Roma Tre (Calenda e Cosentino, 1996) per la regionalizzazione di un'ampia zona dell'Italia Centrale, tra il promontorio di Piombino e la foce del Garigliano. Il progetto VAPI ha suddiviso l'intero territorio nazionale ed ha sviluppato la procedura per il calcolo della precipitazione sotto tre livelli di regionalizzazione. Questo progetto consente di selezionare i parametri statistici della precipitazione in una zona precisa dell'Italia, compresa nel territorio analizzato dal progetto VAPI; nello specifico la zona oggetto di studio ricade nella zona A4.

La distribuzione di probabilità delle massime altezze di pioggia giornaliera, h_d , è espressa nella forma:

$$P(h_d) = e^{-\Lambda_1} e^{-\left(\frac{h_d}{h_{hd}}\right)^{-\Lambda_1} \Lambda_1^{1/\theta^*}} e^{-\left(\frac{h_d}{\theta^* h_{hd}}\right)^\beta}$$

dove μh_d indica il valore medio delle massime altezze giornaliere, Λ^* e Θ^* sono due parametri da cui dipende il coefficiente di asimmetria della distribuzione, Λ_1 è un parametro che insieme ai due precedenti determina il coefficiente di variazione, e β è una funzione dei tre precedenti parametri.

Primo livello di regionalizzazione

Al primo livello di regionalizzazione si è dovuta respingere l'ipotesi di un'unica regione omogenea rispetto al coefficiente d'asimmetria, che non è risultata accettabile. Il territorio è stato quindi suddiviso in tre regioni omogenee, definite:

- zona A (Tirrenica), che interessa la fascia del litorale tirrenico e si protende all'interno lungo le valli dei principali corsi d'acqua;
- zona B (Appenninica), che interessa l'ampia fascia dell'Appennino propriamente detto, con le propaggini dei colli Albani, e i monti Lepini, Ausoni e Aurunci, nonché, separati da questa zona, i gruppi montuosi nell'entroterra tirrenico a nord-ovest del Tevere (i massicci dell'Amiata e del Cetona con i monti Vulsini; e i monti Cimini con i monti della Tolfa e i monti Sabatini);
- zona C (Adriatica), che interessa una ristretta fascia del litorale adriatico e si protende con ristrette lingue lungo le valli dei corsi d'acqua.

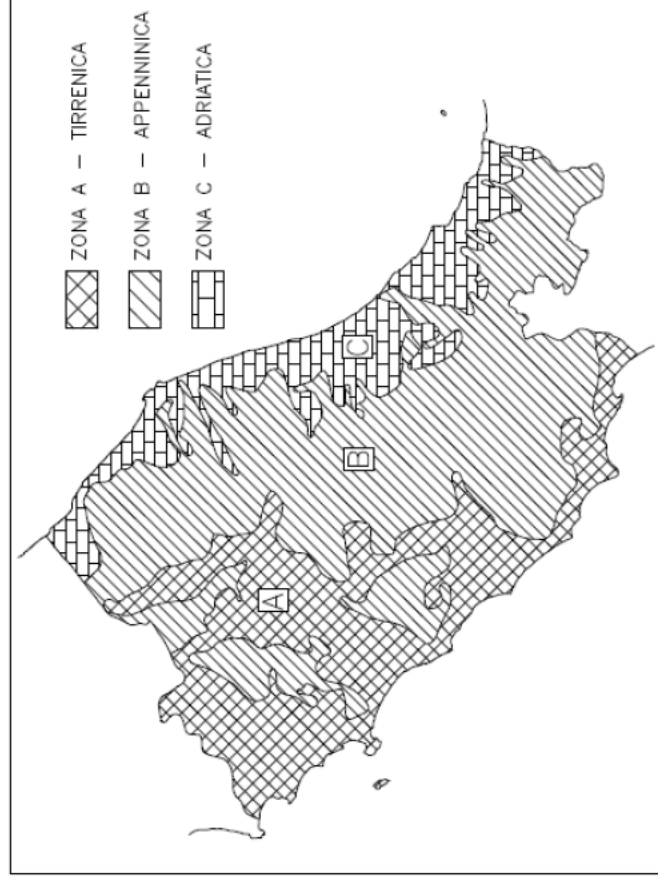


Figura 1 Zone Omogenee del I e II livello di regionalizzazione.

I valori regionali dei parametri Λ^* e Θ^* , sono riportati nella tabella seguente.

ZONA	Λ_*	Θ_*
A	0.174	3.490
B	0.762	1.241
C	0.795	2.402

Tabella 1 Parametri del I livello di regionalizzazione

Secondo livello di regionalizzazione

Al secondo livello di regionalizzazione sono state considerate le stesse tre regioni individuate al primo livello.

L'ipotesi che ciascuna fosse omogenea anche rispetto al coefficiente di variazione è risultata accettabile.

I parametri Λ_1 e β determinati al secondo livello di regionalizzazione per le tre zone, sono indicati in Tabella 2.

ZONA	Λ_1	β
A	29.31	4.480
B	22.02	4.359
C	27.81	5.301

Tabella 2 Parametri del II livello di regionalizzazione

Più utile dal punto di vista pratico è la forma inversa della relazione, che consente di ricavare, fissato un valore del periodo di ritorno (T), il corrispondente valore del coefficiente di crescita KT. Come già esposto per la distribuzione TCEV tale relazione non è esplicitabile per cui si riportano in Tabella 3 i valori di KT ottenuti numericamente per alcuni valori del periodo di ritorno.

Tr (anni)	2	5	10	20	25	40	50	100	200	300	500	1000
K_T (SZO A)	0.89	1.22	1.49	1.84	1.97	2.29	2.45	2.98	3.52	3.84	4.23	4.77
K_T (SZO B)	0.96	1.25	1.45	1.64	1.70	1.83	1.89	2.07	2.26	2.39	2.51	2.70
K_T (SZO C)	0.90	1.29	1.59	1.90	2.01	2.22	2.32	2.64	2.96	3.14	3.38	3.70

Tabella 3 Valori teorici del coefficiente probabilistico di crescita KT per le piogge giornaliere per alcuni T.

Nella pratica generalmente si fa riferimento alla seguente espressione semplificata:

$$K_T = \left(\frac{\Theta_* \ln \Lambda_*}{\beta} + \frac{\ln \Lambda_1}{\beta} \right) + \frac{\Theta_*}{\beta} \ln T$$

che, dati i valori assunti dai parametri della distribuzione TCEV nell'area esaminata, diventa:

$$(SZO A) \quad K_T = -0.6086 + 0.779 \ln T$$

$$(SZO B) \quad K_T = 0.6419 + 0.289 \ln T$$

$$(SZO B) \quad K_T = 0.5296 + 0.459 \ln T$$

Per valori del tempo di ritorno superiori a 10 anni, l'errore nell'uso delle espressioni semplificate è sempre inferiore al 10%.

Terzo livello di regionalizzazione

Al terzo livello di regionalizzazione sono state individuate delle zone omogenee in cui è accettabile l'ipotesi che la media del massimo annuale dell'altezza giornaliera $\mu(h_g)$, che prende il nome di pioggia indice, dipenda linearmente dalla sola quota z della stazione:

$$\mu(h_g) = cz + d$$

I parametri della precedente espressione non assumono unico valore per l'intera regione esaminata: è stato invece possibile identificare delle aree pluviometriche omogenee (APO), in ognuna delle quali se ne può ottenere una stima univoca. Sono state individuate 78 APO (Aree Pluviometriche Omogenee), rappresentate in Figura 3, in cui i parametri della regressione assumono i valori indicati in Tabella 4.

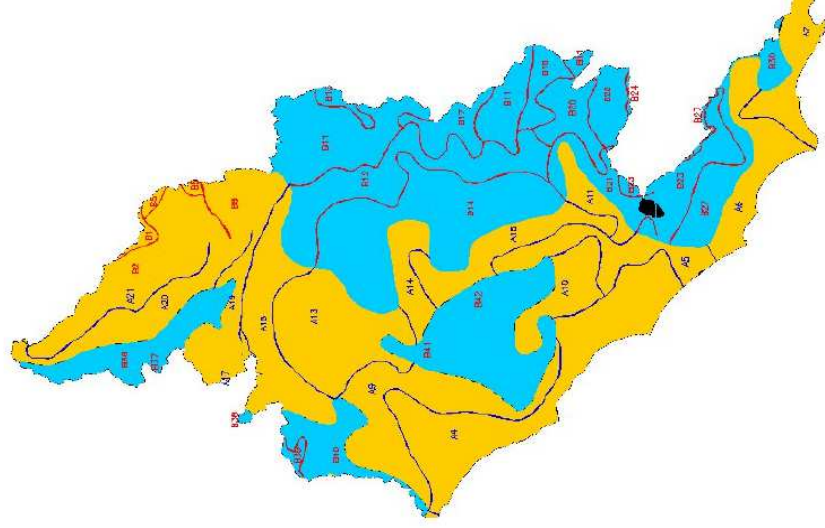


Figura 2 Aree Pluviometriche Omogenee (APO) del III livello di regionalizzazione.

Sottozona	N	c (mm/m)	d (mm)
A1	10	0.01892	55.64
A2	8	0.02785	59.22
A3	9	0.02738	64.43
A4	13	0.03390	67.67
A5	7	0.03031	60.09
A6	8	0.13518	66.15
A7	7	0.03582	67.72
A8	16	0.01680	62.79
A9	7	0.02671	61.61
A10	5	0.06301	67.83
A11	3	0.07624	41.70
A12	6	0.01510	72.77
A13	9	0.02714	50.42
A14	4	0.02517	62.33
A15	4	0.03647	68.78
A16	4	0.02592	52.00
A17	7	0.10165	15.14
A18	11	0.02208	58.80
A19	5	0.03408	41.11
A20	7	0.03637	49.62
A21	4	0.02854	43.38
B1	13	0.03028	43.52
B2	5	0.02250	42.59
B3	11	0.03478	49.18
B4	10	0.02747	62.61
B5	13	0.03136	53.96
B6	6	0.03764	44.54
B7	9	0.01863	49.36
B8	4	0.02219	50.91
B9	16	0.04546	46.32
B10	9	0.04145	37.12
B11	44	0.02300	35.60
B12	13	0.04292	45.49
B13	2	0.01793	20.47
B14	13	0.05343	55.04
B15	6	0.00153	69.69
B16	12	0.02565	22.88
B17	5	0.00722	64.41
B18	3	0.00128	62.43

Sottozona	N	c (mm/m)	d (mm)
B19	6	0.01418	36.02
B20	5	0.01098	57.23
B21	6	0.15691	16.83
B22	7	0.01890	76.65
B23	5	0.04972	60.54
B24	7	0.07960	30.38
B25	10	0.02089	64.28
B26	9	0.13532	-48.29
B27	5	0.05786	67.35
B28	12	0.03599	63.48
B29	5	0.03152	87.30
B30	4	0.05066	68.93
B31	11	0.00116	60.07
B32	7	0.04004	27.64
B33	6	0.01264	54.93
B34	4	0.25615	-85.09
B35	5	0.07432	15.64
B36	7	0.05270	40.46
B37	2	0.03513	33.42
B38	10	0.01874	40.79
B39	4	0.04514	38.13
B40	8	0.04250	58.21
B41	4	0.08894	34.37
B42	9	0.02237	71.20
C1	19	0.00482	57.46
C2	34	0.02822	64.04
C3	8	0.05900	42.12
C4	5	0.06381	49.63
C5	6	0.01574	61.16
C6	5	0.01374	58.39
C7	5	0.00985	62.40
C8	7	0.07690	50.19
C9	6	0.02767	51.23
C10	7	0.11377	38.98
C11	5	0.02573	57.44
C12	4	0.02395	44.17
C13	3	0.04634	-5.21
C14	4	0.03330	32.01
C15	4	0.00655	57.57

Tabella 4 III livello di regionalizzazione: parametri della regressione della media sulla quota.

3.4. Piogge di massima intensità e breve durata

Considerata la relativa limitatezza dei dati pluviografici rispetto alla quantità di dati pluviometrici, è stato elaborato un modello probabilistico, relativo alle piogge brevi che impiega l'informazione regionale stabilita per i massimi annuali delle piogge giornaliere. Per impiegare l'informazione regionale, si è assunta l'ipotesi che la curva di crescita, stabilita per i massimi delle piogge giornaliere, sia valida anche per rappresentare la distribuzione di probabilità dei coefficienti probabilistici di crescita dei massimi annuali delle piogge di durata inferiore.

Per l'elaborazione delle precipitazioni intense di breve durata si è adottata la legge intensità-duratafrequenza (IDF) a tre parametri:

$$i_t(T) = \frac{a(T)}{(b + t)^m}$$

dove:

- b [h] è un parametro di trasformazione della scala temporale, indipendente sia dalla durata t, sia dal tempo di ritorno;
- m è un parametro adimensionale compreso tra 0 e 1, indipendente sia dalla durata, sia dal tempo di ritorno;
- a(T) è un parametro dipendente dal tempo di ritorno, ma indipendente dalla durata.

La regionalizzazione delle piogge VAPI all'area di intervento è stata effettuata elaborando i dati forniti dalle stazioni pluviometriche situate nella sottozona omogenea A4 (Fregene, Roma Sud, Ponte Galeria, Fiumicino, Massimina, Acilia, Ostia).

I valori dei parametri utilizzati sono:

A^*	0.174	primo livello A4
Θ^*	3.49	
A_I	29.314	secondo livello A4
β	4.48	
c	0.0339	parametri regressione media quota
d	67.67	
b	0.1705	parametri regionali IDF
m	0.7881	
μ_{10}/μ_{24}	49.62	

Tabella 5 parametri di primo, secondo, terzo livello di regionalizzazione sottozona A4

PE	Progetto di realizzazione dell'area Rent a Car dell'aeroporto "L.Da Vinci" di Fiumicino LOTTO 1 – AREA LOGISTICA	
	PROGETTO IDRAULICO	Elaborati Specialistici
	Relazione idrologica e idraulica	Doc.n.: 10-12304-E.1.10.01.LS.ID.RT.001
		pag. 13 / 79

Il sistema di smaltimento delle acque meteoriche è stato progettato con un tempo di ritorno pari a TR= 25 anni, mentre gli invasi di laminazione con TR=100 anni. Si riportano il coefficiente di crescita K_T adottati per l'identificazione dei parametri pluviometrici di progetto:

Parametri di progetto		
K_{T25}	a (TR25)	n
1.97	78.54	0.212

Parametri di progetto		
K_{T100}	a (TR100)	n
2.98	118.80	0.212

4. APPROCCIO METODOLOGICO AL FUNZIONAMENTO IDRAULICO

Il dimensionamento degli elementi idraulici di presidio della piattaforma è stato sviluppato calcolando la forzante idraulica con metodi classici di letteratura e verificando la capacità di smaltimento della sezione idraulica prevista mediante l'utilizzo di scale di deflusso in moto uniforme derivate dalla formulazione di Chezy.

Il calcolo della forzante idraulica è stato condotto con due approcci distinti:

- il metodo dell'invaso "italiano" è stato applicato per dimensionare gli elementi di smaltimento presenti sulla piattaforma (condotte), a fronte dell'elevata affidabilità e della vasta diffusione di tale approccio semplificato;
- il metodo cinematico adottato per il dimensionamento delle canalette grigliate.

4.1. Il metodo dell'invaso

Tale metodo approssima i fenomeni di deflusso attraverso il bacino in modalità semplificata, associando allo stesso un comportamento a 'serbatoio' e calcolando le portate in ragione della capacità d'invaso della rete.

Le ipotesi alla base della procedura sono la stazionarietà e linearità che comportano, rispettivamente, l'invarianza nel tempo delle trasformazioni che il bacino compie sugli input (afflussi) e la validità del principio di sovrapposizione degli effetti. In fase di calcolo si ipotizza che il riempimento delle condotte avvenga in modo sincrono e che nessun canale determini fenomeni di rigurgito nei tratti a monte.

La trattazione classica considera che la superficie scolante S sia caratterizzata dalla presenza di una linea d'acqua avente sezione bagnata A e pendenza i , così come rappresentato in figura seguente.

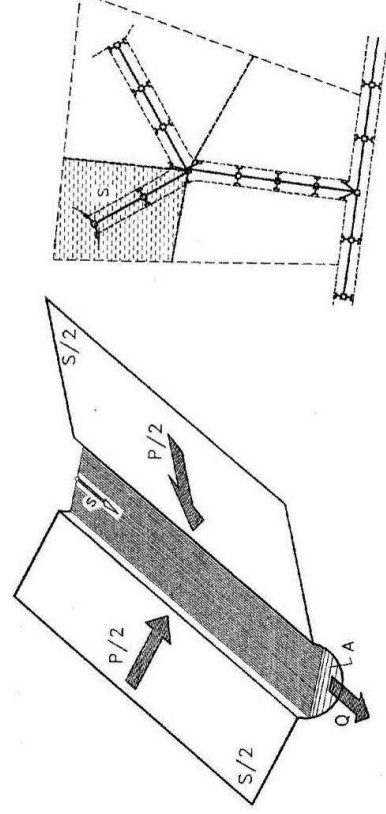


Figura 3 Schema per il calcolo delle portate con il metodo dell'invaso.

La condizione di continuità si esprime scrivendo:

$$p - Q = \frac{dV}{dt}$$

dove:

- p è il volume di pioggia che affluisce alla rete;

$p = \varphi j S$ con j intensità di pioggia costante su tutta la durata τ della precipitazione ed espressa

mediante la formula a due parametri:

$$j = a\tau^{b-1}$$

- Q è la portata transitante nella sezione di chiusura;
- dV/dt è la variazione di volume invasato a monte della sezione di chiusura;

L'integrazione dell'equazione di continuità e del moto fornisce una relazione tra Q e t ed in particolare permette di calcolare il tempo di riempimento t_r del collettore, cioè il tempo necessario per passare da $Q = 0$ a $Q = Q_0$, essendo Q_0 il valore della portata massima che il canale può smaltire.

Sulla base del confronto tra τ e t_r si può fare una verifica delle dimensioni del canale, risultando:

- insufficiente se $t_r < \tau$;
- corretto se $t_r \geq \tau$.

Se si assume che il fenomeno di trasformazione di piogge in portate possa considerarsi in lenta evoluzione nel tempo e nello spazio, il moto vario può essere descritto da una successione di stati di moto uniforme. L'equazione del moto è data, allora, dalla nota espressione di Gauckler-Strickler:

$$v = K_s R_H^{\frac{2}{3}} \sqrt{i}$$

dove:

- K_s = coefficiente di attrito di Gauckler-Strickler;
- R_H = raggio idraulico;
- i = pendenza del canale.

Dall'identità $Q = Av$ si ottiene poi la scala delle portate:

$$Q = cA^\alpha$$

Tale equazione insieme con quella di continuità descrive il processo di riempimento e di svuotamento di un serbatoio ideale controllato da una speciale luce di scarico che trae dal moto uniforme la sua legge di deflusso.

Per procedere all'integrazione, occorre esprimere il volume V in funzione della variabile Q . Il problema è trattato assumendo che il volume V sia linearmente legato all'area A della sezione bagnata, come d'altronde impone l'ipotesi del moto uniforme. Si assume cioè, con un certo errore nel confronto con la realtà che il volume d'invaso sia concentrato unicamente nel collettore e non sulla superficie scolante.

In queste ipotesi, detti V_0 e A_0 rispettivamente il volume massimo e la massima area, si può scrivere:

$$\frac{V}{V_0} = \frac{A}{A_0}$$

Inoltre, dalla scala delle portate ottenuta, si ha:

$$\frac{Q}{Q_0} = \left(\frac{A}{A_0} \right)^\alpha$$

Da cui si ottiene:

$$V = V_0 \left(\frac{Q}{Q_0} \right)^{1/\alpha}$$

Andando ad inserire quest'espressione nell'equazione di continuità si ottiene l'espressione integrabile:

$$dt = \frac{V_0}{\alpha Q_0^{1/\alpha}} \cdot \frac{Q^{(1-\alpha)/\alpha}}{p-Q} dQ$$

E' ammissibile una relazione lineare fra volume e portata.

Quindi l'equazione precedente, avendo fatto la classica definizione:

$$z = \frac{Q}{p}$$

integrata tra t_1 e q_1 , effettuando uno sviluppo in serie della funzione z (variabile tra 0 e 0,98):

$$t_2 - t_1 = \frac{V_0 \cdot p^{(1-\alpha)/\alpha}}{\alpha Q_0^{1/\alpha}} \cdot \int_{z_2}^{z_1} \frac{z^{(1-\alpha)/\alpha}}{1-z} dz = \frac{V_0 p^{(1-\alpha)/\alpha}}{Q_0^{1/\alpha}} \cdot \left[z_2^{1/\alpha} \zeta_\alpha(z_2) - z_1^{1/\alpha} \zeta_\alpha(z_1) \right]$$

avendo posto:

$$\zeta_\alpha(z) = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{z^k}{k\alpha + 1}$$

Serie sicuramente convergente per $z < 1$.

In particolare, per $t_1 = 0$, $z_1 = 0$ (cioè $Q_1 = 0$) e $z_2 = Q_0/p$, si ottiene il tempo di riempimento t_r :

$$t_r = \frac{V_0}{p} \left(\frac{p}{Q_0} \right)^{1/\alpha} \cdot z^{1/\alpha} \cdot \zeta_\alpha(z) = \frac{V_0}{p} \cdot \zeta_\alpha(z) = \frac{V_0}{Q_0} \cdot \zeta_\alpha(z)$$

I valori della funzione $\zeta_\alpha(z)$ sono stati riassunti in tabella sottostante al variare di α .

z	$\xi_1(z)$	$\xi_{1,25}(z)$	$\xi_{1,5}(z)$	$\xi_{1,75}(z)$	$\xi_2(z)$
0	1	1	1	1	1
0.10	1,0536	1,0475	1,0427	1,0388	1,0355
0.20	1,1157	1,1023	1,0917	1,0831	1,0760
0.30	1,1889	1,1665	1,1489	1,1347	1,1230
0.40	1,2770	1,2435	1,2171	1,1960	1,1787
0.50	1,3862	1,3379	1,3006	1,2708	1,2464
0.60	1,5271	1,4589	1,4068	1,3655	1,3318
0.70	1,7198	1,6231	1,5499	1,4924	1,4460
0.75	1,8482	1,7317	1,6440	1,5756	1,5205
0.80	2,0116	1,8690	1,7627	1,6800	1,6138
0.84	2,1814	2,0109	1,8847	1,7871	1,7093
0.87	2,3447	2,1468	2,0011	1,8889	1,7998
0.90	2,5579	2,3231	2,1516	2,0203	1,9164
0.92	2,7447	2,4769	2,2824	2,1342	2,0172
0.94	2,9922	2,6798	2,4545	2,2836	2,1493
0.96	3,3518	2,9733	2,7024	2,4983	2,3387
0.98	3,9895	3,4903	3,1375	2,8738	2,6691

Tabella 6 Valori di $\zeta_\alpha(z)$ in funzione di α .

Dall'equazione sopra ricavata, imponendo la condizione critica per cui il tempo di pioggia sia uguale al tempo di riempimento ($\tau = t_r$), si deduce, con semplici passaggi, l'espressione del coefficiente idometrico:

$$u = \frac{Q_0}{S} = z[\zeta_\alpha(z)]^{(n-1)/n} \cdot \frac{(\varphi \cdot a)^{1/n}}{V_0^{(1-n)/n}}$$

avendo assunto come volume specifico $V_0 = V_0/S$ cioè il volume d'invaso dell'intero sistema, pari alla somma del volume contenuto nei collettori e diffuso sulla superficie scolante (fossi minori, avallamenti, ecc.), immaginato distribuito sull'intera superficie del bacino.

Si può allora determinare, con la condizione $du/dz = 0$ (essendo z l'unica variabile), quale sia il valore di z (dipendente dall'intensità di precipitazione J) che rende massimo il coefficiente idometrico u .

Lo svolgimento dei passaggi porta ad una espressione implicita di z di non agevole manipolazione. Alcuni calcoli offrono la possibilità di dare, con un'approssimazione più che soddisfacente, la seguente forma alla funzione di z :

$$z[\zeta_\alpha(z)]^{(n-1)/n} = (\lambda_1 \alpha + \lambda_2) n$$

e di fornire, quindi, un'espressione semplificata dell'equazione che definisce il coefficiente udometrico. Esprimendo $[a]=$ metri giorniⁿ e $[v_0]=$ metri, e il coefficiente udometrico $[u]=$ litri/secondo \cdot ettaro, l'equazione che definisce il coefficiente udometrico diventa:

$$u = 2168n \cdot \frac{(\varphi \cdot a)^{1/n}}{V_0^{(1-n)/n}}$$

con:

- u coefficiente udometrico, rapporto fra Q ed S;
- φ coefficiente di deflusso;
- v_0 [m³/m²] rapporto fra volume di invaso V_0 del sistema e la superficie S;
- n esponente della legge di probabilità pluviometrica;
- a coefficiente della curva di probabilità pluviometrica.

Il volume di invaso del sistema V_0 a monte della sezione di calcolo si ottiene dalla relazione:

$$V_0 = W_0 S + W_c + \Sigma W_m$$

essendo:

- W_0 il volume per unità di superficie costituito dal velo idrico presente sulle superfici scolanti nonché dai volume invasati nelle capacità secondari;
- W_c il volume invasato all'interno del tronco di canale c di progetto;
- ΣW_m la somma dei volume invasati nei tronchi di canale a monte del tratto c in calcolo.

Per determinare il volume di invaso del sistema sono stati scelti i seguenti valori di volume specifico W_0 in funzione della tipologia di superficie:

- **0.005** m per la piattaforma pavimentata dell'area Rac;

Per la scelta dei coefficienti di deflusso si è fatto riferimento ai seguenti valori:

- **0.95** per le superfici pavimentate;

4.2. Il metodo cinematico

La schematizzazione alla base del metodo si basa su tre ipotesi fondamentali:

1. la pioggia critica ha durata pari al tempo di corrivazione;
2. la precipitazione si suppone di intensità costante per tutta la durata dell'evento;
3. il tempo di ritorno della portata è pari a quello della pioggia critica.

La portata di piena, in funzione del tempo di ritorno, è pari a:

$$Q = 278 \frac{\psi \cdot S \cdot h}{\tau_c} = 278 \cdot \varphi \cdot S \cdot i$$

in cui:

- Q = portata di piena [m³/sec];
- φ = coefficiente di deflusso, assunto pari a 0.90 per le superfici pavimentate;
- h = altezza di pioggia [m] per una precipitazione di durata pari al tempo di corrivazione;
- i = intensità di pioggia [m/ore];
- S = area del bacino km²;
- τ_c = tempo di corrivazione [ore], da individuare.

Il valore di h rappresenta l'altezza di precipitazione che cade in un dato sito per una durata di pioggia equivalente al tempo di corrivazione τ_c . Laddove difatti la durata della precipitazione fosse inferiore al tempo τ_c solo una parte del bacino S contribuirebbe alla formazione della portata che risulterebbe pertanto di minore entità. Viceversa se la durata dell'evento fosse maggiore, l'intensità della pioggia risulterebbe minore e quindi meno intenso il colmo di piena. Nella **Error! Reference source not found.** è riportato uno schema del funzionamento del modello cinematico con tre precipitazioni di diversa durata (minore, uguale e maggiore rispetto al tempo di corrivazione).

Si noti come per un tempo di pioggia pari a quella di corrivazione l'idrogramma di piena assuma la forma triangolare.

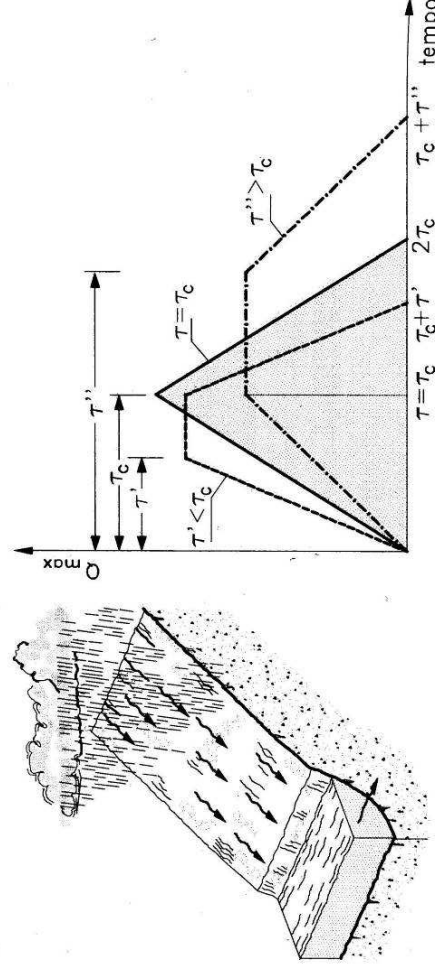


Figura 4 - Metodo cinematico: idrogramma di piena per differenti durate di precipitazione.

Il tempo di corrivazione, parametro chiave quando si fa riferimento a metodi analitici di tipo semplificato, è definito come il tempo impiegato dalla particella d'acqua idraulicamente più lontana a percorrere l'intero bacino fino alla sezione di chiusura.

Il tempo di corrivazione τ_c può essere determinato facendo riferimento al percorso idraulico più lungo della rete di drenaggio fino alla sezione di chiusura considerata. In particolare, dopo aver individuato la rete di drenaggio sottesa dalla sezione di chiusura e aver delimitato i sottobacini contribuenti in ogni ramo della rete, per determinare il tempo di concentrazione τ_c si fa riferimento alla somma:

$$\tau_c = \tau_a + \tau_r$$

ove τ_a è il tempo d'accesso alla rete relativo al sottobacino drenato dalla condotta posta all'estremità di monte del percorso idraulico più lungo, e τ_r è il tempo di rete.

Il tempo di residenza in rete τ_r è dato dalla somma dei tempi di percorrenza di ogni singola canalizzazione seguendo il percorso più lungo della rete fognaria. Pertanto il tempo di rete sarà dato dall'espressione:

$$\tau_r = \sum_i \frac{L_i}{V_i}$$

La piattaforma è schematizzabile come un insieme di superfici scolanti piane. Dunque per il calcolo del tempo d'accesso alla rete si fa riferimento alla formulazione di Wooding, che ha fornito la soluzione esatta delle equazioni che regolano il deflusso su una superficie scolante interessata da pioggia netta di intensità costante nel tempo e nello spazio (i costante), partendo da condizioni iniziali di superficie asciutta e non interessata da immissioni nella sua sezione iniziale.

La schematizzazione del deflusso su una superficie piana prevede i seguenti parametri: la lunghezza L_0 la pendenza s_0 , la velocità media della portata U , il tirante idrico h e la portata defluente per unità di ampiezza (Figura 5).

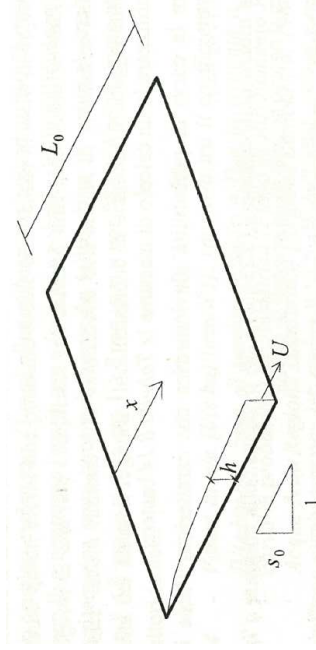


Figura 5 - Schema di superficie piana scolante.

Secondo Wooding, il tempo di accesso viene definito in questo modo:

$$t_{pc} = \left(\frac{L_0}{\alpha a^{m-1}} \right)^{\frac{1}{n(m-1)+1}}$$

In cui i parametri α e m sono definiti come:

$$\alpha = K_s s_0^{\frac{1}{2}} m = 2 \quad m = 2\alpha = K_s s_0^{\frac{1}{2}}$$

Dove K_s è il coefficiente di Gauckler Strickler, definito a seconda della superficie secondo i valori della Tabella 7.

SUPERFICIE	MOTO LAMINARE K_0	MOTO TURBOLENTO K_s [$m^{1/2}/s$]
Cemento o asfalto	24 + 108	70 + 100
Sabbia	30 + 120	60 + 100
Ghiaia	90 + 400	30 + 80
Argilla o Limo	100 + 500	30 + 80
Vegetazione sparsa	1000 + 4000	20 + 70
Prato con erba bassa	3000 + 10000	5 + 10
Terreno incolto	7000 + 40000	2 + 5

Tabella 7 Coefficienti K_s per le superfici di ruscellamento.

4.3. Scale di deflusso

Determinata la portata defluente, il tirante idrico che si instaura all'interno degli elementi di drenaggio è calcolato mediante l'equazione del moto uniforme secondo *Gauckler-Strickler*:

$$Q_d = \frac{1}{n} \cdot A \cdot R_h^{2/3} \cdot \sqrt{i}$$

dove:

- n - coefficiente di scabrezza secondo Manning [$m^{-1/3} s$];
- A - area bagnata [m^2];
- R_h - raggio idraulico [m];
- i - pendenza del fondo.

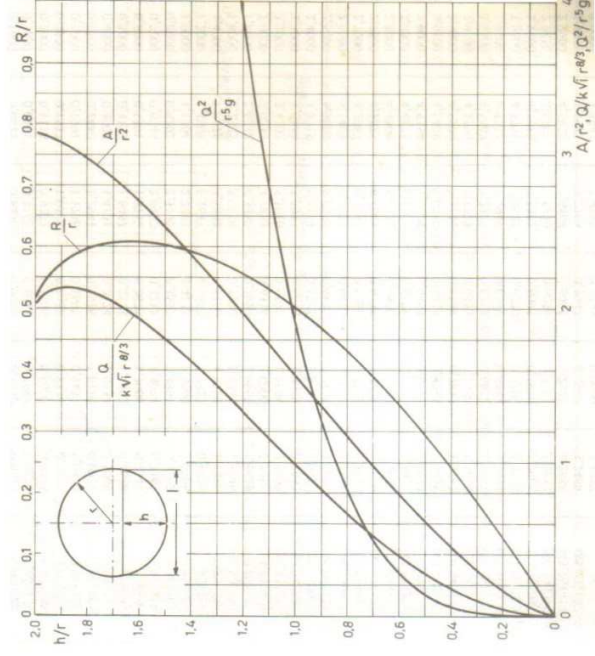


Fig. 34. Parametri geometrici e idraulici della sezione circolare.

5. SISTEMA DI DRENAGGIO DELLE ACQUE METEORICHE DI PROGETTO E RELATIVE COMPONENTI

Il sistema di smaltimento delle acque meteoriche adottato vede la presenza di schemi di drenaggio modulari, progettati per funzionare interamente a gravità. Il sistema di collettamento delle acque viene effettuato mediante l'individuazione, ove possibile, dei punti di minimo presenti lungo la superficie di progetto.

I piani inclinati di piattaforma con pendenze comprese tra (0.5% e 1,5%) che convergono nei punti di minimo, convogliano le acque precipitate e successivamente ruscellate, lungo la superficie impermeabile. Le prime componenti del sistema di drenaggio a valle e lungo tali superfici, sono degli elementi longitudinali continui, ovvero delle canalette grigliate carrabili. Queste, data la conformazione della superficie dell'area, saranno caratterizzate da un'assenza di pendenza longitudinale.

Per soddisfare tale esigenza, queste, saranno provviste di uno scarico di interasse pari a 7.5 metri con condotta DN 315. Tali scarichi saranno convogliati lungo delle dorsali secondarie di diametro variabile, identificate da nomenclatura MT. Il recapito di tali condotte secondarie saranno le dorsali principali (codici identificativi D).

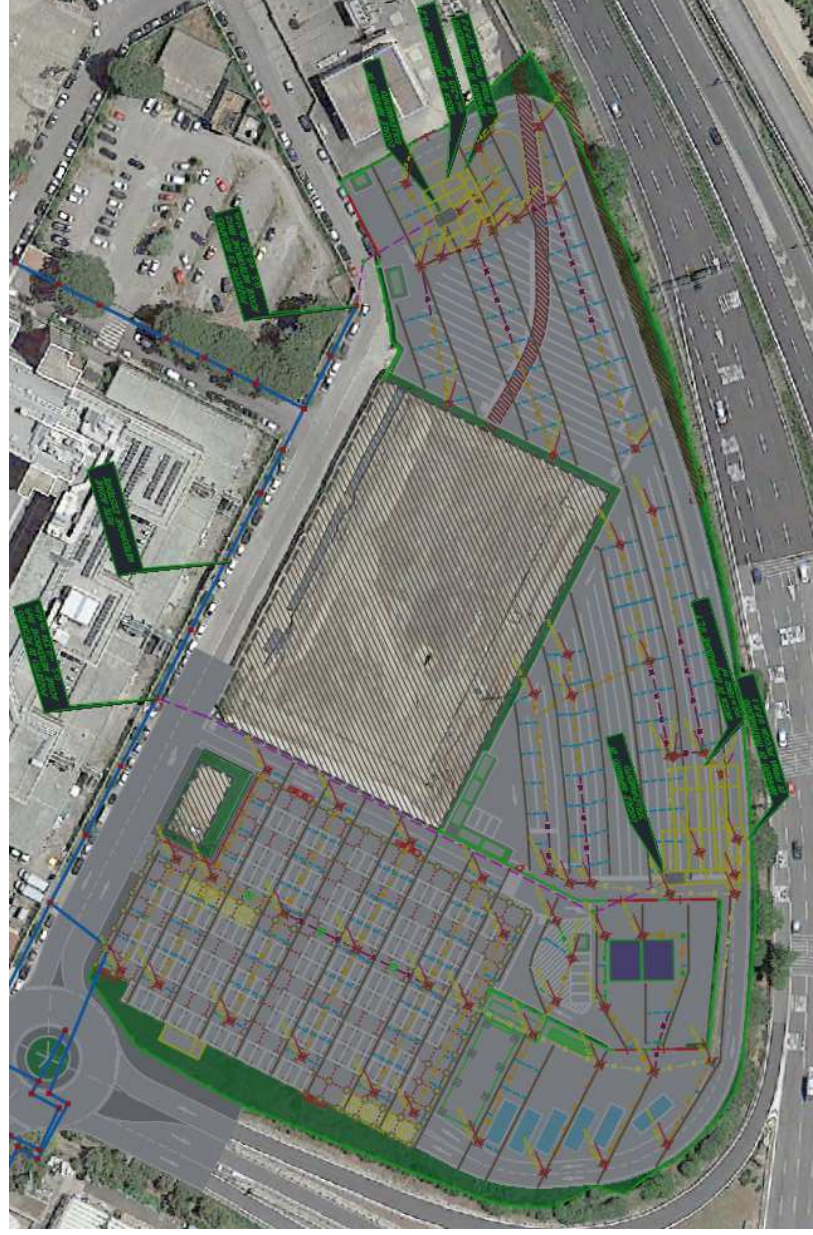


Figura 6 Schema di drenaggio meteorico di progetto.

Queste dorsali, costituite da diametri via via crescenti e caratterizzate da pendenza del 0.5%, convergeranno in appositi pozzetti scolmatori, che colleteranno le acque di prima pioggia alle vasche di trattamento e scolmeranno le portate di seconda pioggia nelle vasche di laminazione.

Successivamente le acque accumulate nelle vasche di prima pioggia, compiuto il trattamento, verranno convogliate nelle medesime vasche di laminazione mediante l'utilizzo di apposite pompe di sollevamento.

In ultimo le acque accumulate negli invasi di laminazione saranno recapitate mediante sistema idrovoro alla rete meteorica esistente. (Pozzetti RN5 ed RN12 del ramo RN).

Lo schema idraulico della rete di drenaggio appena descritto riguarderà entrambe le fasi (1 e 2).

La differenza sostanziale riguardante la Fase 1, risulta essere l'assenza dello schema di drenaggio dell'area riportata nella figura seguente. Al fine di poter convogliare le acque dell'area adiacente alla zona non oggetto di modifiche, smaltite dalla rete meteorica definitiva (Fase 2), si è prevista una dorsale secondaria provvisoria (DPV).

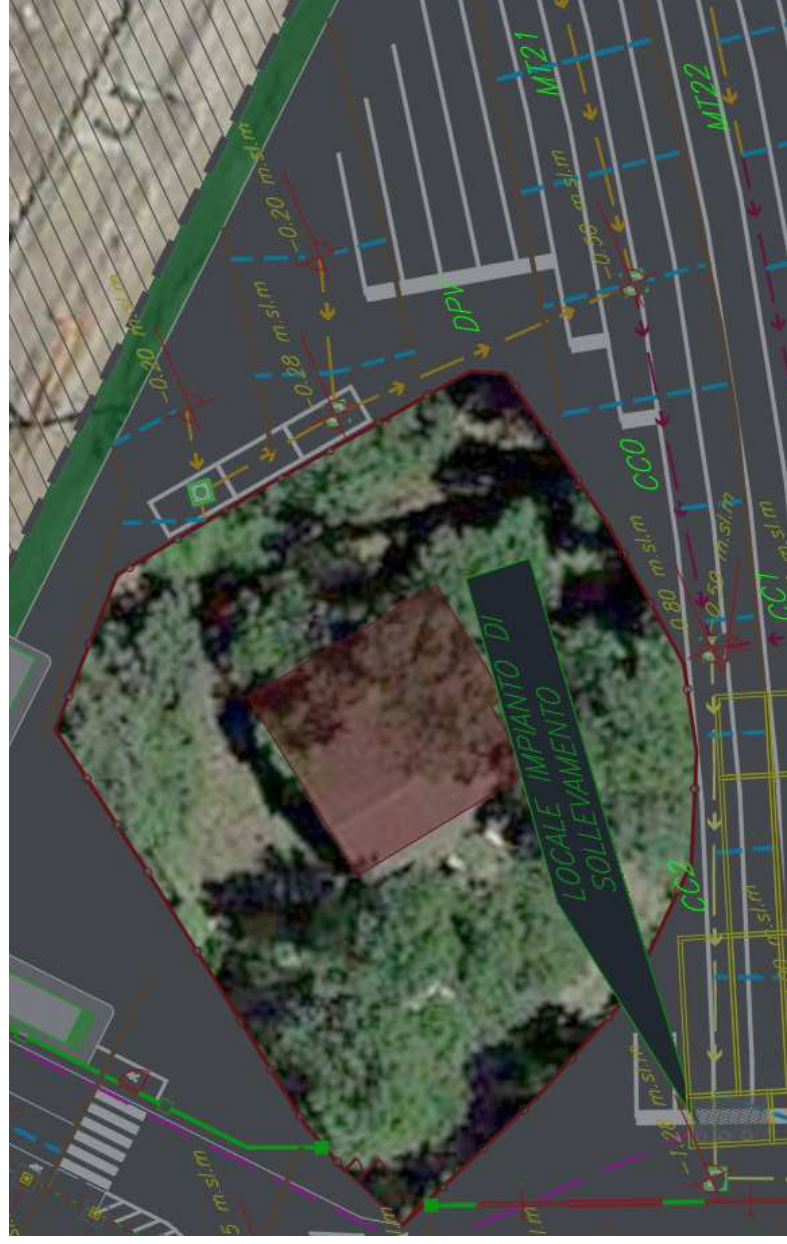


Figura 7 Schema di drenaggio Fase 1

5.1. Canalette Grigliate

Lungo le falde costituenti la superficie del piano di progetto e nei punti di minimo sono state posizionate delle canalette grigliate di dimensioni 30 cm x 30 cm, dotate di griglia in ghisa sferoidale classe B 125.

Si prevedono con un interasse di 7.5 metri elementi con geometria ad imbuto al fine di incrementare la capacità di scarico della portata in arrivo. Le tubazioni di calata sono dei DN 200 in PVC.

La portata afferente al singolo bocchettone è stata calcolata utilizzando il metodo cinematico e considerando una superficie scolante pari 10 m di larghezza per i 7.5 m d'interasse tra gli scarichi delle canalette. Il tempo di corrivazione, pari a 1.2 minuti, è stato calcolato considerando il solo tempo di accesso alla rete per una larghezza di piattaforma pari a 10 m con la massima pendenza della piattaforma (1.5 %) (formulazione di Wooding).

Tramite l'applicazione della formula razionale è stata individuata una portata pari a 32 l/s.

La portata smaltita dal pluviale (DN200) è stata calcolata considerando un funzionamento sotto battente che tiene conto del raccordo ad imbuto tra la canaletta grigliata e la condotta di scarico (Figura 8) mediante la relazione:

$$Q = c_q \cdot A \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h} \quad \text{con} \quad h = h_g \cdot \left(\frac{D_s}{D}\right)^4 \cdot \left(\frac{C_{q1}}{C_{q2}}\right)^2$$

dove:

- C_{q1} = coefficiente di portata assunto pari a 0.61;
- C_{q2} = coefficiente di portata assunto pari a 1.0;
- A = area dell'imbocco circolare della condotta di scarico DN200;
- D = diametro della condotta di scarico, pari a 0.2 m;
- D_s = diametro dell'imbocco, supposta pari a 0.3 m;
- h_s = carico sull'imbocco;
- h = carico sulla condotta di scarico.

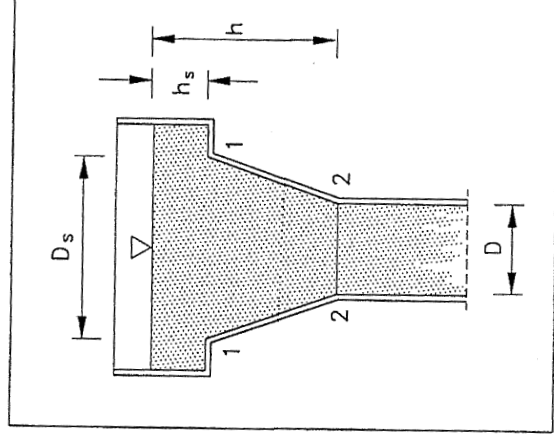


Figura 8 Raccordo tra la canaletta grigliata e la condotta di scarico.

Si è calcolato che per smaltire una portata di 32 l/s è necessario un carico sull'imbocco pari ad almeno 16 cm ed una lunghezza di raccordo tra l'imbocco dello scarico, di diametro pari a 30 cm, e la condotta DN200, di almeno 18 cm.

Si prevede dunque di utilizzare delle canalette grigliate che consentano un carico sull'imbocco di almeno 20 cm e che abbiano uno scarico ad imbuto (con un passaggio da un'apertura circolare di 30 cm di diametro ad una condotta circolare DN200) per favorire il deflusso.

5.2. Condotte di drenaggio stradale

I collettori che ricevono i contributi meteorici dalle canalette poste nei punti di minimo sono delle condotte in PVC o CLS di diametro variabile da un minimo di DN 500 ad un massimo di DN 1500.

In generale le condotte secondarie di collettamento saranno posate in maniera tale da avere almeno 0.35 -0.4 m di ricoprimento dal cielo della condotta stessa.

I collettori delle condotte principali (Dorsali) saranno ispezionabili mediante pozzetti d'ispezione disposti con un interasse massimo pari a 50 m.

Il dimensionamento idraulico delle condotte di drenaggio delle acque di piattaforma è stato eseguito mediante il metodo del volume d'invaso precedentemente esposto.

Il dimensionamento idraulico del sistema di drenaggio delle acque di piattaforma è stato condotto utilizzando i parametri pluviometrici relativi al capitolo dei dati pluviometrici.

La determinazione delle portate all'interno di ciascun tratto è stata eseguita imponendo per il coefficiente udometrico, in favore di sicurezza, un tempo di riempimento della singola canaletta pari al tempo di pioggia ($t_r = t_p$).

Note la pendenza e le dimensioni delle condotte di drenaggio è stato calcolato il tirante idrico che si instaura all'interno delle canalette in condizioni di moto uniforme.

Il dimensionamento idraulico è soddisfatto se le configurazioni geometriche scelte sono tali da consentire lo smaltimento delle portate afferenti con un grado di riempimento massimo dell' 80 % (per condotte maggiori di DN 500) e del 50% per diametri inferiori.

Nell'applicazione del metodo dell'invaso viene definito il coefficiente udometrico

$$u = \frac{Q_0}{S} = z \left[\zeta_\alpha(z) \right]^{(n-1)/n} \cdot \frac{(\varphi \cdot a)^{1/n}}{V_0^{(1-n)/n}}$$

per il quale vengono utilizzati i seguenti parametri:

- Volume specifico piccoli invasi per la piattaforma $W_p = 0.005$ m;
- Coefficiente di afflusso per la piattaforma $\varphi_p = 0.95$;
- Coefficiente di scabrezza di Manning del PVC $n_M = 0.011$ s /m^{1/3};
- Coefficiente di scabrezza di Manning del CLS $n_M = 0.014$ s /m^{1/3};
- Larghezza piattaforma $L = 15$ m;

La portata lungo la condotta viene quindi calcolata moltiplicando il coefficiente udometrico per la superficie del bacino afferente alle varie sezioni prese in esame.

Determinata la portata defluente, il tirante idrico che s'instaura all'interno delle condotte è calcolato mediante l'equazione del moto uniforme secondo *Gauckler-Strickler*:

$$Q_d = \frac{1}{n} \cdot A \cdot R_h^{2/3} \cdot \sqrt{i}$$

dove: n – coefficiente di scabrezza secondo Manning [m^{-1/3} s];

- A – area bagnata [m²];
- R_h – raggio idraulico [m];
- i – pendenza del fondo.

Noto il tirante idrico si può verificare il grado di riempimento ed il franco di sicurezza.

Per le condotte che adducono le acque di prima pioggia alle vasche di trattamento si adottano diametri DN 500 progettati in maniera cautelativa con portate di prima pioggia provenienti dalla massima superficie scolante. La portata calcolata risulta essere pari a 98 l/s determinando nelle condotte di adduzione DN500 un grado di riempimento pari a 50% adottando pendenze comprese tra 0.2% e 0.3%. Tali condotte, prima dell'ingresso alle vasche, confluiranno in un pozzetto partitore che distribuirà la portata tramite delle condotte DN315 in ingresso alla vasca.

6. PRESIDI IDRAULICI

6.1. Vasche per il trattamento delle acque di prima pioggia

Le acque di dilavamento della piattaforma sono cariche di sostanze nocive per la qualità dei recettori naturali. Le principali sostanze inquinanti legate al traffico veicolare sulla banchina derivano dall'abrasione del manto stradale, delle gomme, dei ferodi dei freni, da perdite di liquidi, da emissioni di combustioni, da perdite di merci trasportate, da immondizie e materiali vari gettati sul manto della piattaforma e trasportate, in occasione degli eventi meteorici, in sospensione o soluzione direttamente al recapito finale. A queste, va aggiunto anche lo sversamento accidentale di liquidi pericolosi e inquinanti (idrocarburi, olii etc.) a seguito di incidenti relativi a mezzi di trasporto in cisterna di tali sostanze (onda nera).

E' stata perciò prevista l'introduzione di vasche di prima pioggia per il trattamento delle acque provenienti dalla piattaforma, ottimizzandone il posizionamento in funzione delle condizioni piano altimetriche del tracciato dell'area di progetto.

La vasca di trattamento dovrà essere posizionata in un luogo accessibile per permettere le usuali operazioni di manutenzione ordinaria e straordinaria (in caso di sversamenti accidentali di oli e/o carburanti).

I criteri di base della progettazione della vasca si possono riassumere in:

- limitare al minimo la necessità di manutenzione, consentendo interventi molto diluiti nel tempo;
- fare transitare nella vasca le acque di prima pioggia;
- "catturare" gli eventuali sversamenti;
- far assumere al flusso in entrata una velocità tale da consentire la risalita in superficie degli oli e la sedimentazione dei solidi in sospensione;
- mantenere all'interno della vasca gli oli in superficie.

6.2. Vasca di prima pioggia in discontinuo

La tipologia di vasca di prima pioggia adottata nel progetto consiste di un manufatto prefabbricato CLS, a sezione rettangolare, all'interno del quale avviene, con esclusivo funzionamento a gravità, senza l'ausilio di apparecchiature elettromeccaniche, la sedimentazione dei solidi sospesi e la flottazione verso l'alto degli oli e dei grassi dilavati dalle portate.

La caratterizzazione dei carichi inquinanti presenti nelle acque di drenaggio delle superfici del molo e la particolare geometria del sistema che caratterizza il sistema di trasporto, con tratti di media lunghezza e ridotti tempi di contatto, consentono di trascurare l'aliquota delle sostanze disciolte e di correlare i carichi inquinanti alla sola matrice dei solidi sospesi (inquinamento adesivo alla fase solida). La vasca di prima pioggia prescelta, favorendo la sedimentazione dei solidi e la separazione dei grassi, consente la depurazione delle portate di dilavamento con significativi abbattimenti (oltre il 70%-80%) del carico inquinante.

Al contempo, la vasca introdotta funge da vasca di sicurezza (o di "tempo secco"), è in grado cioè di stoccare liquidi inquinanti sversatisi accidentalmente sulla piattaforma, preservando la qualità delle acque e dei suoli limitrofi anche da eventi sporadici ma estremamente dannosi.

Le condizioni di calma all'interno della vasca favoriscono la deposizione sul fondo per gravità delle particelle solide più grossolane (polveri, detriti, etc.).

Il sistema adottato permette di depurare le acque nere di piattaforma dai solidi e dagli oli o idrocarburi per essere restituite, chiarificate, a valle nel recapito finale. I materiali inquinanti intrappolati nella vasca di sicurezza ed i fanghi della fase di sedimentazione, verranno raccolti e inviati, successivamente, in appositi centri di trattamento speciali, durante l'esercizio ordinario dell'area Rac.

6.2.1. Criteri di dimensionamento

Il sistema di drenaggio afferente alle vasche è stato studiato per funzionare interamente a gravità.

Il posizionamento delle vasche è stato effettuato sulla base dell'andamento planimetrico della superficie di progetto, ubicando la vasche il più possibile vicino alle viabilità per permetterne un facile accesso. Si riporta l'ubicazione degli impianti di trattamento nell'area oggetto di studio:



Figura 9 Posizione degli impianti di trattamento.

Sono state determinate, per la vasche di progetto, le portate di drenaggio delle acque meteoriche e prima pioggia sulla piattaforma adibita ad area Rac, ossia la portata massima X_0 generata da uno scroscio di pioggia con tempo di ritorno di 25 anni e la frazione di questa, Q_n definita "di prima pioggia" (5 mm in 15 minuti), da ritenere inquinata e da inviare a trattamento.

Per quanto riguarda la portata di progetto per le acque di prima pioggia, si sono considerate acque di prima pioggia quelle corrispondenti per ogni evento meteorico ad una precipitazione di 5 mm distribuita sull'intera superficie scolante servita dalla rete di drenaggio.

PE	Progetto di realizzazione dell'area Rent a Car dell'aeroporto "L.Da Vinci" di Fiumicino LOTTO 1 – AREA LOGISTICA	
	PROGETTO IDRAULICO	Elaborati Specialistici
	Relazione idrologica e idraulica	
	Doc.n.: 10-12304-E.1.10.01.LS.ID.RT.001	pag. 33 /79

Ai fini del calcolo delle portate, si stabilisce che tale valore si verifichi in quindici minuti; i coefficienti di afflusso alla rete si assumono pari ad 1 – 0.95 per le superfici coperte, lastricate od impermeabilizzate.

Al fine di coprire l'intera area di estensione pari a 23306 m² si sono previste n° 2 impianti di prima pioggia,

Si riportano di seguito le specifiche delle vasche di prima pioggia di progetto, quali area drenata e volume invasato:

V.P.P. 1	
A drenata [m²]	V [m³]
17946	89.7

V.P.P. 2	
A drenata [m²]	V [m³]
5360	26.8

6.3. Vasca di laminazione

L'intervento di realizzazione dell'opera in oggetto comporta, rispetto alla situazione attuale, un incremento delle portate generate dalle precipitazioni cadute al suolo sulle aree di pertinenza, sia come valori massimi al colmo, sia come volume totale defluito. Ai fini dell'applicazione del principio di invarianza idraulica è necessario realizzare opere compensative in grado di laminare le portate restituendo ai corpi idrici ricettori valori compatibili con la situazione ante operam.

Le acque meteoriche sono raccolte dal sistema di drenaggio e collettamento ed avviate verso gli impianti di trattamento e laminazione. Le acque di dilavamento dopo essere trattate sia dal punto di vista della qualità sia dal punto di vista della quantità, vengono smaltite nel ricettore finale designato.

La misura stabilita per regolare la quantità delle acque sversate nei corpi idrici ricettori è quella di inserire nel sistema idraulico dei bacini di compenso in grado di laminare le portate corrispondenti ad eventi pluviometrici molto intensi. In particolare il tempo di ritorno dell'evento di progetto è stato posto pari a 100 anni.

Il volume di compenso si ottiene dal bilancio tra la portata entrante (associata all'evento meteorico di riferimento) e quella uscente (definita nel rispetto del principio di invarianza).

Poiché nel Lazio non vi è un riferimento normativo quantitativo che definisca le portate limite ammissibili ai corpi idrici ricettori, è stata compiuta un'analisi idrologica della condizione ante operam (area completamente incolta ed inerbita), considerando come la massima portata ammissibile al sistema quella relativa ad un evento di pioggia con tempo di ritorno due centennale (Tr 200). In tale modo è stato possibile definire le massime portate al colmo che è possibile recapitare per garantire il rispetto dell'invarianza idraulica.

Si riportano di seguito le portate di invarianza dei corrispettivi bacini designati:

Bacino	Superficie	Coeff.deflusso	Intensità di pioggia di progetto	Portata limite
[-]	[mq]	[-]	[mm/h]	[l/s]
1	17946	0.3	213.49	319.5
2	5360	0.3	213.49	95.4

Tabella 8 Portate limite dei bacini.



Figura 10 Bacini per il calcolo della portata limite.

Trattandosi di piccoli bacini si è ottenuto in ogni caso un tempo di concentrazione inferiore a 15 minuti. La valutazione del tempo di concentrazione è un elemento di forte incertezza, infatti adottando formulazioni differenti presenti in letteratura si possono ottenere risultati significativamente diversi. Data l'elevata incertezza

del calcolo si è deciso, a favore di sicurezza, di prendere un tempo di corrivazione pari a **25 minuti** per tutti i bacini ante operam.

Note le massime portate ammissibili al corpo idrico ricettore è possibile calcolare i volumi di invaso necessari a garantire l'invarianza idraulica.

Uno dei modelli di calcolo più utilizzati a questo scopo è il metodo delle sole piogge.

Esso consente di valutare la durata di pioggia critica che massimizza il volume di compenso posta fissa la portata in uscita.

Il volume che ciascun impianto deve invasare è ricavato dalla differenza tra la portata in ingresso al sistema (ricavata dalla curva di possibilità pluviometrica centennale) e quella in uscita pari alla portata limite ammissibile (definita al paragrafo precedente).

Di seguito vengono riportati i calcoli ottenuti per il dimensionamento, in termini di volumi di laminazione, di ciascun impianto.

Per definire la portata in ingresso sono state usate le curve di possibilità pluviometrica con tempo di ritorno di 100 anni.

Vasca di laminazione V.L. 1		
Dati input		
<i>Parametri CPP</i>	<i>a</i>	118.8 mm
	<i>n</i>	0.2119 -
<i>coeff. Deflusso</i>	<i>φ</i>	0.9 -
<i>Superficie bacino</i>	<i>S</i>	17946 mq
<i>Superficie equivalente</i>	<i>S_{eq}</i>	16151.4 mq
<i>Portata in uscita</i>	<i>Q_u</i>	0.319 m ³ /s
Dati output		
<i>durata critica</i>	<i>t_c</i>	0.3 h
<i>Volume entrato</i>	<i>V_i</i>	1450.2 m ³
<i>Volume uscito</i>	<i>V_u</i>	307.3 m ³
<i>Volume compenso</i>	<i>W</i>	1143 m ³
<i>Volume specifico</i>	<i>Wc</i>	708 m ³ /ha

Tabella 9 Calcolo dei volumi con il metodo delle sole piogge V.L.1.

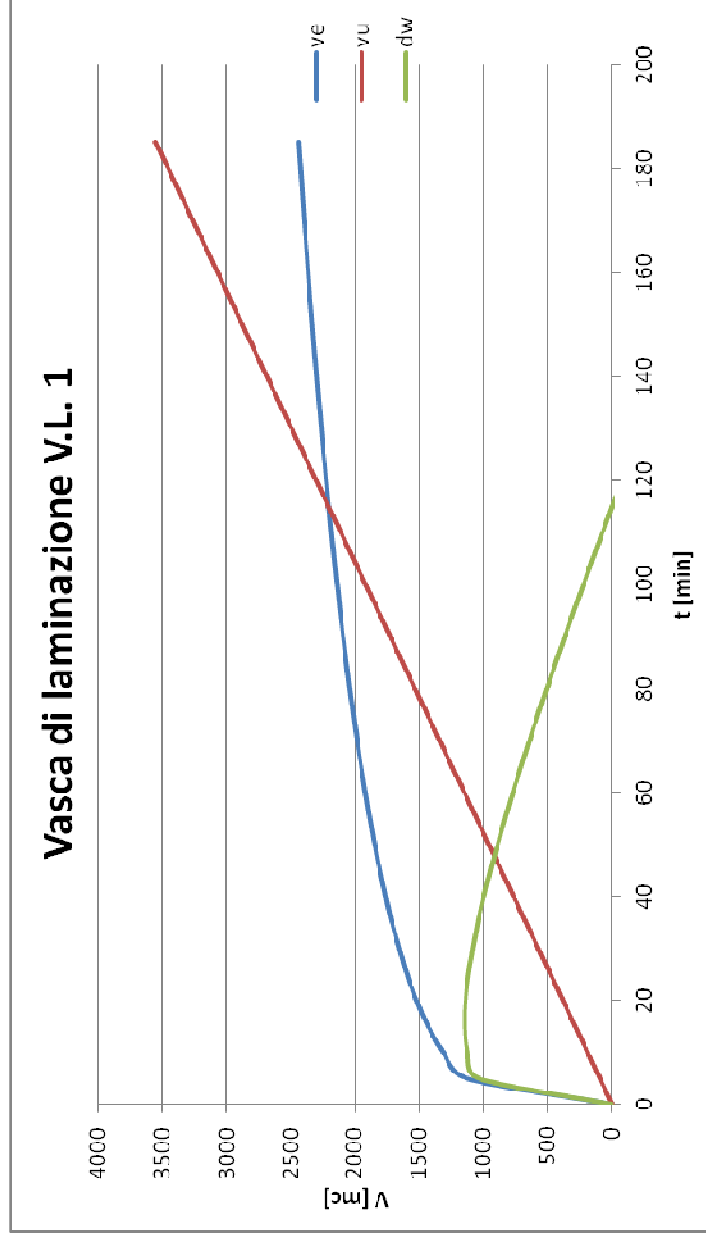


Figura 11 Volume di invaso V.L.1 Tr 100 anni

Vasca di laminazione V.L. 2	
Dati input	
<i>Parametri CPP</i>	<i>a</i> 118.8 mm
	<i>n</i> 0.2119 -
<i>coeff. Deflusso</i>	<i>φ</i> 0.9 -
<i>Superficie bacino</i>	<i>S</i> 5360 mq
<i>Superficie equivalente</i>	<i>S_{eq}</i> 4824 mq
<i>Portata in uscita</i>	<i>Q_u</i> 0.095 m ³ /s
Dati output	
<i>durata critica</i>	<i>t_c</i> 0.27 h
<i>Volume entrato</i>	<i>V_i</i> 433.83 m ³
<i>Volume uscito</i>	<i>V_u</i> 91.93 m ³
<i>Volume compenso</i>	<i>W</i> 342 m ³
<i>Volume specifico</i>	<i>Wc</i> 709 m ³ /ha

Tabella 10 Calcolo dei volumi con il metodo delle sole piogge V.L.2..

Le vasche di laminazione utilizzate sono del tipo prefabbricate monoblocco in calcestruzzo con classe di esposizione XA. Le componenti monoblocco saranno assemblate per ottenere il volume di laminazione richiesto.

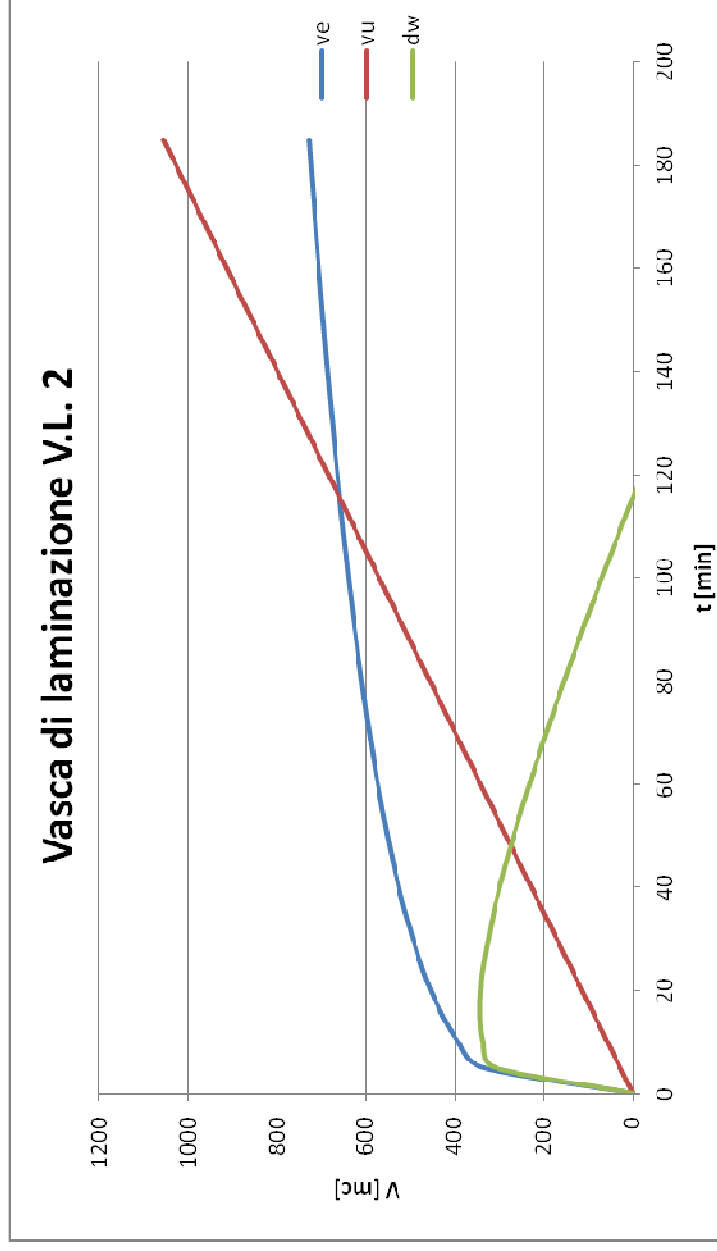


Figura 12 Volume di invaso V.L.2 Tr 100 anni

6.3.1. Pompe di sollevamento

Per il rilancio delle portate in uscita dalle vasche di laminazione si adottano pompe sommergibili con girante a canale, con albero corto pompa/motore. Idonee per acque di scarico e fanghi civili, industriali.

La regolazione della quantità di acqua da rilanciare con la elettropompa inserita nella vasca di laminazione, verrà effettuata mediante una saracinesca situata nella tubazione di mandata della pompa stessa.

A seconda del volume della vasca questa necessiterà di pompe con portata e prevalenza tali da poterne garantire lo svuotamento nei tempi prestabiliti.

Si riportano di seguito le caratteristiche in termini di prevalenza tra quota fondo del manufatto di laminazione ed il recapito (rete acque meteoriche esistente RN):

Vasca di laminazione 1	
ΔH [m]	7.80
Q [l/s]	320

Vasca di laminazione 2	
ΔH [m]	4.10
Q [l/s]	95

Per l'invaso n°1 (circa 1060 m³), si sono scelte cinque pompe modello C 3045 della Flygt, di cui una di riserva, mentre per l'invaso n°2 (circa 315 m³), sono state adottate tre, di cui una di riserva, pompe di sollevamento del medesimo modello. Di seguito si riporta la curva operativa del modello scelto.

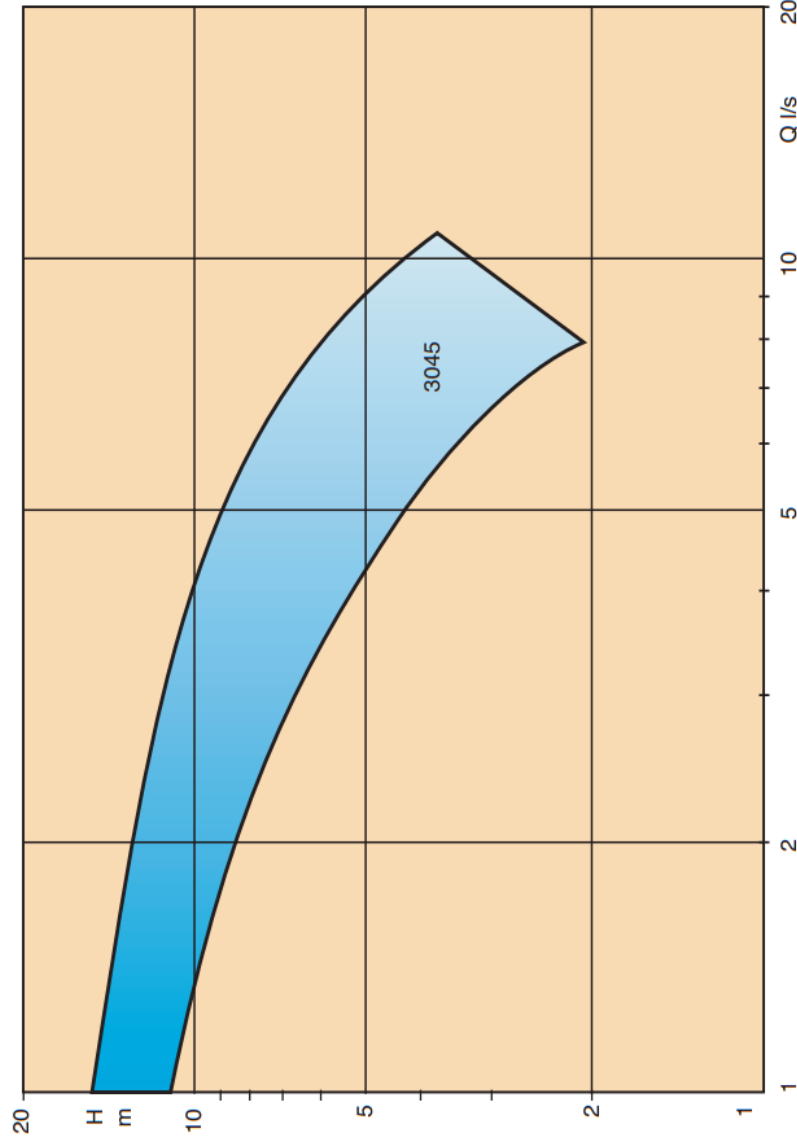


Figura 13 Caratteristiche tecniche Pompe C.

Per quanto riguarda gli impianti di trattamento di prima pioggia saranno costituiti da proprie pompe interne (modello ISA/12) per il sollevamento e l'adduzione delle acque inquinate all'impianto di disoleazione.

6.3.2. Verifiche Idrauliche dei Collettori

Per il calcolo della portata sono state utilizzate le formule viste in precedenza; il drenaggio della viabilità in trincea avviene attraverso dei pozzetti grigliati collegati mediante tubi in PVC. Tali pozzetti intercettano anche le acque provenienti dalla cunetta triangolare posta al lato della strada. I tubi vengono fatti scaricare, appena la morfologia lo permette, nei fossi di guardia di linea. Di tutte le sezioni defluenti è stata calcolata la scala di deflusso con l'espressione di *Chezy*:

$$V = \chi \cdot \sqrt{Ri}$$

$$Q = S \cdot V$$

e l'equazione di continuità

dove χ , il coefficiente di scabrezza, è stato valutato secondo la formula di *Strickler*:

$$\chi = K_s \cdot R^{1/6}$$

Si è ottenuto:

$$Q = K_s \cdot S \cdot R^{2/3} \sqrt{i}$$

dove:

- Q , portata [m³/s];
- R , raggio idraulico [m³];
- S , sezione idraulica [m²];
- i , pendenza [m/m];
- K_s , coefficiente di scabrezza in [m^{1/3}/s], pari a 90.

Sono state verificate le condotte con l'ipotesi di avere sempre un grado massimo di riempimento pari al 75% - 80% per DN > 500 mentre del 50% per quelle inferiori.

PE	Progetto di realizzazione dell'area Rent a Car dell'aeroporto "L.Da Vinci" di Fiumicino LOTTO 1 – AREA LOGISTICA	
	PROGETTO IDRAULICO	Elaborati Specialistici
	Relazione idrologica e idraulica	Doc.n.: 10-12304.E.1.10.01.LS.ID.RT.001
		pag. 40/79

7. ALLEGATO 1 – TABELLE RISULTATI AREA RAC

Tronco di condotta		Superfici tratto										Calcolo della portata con il metodo dell'invaso e verifiche con scale di deflusso																
		Sezione iniziale	Sezione finale	L	l _f	S _f	S _s	S _{f,ot}	S _{s,ot}	S _{tot,eq}	φ _{eq}	j	Wsup	Wsup	Volume piccoli invasi a monte del tronco	Wc,m	Volume di invaso del sistema nel tronco corrente	Wc,cor	Volume di invaso del sistema di condotte totale	W0	Volume di invaso specifico totale del sistema	u	Portata	Velocità della corrente	Tirante idrico	Diametro Nominale	Diametro nominale	Grado di riempimento
sez.in	sez.out	m	m	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²	m/m	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	l/s ha	l/s	m/s	cm	m	m	%	cm
40	30	10	0	60	0	60	0	60	0	57	0.95	0.008	0	0.0	0.0	0.6	0.6	0.6	0.6	0.86	0.0143935	15589	94	1.66	500	0.500	33	34
30	20	10	0	60	0	60	0	120	0	114	0.95	0.008	1	0.0	0.6	0.7	1.3	1.3	1.89	0.0157675	11106	133	1.83	500	0.500	40	30	
20	10	10	0	60	0	60	0	180	0	171	0.95	0.008	1	0.0	1.3	0.8	2.1	2.1	3.02	0.0167779	8815	159	1.92	500	0.500	44	28	
10	0	10	0	60	0	60	0	240	0	228	0.95	0.008	1	0.0	2.1	0.9	3.0	3.0	4.22	0.0175842	7403	178	1.97	500	0.500	47	27	

MT2

MT3	Tronco di condotta		Superfici tratto							Calcolo della portata con il metodo dell'invaso e verifiche con scale di deflusso																
	Sezione iniziale	Sezione finale	Lunghezza tronco	Larghezza fascia pavimentata	Superficie Pavimentata	Superfici non "pavimentate"	Superficie Pavimentata totale	Superficie non "pavimentate" TOTALE	Superficie equivalente	Coefficiente di deflusso equivalente	Pendenza	Volume piccoli invasi	Volume piccoli invasi aree non pavimentate	Volume di invaso del sistema a monte del tronco	volume di invaso del sistema nel tronco corrente	volume di invaso del sistema di condotte totale	Volume di invaso totale del sistema	Volume di invaso specifico totale del sistema	coefficiente udometrico	Portata	Velocità della corrente	Tirante idrico	Diametro Nominale	Diametro nominale	Grado di rimepimento	Franco idraulico
	sez.in	sez.out	L	l _f	S _f	S _s	S _{f,ot}	S _{s,ot}	S _{tot,eq}	φ _{eq}	j	Wsup	Wsup	Wc,m	Wc,cor	Wc,tot	W0	w0	u	Q	v	y	b	h	GR	Franco
			m	m	m2	m2	m2	m2	m2		m/m	m3	m3	m3	m3	m3	m3	m3/m2	l/s ha	l/s	m/s	cm	m	m	%	cm
	32	0	32	0	0	0	570	0	542	0.95	0.008	3	0.0	7.3	2.7	10.1	12.93	0.0226867	2870	164	1.91	0.20	630	0.630	32	43

Tronco di condotta		Superfici tratto										Calcolo della portata con il metodo dell'invaso e verifiche con scale di deflusso															
Sezione iniziale	Sezione finale	L	l _f	S _f	S _s	S _{f,ot}	S _{s,ot}	S _{tot,eq}	φ _{eq}	j	Wsup	Wsup	Volume piccoli invasi a monte del tronco	Wc,m	Wc,cor	Wc,tot	Volume di invaso totale del sistema	w0	coefficiente udometrico	Portata	Velocità della corrente	Tirante idrico	Diametro Nominale	Diametro nominale	Grado di riempimento	Franco idraulico	
sez.in	sez.out	m	m	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²		m/m	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³ /m ²	l/s ha	l/s	m/s	cm	m	m	%	cm	
30	22.5	7.5	20	150	0	150	0	143	0.95	0.005	1	0.0	0.0	0.0	1.2	1.2	1.2	1.99	0.0132712	21083	316	1.91	0.33	630	0.630	52	30
22.5	15	7.5	20	150	0	300	0	285	0.95	0.005	2	0.0	1.2	1.6	2.9	2.9	4.37	0.0145585	14942	448	2.07	0.41	630	0.630	66	22	
15	7.5	7.5	20	150	0	450	0	428	0.95	0.005	2	0.0	2.9	1.9	4.7	4.7	6.99	0.0155265	11761	529	2.12	0.47	630	0.630	75	16	
7.5	0	7.5	20	150	0	600	0	570	0.95	0.005	3	0.0	4.7	2.1	6.8	6.8	9.79	0.0163222	9766	586	2.14	0.52	630	0.630	82	11	

M T 12

Tronco di condotta		Superfici tratto										Calcolo della portata con il metodo dell'invaso e verifiche con scale di deflusso															
Sezione iniziale	Sezione finale	L	l _f	S _f	S _s	S _{f,ot}	S _{s,ot}	S _{tot,eq}	φ _{eq}	j	Wsup	Wsup	Volume piccoli invasi a monte del tronco	Wc,m	Wc,cor	Wc,tot	Volume di invaso totale del sistema	W0	w0	coefficiente udometrico	Portata	Velocità della corrente	Tirante idrico	Diametro Nominale	Diametro nominale	Grado di riempimento	Franco idraulico
sez.in	sez.out	m	m	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²		m/m	m ³	m ³	Volume di invaso del sistema a	m ³	m ³	m ³	Volume di invaso totale del sistema	m ³	m ³ /m ²	l/s ha	l/s	m/s	cm	m	m	%	cm
37.5	30	7.5	0	75	0	75	0	71	0.95	0.010	0	0.0	Volume di invaso del sistema nel tronco corrente	0.6	0.6	0.6	0.98	0.98	0.0130184	22646	170	2.12	0.21	500	0.500	43	29
30	22.5	7.5	0	75	0	150	0	143	0.95	0.010	1	0.6	Volume di invaso del sistema di condotte totale	1.4	0.8	1.4	2.14	2.14	0.0142446	16203	243	2.32	0.26	500	0.500	53	24
22.5	15	7.5	0	75	0	225	0	214	0.95	0.010	1	1.4	Volume di invaso del sistema nel tronco corrente	0.9	1.0	2.3	3.41	3.41	0.0151557	12867	289	2.42	0.26	630	0.630	41	37
15	7.5	7.5	0	75	0	300	0	285	0.95	0.010	2	2.3	Volume di invaso del sistema a monte del tronco	1.0	1.0	3.3	4.76	4.76	0.0158754	10828	325	2.49	0.27	630	0.630	44	36
7.5	0	7.5	0	75	0	375	0	356	0.95	0.010	2	3.3	Volume piccoli invasi	1.0	1.0	4.3	6.18	6.18	0.0164761	9431	354	2.55	0.29	630	0.630	46	34

MT 13

Tronco di condotta		Superfici tratto										Calcolo della portata con il metodo dell'invaso e verifiche con scale di deflusso													
Sezione iniziale	Sezione finale	L	l _f	S _f	S _s	S _{f,ot}	S _{s,ot}	S _{tot,eq}	φ _{eq}	Pendenza	Volume piccoli invasi	Volume piccoli invasi aree non pavimentate	Volume di invaso del sistema a monte del tronco	Volume di invaso del sistema nel tronco corrente	volume di invaso del sistema di condotte totale	Volume di invaso totale del sistema	Volume di invaso specifico totale del sistema	coefficiente udometrico	Portata	Velocità della corrente	Tirante idrico	Diametro Nominale	Diametro nominale	Grado di riempimento	Franco
sez.in	sez.out	m	m	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²		m/m	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³ /m ²	l/s ha	l/s	m/s	cm	m	m	%	cm
30	22.5	7.5	10	75	0	75	0	71	0.95	0.005	0	0.0	0.0	0.7	0.7	1.04	0.0138507	17985	135	1.52	0.21	630	0.630	33	42
22.5	15	7.5	10	75	0	150	0	143	0.95	0.005	1	0.0	0.7	0.9	1.5	2.27	0.0151588	12857	193	1.68	0.25	630	0.630	40	38
15	7.5	7.5	10	75	0	225	0	214	0.95	0.005	1	0.0	1.5	1.0	2.5	3.63	0.0161222	10224	230	1.76	0.27	630	0.630	44	36
7.5	0	7.5	10	75	0	300	0	285	0.95	0.005	2	0.0	2.5	1.1	3.6	5.07	0.0168915	8596	258	1.82	0.29	630	0.630	47	34

MT 14

Tronco di condotta		Superfici tratto										Calcolo della portata con il metodo dell'invaso e verifiche con scale di deflusso														
Sezione iniziale	Sezione finale	L	Lunghezza tronco	Larghezza fascia pavimentata	Superficie Pavimentata	Superfici non "pavimentate"	Superficie Pavimentata totale	Superficie non "pavimentate"	S _{tot,eq}	ψ _{eq}	Pendenza	Volume piccoli invasi	Volume piccoli invasi aree non pavimentate	Volume di invaso del sistema a monte del tronco	Volume di invaso del sistema nel tronco corrente	Volume di invaso del sistema di condotte totale	Volume di invaso totale del sistema	Volume di invaso specifico totale del sistema	coefficiente udometrico	Portata	Velocità della corrente	Tirante idrico	Diametro Nominale	Diametro nominale	Grado di riempimento	Franco
sez.in	sez.out	m	m	m	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²		m/m	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³ /m ²	l/s ha	l/s	m/s	cm	m	m	%	cm
30	22.5	7.5	10	75	0	75	0	75	71	0.95	0.005	0	0.0	0.0	0.7	0.7	1.04	0.0138507	17985	135	1.52	0.21	630	0.630	33	42
22.5	15	7.5	10	75	0	150	0	143	143	0.95	0.005	1	0.7	0.9	1.5	2.27	0.0151588	12857	193	1.68	0.25	630	0.630	40	38	
15	7.5	7.5	10	75	0	225	0	214	214	0.95	0.005	1	1.5	1.0	2.5	3.63	0.0161222	10224	230	1.76	0.27	630	0.630	44	36	
7.5	0	7.5	10	75	0	300	0	285	285	0.95	0.005	2	2.5	1.1	3.6	5.07	0.0168915	8596	258	1.82	0.29	630	0.630	47	34	

M T 16

Tronco di condotta		Superfici tratto										Calcolo della portata con il metodo dell'invaso e verifiche con scale di deflusso															
Sezione iniziale	Sezione finale	L	larghezza tronco	larghezza fascia pavimentata	Superficie Pavimentata	Superfici non "pavimentate"	Superficie Pavimentata totale	Superficie non "pavimentate"	S _{tot,eq}	Coefficiente di deflusso equivalente	Pendenza	Volume piccoli invasi	Volume piccoli invasi aree non pavimentate	Volume di invaso del sistema a monte del tronco	Volume di invaso del sistema nel tronco corrente	volume di invaso del sistema di condotte totale	Volume di invaso totale del sistema	w0	Volume di invaso specifico totale del sistema	coefficiente udometrico	Portata	Velocità della corrente	Tirante idrico	Diametro Nominale	Diametro nominale	Grado di riempimento	Franco
sez.in	sez.out	m	m	m	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²	φ _{eq}	m/m	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³ /m ²	l/s ha	l/s	m/s	cm	m	m	%	cm
45	37.5	7.5	0	150	0	150	0	150	0	143	0.95	0.010	1	0.0	0.0	1.1	1.88	0.0125134	26236	394	2.62	0.31	630	0.630	49	32	
37.5	30	7.5	0	150	0	150	0	300	0	285	0.95	0.010	2	0.0	1.1	4.11	0.0136926	18769	563	2.85	0.38	630	0.630	61	25		
30	22.5	7.5	0	150	0	150	0	450	0	428	0.95	0.010	2	0.0	2.6	6.56	0.014575	14879	670	2.95	0.43	630	0.630	68	20		
22.5	15	7.5	0	150	0	150	0	600	0	570	0.95	0.010	3	0.0	4.3	9.17	0.0152912	12448	747	3.00	0.47	630	0.630	74	16		
15	7.5	7.5	0	150	0	150	0	750	0	713	0.95	0.010	4	0.0	6.2	11.88	0.0158374	10924	819	3.15	0.41	800	0.800	51	39		
7.5	0	7.5	0	150	0	150	0	900	0	855	0.95	0.010	5	0.0	8.1	14.69	0.0163206	9769	879	3.20	0.43	800	0.800	54	37		

MT 17

Tronco di condotta		Superfici tratto										Calcolo della portata con il metodo dell'invaso e verifiche con scale di deflusso																			
Sezione iniziale	Sezione finale	L	larghezza tronco	larghezza fascia pavimentata	S _f	Superficie Pavimentata	S _s	Superfici non "pavimentate"	S _{f,tot}	Superficie Pavimentata totale	S _{s,tot}	Superficie non "pavimentate"	S _{tot,eq}	Superficie equivalente	Coefficiente di deflusso equivalente	Pendenza	Volume piccoli invasi	Volume piccoli invasi aree non pavimentate	Volume di invaso del sistema a monte del tronco	Volume di invaso del sistema nel tronco corrente	Volume di invaso del sistema di tronco totale	Volume di invaso totale del sistema	Volume di invaso specifico totale del sistema	coefficiente udometrico	Portata	Velocità della corrente	Tirante idrico	Diametro Nominale	Diametro nominale	Grado di riempimento	Franco
sez.in	sez.out	m	m	m	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²	m/m	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³ /m ²	l/s ha	l/s	m/s	cm	m	m	%	cm
20	12.5	7.5	10	75	0	75	0	75	0	75	0	71	0.95	0.005	0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.7	0.7	1.04	0.0138507	17985	135	1.52	0.21	630	0.630	33	42
12.5	5	7.5	10	75	0	75	0	143	0.95	0.005	1	0.9	0.005	1	0.7	0.7	0.9	1.5	1.5	2.27	0.0151588	12857	193	1.68	0.25	630	0.630	40	38		
5	0	5	10	75	0	75	0	214	0.95	0.005	1	0.8	0.005	1	1.5	1.5	0.8	2.3	3.42	0.0151903	12758	287	1.87	0.31	630	0.630	49	32			

M T 18

45	0	45	0	1050	0	9300	0	8835	0.95	0.005	47	0.0	171.2	24.4	195.7	242.18	0.0260409	1719	1598	2.94	0.65	1000	1.000	65	35
----	---	----	---	------	---	------	---	------	------	-------	----	-----	-------	------	-------	--------	-----------	------	------	------	------	------	-------	----	----

Tronco di condotta		Superfici tratto										Calcolo della portata con il metodo dell'invaso e verifiche con scale di deflusso														
Sezione iniziale	Sezione finale	L	lf	Sf	Ss	Sf,ot	Ss,ot	Ss,ot	Sf,ot,eq	φeq	j	Wsup	Wsup	Wc,m	Wc,cor	Wc,tot	W0	w0	u	Q	v	y	b	h	GR	Franco
sez.in	sez.out	m	m	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²		m/m	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³ /m ²	l/s ha	l/s	m/s	cm	m	m	%	cm
45	37.5	7.5	10	150	0	150	0	143	0.95	0.010	1	0.0	0.0	0.0	1.1	1.1	1.88	0.0125134	26236	394	2.62	0.31	630	0.630	49	32
37.5	30	7.5	10	150	0	300	0	285	0.95	0.010	2	0.0	1.1	1.5	2.6	4.11	0.0136926	18769	563	2.85	0.38	630	0.630	61	25	
30	22.5	7.5	10	150	0	450	0	428	0.95	0.010	2	0.0	2.6	1.7	4.3	6.56	0.014575	14879	670	2.95	0.43	630	0.630	68	20	
22.5	15	7.5	10	150	0	600	0	570	0.95	0.010	3	0.0	4.3	1.9	6.2	9.17	0.0152912	12448	747	3.00	0.47	630	0.630	74	16	
15	7.5	7.5	10	150	0	750	0	713	0.95	0.010	4	0.0	6.2	2.0	8.1	11.88	0.0158374	10924	819	3.15	0.41	800	0.800	51	39	
7.5	0	7.5	10	150	0	900	0	855	0.95	0.010	5	0.0	8.1	2.1	10.2	14.69	0.0163206	9769	879	3.20	0.43	800	0.800	54	37	

Tronco di condotta		Superfici tratto										Calcolo della portata con il metodo dell'invaso e verifiche con scale di deflusso															
Sezione iniziale	Sezione finale	Lunghezza tronco	Larghezza fascia pavimentata	Superficie Pavimentata	Superfici non "pavimentate"	Superficie Pavimentata totale	Superficie non "pavimentate" TOTALE	Superficie equivalente	Coefficiente di deflusso equivalente	Pendenza	Volume piccoli invasi	Volume piccoli invasi aree non pavimentate	Volume di invaso del sistema a monte del tronco	Volume di invaso del sistema nel tronco corrente	Volume di invaso del sistema di condotte totale	Volume di invaso totale del sistema	Volume di invaso specifico totale del sistema	Coefficiente udometrico	Portata	Velocità della corrente	Tirante idrico	Diametro Nominale	Diametro nominale	Grado di riempimento	Franco idraulico		
sez.in	sez.out	L	l _f	S _f	S _s	S _{f,tot}	S _{s,tot}	S _{tot,eq}	φ _{eq}	j	Wsup	Wsup	Wc,m	Wc,cor	Wc,tot	W0	w0	u	Q	v	y	b	h	GR	cm		
15	7.5	7.5	20	150	0	150	0	143	0.95	0.005	m3	m3	0.0	1.2	1.2	1.99	0.0132712	21083	316	1.91	0.33	630	0.630	52	30		
7.5	0	7.5	20	150	0	300	0	285	0.95	0.005	2	0.0	1.2	1.6	2.9	4.37	0.0145585	14942	448	2.07	0.41	630	0.630	66	22		
C1																											

Tronco di condotta		Superfici tratto										Calcolo della portata con il metodo dell'invaso e verifiche con scale di deflusso																										
		Sezione iniziale	Sezione finale	Lunghezza tronco	Larghezza fascia pavimentata	Superficie Pavimentata	Superfici non "pavimentate"	Superficie Pavimentata totale	Superficie non "pavimentate" TOTALE	Superficie equivalente	Coefficiente di deflusso equivalente	Pendenza	Volume piccoli invasi	Wsup	Volume piccoli invasi aree non pavimentate	Wsup	Volume di invaso del sistema a monte del tronco	Wc,m	Volume di invaso del sistema nel tronco corrente	Wc,cor	Volume di invaso del sistema di condotte totale	Wc,tot	Volume di invaso totale del sistema	W0	Volume di invaso specifico totale del sistema	w0	coefficiente udometrico	Portata	Q	Velocità della corrente	v	Tirante idrico	y	Diametro Nominale	b	Diametro nominale	h	GR
sez.in	sez.out	L	lf	Sf	Ss	Sf,ot	Ss,ot	S _{tot,eq}	φ _{eq}	j	Wsup	Wsup	Wc,m	Wc,cor	Wc,tot	W0	w0	u	Q	v	y	b	h	GR	FRANCO													
m	m	m	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²		m/m	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³ /m ²	l/s ha	l/s	m/s	cm	m	%	cm														
60	52.5	7.5	0	150	0	150	0	143	0.95	0.005	1	0.0	0.0	1.2	1.2	1.99	0.0132712	21083	316	1.91	0.33	630	0.630	52	30													
52.5	45	7.5	0	150	0	300	0	285	0.95	0.005	2	0.0	1.2	1.6	2.9	4.37	0.0145584	14942	448	2.07	0.41	630	0.630	66	22													
45	37.5	7.5	0	150	0	450	0	428	0.95	0.005	2	0.0	2.9	1.9	4.7	6.99	0.0155265	11761	529	2.12	0.47	630	0.630	75	16													
37.5	30	7.5	0	150	0	600	0	570	0.95	0.005	3	0.0	4.7	2.1	6.8	9.79	0.0163222	9766	586	2.14	0.52	630	0.630	82	11													
30	22.5	7.5	0	150	0	750	0	713	0.95	0.005	4	0.0	6.8	2.1	8.9	12.66	0.0168852	8609	646	2.28	0.44	800	0.800	55	36													
22.5	15	7.5	0	150	0	900	0	855	0.95	0.005	5	0.0	8.9	2.2	11.2	15.65	0.017394	7708	694	2.32	0.46	800	0.800	57	34													
15	7.5	7.5	0	150	0	1050	0	998	0.95	0.005	5	0.0	11.2	2.3	13.5	18.75	0.017854	6995	735	2.35	0.48	800	0.800	60	32													
7.5	0	7.5	0	150	0	1200	0	1140	0.95	0.005	6	0.0	13.5	2.4	15.9	21.93	0.0182727	6418	770	2.38	0.49	800	0.800	61	31													

Tronco di condotta		Superfici tratto										Calcolo della portata con il metodo dell'invaso e verifiche con scale di deflusso																
Sezione iniziale	Sezione finale	L	l _f	S _f	S _s	S _{f,ot}	S _{s,ot}	S _{tot,eq}	φ _{eq}	j	Wsup	Wsup	Volume piccoli invasi a monte del tronco	Wc,m	Wc,cor	Wc,tot	Volume di invaso totale del sistema	w0	u	Q	v	y	b	h	Diametro nominale	Diametro nominale	Grado di riempimento	Franco
sez.in	sez.out	m	m	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²		m/m	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³ /m ²	l/s ha	l/s	m/s	cm	m	m	%	cm		
30	22.5	7.5	20	150	0	150	0	143	0.95	0.005	1	0.0	0.0	1.2	1.2	1.2	1.99	0.0132712	21083	316	1.91	0.33	630	0.630	52	30		
22.5	15	7.5	20	150	0	300	0	285	0.95	0.005	2	0.0	1.2	1.6	2.9	4.37	0.0145585	14942	448	448	2.07	0.41	630	0.630	66	22		
15	7.5	7.5	20	150	0	450	0	428	0.95	0.005	2	0.0	2.9	1.9	4.7	6.99	0.0155265	11761	529	529	2.12	0.47	630	0.630	75	16		
7.5	0	7.5	20	150	0	600	0	570	0.95	0.005	3	0.0	4.7	2.1	6.8	9.79	0.0163222	9766	586	586	2.14	0.52	630	0.630	82	11		

MT 21

CCO	Tronco di condotta		Superfici tratto								Calcolo della portata con il metodo dell'invaso e verifiche con scale di deflusso															
	Sezione iniziale	Sezione finale	Lunghezza tronco	Larghezza fascia pavimentata	Superficie Pavimentata	Superfici non "pavimentate"	Superficie Pavimentata totale	Superficie non "pavimentate" TOTALE	Superficie equivalente	Coefficiente di deflusso equivalente	Pendenza	Volume piccoli invasi	Volume piccoli invasi aree non pavimentate	Volume di invaso del sistema a monte del tronco	volume di invaso del sistema nel tronco corrente	volume di invaso del sistema di condotte totale	Volume di invaso totale del sistema	Volume di invaso specifico totale del sistema	coefficiente udometrico	Portata	Velocità della corrente	Tirante idrico	Diametro Nominale	Diametro nominale	Grado di riempimento	Franco idraulico
	sez.in	sez.out	L m	l _f m	S _f m2	S _s m2	S _{f,ot} m2	S _{s,ot} m2	S _{tot,eq} m2	φ _{eq}	j m/m	Wsup m3	Wsup m3	Wc,m m3	Wc,cor m3	Wc,tot m3	W0 m3	w0 m3/m2	u l/s ha	Q l/s	v m/s	y cm	b m	h m	GR %	Franco cm
	8	0	8	0	1650	0	1650	0	1568	0.95	0.005	8	0.0	20.6	2.9	23.5	31.74	0.0192334	5304	875	2.44	0.54	800	0.800	67	26

Tronco di condotta		Superfici tratto										Calcolo della portata con il metodo dell'invaso e verifiche con scale di deflusso															
Sezione iniziale	Sezione finale	L	l _f	S _f	S _s	S _{f,ot}	S _{s,ot}	S _{tot,eq}	φ _{eq}	j	Wsup	Wsup	Volume piccoli invasi a monte del tronco	Wc,m	Wc,cor	Wc,tot	Volume di invaso totale del sistema	W0	w0	coefficiente udometrico	Portata	Velocità della corrente	Tirante idrico	Diametro Nominale	Diametro nominale	Grado di riempimento	Franco
sez.in	sez.out	m	m	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²		m/m	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	l/s ha	l/s	m/s	cm	m	m	%	cm
30	22.5	7.5	20	3200	0	3200	0	3040	0.95	0.005	16	0.0	43.0	4.1	47.1	47.1	63.08	0.0197126	4840	1549	2.82	0.66	1000	1.000	66	34	
22.5	15	7.5	20	150	0	3350	0	3183	0.95	0.005	17	0.0	47.1	4.0	51.0	51.0	67.79	0.0202352	4391	1471	2.79	0.64	1000	1.000	64	36	
15	7.5	7.5	20	150	0	3500	0	3325	0.95	0.005	18	0.0	51.0	3.8	54.9	54.9	72.38	0.0206803	4050	1417	2.77	0.62	1000	1.000	62	38	
7.5	0	7.5	20	150	0	3650	0	3468	0.95	0.005	18	0.0	54.9	3.8	58.6	58.6	76.89	0.0210667	3780	1380	2.75	0.61	1000	1.000	61	39	

Tronco di condotta		Superfici tratto								Calcolo della portata con il metodo dell'invaso e verifiche con scale di deflusso															
		Sezione iniziale	Sezione finale	Lunghezza tronco	Larghezza fascia pavimentata	Superficie Pavimentata	Superfici non "pavimentate"	Superficie Pavimentata totale	Superficie non "pavimentate" TOTALE	Superficie equivalente	Coefficiente di deflusso equivalente	Pendenza	Volume piccoli invasi	Volume piccoli invasi aree non pavimentate	Volume di invaso del sistema a monte del tronco	volume di invaso del sistema nel tronco corrente	volume di invaso del sistema di condotte totale	Volume di invaso totale del sistema	Volume di invaso specifico totale del sistema	coefficiente udometrico	Portata	Velocità della corrente	Tirante idrico	Diametro Nominale	Diametro nominale
sez.in	sez.out	L	l _f	S _f	S _s	S _{f,ot}	S _{s,ot}	S _{tot,eq}	φ _{eq}	j	Wsup	Wsup	Wc,m	Wc,cor	Wc,tot	W0	w0	u	Q	v	y	b	h	GR	Franco
m	m	m	m	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²		m/m	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³ /m ²	l/s ha	l/s	m/s	cm	m	m	%	cm
2.5	0	2.5	0	5750	0	5750	0	5463	0.95	0.005	29	0.0	101.6	1.4	103.0	131.74	0.0229	2767	1591	2.86	0.59	1200	1.200	49	61

Tronco di condotta		Superfici tratto								Calcolo della portata con il metodo dell'invaso e verifiche con scale di deflusso															
		Sezione iniziale	Sezione finale	Lunghezza tronco	Larghezza fascia pavimentata	Superficie Pavimentata	Superfici non "pavimentate"	Superficie Pavimentata totale	Superficie non "pavimentate" TOTALE	Superficie equivalente	Coefficiente di deflusso equivalente	Pendenza	Volume piccoli invasi	Volume piccoli invasi aree non pavimentate	Volume di invaso del sistema a monte del tronco	volume di invaso del sistema nel tronco corrente	volume di invaso del sistema di condotte totale	Volume di invaso totale del sistema	Volume di invaso specifico totale del sistema	coefficiente udometrico	Portata	Velocità della corrente	Tirante idrico	Diametro Nominale	Diametro nominale
sez.in	sez.out	L	l _f	S _f	S _s	S _{f,ot}	S _{s,ot}	S _{tot,eq}	Φ _{eq}	j	Wsup	Wsup	Wc,m	Wc,cor	Wc,tot	W0	w0	u	Q	v	y	b	h	GR	Franco
		m	m	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²		m/m	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³ /m ²	l/s ha	l/s	m/s	cm	m	m	%	cm
1.5	0	1.5	0	5100	0	5100	0	4845	0.95	0.005	26	0.0	74.5	1.1	75.6	101.11	0.0198246	4739	2417	3.15	0.77	1200	1.200	64	43

Tronco di condotta		Superfici tratto										Calcolo della portata con il metodo dell'invaso e verifiche con scale di deflusso																		
Sezione iniziale	Sezione finale	L	l _f	S _f	S _s	S _{f,ot}	S _{s,ot}	S _{tot,eq}	φ _{eq}	Pendenza	Volume piccoli invasi	Wsup	Volume piccoli invasi aree non pavimentate	Wc,m	Volume di invaso del sistema a monte del tronco	Wc,cor	Volume di invaso del sistema nel tronco corrente	Wc,tot	Volume di invaso totale del sistema	W0	Volume di invaso specifico totale del sistema	u	coefficiente udometrico	Portata	Velocità della corrente	Tirante idrico	Diametro Nominale	Diametro nominale	Grado di riempimento	Franco
sez.in	sez.out	m	m	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²		m/m	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	l/s ha	l/s	m/s	cm	m	m	%	cm		
35	27.5	7.5	0	150	0	150	0	143	0.95	0.005	1	0.0	0.0	0.0	1.2	1.2	1.2	1.2	1.99	0.0132712	21083	316	1.91	0.33	630	0.630	52	30		
27.5	20	7.5	0	150	0	300	0	285	0.95	0.005	2	0.0	1.2	1.6	1.6	1.6	1.6	2.9	4.37	0.0145584	14942	448	2.07	0.41	630	0.630	66	22		
20	12.5	7.5	0	150	0	450	0	428	0.95	0.005	2	0.0	2.9	1.9	1.9	1.9	1.9	4.7	6.99	0.0155265	11761	529	2.12	0.47	630	0.630	75	16		
12.5	5	7.5	0	150	0	600	0	570	0.95	0.005	3	0.0	4.7	2.0	2.0	2.0	2.0	6.7	9.74	0.0162306	9972	598	2.24	0.42	800	0.800	52	38		
5	0	5	0	150	0	750	0	713	0.95	0.005	4	0.0	6.7	1.6	1.6	1.6	1.6	8.3	12.10	0.0161333	10198	765	2.37	0.49	800	0.800	61	31		

MT 23

Tronco di condotta		Superfici tratto										Calcolo della portata con il metodo dell'invaso e verifiche con scale di deflusso																														
Sezione iniziale	Sezione finale	L	larghezza tronco	larghezza fascia pavimentata	S _f	Superficie Pavimentata	S _s	Superfici non "pavimentate"	S _{f,tot}	Superficie Pavimentata totale	S _{s,tot}	Superficie non "pavimentate"	S _{tot,eq}	Superficie equivalente	ψ _{eq}	Pendenza	Volume piccoli invasi	Wsup	Volume piccoli invasi aree non pavimentate	Wsup	Volume di invaso del sistema a monte del tronco	Wc,m	Volume di invaso del sistema nel tronco corrente	Wc,cor	Volume di invaso del sistema di tronco totale	Wc,tot	Volume di invaso totale del sistema	W0	Volume di invaso specifico totale del sistema	w0	coefficiente udometrico	Q	Portata	Velocità della corrente	Tirante idrico	Diametro Nominale	b	Diametro nominale	h	Grado di riempimento	GR	Franco
sez.in	sez.out	m	m	m	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²		m/m	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³ /m ²	l/s ha	l/s	m/s	cm	m	m	%	cm						
20	12.5	7.5	20	150	0	150	0	150	0	150	0	143	0.95	0.010	1	0.0	0.0	0.0	1.1	1.1	1.88	0.0125134	26236	394	2.62	0.31	630	0.630	49	32												
12.5	5	7.5	20	150	0	150	0	150	0	150	0	285	0.95	0.010	2	0.0	1.1	1.5	2.6	4.11	0.0136926	18769	563	2.85	0.38	630	0.630	61	25													
5	0	5	20	150	0	150	0	150	0	150	0	428	0.95	0.010	2	0.0	2.6	1.4	4.0	6.21	0.0138061	18202	819	3.02	0.51	630	0.630	81	12													

M T 24

Tronco di condotta		Superfici tratto										Calcolo della portata con il metodo dell'invaso e verifiche con scale di deflusso													
Sezione iniziale	Sezione finale	L	l _f	S _f	S _s	S _{f,ot}	S _{s,ot}	S _{tot,eq}	ϕ _{eq}	j	Wsup	Wsup	Wc,m	Wc,cor	Wc,tot	W0	w0	coefficiente udometrico	Portata	Velocità della corrente	Tirante idrico	Diametro Nominale	Diametro nominale	Grado di rimpimento	Franco idraulico
sez.in	sez.out	m	m	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²		m/m	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³ /m ²	l/s ha	l/s	m/s	cm	m	m	%	cm
20	12.5	7.5	20	150	0	150	0	143	0.95	0.010	1	0.0	0.0	1.1	1.1	1.88	0.0125134	26236	394	2.62	0.31	630	0.630	49	32
12.5	5	7.5	20	150	0	300	0	285	0.95	0.010	2	0.0	1.1	1.5	2.6	4.11	0.0136926	18769	563	2.85	0.38	630	0.630	61	25
5	0	5	20	150	0	450	0	428	0.95	0.010	2	0.0	2.6	1.4	4.0	6.21	0.0138061	18202	819	3.02	0.51	630	0.630	81	12

Tronco di condotta		Superfici tratto										Calcolo della portata con il metodo dell'invaso e verifiche con scale di deflusso																														
Sezione iniziale	Sezione finale	L	Larghezza tronco	Larghezza fascia pavimentata	S _f	S _s	Superfici non "pavimentate"	S _{f,tot}	Superficie Pavimentata totale	S _{s,tot}	Superficie equivalente	S _{tot,eq}	ψ _{eq}	Pendenza	Volume piccoli invasi	Ws _{sup}	Volume piccoli invasi aree non pavimentate	Ws _{sup}	Volume di invaso del sistema a monte del tronco	Wc,m	Volume di invaso del sistema nel tronco corrente	Wc,cor	Volume di invaso del sistema di condotte totale	Wc,tot	Volume di invaso totale del sistema	W0	Volume di invaso specifico totale del sistema	w0	coefficiente udometrico	Q	Portata	Velocità della corrente	v	Tirante idrico	y	b	Diametro Nominale	h	Diametro nominale	GR	Grado di riempimento	Franco
sez.in	sez.out	m	m	m	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²		m/m	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³ /m ²	l/s ha	l/s	m/s	cm	m	m	m	%	cm						
65	57.5	7.5	0	150	0	150	0	150	0	150	0	143	0.95	0.005	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	1.2	1.2	1.2	1.99	0.0132712	21083	316	1.91	0.33	630	0.630	52	30								
57.5	50	7.5	0	150	0	150	0	300	0	300	0	285	0.95	0.005	2	0.0	1.2	1.6	1.6	2.9	1.6	2.9	2.9	4.37	0.0145584	14942	448	2.07	0.41	630	0.630	66	22									
50	42.5	7.5	0	150	0	150	0	450	0	450	0	428	0.95	0.005	2	0.0	2.9	1.9	1.9	4.7	1.9	4.7	4.7	6.99	0.0155265	11761	529	2.12	0.47	630	0.630	75	16									
42.5	35	7.5	0	150	0	150	0	600	0	600	0	570	0.95	0.005	3	0.0	4.7	2.1	2.1	6.8	2.1	6.8	6.8	9.79	0.0163222	9766	586	2.14	0.52	630	0.630	82	11									
35	27.5	7.5	0	150	0	150	0	750	0	750	0	713	0.95	0.005	4	0.0	6.8	2.1	2.1	8.9	2.1	8.9	8.9	12.66	0.0168852	8609	646	2.28	0.44	800	0.800	55	36									
27.5	20	7.5	0	150	0	150	0	900	0	900	0	855	0.95	0.005	5	0.0	8.9	2.2	2.2	11.2	2.2	11.2	11.2	15.65	0.017394	7708	694	2.32	0.46	800	0.800	57	34									
20	12.5	7.5	0	150	0	150	0	1050	0	1050	0	998	0.95	0.005	5	0.0	11.2	2.3	2.3	13.5	2.3	13.5	13.5	18.75	0.017854	6995	735	2.35	0.48	800	0.800	60	32									
12.5	5	7.5	0	150	0	150	0	1200	0	1200	0	1140	0.95	0.005	6	0.0	13.5	2.4	2.4	15.9	2.4	15.9	15.9	21.93	0.0182727	6418	770	2.38	0.49	800	0.800	61	31									
5	0	5	0	150	0	150	0	1350	0	1350	0	1283	0.95	0.005	7	0.0	15.9	1.8	1.8	17.7	1.8	17.7	17.7	24.50	0.018145	6587	889	2.45	0.54	800	0.800	68	26									

MT 27

Tronco di condotta		Superfici tratto										Calcolo della portata con il metodo dell'invaso e verifiche con scale di deflusso															
Sezione iniziale	Sezione finale	L	l _f	S _f	S _s	S _{f,ot}	S _{s,ot}	S _{tot,eq}	φ _{eq}	j	Wsup	Wsup	Wc,m	Wc,cor	Wc,tot	W0	w0	u	Q	v	y	b	h	Diametro nominale	Diametro Nominale	Grado di riempimento	Franco
sez.in	sez.out	m	m	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²		m/m	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³ /m ²	l/s ha	l/s	m/s	cm	m	m	%	cm		
20	12.5	7.5	10	75	0	75	0	71	0.95	0.005	0	0.0	0.0	0.7	0.7	1.04	0.0138507	17985	135	1.52	0.21	630	0.630	33	42		
12.5	5	7.5	10	75	0	150	0	143	0.95	0.005	1	0.0	0.9	1.5	2.27	0.0151588	12857	193	1.68	0.25	630	0.630	40	38			
5	0	5	10	75	0	225	0	214	0.95	0.005	1	0.0	0.8	2.3	3.42	0.0151903	12758	287	1.87	0.31	630	0.630	49	32			

M T 28

Tronco di condotta		Superfici tratto										Calcolo della portata con il metodo dell'invaso e verifiche con scale di deflusso															
Sezione iniziale	Sezione finale	L	l _r	S _r	S _s	S _{r,ot}	S _{s,ot}	S _{tot,eq}	Φ _{eq}	j	Wsup	Wsup	Wc,m	Wc,cor	Wc,tot	W0	w0	u	Q	v	y	b	h	Diametro nominale	Diametro nominale	Grado di riempimento	Franco idraulico
sez.in	sez.out	m	m	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²		m/m	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³ /m ²	l/s ha	l/s	m/s	cm	m	m	m	%	cm	cm
16.5	6.5	10	0	1950	0	1950	0	1853	0.95	0.005	10	0.0	24.5	3.9	28.4	38.19	0.0195848	4959	967	2.48	0.58	800	0.800	72	22		
6.5	0	6.5	0	600	0	2550	0	2423	0.95	0.005	13	0.0	35.2	2.9	38.1	50.87	0.0199504	4629	1180	2.66	0.55	1000	1.000	55	45		

CD 3

Tronco di condotta		Superfici tratto										Calcolo della portata con il metodo dell'invaso e verifiche con scale di deflusso														
Sezione iniziale	Sezione finale	L	l _f	l _f	S _f	S _s	S _{f,tot}	S _{s,tot}	S _{tot,eq}	φ _{eq}	Pendenza	Volume piccoli invasi	Volume piccoli invasi aree non pavimentate	Volume di invaso del sistema a monte del tronco	Volume di invaso del sistema nel tronco corrente	Volume di invaso del sistema di condotte totale	W0	w0	u	Q	v	y	b	h	GR	Franco
sez.in	sez.out	m	m	m	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²		m/m	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³ /m ²	l/s ha	l/s	m/s	cm	m	m	%	cm
20	15	5	0	750	0	750	0	713	0.95	0.005	4	0.0	8.3	1.2	9.6	13.33	0.0177671	7123	534	2.18	0.39	800	0.800	49	41	
15	5	10	0	600	0	1350	0	1283	0.95	0.005	7	0.0	16.4	3.0	19.4	26.13	0.0193528	5183	700	2.33	0.46	800	0.800	58	34	
5	0	5	0	1200	0	2550	0	2423	0.95	0.005	13	0.0	33.9	2.5	36.3	49.08	0.0192481	5289	1349	2.74	0.60	1000	1.000	60	40	

CD 4

Tronco di condotta		Superfici tratto										Calcolo della portata con il metodo dell'invaso e verifiche con scale di deflusso															
sez.in	sez.out	Progr.	Progr.	L	l _f	S _f	S _s	S _{f,tot}	S _{s,tot}	S _{tot,eq}	φ _{eq}	j	Wsup	Wsup	Wc,m	Wc,cor	Wc,tot	W0	w0	n	Q	v	y	b	h	GR	Franco
		m	m	m	m	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²		m/m	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³ /m ²	l/s ha	l/s	m/s	cm	m	m	%	cm
31	21	0	10	10	0	150	0	150	0	143	0.95	0.005	1	0.0	1.2	0.7	2.0	2.71	0.0180546	6711	101	1.40	0.18	630	0.630	28	45
21	0	10	31	21	0	150	0	300	0	285	0.95	0.005	2	0.0	3.2	1.6	4.8	6.33	0.0211059	3754	113	1.45	0.19	630	0.630	30	44

D pv

8. ALLEGATO 1 – TABELLE RISULTATI VIABILITÀ

Tronco di condotta		Superfici tratto										Calcolo della portata con il metodo dell'invaso e verifiche con scale di deflusso																
sez.in	sez.out	Progr.	Progr.	L	l _f	S _f	S _s	S _{f,ot}	S _{s,ot}	S _{tot,eq}	Φ _{eq}	j	Wsup	Wsup	Wc,m	Wc,cor	Wc,tot	W0	w0	coefficiente udometrico	Portata	Velocità della corrente	Tirante idrico	Diametro Nominale	Diametro nominale	Grado di riempimento	Franco	
m	m	m	m	m	m	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²		m/m	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³ /m ²	l/s ha	l/s	m/s	cm	m	m	%	cm	
22.5	15	0	7.5	7.5	6	45	0	45	0	43	0.95	0.009	0	0.0	0.0	0.4	0.4	0.4	0.61	0.0135236	19656	88	1.73	0.17	400	0.400	43	23
15	7.5	7.5	15	7.5	10	75	0	120	0	114	0.95	0.009	1	0.0	0.4	0.7	1.1	1.69	0.0141094	16789	201	2.13	0.24	500	0.500	49	26	
7.5	0	15	22.5	7.5	10	75	0	195	0	185	0.95	0.009	1	0.0	1.1	0.9	2.0	2.93	0.0150155	13319	260	2.27	0.28	500	0.500	57	22	

CT 1

Tronco di condotta		Superfici tratto										Calcolo della portata con il metodo dell'invaso e verifiche con scale di deflusso																	
sez.in	sez.out	Progr.	Progr.	L	l _f	S _f	S _s	S _{f,ot}	S _{s,ot}	S _{tot,eq}	Φ _{eq}	j	Wsup	Wsup	Wc,m	Wc,cor	Wc,tot	W0	w0	u	Q	v	y	b	h	Diametro nominale	Diametro Nominale	Grado di riempimento	Franco
m	m	m	m	m	m	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²		m/m	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³ /m ²	l/s ha	l/s	m/s	cm	m	m	m	%	cm	
20	12.5	0	7.5	7.5	7.5	56	0	56	0	53	0.95	0.013	0	0.0	0.0	0.4	0.4	0.4	0.73	0.0129347	23196	130	2.19	0.19	400	0.400	48	21	
12.5	5	7.5	15	7.5	10	56	0	113	0	107	0.95	0.013	1	0.0	0.4	0.6	1.0	1.59	0.0141623	16556	186	2.39	0.21	500	0.500	42	29		
5	0	15	20	5	0	106	0	219	0	208	0.95	0.013	1	0.0	1.0	0.8	2.3	2.91	0.0132884	20982	459	2.93	0.37	500	0.500	74	13		

CT 3		Calcolo della portata con il metodo dell'invaso e verifiche con scale di deflusso																													
Tronco di condotta				Superfici tratto								Pendenza																			
sez.in	sez.out	Progr.	Progr.	L	l _f	S _f	S _s	S _{f,ot}	S _{s,ot}	S _{tot,eq}	φ _{eq}	j	Wsup	Wsup	Volume piccoli invasi non pavimentate	Volume piccoli invasi aree non pavimentate	Volume di invaso del sistema a monte del tronco	Volume di invaso del sistema nel tronco corrente	Wc,tot	W0	w0	Volume di invaso specifico totale del sistema	Volume di invaso totale del sistema	coefficiente udometrico	Portata	Velocità della corrente	Tirante idrico	Diametro Nominale	Diametro nominale	Grado di riempimento	Franco
m	m	m	m	m	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²		m/m	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³ /m ²	l/s ha	l/s	m/s	cm	m	m	%	cm	
17	9.5	0	7.5	7.5	5	38	0	38	0	36	0.95	0.005	0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.4	0.4	0.54	0.0143835	15629	59	1.25	0.16	400	0.400	40	24	
9.5	2	7.5	15	7.5	5	38	0	75	0	71	0.95	0.005	0	0.0	0.4	0.5	0.4	0.5	0.8	1.18	0.0157699	11099	83	1.37	0.19	400	0.400	49	21		
2	0	15	17	2	5	38	0	113	0	107	0.95	0.005	1	0.0	0.8	0.2	0.8	0.2	1.0	1.59	0.0141598	16567	186	1.67	0.28	500	0.500	55	22		

CT 4		Calcolo della portata con il metodo dell'invaso e verifiche con scale di deflusso																											
Tronco di condotta				Superfici tratto								Calcolo della portata con il metodo dell'invaso e verifiche con scale di deflusso																	
sez.in	sez.out	Progr.	Progr.	L	l _f	S _f	S _s	S _{f,tot}	S _{s,tot}	S _{tot,eq}	Φ _{eq}	j	Wsup	Wsup	Wc,m	Wc,cor	Wc,tot	W0	w0	u	Q	v	y	b	h	Diametro nominale	Diametro nominale	Grado di riempimento	Franco
m	m	m	m	m	m	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²		m/m	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³ /m ²	l/s ha	l/s	m/s	cm	m	m	m	%	cm	
28	20.5	0	7.5	7.5	5	38	0	38	0	36	0.95	0.005	0	0.0	0.0	0.4	0.4	0.4	0.54	0.0143835	15629	59	1.25	0.16	400	0.400	40	24	
20.5	13	7.5	15	7.5	5	38	0	75	0	71	0.95	0.005	0	0.0	0.4	0.5	0.8	1.18	0.0157699	11099	83	1.37	0.19	400	0.400	49	21		
13	7.5	15	20.5	5.5	5	38	0	113	0	107	0.95	0.005	1	0.0	0.8	0.4	1.2	1.80	0.0160379	10425	117	1.49	0.24	400	0.400	60	16		
7.5	0	20.5	28	7.5	10	38	0	150	0	143	0.95	0.005	1	0.0	1.2	0.6	1.8	2.59	0.0172604	7933	119	1.49	0.21	500	0.500	43	29		

Tronco di condotta		Superfici tratto										Calcolo della portata con il metodo dell'invaso e verifiche con scale di deflusso																		
sez.in	sez.out	Progr.	Progr.	L	l _f	S _f	S _s	S _{f,ot}	S _{s,ot}	S _{tot,eq}	φ _{eq}	j	Wsup	Wsup	Volume piccoli invasi non pavimentate	Wc,m	Wc,cor	Wc,tot	Volume di invaso totale del sistema	w0	Volume di invaso specifico totale del sistema	coefficiente udometrico	Q	v	y	b	h	Diametro nominale	Grado di riempimento	Franco
m	m	m	m	m	m	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²		m/m	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³ /m ²	l/s ha	l/s	m/s	cm	m	m	%	cm	
25	17.5	0	7.5	7.5	10	75	0	75	0	71	0.95	0.005	0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.7	0.7	1.04	0.0138088	18189	136	1.55	0.23	500	0.500	46	27	
17.5	10	7.5	15	7.5	10	75	0	150	0	143	0.95	0.005	1	0.0	0.7	0.9	1.5	1.5	2.27	0.0151403	12915	194	1.69	0.28	500	0.500	57	22		
10	2.5	15	22.5	7.5	6	75	0	225	0	214	0.95	0.005	1	0.0	1.5	1.0	2.5	2.5	3.63	0.0161281	10210	230	1.75	0.32	500	0.500	63	18		
2.5	0	22.5	25	2.5	10	75	0	300	0	285	0.95	0.005	2	0.0	2.5	0.5	3.0	3.0	4.50	0.0150007	13368	401	2.02	0.38	630	0.630	61	25		

CTS

Tronco di condotta		Superfici tratto										Calcolo della portata con il metodo dell'invaso e verifiche con scale di deflusso																	
sez.in	sez.out	Progr.	Progr.	L	l _f	S _f	S _s	S _{f,ot}	S _{s,ot}	S _{tot,eq}	Φ _{eq}	j	Wsup	Wsup	Wc,m	Wc,cor	Wc,tot	W0	w0	u	Q	v	y	b	h	Diametro nominale	Diametro nominale	Grado di riempimento	Franco
14	6.5	0	7.5	7.5	5	38	0	38	0	36	0.95	0.005	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³ /m ²	l/s ha	l/s	m/s	cm	m	m	m	%	cm	19
6.5	0	7.5	14	6.5	5	38	0	75	0	71	0.95	0.005	0	0.0	0.4	0.4	0.4	0.8	1.15	0.0153606	12240	92	1.40	0.21	400	0.400	40	52	
				Lunghezza tronco	Larghezza fascia pavimentata	Superficie Pavimentata	Superfici non "pavimentate"	Superficie Pavimentata totale	Superficie non "pavimentate" TOTALE	Superficie equivalente	Coefficiente di deflusso equivalente	Pendenza	Volume piccoli invasi	Volume piccoli invasi aree non pavimentate	Volume di invaso del sistema a monte del tronco	Volume di invaso del sistema nel tronco corrente	volume di invaso del sistema di condotte totale	Volume di invaso totale del sistema	Volume di invaso specifico totale del sistema	coefficiente udometrico	Portata	Velocità della corrente	Tirante idrico	Diametro Nominale	Diametro nominale	Grado di riempimento	Franco		

CT 6

CT7	Tronco di condotta				Superfici tratto								Calcolo della portata con il metodo dell'invaso e verifiche con scale di deflusso															
	Sezione iniziale	Sezione finale	progressiva inizio	Progressiva fine	Lunghezza tronco	Larghezza fascia pavimentata	Superficie Pavimentata	Superfici non "pavimentate"	Superficie Pavimentata totale	Superficie non "pavimentate" TOTALE	Superficie equivalente	Coefficiente di deflusso equivalente	Pendenza	Volume piccoli invasi	Volume piccoli invasi aree non pavimentate	Volume di invaso del sistema a monte del tronco	volume di invaso del sistema nel tronco corrente	volume di invaso del sistema di condotte totale	Volume di invaso totale del sistema	Volume di invaso specifico totale del sistema	coefficiente udometrico	Portata	Velocità della corrente	Tirante idrico	Diametro Nominale	Diametro nominale	Grado di rimepimento	Franco idraulico
	sez.in	sez.out	Progr.	Progr.	L	l _f	S _f	S _s	S _{f,ot}	S _{s,ot}	S _{tot,eq}	Ψ _{eq}	j	Wsup	Wsup	Wc,m	Wc,cor	Wc,tot	W0	w0	u	Q	v	y	b	h	GR	Franco
			m	m	m	m	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²		m/m	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³ /m ²	l/s ha	l/s	m/s	cm	m	m	%
	7.5	0	0	7.5	7.5	5	38	0	38	0	36	0.95	0.005	0	0.0	0.0	0.4	0.4	0.54	0.0143835	15629	59	1.25	0.16	400	0.400	40	24