

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIREZIONE TECNICA

**S.O. PROGETTAZIONE INTEGRATA SUD**  
**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ECONOMICA ARRICCHITO**

LINEA SALERNO - PONTECAGNANO AEROPORTO  
COMPLETAMENTO METROPOLITANA DI SALERNO  
NUOVA FERMATA A SERVIZIO DELL'AREA ASI DI SALERNO

ELABORATI GENERALI  
IDROLOGIA E IDRAULICA  
Idraulica di piattaforma  
Relazione idraulica di drenaggio di piattaforma

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

NN2G 00 D 78 RI ID0002 001 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione esecutiva	E.Sellari 	05.12.2022	V.Colamesta 	05.12.2022	M.Leogrande 	05.12.2022	F.Sacchi 05.12.2022  ITALFERR SpA Gruppo Ferrovie dello Stato Direzione Tecnica S.O. Progettazione Integrata e Field Engineering Dott. Ing. Francesco Sacchi Ordine degli Ingegneri Prov. di Roma n. 23172 Str. A

NN2G00D78RIID0002001A

n. Elab.: 78 14

## INDICE

1	PREMESSA .....	2
2	ANALISI IDROLOGICA DELLE PIOGGE INTENSE.....	3
3	STIMA DELLE PORTATE DI PIENA .....	4
3.1	IL METODO DELL'INVASO.....	4
4	RACCOLTA E SCARICO DELLE ACQUE METEORICHE RICADENTI SULLA PIATTAFORMA FERROVIARIA E SUL PIAZZALE.....	13
4.1.	DRENAGGIO LATO BINARIO LINEA STORICA.....	14
5.	ALLACCIO ALLA RETE IDRICO-FOGNARIA.....	15
6.	VASCHE DI RECUPERO DELLE ACQUE METEORICHE .....	15
6.1	DIMENSIONAMENTO VASCHE DI ACCUMULO .....	16
7.	VERIFICHE IDRAULICHE.....	19

## 1 PREMESSA

Il presente documento è stato emesso nell'ambito dello sviluppo del Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica Arricchito per il completamento della Linea Salerno – Pontecagnano Aeroporto, Nuova fermata a Servizio dell'Area ASI di Salerno.

L'oggetto della presente relazione è il dimensionamento idraulico dei manufatti atti al collettamento ed allo smaltimento delle acque di drenaggio di piattaforma ferroviaria e del piazzale a servizio della fermata in progetto.

La protezione della linea ferroviaria dalle acque meteoriche zenitali e da quelle che, nel naturale deflusso superficiale, vengono ad interessare il corpo ferroviario richiede la realizzazione sistematica di manufatti di raccolta e convogliamento verso le canalizzazioni di smaltimento ai lati della linea ferroviaria.

Gli interventi oggetto della presente fattibilità vedranno come stato di fatto le opere previste nell'ambito del progetto di completamento della Metropolitana di Salerno Tratta Arechi-Pontecagnano Aeroporto. Pertanto, oltre alla rete di smaltimento delle acque ricadenti sul piazzale di accesso alla fermata, si è previsto l'inserimento di collettori in PVC (DN630/DN500) sotto la banchina per assicurare il drenaggio delle acque di piattaforma ferroviaria, lato binario Metro Salerno.

In questa relazione vengono esposti i criteri che portano alla definizione degli eventi pluviometrici critici considerati per il dimensionamento dei manufatti e, successivamente, il dimensionamento idraulico degli stessi.

La fase di progettazione è stata svolta sulla base delle prescrizioni del Manuale di Progettazione RFI in riferimento alla portata di progetto (tempo di ritorno pari a 100 anni per la piattaforma ferroviaria e tempo di ritorno 25 anni per il piazzale a servizio della fermata) ed al metodo di calcolo per il dimensionamento del sistema di drenaggio.

Inoltre, sono state previste delle vasche di accumulo per il riuso (a fini irrigui e per l'alimentazione delle cassette dei WC) delle acque meteoriche delle coperture, in accordo con la normativa sui Criteri Ambientali Minimi.

In ogni caso sarà da prevedersi l'allaccio alla rete idrica, ad integrazione della risorsa disponibile nelle vasche di accumulo. Le reti idrico-fognarie alle quali è stato previsto l'allaccio sono ubicate lungo via Tiberio Claudio Felice.

## 2 ANALISI IDROLOGICA DELLE PIOGGE INTENSE

Nella seguente tabella si riportano i parametri delle equazioni monomie di probabilità pluviometrica, espresse dall'equazione ( $h(t) = a t^n$ ) e utilizzate per determinare le portate in funzione del tempo di ritorno per il drenaggio di piattaforma dell'area in oggetto.

I parametri della LSPP per Tr 100 anni e per Tr 25 anni per durate inferiori all'ora sono riportati nella tabella di seguito.

<b>LSPP d &lt; 1 ora – Tr 100 anni</b>	
<b>a</b>	<b>n</b>
62.37	0.310

*Tabella 1- LSPP – Tr 100 anni per d < 1 ora.*

<b>LSPP d &lt; 1 ora – Tr 25 anni</b>	
<b>a</b>	<b>n</b>
51.99	0.310

*Tabella 2- LSPP – Tr 25 anni per d < 1 ora.*

### 3 STIMA DELLE PORTATE DI PIENA

La stima delle portate per il dimensionamento delle canalette e dei collettori per lo smaltimento delle acque meteoriche afferenti alla piattaforma ferroviaria è stata condotta mediante il metodo del volume di invaso come indicato nel Manuale di Progettazione Ferrovia.

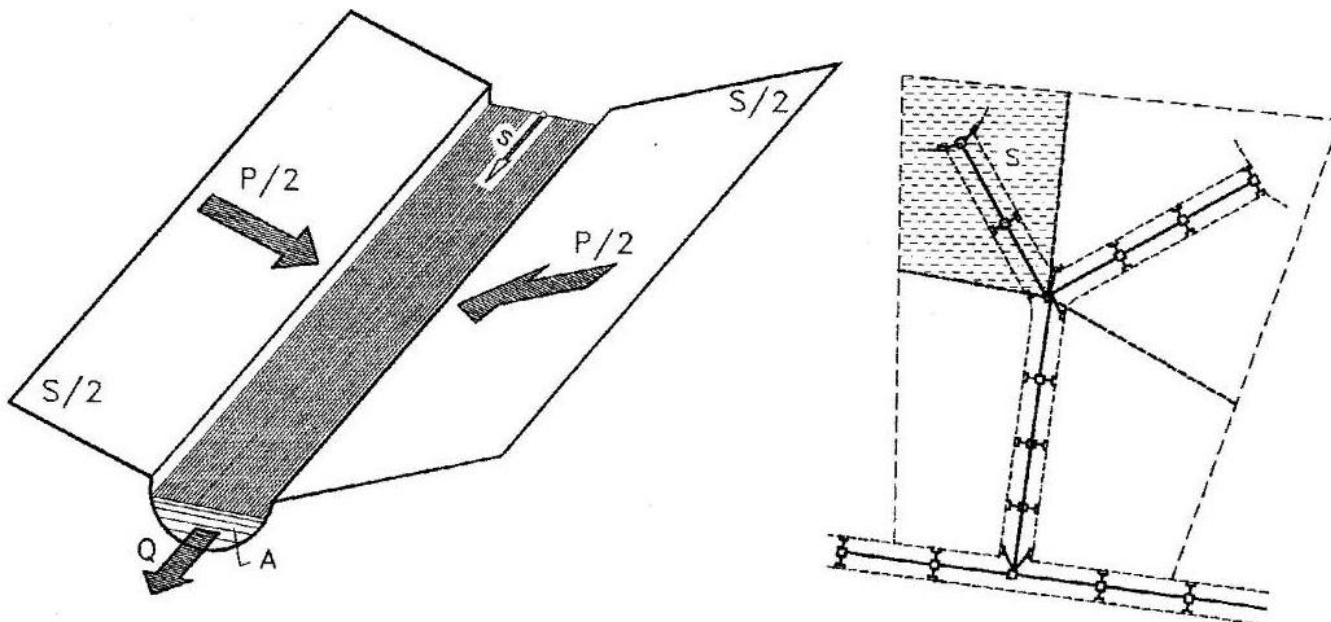
#### 3.1 IL METODO DELL'INVASO

Tale metodo tratta il problema del moto vario in maniera semplificata: assegna all'equazione del moto la semplice forma del moto uniforme ed assume come equazione di continuità quella detta "dei serbatoi" per simulare, concettualmente, l'effetto d'invaso.

Tale metodologia sfrutta per il calcolo delle portate le capacità d'invaso della rete.

Le ipotesi alla base del metodo sono stazionarietà e linearità, che comportano 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 in tratti di canale a monte. Il metodo si fonda sull'equazione di continuità.

Si ipotizza che la superficie scolante  $S$  sia solcata da un collettore avente sezione d'area  $A$  e pendenza  $i$ .



*Figura 1 - Schema per il calcolo delle portate con il metodo dell'invaso.*

La condizione di continuità si esprime scrivendo:

	<b>LINEA SALERNO - PONTECAGNANO AEROPORTO          COMPLETAMENTO METROPOLITANA DI SALERNO          TRATTA ARECHI - PONTECAGNANO AEROPORTO          NUOVA FERMATA A SERVIZIO DELL'AREA ASI DI          SALERNO</b>					
Relazione idraulica drenaggio di piattaforma	PROGETTO NN2G	LOTTO 00 D 78	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID0002 001	REV. A	PAG. 5 di 20

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

dove:

$p = \varphi j S$ , con  $j = a \tau^{n-1}$  intensità di pioggia costante sulla durata  $\tau$  della precipitazione;

$V$  = volume invasato a monte della sezione di chiusura;

$Q$  = portata transitante nella 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  $\tau$  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 poter 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:

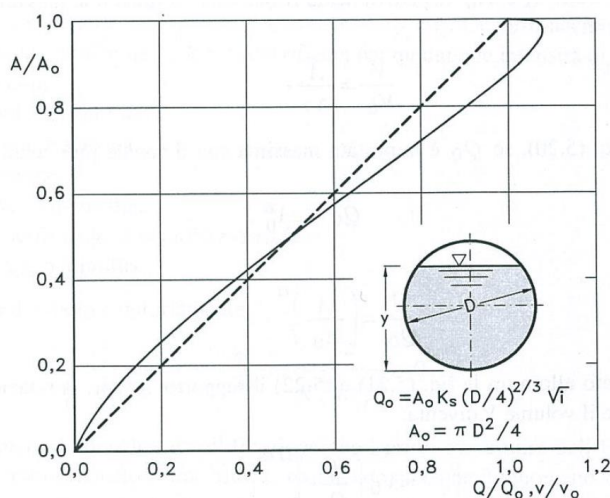
$$V = V_0 \left( \frac{Q}{Q_0} \right)^{1/\alpha}$$

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

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

### 3.1.1 Sezioni Chiuse

Per le sezioni chiuse è ammissibile una relazione lineare fra volume e portata, assumendo  $\alpha=1.0$ .



**Figura 2 - Andamento della portata in funzione della sezione liquida della condotta.**

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

$$dt = \frac{V_0}{Q_0} \cdot \frac{dQ}{p - Q}$$

Posto p costante, l'equazione integrata nell'intervallo  $t_2 - t_1$  dà:

$$t_2 - t_1 = \frac{V_0}{Q_0} \cdot \ln \frac{p - Q_1}{p - Q_2}$$

Per  $t_1=0$  e  $Q_1=0$ , si ha il tempo di riempimento  $t_r$  necessario, a partire dalle condizioni di condotta vuota, per raggiungere il valore massimo  $Q_0$ :

$$t_r = \frac{V_0}{Q_0} \cdot \ln \frac{p}{p - Q_0} = \frac{V_0}{Q_0} \cdot \ln \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1}$$

con

$$\varepsilon = \frac{p}{Q_0}$$

Nota la relazione  $h = a \tau^n$ , per una prefissata intensità  $j = a \tau^{n-1}$ , si ha:

$$\varepsilon = \frac{p}{Q_0} = \frac{\varphi j S}{Q_0} = \varphi \frac{S a \tau^{n-1}}{Q_0} \Rightarrow \tau = \left( \frac{\varepsilon Q_0}{\varphi S a} \right)^{1/(n-1)}$$

La condizione  $t_r = \tau$  dà modo di ottenere:

$$V_0 = Q_0 \left( \frac{\varepsilon Q_0}{\varphi S a} \right)^{1/(n-1)} \cdot \left( \ln \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} \right)^{-1}$$

Ed anche, ricordando che  $u = Q_0 / S$ ,

$$V_0 = \frac{S}{\ln \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1}} \cdot u \cdot \left( \frac{\varepsilon \cdot u}{\varphi \cdot a} \right)^{1/(n-1)},$$



 <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<b>LINEA SALERNO - PONTECAGNANO AEROPORTO          COMPLETAMENTO METROPOLITANA DI SALERNO          TRATTA ARECHI - PONTECAGNANO AEROPORTO          NUOVA FERMATA A SERVIZIO DELL'AREA ASI DI          SALERNO</b>					
Relazione idraulica drenaggio di piattaforma	PROGETTO NN2G	LOTTO 00 D 78	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID0002 001	REV. A	PAG. 8 di 20

dalla quale, definito  $v_0 = V_0 / S$  come volume specifico si ha:

$$u = \varepsilon^{-1/n} \cdot \left( \ln \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} \right)^{(n-1)/n} \cdot \frac{(\varphi \cdot a)^{1/n}}{v_0^{(1-n)/n}}$$

La condizione  $du / d\varepsilon = 0$  consente di calcolare il valore di  $\varepsilon = p / Q_0$  relativo all'evento che sollecita, noto l'esponente  $n$ , in maggior misura la rete. Si ottiene:

$$n = 1 + (\varepsilon - 1) \cdot \ln \frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon}$$

da cui può dedursi, con un'approssimazione sufficiente nell'intervallo 0.25 – 0.50 dei valori di  $n$ , il desiderato valore di  $\varepsilon$ :

$$\varepsilon = 3.94 - 8.21n + 6.23n^2 + \dots$$

Esprimendo  $v_0$  in  $m^3/ha$ ,  $S$  in  $ha$ ,  $a$  in  $mm/ora^n$  e  $u$  in  $l/s ha$  si ha:

$$u = 10^{1/n} \cdot 0.278\varepsilon^{-1/n} \cdot \left( \ln \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} \right)^{(n-1)/n} \cdot \frac{(\varphi \cdot a)^{1/n}}{v_0^{(1-n)/n}}$$

Raggruppando con la posizione:

$$K_c = \left( \frac{10\varphi \cdot a}{\varepsilon \cdot 3.6^n} \right)^{1/(1-n)} \cdot \frac{1}{\ln \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1}}$$

le grandezze legate al carattere climatico del luogo ( $a$  e  $n$ ), direttamente e nel parametro  $\varepsilon$ , e allo stato della superficie scolante ( $\varphi$ ), l'equazione diventa:

$$u = \left( \frac{K_c}{v_0} \right)^{(1-n)/n}$$

L'equazione, per l'evidenza accordata al volume specifico  $v_0$ , si presta principalmente allo svolgimento pratico del calcolo.

### 3.1.2 Sezioni aperte

Per le sezioni aperte è ammissibile una relazione lineare fra volume e portata, assumendo  $\alpha=1.5$ .

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):

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

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 nella seguente tabella al variare di  $\alpha$ .

$z$	$\xi_1(z)$	$\xi_{1,25}(z)$	$\xi_{1,5}(z)$	$\xi_{1,75}(z)$	$\xi_2(z)$
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 3 - Valori di  $\zeta$  in funzione di  $\alpha$ .*

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

$$u = \frac{Q_0}{S} = z [\zeta_\alpha(z)]^{(n-1)/n} \cdot \frac{(\varphi \cdot a)^{1/n}}{v_0^{(1-n)/n}}$$

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, avvallamenti, 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 udometrico  $u$ . 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  $\cdot$  giorni<sup>-n</sup> e  $[v_0]=$  metri, e il coefficiente udometrico  $[u]=$  litri / secondo  $\cdot$  ettaro, l'equazione che definisce il coefficiente udometrico diventa:

$$u = (26\alpha + 66)n \cdot \frac{(\varphi \cdot a)^{1/n}}{v_0^{(1-n)/n}}$$

### 3.1.3 Dimensionamento idraulico

Il dimensionamento idraulico degli elementi costituenti il drenaggio delle acque meteoriche è stato eseguito mediante il metodo del volume d'invaso precedentemente esposto.

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 ( $t_r = t_p$ ).

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

$$u = \frac{Q_0}{S} = z [\zeta_\alpha(z)]^{(n-1)/n} \cdot \frac{(\varphi \cdot a)^{1/n}}{v_0^{(1-n)/n}}$$

per il quale vengono utilizzati i seguenti parametri:

- Volume specifico piccoli invasi per la piattaforma ferroviaria  $W_p = 0.005$  m, per le aree esterne e aree verdi  $W_{ae} = 0.005$  m, per strade/piazzali  $W_p = 0.003$  m;
- Coefficiente di afflusso per le aree pavimentate  $\varphi_p = 0.9$ , per le aree esterne  $\varphi_{ae} = 0.3$ , per l'attuale piattaforma della Linea Storica e per gli adeguamenti in supercompattato  $\varphi_{ls} = 0.6$ ;
- Coefficiente di scabrezza di Manning delle tubazioni in PVC  $n = 0.0125$  s /m<sup>1/3</sup>, tubazioni e canali in cls  $n = 0.015$  s/m<sup>1/3</sup>;
- Larghezza piattaforma  $L =$  variabile;

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 [s /m<sup>1/3</sup>];

$A$  – area bagnata [m<sup>2</sup>];

Relazione idraulica drenaggio di piattaforma

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
NN2G	00 D 78	RI	ID0002 001	A	12 di 20

Rh – raggio idraulico [m];

i – pendenza del fondo.

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

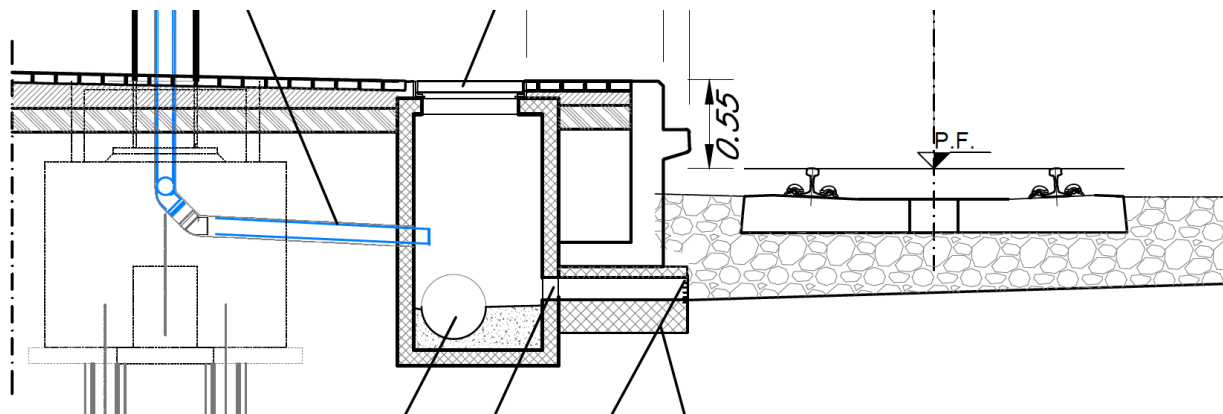
#### 4 RACCOLTA E SCARICO DELLE ACQUE METEORICHE RICADENTI SULLA PIATTAFORMA FERROVIARIA E SUL PIAZZALE

Per le acque di piattaforma e per quelle di banchina si è previsto un sistema di drenaggio costituito da collettori in PVC disposti all'interno della banchina e che si ricollegano agli elementi di drenaggio del progetto di completamento della Metropolitana di Salerno.

Il sistema di drenaggio del suddetto progetto vede una canaletta di piattaforma 50x80cm posta a margine del muro di sostegno, e nella quale recapita anche la canaletta centrale che drena le acque della Linea Storica tramite tubazioni in PVC poste ogni 50 metri (per i dettagli si rimanda alla planimetria di drenaggio dello stato di fatto - NN2G00D78P8ID0002001).

Per il tratto in corrispondenza della fermata, oggetto di fattibilità, non essendo possibile proseguire con la canaletta a causa della presenza della banchina, si è prevista la realizzazione di un collettore in PVC DN 630 (dalla progressiva km 2+910 al km 2+740 – pk del progetto Metro Salerno) per il drenaggio delle acque provenienti dalla canaletta di piattaforma 50x80cm, tale da consentire il passaggio al di sotto della banchina e la deviazione in corrispondenza del sottopasso. Per il drenaggio delle acque di piattaforma, per il tratto interferente con il sottopasso, si è previsto un collettore DN500.

Di seguito si riporta un dettaglio del sistema di drenaggio previsto in corrispondenza della banchina ferroviaria.



*Figura 3 - Dettaglio drenaggio banchina ferroviaria.*

Per quanto riguarda il drenaggio del piazzale di accesso alla fermata, sono state inserite delle canalette rettangolari in cls con griglia in ghisa sferoidale di dimensioni 30x30 e 50x50 e dei collettori in PVC (SN8) per il recapito nel collettore di acque bianche DN600 ubicato lungo via Tiberio Claudio Felice. Nella successiva fase progettuale sarà necessario effettuare un rilievo di dettaglio della tubazione esistente al fine di verificarne la compatibilità.

Il dimensionamento idraulico degli elementi di drenaggio della fermata è stato eseguito mediante l'utilizzo del metodo dell'invaso i cui fondamenti teorici sono stati precedentemente esposti.

La verifica eseguita è volta a rispettare le seguenti condizioni:

- Grado di Riempimento:

- per  $DN < 500\text{mm}$ : grado di riempimento  $\leq 50\%$
- per  $DN \geq 500\text{mm}$ : grado di riempimento  $\leq 70\%$

- Velocità:  $0,50 < v_{eff} < 5,00$  m/s al fine di preservare l'integrità delle tubazioni aumentandone di fatto la durabilità.

Si riportano in allegato le verifiche idrauliche.

#### 4.1. DRENAGGIO LATO BINARIO LINEA STORICA

Con riferimento al drenaggio ferroviario lato piazzale di accesso (lato binario linea storica), si è previsto un riempimento con materiale di rinterro con pavimentazione drenante come si osserva nella figura seguente.

In particolare, assumendo un evento critico di durata pari a 3 ore, sul suddetto materiale di riempimento, posto a tergo della storica, si instaurerebbe un tirante pari a 20 cm. A vantaggio di sicurezza, si è supposto che tale volume cominci ad infiltrarsi al termine dell'evento meteorico. Considerato un valore di permeabilità  $K$  pari a  $2.03 \cdot 10^{-6}$ , come riportato nella relazione geotecnica allagata al progetto, si è calcolato un tempo di svuotamento pari a circa 48 ore.

I valori dei tiranti e del tempo di svuotamento si ritengono compatibili con la sicurezza dell'esercizio ferroviario.

	DATI DI INPUT											RECAPITI A DISPERSIONE										Verifica				
	a	n	t	h	S <sub>copertura</sub>	Φ <sub>copertura</sub>	S <sub>ferrovia</sub>	Φ <sub>ferrovia</sub>	S <sub>vegetale</sub>	Φ <sub>vegetale</sub>	S <sub>TOT</sub>	V <sub>PIOGGIA</sub>	B	L	H	Sponde	K	J	A <sub>EFFETTIVA</sub>	A <sub>NETTA DISP.</sub>	V		Q <sub>INF</sub>	Porosità	V <sub>MAX. INVASO</sub>	T <sub>SVUOTAMENTO</sub>
	(mm/h)		(min)	(mm)	(m <sup>2</sup> )	(m <sup>2</sup> )		(m <sup>2</sup> )		(m <sup>2</sup> )	(m <sup>2</sup> )	(m <sup>3</sup> )	(m)	(m)	(m)	3/2=33,69° 1/1=45°	(m/s)	(m/m)	(m <sup>2</sup> )	(m <sup>2</sup> )	(m/s)	(m <sup>3</sup> /s)		(m <sup>3</sup> )	(ore)	
PAVIMENTAZIONE DISPERDENTE piazzale retrostante	62.37	0.31	10	35.79	0	0.9	6	0.6	0	0.4	6	0.19	2.75	1	0.2	90	2.30E-06	1	0.55	1.375	2.3E-06	3.2E-06	1	0.6	48.3	Verificato
	62.37	0.31	20	44.37								0.24														Verificato
	62.37	0.31	30	50.31								0.27														Verificato
	62.37	0.31	50	58.94								0.32														Verificato
	70.50	0.30	60	70.50								0.38														Verificato
	70.50	0.30	120	86.50								0.47														Verificato
70.50	0.30	180	97.49	0.53	Verificato																					

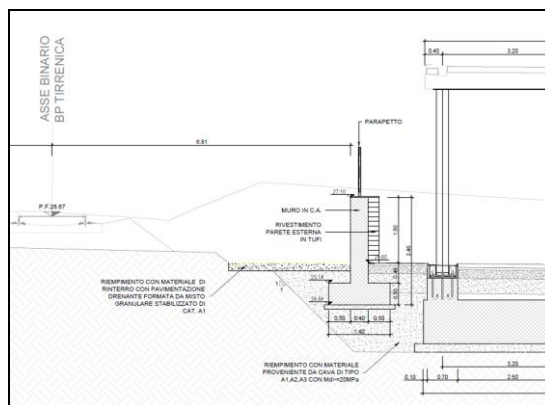


Figura 4 - Stralcio sezione trasversale.

## 5. ALLACCIO ALLA RETE IDRICO-FOGNARIA

A servizio dei bagni presenti all'interno della fermata, si prevede l'allaccio alla rete idrica esistente, tramite una tubazione DN110, e lo scarico delle acque nere nella tubazione fognaria esistente (collettore acque nere DN400) mediante una tubazione DN250. Nella successiva fase progettuale si dovrà effettuare un rilievo di dettaglio delle reti esistenti e richiedere le necessarie autorizzazioni.

## 6. VASCHE DI RECUPERO DELLE ACQUE METEORICHE

Nell'ambito della fermata in progetto sono stati previsti interventi volti a soddisfare i cosiddetti Criteri Minimi Ambientali (CAM) in accordo con quanto indicato dalla specifica normativa.

In Italia, le normative di riferimento sono l'art. 18 della L. 221/2015 e l'art. 34 del D.lgs. 50/2016 "Codice degli appalti" (modificato dal D.lgs 56/2017) recante "Criteri di sostenibilità energetica e ambientale"; quest'ultima ne ha reso obbligatoria l'applicazione da parte di tutte le stazioni appaltanti.

La applicazione dei CAM è finalizzata a diffondere tecnologie e prodotti volti a ridurre gli impatti sull'ambiente delle opere in progetto promuovendo modelli più sostenibili.

Tra i temi oggetto dalla normativa CAM per "l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici" (approvato con DM 11 ottobre 2017) vi è il risparmio idrico.

In particolare come esplicitato al punto 2.3.4 Risparmio idrico della suddetta normativa per gli interventi di nuova costruzione occorre prevedere: "la raccolta delle acque piovane per uso irriguo e/o per gli scarichi sanitari, attuata con impianti realizzati secondo la norma UNI/TS 11445 «Impianti per la raccolta e utilizzo dell'acqua piovana per usi diversi dal consumo umano - Progettazione, installazione e manutenzione» e la norma UNI EN 805 «Approvvigionamento di acqua - Requisiti per sistemi e componenti all'esterno di edifici» o norme equivalenti".

Le acque provenienti da superfici scolanti non soggette a inquinamento devono essere convogliate direttamente nella rete delle acque meteoriche e poi in vasche di raccolta per essere riutilizzate a scopo irriguo o per alimentare le cassette di accumulo dei servizi igienici.

Nel caso specifico si è previsto il riutilizzo delle acque di copertura del fabbricato tecnologico e delle pensiline prevedendone lo stoccaggio in apposite vasche di recupero delle acque meteoriche.

Si è previsto di riutilizzare le suddette acque in parte per l'alimentazione delle cassette di scarico dei WC presenti nella fermata e in parte per fini irrigui.



## 6.1 Dimensionamento Vasche di accumulo

La progettazione di un sistema di raccolta delle acque meteoriche consiste nella stima della quantità di acqua ottenibile in funzione delle superfici di raccolta a disposizione e del volume necessario a immagazzinarle, che dipende dalla distribuzione media delle piogge e dalle variazioni d'uso nei diversi periodi.

Facendo riferimento alla norma E DIN 1989-1: 2000-12, il dimensionamento delle vasche di accumulo delle acque piovane dipende sostanzialmente da due fattori:

- l'apporto netto d'acqua piovana, commisurato cioè all'intensità di precipitazione, alla superficie ricevente ed al coefficiente di deflusso;
- il fabbisogno d'acqua di servizio, in funzione della tipologia d'utenza, del numero degli utenti e della specificità dei servizi d'uso richiesti. La quantità di acqua piovana disponibile deve essere sfruttata il più possibile per ridurre al minimo l'integrazione con acqua potabile.

La massima quantità annua di acqua piovana teoricamente cumulabile viene calcolata secondo la seguente formula:

$$V = \varphi \cdot S \cdot P \cdot \eta$$

Dove:

V: volume massimo di acqua piovana cumulabile [litri/anno];

S: sommatoria delle superfici di raccolta delle precipitazioni, in proiezione orizzontale [mq];

$\varphi$ : coefficiente di deflusso assunto pari a 0,9;

P: quantità annua delle precipitazioni [mm o litri/mq]; nel caso specifico è stato utilizzato il valore di pioggia media di Salerno (1189.77 litri/mq - dato ISTAT);

$\eta$ : efficacia del filtro [%] assunto pari a 0,95.

Per il calcolo del fabbisogno idrico delle cassette dei servizi igienici di fermata ASI è stato necessario partire dai dati di traffico dei passeggeri/giorno che frequentano la fermata. Assunto un numero di passeggeri/giorno all'incirca pari a 560, ipotizzando che circa il 30% si rechi in bagno e che per ogni WC ci sia un consumo medio di 12 l/s, si è ottenuto un fabbisogno pari a **736 m<sup>3</sup>**.

<b>Fabbisogno scarichi WC</b>	
Pas. al giorno (dato RFI)	560
Valore medio giorno singolo WC [litri/persona]	12.00
Numero di persone medio al giorno (30% del tot pax)	168.00

Relazione idraulica drenaggio di piattaforma

PROGETTO NN2G	LOTTO 00 D 78	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID0002 001	REV. A	PAG. 17 di 20
------------------	------------------	----------------	-------------------------	-----------	------------------

Numero di persone medio all'anno	61320.00
Fi [litri]	735840
Fi [mc]	<b>736</b>

Per quanto riguarda l'individuazione del volume necessario ad irrigare le aree verdi è stato assunto un fabbisogno idrico medio annuale pari a 0.3 mc/mq/anno, in accordo con la UNI TS 11445. Essendo l'area a verde all'incirca pari a 1750 mq, il consumo medio risulterebbe pari a **525 m<sup>3</sup>**.

<b>Fabbisogno irriguo</b>	
fabbisogno idrico medio mc/mq anno	0.3
Sup area a verde	1750.00
mc	<b>525.00</b>

La stima dei volumi delle vasche di recupero è stata fatta assumendo il volume minimo tra fabbisogno e disponibilità idrica e moltiplicando il suddetto valore (su base giornaliera) per il tempo secco medio assunto pari a 27 (dato ISTAT indicato per la stazione di Salerno)

Vasca 1 – Alimentazione cassette WC

<b>Disponibilita' di pioggia</b>	
S [mq]	576.00
Pioggia media annuale SALERNO [litri/mq] - Dato ISTAT	1189.77
Volume di pioggia medio annuale [litri]	685307.52
Vt	0.90
Efficienza del Filtro	0.95
R [litri]	585938
R [mc]	<b>586</b>

<b>Volume Vasca di Accumulo</b>	
Giorni Piovosi medi annui (SALERNO)	-
Tempo Secco Medio (SALERNO)	27
Volume Recupero (sul valore minimo)	<b>43.3</b>
<b>Moduli da 8 mc</b>	<b>5.418</b>

Vasca 2 – Uso irriguo

<b>Disponibilita' di pioggia</b>	
S [mq]	325.00
Pioggia media annuale SALERNO [litri/mq] - Dato ISTAT	1189.77

Relazione idraulica drenaggio di piattaforma

PROGETTO NN2G	LOTTO 00 D 78	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID0002 001	REV. A	PAG. 18 di 20
------------------	------------------	----------------	-------------------------	-----------	------------------

Volume di pioggia medio annuale [litri]	386675.25
Vt	0.90
Efficienza del Filtro	0.95
R [litri]	330607
R [mc]	<b>331</b>

<b>Volume Vasca di Accumulo</b>	
Giorni Piovosi medi annui (SALERNO)	-
Tempo Secco Medio (SALERNO)	27
Volume Recupero (sul valore minimo)	<b>24.5</b>
<b>Moduli da 8 mc</b>	<b>3.06</b>

Come si evince dalle tabelle sopra riportate, i volumi delle vasche di recupero sono stati calcolati sulla base della disponibilità idrica:

- Vasca 1 (alimentazione scarichi WC) = 44 mc circa, per cui si prevedono 6 moduli da 8 m<sup>3</sup>;
- Vasca 2 (irriguo) = 25 mc circa, per cui si prevedono 4 moduli da 8 m<sup>3</sup>.

Considerando che il volume idrico disponibile per il riuso, sia a scopo irriguo che civile, risulta inferiore ai fabbisogni, occorrerà prevedere l'allaccio alla rete idrica.

Relazione idraulica drenaggio di piattaforma

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
NN2G	00 D 78	RI	ID0002 001	A	19 di 20

## 7. VERIFICHE IDRAULICHE

Verifiche elementi di drenaggio banchina in progetto

	pk inizio/fine	Bacino							canaletta					Gaukler-Strikler			Invaso						Q <sub>invaso</sub> /Q <sub>G.S.</sub>	G.R.		
		A [m <sup>2</sup> ]	A [ha]	L [m]	q.s. inizio [m]	q.s. fine [m]	i [-]	φ [-]	DN [m]	h <sub>v</sub> [m]	alfa	Perimetro B. [m]	σ [m <sup>2</sup> ]	R [m]	V [m/s]	Q [m <sup>3</sup> /s]	Q [l/s]	w <sub>pi</sub> [m <sup>3</sup> ]	w <sub>ip</sub> [m <sup>3</sup> ]	w <sub>TOT</sub> [m <sup>3</sup> ]	w [m]	u [l/s*ha]			Q [l/s]	Q [m <sup>3</sup> /s]
TUBAZIONE DN630	2+910 - 2+740	5296.8	0.5	190	24.4	24.087	0.002	0.83	0.593	0.40	3.86	1.14	0.20	0.17	1.01	0.20	200	26	67	93	0.0176	379	201	0.20	1.00	67.5
TUBAZIONE DN500	2+850 - 2+810	506	0.1	46	24.4	24.087	0.002	0.90	0.4708	0.22	2.98	0.70	0.08	0.11	0.74	0.06	58	3	4	6	0.0121	1146	58	0.06	1.00	46.0

Verifiche elementi di drenaggio del progetto della Metro Salerno

	A [m <sup>2</sup> ]	A [ha]	L [m]	Bacino		canaletta							Gaukler-Strikler			Invaso						Q <sub>invaso</sub> /Q <sub>G.S.</sub>	G.R.		
				q.s. inizio [m]	q.s. fine [m]	i [-]	φ [-]	b [m]	h [m]	h <sub>v</sub> [m]	Perimetro B. [m]	σ [m <sup>2</sup> ]	R [m]	V [m/s]	Q [m <sup>3</sup> /s]	Q [l/s]	w <sub>pi</sub> [m <sup>3</sup> ]	w <sub>ip</sub> [m <sup>3</sup> ]	w <sub>TOT</sub> [m <sup>3</sup> ]	w [m]	u [l/s*ha]			Q [l/s]	Q [m <sup>3</sup> /s]
Canaletta 3+100-2+950 (monte intervento)	2380	0.2	150	24.786	24.487	0.0020	0.75	0.5	0.8	0.28	1.06	0.14	0.13	0.81	0.11	113	12	21	33	0.0138	475	113	0.11	1.000	34.93
Canaletta 2+950-2+910 (monte intervento)	3060	0.3	50	24.487	24.387	0.0020	0.75	0.5	0.8	0.31	1.13	0.16	0.14	0.84	0.13	132	15	29	44	0.0144	432	132	0.13	1.000	39.29
Canaletta 2+740-2+480 (valle intervento)	8832.8	0.9	270	24.087	22.64	0.0054	0.79	0.5	0.8	0.37	1.24	0.18	0.15	1.44	0.27	266	44	116	161	0.0182	302	266	0.27	1.000	46.20

	pk inizio/fine	A [m <sup>2</sup> ]	A [ha]	L [m]	Bacino			canaletta					Gaukler-Strikler			Invaso						Q <sub>invaso</sub> /Q <sub>G.S.</sub>	G.R.			
					q.s. inizio [m]	q.s. fine [m]	i [-]	φ [-]	DN [m]	h <sub>v</sub> [m]	alfa	Perimetro B. [m]	σ [m <sup>2</sup> ]	R [m]	V [m/s]	Q [m <sup>3</sup> /s]	Q [l/s]	w <sub>pi</sub> [m <sup>3</sup> ]	w <sub>ip</sub> [m <sup>3</sup> ]	w <sub>TOT</sub> [m <sup>3</sup> ]	w [m]			u [l/s*ha]	Q [l/s]	Q [m <sup>3</sup> /s]
TUBAZIONE DI RECAPITO DN800	2+480 - 2+350	12975.8	1.3	145	22.64	21.95	0.005	0.84	0.8	0.48	3.55	1.42	0.32	0.22	1.69	0.53	532	65	162	227	0.0175	410	532	0.53	1.00	60

Relazione idraulica drenaggio di piattaforma

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAG.  
NN2G 00 D 78 RI ID0002 001 A 20 di 20

Verifiche elementi di drenaggio piazzale di accesso alla fermata

### Canalette

Elemento di drenaggio	Bacino							canaletta						Gaukler-Strikler			Invaso						Q <sub>invaso</sub> /Q <sub>G-S</sub>	G.R.	
	A	A	L	q.s. inizio	q.s. fine	i	φ	b	h	h <sub>u</sub>	Perimetro B.	σ	R	V	Q	Q	w <sub>pi</sub>	w <sub>ip</sub>	W <sub>TOT</sub>	w	u	Q			Q
	[m <sup>2</sup> ]	[ha]	[m]	m	m	[-]	[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m <sup>2</sup> ]	[m]	[m/s]	[m <sup>3</sup> /s]	[l/s]	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]	[m]	[l/s*ha]	[l/s]			[m <sup>3</sup> /s]
C1	542.5	0.1	26	25.14	25.06	0.0030	0.42	0.3	0.3	0.12	0.55	0.04	0.07	0.61	0.02	22.8	1.63	0.97	2.60	0.0048	421	23	0.02	1.00	41.7
C2	85	0.0	15	25.14	25.10	0.0030	0.9	0.3	0.3	0.09	0.48	0.03	0.06	0.54	0.01	14.5	0.26	0.41	0.66	0.0078	1708	15	0.01	1.00	30.1
C3	180	0.0	32	25.14	25.04	0.0030	0.9	0.3	0.3	0.12	0.53	0.04	0.07	0.59	0.02	20.9	0.54	1.12	1.66	0.0092	1161	21	0.02	1.00	39.0
C4a	72	0.0	8	25.14	25.12	0.0030	0.9	0.3	0.3	0.11	0.51	0.03	0.06	0.57	0.02	18.2	0.22	0.25	0.47	0.0065	2522	18	0.02	1.00	35.3
C4b	188	0.0	15	25.14	25.10	0.0030	0.9	0.3	0.3	0.18	0.66	0.05	0.08	0.69	0.04	37.0	0.56	0.81	1.37	0.0073	1968	37	0.04	1.00	59.8
C5	616	0.1	75	24.94	24.79	0.0020	0.6	0.5	0.5	0.09	0.67	0.04	0.06	0.48	0.02	20.6	1.85	3.24	5.08	0.0083	335	21	0.02	1.00	17.3
C6	681	0.1	68	24.94	24.80	0.0020	0.7	0.5	0.5	0.12	0.74	0.06	0.08	0.56	0.03	33.9	2.04	4.11	6.16	0.0090	498	34	0.03	1.00	24.2
C7	564	0.1	40	24.94	24.86	0.0020	0.70	0.5	0.5	0.14	0.78	0.07	0.09	0.59	0.04	41.0	1.69	2.76	4.45	0.0079	727	41	0.04	1.00	27.6
C8	1433	0.1	74	24.94	24.79	0.0020	0.57	0.5	0.5	0.18	0.85	0.09	0.10	0.66	0.06	58.0	4.30	6.53	10.83	0.0076	405	58	0.06	1.00	35.3

### Tubazioni

Elemento di drenaggio	Bacino							canaletta						Gaukler-Strikler			Invaso						Q <sub>invaso</sub> /Q <sub>G-S</sub>	G.R.	
	A	A	L	q.s. inizio	q.s. fine	i	φ	DN	h <sub>u</sub>	Perimetro B.	σ	R	V	Q	Q	w <sub>pi</sub>	w <sub>ip</sub>	W <sub>TOT</sub>	w	u	Q	Q			
	[m <sup>2</sup> ]	[ha]	[m]	m	m	[-]	[-]	[m]	[m]	[m]	[m <sup>2</sup> ]	[m]	[m/s]	[m <sup>3</sup> /s]	[l/s]	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]	[m]	[l/s*ha]	[l/s]	[m <sup>3</sup> /s]			
Tub. DN 315 C1	542.5	0.1	6	24.63	24.61	0.0020	0.42	0.2966	0.14	3.02	0.45	0.03	0.07	0.61	0.02	20	2	1	3	0.0051	360	20	0.02	1.000	46.9
Tub. DN 315 C2	85	0.0	8	24.63	24.61	0.0020	0.90	0.2966	0.09	2.37	0.35	0.02	0.05	0.50	0.01	9	0	1	1	0.0095	1090	9	0.01	1.000	31.3
Tub. DN 315 C3	180	0.0	9	24.63	24.61	0.0020	0.90	0.2966	0.12	2.78	0.41	0.03	0.06	0.58	0.02	15	1	1	2	0.0106	859	15	0.02	1.000	41.1
Tub. DN 315 C4	260	0.0	1	24.63	24.61	0.0200	0.90	0.2966	0.13	2.86	0.42	0.03	0.07	1.86	0.05	53	1	1	2	0.0072	2032	53	0.05	1.000	42.9
Tub. DN 400 C5/C6	1297	0.1	10	24.54	24.51	0.0030	0.62	0.3766	0.18	3.08	0.58	0.05	0.09	0.90	0.05	48	4	8	12	0.0091	370	48	0.05	1.000	48.6
Tub. DN 400 C8	1433	0.1	5	24.54	24.52	0.0050	0.57	0.3766	0.17	2.96	0.56	0.05	0.09	1.12	0.06	55	4	7	11	0.0077	385	55	0.06	1.000	45.4
T1 (coperture)	250	0.0	35	24.54	24.47	0.0020	0.9	0.3766	0.16	2.80	0.53	0.04	0.08	0.68	0.03	30	1	2	2	0.0091	1193	30	0.03	1.000	41.6
T2 (coperture)	459	0.0	26	24.44	24.39	0.0020	0.9	0.4708	0.24	3.14	0.74	0.09	0.12	0.86	0.07	75	1	2	4	0.0079	1632	75	0.07	1.001	50.0
T3 (coperture)	250	0.0	41	24.54	24.46	0.0020	0.9	0.3766	0.15	2.70	0.51	0.04	0.08	0.66	0.03	27	1	2	2	0.0096	1065	27	0.03	1.000	39.1
T4 (coperture)	77	0.0	20	24.63	24.56	0.0033	0.9	0.2966	0.10	2.41	0.36	0.02	0.05	0.65	0.01	12	0	0	1	0.0080	1620	12	0.01	1.000	32.1