

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



U.O. INFRASTRUTTURE SUD

PROGETTO DEFINITIVO

LINEA SALERNO - PONTECAGNANO AEROPORTO COMPLETAMENTO METROPOLITANA DI SALERNO TRATTA ARECHI - PONTECAGNANO AEROPORTO

IDROLOGIA E IDRAULICA SPECIALISTICA

Idraulica di piattaforma

Relazione idraulica drenaggio di piattaforma ferroviaria

SCALA:

-

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

NN1X 00 D 78 RI ID0002 003 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	F.Durastanti	Ott-2020	D.DiDomenicantonio	Ott-2020	M.D'Avino	Ott-2020	D.Tiberti Gen-2021
B	Emissione Esecutiva	F.Durastanti	Gen-2021	D.DiDomenicantonio	Gen-2021	M.D'Avino	Gen-2021	ITAFERR S.p.A. Gruppo Ferrovie dello Stato Direzione Generale UO Infrastrutture Sud Dott. Ing. David Tiberti Ordine degli Ingegneri Prov. di Napoli n. 18876

NN1X.0.0.D.78.RI.ID.00.0.2.003.B

n. Elab.:

INDICE

1	<i>PREMESSA</i>	2
2	<i>ANALISI IDROLOGICA DELLE PIOGGE INTENSE</i>	3
3	<i>STIMA DELLE PORTATE DI PIENA</i>	4
3.1	IL METODO DELL'INVASO	4
3.1.1	Sezioni Chiuse.....	6
3.1.2	Sezioni aperte	9
3.1.3	Dimensionamento idraulico.....	11
4	<i>RACCOLTA E SCARICO DELLE ACQUE METEORICHE RICADENTI SULLA PIATTAFORMA FERROVIARIA</i>	13
4.1	RECAPITI DEL SISTEMA DI DRENAGGIO.....	15
4.2	FOSSI DI GUARDIA	17
4.3	CANALETTE DI PIATTAFORMA.....	17
4.4	CANALETTA CENTRALE.....	18
4.5	EMBRICI.....	19
4.6	LESENE	19
4.7	TRINCEE DISPERDENTI.....	20
4.8	RISULTATI DEL DIMENSIONAMENTO	24
5	<i>APPENDICE: CALCOLO DEL SISTEMA DI DRENAGGIO</i>	25
5.1	FOSSI DI GUARDIA DA KM 0+000 A KM 8+900.....	25
5.2	CANALETTE DA KM 0+000 A KM 8+900	26
5.3	CANALETTA DESTRA DA KM 3+770 A 4+070.....	27
5.4	CANALETTE CENTRALI DA KM 0+000 A KM 8+900.....	27
5.5	TOMBINI DA KM 0+000 A KM 8+900.....	28

1 PREMESSA

L'oggetto della presente relazione è il dimensionamento idraulico dei manufatti atti al collettamento ed allo smaltimento delle acque di drenaggio di piattaforma ferroviaria delle opere 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.

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 2020 in riferimento alla portata di progetto (tempo di ritorno pari a 100 anni) ed al metodo di calcolo per il dimensionamento del sistema di drenaggio.

2 ANALISI IDROLOGICA DELLE PIOGGE INTENSE

Lo studio delle piogge è stato affrontato applicando il confronto di varie metodologie, come riportato nella Relazione Idrologica generale dell'area, alla quale si rimanda per i dettagli della trattazione, individuando il modello probabilistico più appropriato per l'area in oggetto.

Per la definizione delle portate transistanti nei sistemi di drenaggio si utilizza il metodo dell'invaso, a partire linee segnalatrici di possibilità pluviometrica relative ad un tempo di ritorno pari a 100 anni.

I parametri caratteristici delle curve sono ottenuti seguendo l'analisi riportata nella Relazione Idrologica dove vengono definiti i coefficienti a ed n delle leggi di possibilità pluviometrica maggiormente rappresentativi dell'area in progetto, validi per tempi di pioggia inferiori 1'ora.

L'analisi idrologica ha individuato due zone pluviometriche distinte lungo l'asse ferroviario, e per ciascuna delle quali ha individuato i relativi parametri della linea segnalatrice.

Nella seguente tabella si riportano i parametri delle equazioni monomie di probabilità pluviometrica, espresse dall'equazione $(h(t) = a t^n)$, da utilizzare ai fini della determinazione delle portate di progetto in funzione del tempo di ritorno per il drenaggio di piattaforma dell'area in oggetto.

I parametri della LSPP per Tr 100 anni per durate inferiori e superiori all'ora sono riportati nella tabella successiva.

LSPP $d < 1$ ora – Tr 100 anni		
pk	a	n
Da 0+000 a 8+900	62.37	0.310

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

3 STIMA DELLE PORTATE DI PIENA

La verifica idraulica dei fossi di guardia, delle canalette e dei collettori per lo smaltimento delle acque meteoriche afferenti alla piattaforma ferroviaria è stata condotta mediante il metodo dell'invaso a fronte dell'elevata affidabilità e della vasta diffusione di tale approccio semplificato.

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 .

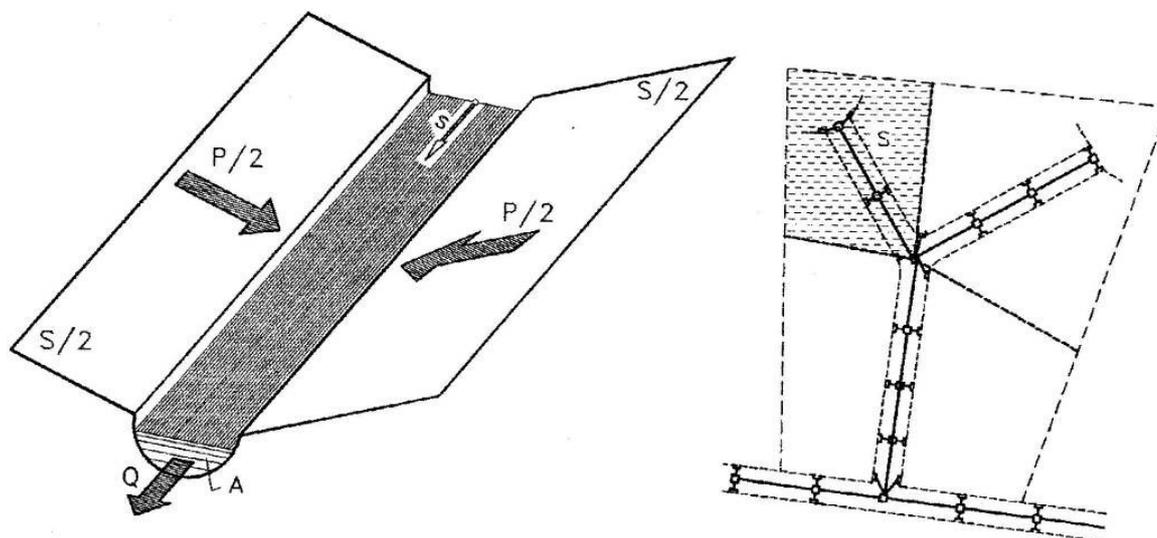


Figura 1 - Schema per il calcolo delle portate con il metodo dell'invaso.

La condizione di continuità si esprime scrivendo:

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

dove:

$p = \varphi j S$, con $j = a \tau^{n-1}$ intensità di pioggia costante sulla durata τ 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 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 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 $\alpha=1.0$.

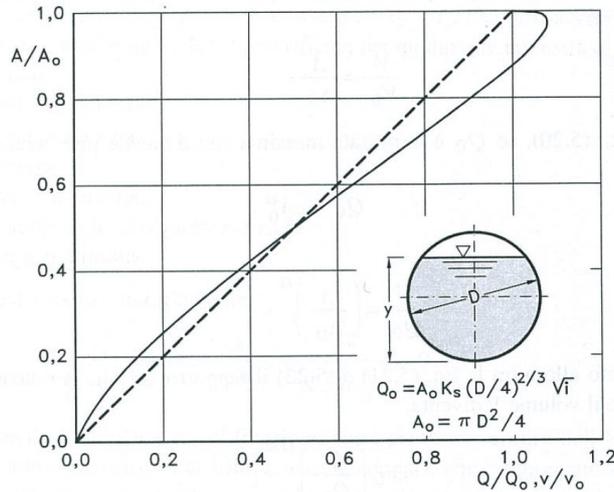


Figura 2 - Andamento della portata in funzione della sezione liquida della condotta.

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:

Relazione idraulica drenaggio di piattaforma ferroviaria

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
NN1X	00 D 78	RI	ID0002 003	B	8 di 28

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

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 $u = Q_0 / S$,

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

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 ε :

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

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 ε , e allo stato della superficie scolante (φ), 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 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 2 - Valori di ζ 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 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 :

 <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>LINEA SALERNO - PONTECAGNANO AEROPORTO COMPLETAMENTO METROPOLITANA DI SALERNO TRATTA ARECHI - PONTECAGNANO AEROPORTO PROGETTO DEFINITIVO – IDROLOGIA E IDRAULICA SPECIALISTICA</p>												
<p>Relazione idraulica drenaggio di piattaforma ferroviaria</p>	<table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAG.</td> </tr> <tr> <td>NN1X</td> <td>00 D 78</td> <td>RI</td> <td>ID0002 003</td> <td>B</td> <td>11 di 28</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.	NN1X	00 D 78	RI	ID0002 003	B	11 di 28
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
NN1X	00 D 78	RI	ID0002 003	B	11 di 28								

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

e di fornire, quindi, un'espressione semplificata dell'equazione che definisce il coefficiente udometrico. Esprimendo [a]= metri · giorni⁻ⁿ e [v₀]= metri, e il coefficiente udometrico [u]= litri / secondo · 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 W_p = 0.005 m, per le aree esterne W_{ae} = 0.005 m;
- Coefficiente di afflusso per la piattaforma φ_p = 0.9, per le aree esterne φ_{ae} = 0.3;
- Coefficiente di scabrezza di Manning delle tubazioni in PVC n = 0.0125 s / m^{1/3}, tubazioni e canali in cls n = 0.015 s / m^{1/3}, canali in terra n = 0.028 s / m^{1/3}
- 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:

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

Relazione idraulica drenaggio di piattaforma ferroviaria

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
NN1X	00 D 78	RI	ID0002 003	B	12 di 28

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

A – area bagnata [m^2];

R_h – raggio idraulico [m];

i – pendenza del fondo.

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

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>LINEA SALERNO - PONTECAGNANO AEROPORTO COMPLETAMENTO METROPOLITANA DI SALERNO TRATTA ARECHI - PONTECAGNANO AEROPORTO PROGETTO DEFINITIVO – IDROLOGIA E IDRAULICA SPECIALISTICA</p>					
<p>Relazione idraulica drenaggio di piattaforma ferroviaria</p>	<p>PROGETTO NN1X</p>	<p>LOTTO 00 D 78</p>	<p>CODIFICA RI</p>	<p>DOCUMENTO ID0002 003</p>	<p>REV. B</p>	<p>PAG. 13 di 28</p>

4 RACCOLTA E SCARICO DELLE ACQUE METEORICHE RICADENTI SULLA PIATTAFORMA FERROVIARIA

Per l'intercettazione dei flussi d'acqua ricadenti sulla piattaforma ferroviaria nei tratti in rilevato e in quelli in scavo ed assicurare il loro recapito all'esterno del corpo ferroviario, si sono adottate generalmente le seguenti soluzioni ed opere idrauliche:

- Per garantire l'immediato smaltimento delle acque meteoriche dalla pavimentazione ferroviaria è stata assegnata alla pavimentazione una pendenza trasversale del 3.0 %;
- Nei tratti in rilevato le acque meteoriche defluiscono quindi al cordolo bituminoso di delimitazione del ciglio ferroviario e da questo al fosso di guardia tramite embrici;
- Nei tratti con muro di sottoscarpa le acque meteoriche defluiscono alla canaletta rettangolare di piattaforma posta in testa al muro, e da questo al fosso di guardia tramite lesene realizzate nello stesso muro;
- Nei tratti in trincea le acque meteoriche defluiscono alla canaletta rettangolare di piattaforma, i flussi d'acqua vengono poi recapitati nel fosso di guardia nel passaggio tra scavo e rilevato, oppure direttamente nei recapiti;
- Nei tratti in cui è presente un dislivello tra la pavimentazione ferroviaria della Linea Storica e quello della linea in progetto, i flussi provenienti dalla porzione di linea storica scolante verso la nuova linea sono intercettati da una canaletta centrale e recapitate al fosso di guardia tramite condotte in cls.
- I flussi d'acqua provenienti dalle aree esterne sono intercettati dai fossi di guardia previsti ai piedi del rilevato, ai piedi del muro esterno o in testa alla trincea.

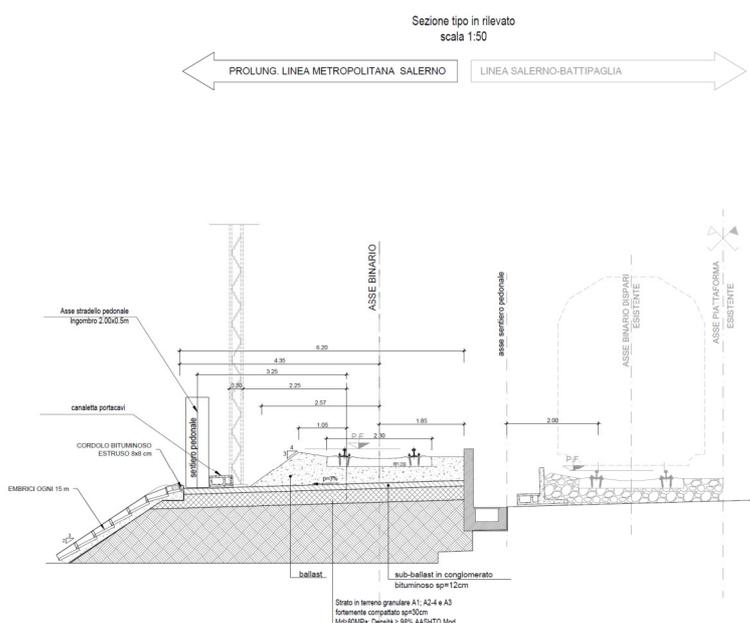


Figura 3. - Sezione tipo in rilevato

4.1 RECAPITI DEL SISTEMA DI DRENAGGIO

I recapiti del sistema di drenaggio di piattaforma sono costituiti dai corsi d'acqua maggiori e minori, nonché da tombini idraulici di attraversamento del corpo ferroviario. Esclusivamente in corrispondenza dei fossi di guardia presenti alle pk 0+585 e 0+650 lo smaltimento delle acque meteoriche è affidato a sistemi a dispersione costituiti da trincee drenanti.

L'elenco completo dei recapiti è riportato nella tabella seguente.

Pk linea in progetto	WBS	Recapito
0+050	IN30	Nuovo Tombino 1500
0+585	-	Trincea drenante
0+650	-	Trincea drenante
0+908	IN02	Nuovo Tombino 2,00x2,00
1+261	IN05	Nuovo Tombino 2,00x2,00
1+591	VI01	T. Fuorni
1+700	IN31	Nuovo Tombino 1500
1+881	IN07	Nuovo Tombino 1500
2+365	IN09	Nuovo Tombino doppia canna
3+590	VI01	F. Picentino
4+070	IN15	Nuovo Tombino 1500
4+340	IN16	Nuovo Tombino 2,00x2,00
4+586	IN17	Nuovo Tombino 1500
5+123	IN20	Nuovo Tombino 1500
5+159	IN21	Nuovo Tombino 1500
5+458	IN22	Nuovo Tombino 5,00x2,00
5+624	IN23	Nuovo Tombino 5,00x2,00

Pk linea in progetto	WBS	Recapito
6+070	IN26	Fosso Frestola
6+250	IN27	Nuovo Tombino 2,00x2,00
6+385	IN28	Nuovo Tombino 2,00x2,00
6+592	IN29	Nuovo Tombino doppia canna
6+860	VI03	T. Asa
7+930	VI04	Fosso Diavoloni

Tabella 3 – Elenco dei recapiti del sistema di drenaggio di piattaforma.

	LINEA SALERNO - PONTECAGNANO AEROPORTO COMPLETAMENTO METROPOLITANA DI SALERNO TRATTA ARECHI - PONTECAGNANO AEROPORTO PROGETTO DEFINITIVO – IDROLOGIA E IDRAULICA SPECIALISTICA					
Relazione idraulica drenaggio di piattaforma ferroviaria	PROGETTO NN1X	LOTTO 00 D 78	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID0002 003	REV. B	PAG. 17 di 28

4.2 FOSSI DI GUARDIA

I fossi di guardia, posti ai piedi del rilevato o a monte dello scavo, hanno funzione di intercettare le acque meteoriche provenienti dalla piattaforma e dal rilevato ferroviario, ed eventualmente dalle aree esterne naturalmente scolanti verso la linea ferroviaria, impedendo che queste raggiungano il corpo ferroviario con le prevedibili conseguenze dell'insorgenza di fenomeni di erosione.

Le acque intercettate dai fossi di guardia scaricano all'esterno del corpo ferroviario direttamente in incisioni della rete idrografica naturale o nelle opere idrauliche di attraversamento previste in progetto.

Le tipologie previste per i fossi di guardia sono essenzialmente due, a sezione trapezoidale rivestiti in cls nelle sezioni ferroviarie delimitate da rilevato o in trincea, e a sezione rettangolare nelle sezioni delimitate da muro di sottoscarpa.

La verifica idraulica dei fossi di guardia è stata effettuata in riferimento al metodo dell'invaso esposto nei paragrafi precedenti, considerando per il calcolo a moto uniforme punti di chiusura idraulicamente significativi, sia per la variazione di pendenza longitudinale che per il cambio di tipologia.

La massima portata afferente è stata calcolata in funzione dello sviluppo e larghezza della piattaforma ferroviaria afferente, inserendo inoltre l'altezza della scarpata in scavo.

4.3 CANALETTE DI PIATTAFORMA

Le canalette sono posizionate a margine della piattaforma ferroviaria nei tratti delimitati da muro, nei tratti in trincea o dove non è possibile recapitare le acque al fosso di guardia esterno. Hanno funzione di raccogliere le acque meteoriche provenienti dalla piattaforma e di recapitarle ad idonei sistemi di smaltimento, impedendo l'insorgere di prevedibili fenomeni di erosione del corpo ferroviario.

Nei tratti dove è presente il muro di sottoscarpa le acque meteoriche raccolte dalla canaletta rettangolare di piattaforma posta in testa al muro sono recapitate al fosso di guardia tramite lesene realizzate nello stesso muro, aventi sostanzialmente al funzione di embrice.

Nei tratti in trincea i flussi d'acqua vengono recapitati nel fosso di guardia nel passaggio tra scavo e rilevato, oppure direttamente nei recapiti previsti in progetto.

La tipologia di canaletta di piattaforma adottata è quella di sezione rettangolare in cls di base costante pari a 50 cm ed altezza variabile.

La verifica idraulica delle canalette rettangolari di piattaforma è stata effettuata in riferimento al metodo dell'invaso esposto nei paragrafi precedenti, considerando per il calcolo a moto uniforme punti di chiusura idraulicamente significativi, sia per la variazione di pendenza longitudinale che per il cambio di tipologia.

La massima portata afferente è stata calcolata in funzione dello sviluppo e larghezza della piattaforma ferroviaria afferente, inserendo inoltre l'altezza della scarpata in scavo.

4.4 CANALETTA CENTRALE

Nei tratti in cui è presente un dislivello tra la pavimentazione ferroviaria della Linea Storica e quello della linea in progetto, i flussi provenienti dalla porzione di linea storica scolante verso la nuova linea sono intercettati da una canaletta centrale posizionata la piede del muro di sostegno.

Le acque vengono poi regolarmente recapitate al fosso di guardia o alla canaletta presente in testa al muro, tramite condotte in cls DN500 posizionate ogni 50m. L'elevata dimensione delle tubazioni è dettata principalmente da esigenze manutentive piuttosto che idrauliche.

Nei tratti in cui non è possibile recapitare le acque al fosso di guardia o alla canaletta laterale tramite condotte in cls, la canaletta centrale scarica direttamente ai recapiti previsti in progetto.

La tipologia di canaletta centrale adottata è del tipo a sezione rettangolare in cls, con dimensioni 25x25cm, 50x30cm e 65x30cm.

La verifica idraulica delle canalette rettangolari di piattaforma è stata effettuata in riferimento al metodo dell'invaso esposto nei paragrafi precedenti, considerando per il calcolo a moto uniforme punti di chiusura idraulicamente significativi, sia per la variazione di pendenza longitudinale che per il cambio di tipologia.

Per il calcolo e le verifiche idrauliche riportate di seguito per ciascuna zona pluviometrica di riferimento, è stata assunta una larghezza della piattaforma scolante della linea storica pari a 6.5 m, un coefficiente di afflusso pari a 0.6 ed una pendenza minima di canalette e collettori pari allo 0.2%. Nei tratti ferroviari in cui la pendenza locale della canaletta centrale risultasse inferiore allo 0.2%, il passo dei collettori DN500 di scarico viene ridotto da 50 a 25m.

Pk iniziale	Pk finale	Tipo	L	Progr.	Pendenza	Quota inizio	Quota fine	Sup. Eq.	Q	y	g.r.	v
			m		m/m	m s.m.m.	m s.m.m.	m ²	l/s	cm	%	m/s

Canalette Centrali con scarico ogni 50m da km 0+000 a km 8+900

-	-	25x25	50	50	0.20%	-	-	195	16	0.13	51%	0.5
-	-	50x30	50	50	0.20%	-	-	195	15	0.07	22%	0.4
-	-	65x30	50	50	0.20%	-	-	195	14	0.05	18%	0.4

Caollettore DN500 con scarico ogni 50m da km 0+000 a km 8+900

-	-	CLS_500	5	5	0.20%	-	-	195	16	0.11	22%	0.5
---	---	---------	---	---	-------	---	---	-----	----	------	-----	-----

Tabella 4 - Verifica idraulica canaletta centrale e collettore di scarico da km 0+000 a km 8+900

4.5 **EMBRICI**

Il drenaggio della piattaforma ferroviaria nei tratti in rilevato viene garantito con un sistema costituito da embrici disposti ogni 10 m che scaricano nel fosso al piede del rilevato.

Per la verifica dell'embrice si è determinata la massima portata che può defluire attraverso la sezione di scarico mediante la formula delle luci di stramazzo in parete grossa riportata di seguito:

$$Q = \mu Lh (2gh)^{0.5}$$

dove i simboli indicano:

- μ = coefficiente di deflusso pari a 0.385;
- L = 0,50 m larghezza dell'embrice iniziale;
- h = carico sulla soglia ipotizzato pari a 0.05 m nella condizione più gravosa.

Ne deriva che la portata può defluire dallo stramazzo risulta di 9.65 l/s.

Per il calcolo della portata massima affluente al cordolo si considera l'interasse dell'embrice pari a 10 m, la larghezza della piattaforma ferroviaria pari 12.5 m, ed una durata della precipitazione pari a 10 min in riferimento al tempo di ritorno 100 anni.

Si ottiene una porta massima affluente pari a 8.9 l/s, quindi inferiore alla massima smaltibile dall'embrice.

4.6 **LESENE**

Il drenaggio della piattaforma ferroviaria nei tratti con presenze di muro di sottoscarpa e canaletta al piede viene garantito con un sistema costituito di lesene disposte ogni 15 m che scaricano nella canaletta al piede del muro.

Per la verifica delle lesene si è determinata la massima portata che può defluire attraverso la sezione di scarico mediante la formula delle luci di stramazzo in parete grossa riportata di seguito:

$$Q = \mu Lh (2gh)^{0.5}$$

dove i simboli indicano:

- μ = coefficiente di deflusso pari a 0.385;
- L = 0,50 m larghezza dell'embrice iniziale;
- h = carico sulla soglia ipotizzato pari a 0.10 m nella condizione più gravosa.

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>LINEA SALERNO - PONTECAGNANO AEROPORTO COMPLETAMENTO METROPOLITANA DI SALERNO TRATTA ARECHI - PONTECAGNANO AEROPORTO PROGETTO DEFINITIVO – IDROLOGIA E IDRAULICA SPECIALISTICA</p>					
<p>Relazione idraulica drenaggio di piattaforma ferroviaria</p>	<p>PROGETTO NN1X</p>	<p>LOTTO 00 D 78</p>	<p>CODIFICA RI</p>	<p>DOCUMENTO ID0002 003</p>	<p>REV. B</p>	<p>PAG. 20 di 28</p>

Ne deriva che la portata può defluire dallo stramazzo risulta di 27.0 l/s.

Per il calcolo della portata massima affluente alla canaletta si considera l'interasse della lesena pari a 15 m, la larghezza della piattaforma ferroviaria pari 5.5 m, ed una durata della precipitazione pari a 10 min in riferimento al tempo di ritorno 100 anni.

Si ottiene una porta massima affluente pari a 5.9 l/s, quindi inferiore alla massima smaltibile dall'embrice.

4.7 TRINCEE DISPERDENTI

Lo scarico su suolo tramite trincea disperdente è prevista per i soli fossi di guardia presenti alle pk 0+585 e 0+650 che non riescono a raggiungere un recapito ben definito.

Le tipologia prevista presenta dimensioni 20,00x4,00 con altezza pari a 1m, pendenza della sponda 1/1. Il fondo della trincea è dotato di bauletto disperdente in ghiaia di profondità pari a 0.50m.

Il coefficiente di permeabilità degli strati di suolo più superficiali può essere assunto pari a $1.37 \cdot 10^{-5}$ m/s (sondaggio BH2) per le trincee alle pk 0+585 e 0+650.

La portata dispersa dai fossi per infiltrazione è stata stimata con riferimento alla relazione seguente:

$$q = K \cdot A$$

Dove:

A è l'area della superficie disperdente

K è il coefficiente di permeabilità

La dimensione della trincea disperdente è stata calcolata tenendo conto sia della sua capacità disperdente che della capacità d'invaso. I volumi di invaso sono calcolati sottraendo al volume in arrivo, determinato a partire dalle curve di possibilità pluviometrica, le portate disperse nel sottosuolo.

Per la definizione del volume di laminazione si è fatto uso del *metodo delle sole piogge*, qui di seguito brevemente richiamato.

In tale metodo, l'onda entrante dovuta alla precipitazione piovosa $Q_e(t)$ nell'invaso di laminazione è un'onda rettangolare avente durata D e portata costante Q_e pari al prodotto dell'intensità media di pioggia, dedotta dalla curva di possibilità pluviometrica valida per l'area oggetto di calcolo, per la superficie scolante impermeabile dell'intervento afferente all'invaso, ovvero:

$$Q_e = S \varphi a D^{n-1}$$

da cui il volume complessivamente affluito nel tempo D risulta pari a:

$$W_e = S \varphi a D^n$$

dove:

- S è la superficie scolante del bacino complessivamente afferente all'invaso;
- φ è il coefficiente di deflusso medio ponderale del bacino medesimo;
- D è la durata di pioggia;
- a ed n sono i parametri della curva di possibilità pluviometrica.

L'onda uscente $Q_u(t)$ è anch'essa un'onda rettangolare caratterizzata da una portata costante $Q_{u,lim}$ (laminazione ottimale), da cui il volume complessivamente uscito nell'intervallo di tempo D risulta:

$$W_u = Q_{u,lim} D$$

Sulla base di tali ipotesi semplificative il volume di laminazione è dato, per ogni durata di pioggia considerata, dalla differenza tra i volumi dell'onda entrante e dell'onda uscente calcolati al termine della durata di pioggia. Conseguentemente, il volume di dimensionamento della vasca è pari al volume critico di laminazione, cioè quello calcolato per l'evento di durata critica che rende massimo il volume di laminazione. Da semplici elaborazioni è immediato verificare come tale durata critica risulta essere pari a:

$$D_w = \left(\frac{Q_{u,lim}}{2.78 S \varphi a^n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

Di conseguenza, il volume di laminazione W_0 risulta:

$$W_0 = 10 S \varphi a D_w^n - 3.6 Q_{u,lim} D_w$$

dove:

- W_0 in [m³];
- S in [ha];
- a in [mm/oraⁿ];
- D_w in [ora];
- $Q_{u,lim}$ in [l/s].

Il calcolo dell'andamento temporale dei volumi in uscita W_u è stato effettuato tenendo conto che la portata massima scaricabile è pari alla portata dispersa nel sottosuolo.

Il massimo volume di laminazione ottenuto dalla soluzione delle equazioni precedenti al variare del tempo di pioggia costituirà il volume minimo di progetto del fosso disperdente.

I dati per il dimensionamento della vasca di laminazione e dispersione per il fosso 0+585 sono i seguenti:

Superficie complessiva $S_p = 0.026$ ha;

Coefficiente di afflusso per le aree esterne pavimentate $\varphi_p = 0.9$;

Si ottengono i seguenti risultati riportati nelle figure e tabelle a seguire:

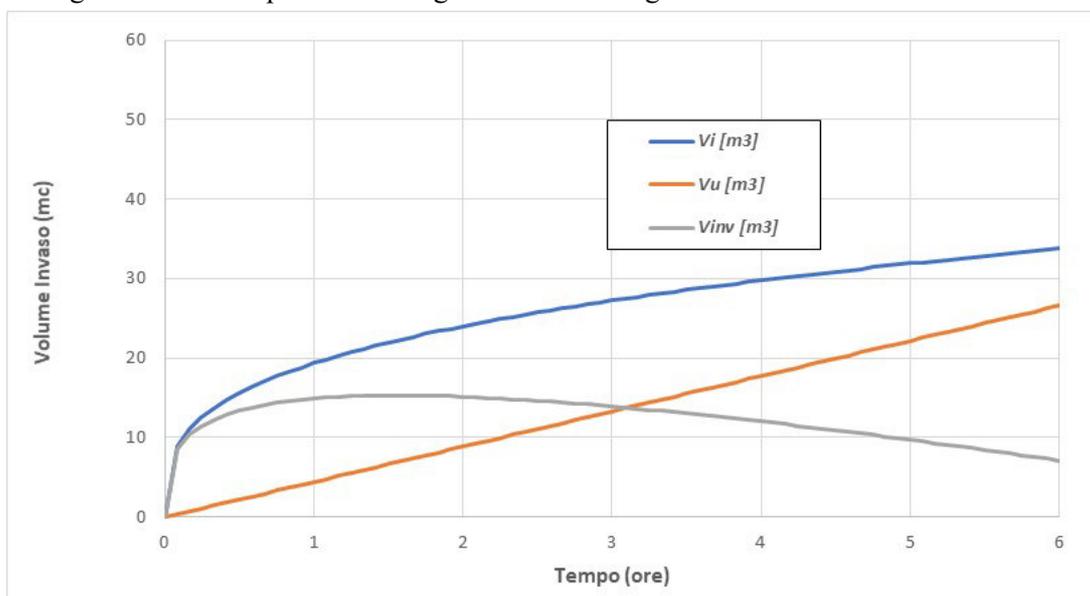


Figura 6 - Volumi meteorici di calcolo Tr 100 anni nel trincea disperdente 0+585

Coefficiente di deflusso medio ponderale	φ	0.9	[-]
Superficie totale afferente	S	0.026	[ha]
Parametri curva IDF per TR=100 anni	a	62.37	[mm/ora ⁿ]
	n	0.31	[-]
Portata limite	$Q_{u,lim}$	1.15	[l/s]
Durata critica evento di pioggia	D_w	1.14	[ore]
Volume laminazione	W_0	8.82	[m³]
Tempo di svuotamento	T_v	2.13	[ore]

Tabella 5 – Risultati del dimensionamento Tr 100 anni trincea 0+585.

Dai calcoli emerge che è necessario un volume di laminazione pari a 8.82 m³ può essere contenuto all'interno della trincea di progetto.

I dati per il dimensionamento della vasca di laminazione e dispersione per il fosso 0+650 sono i seguenti:

Superficie complessiva $S_p = 0.045$ ha;

Coefficiente di afflusso per le aree esterne pavimentate $\varphi_p = 0.9$;

Si ottengono i seguenti risultati riportati nelle figure e tabelle a seguire:

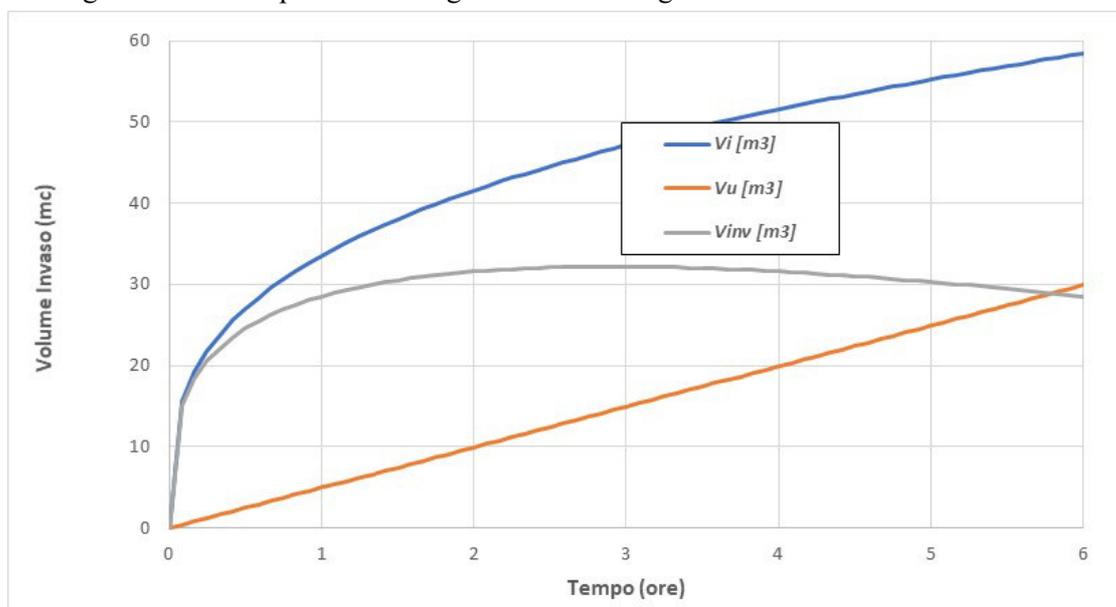


Figura 7 - Volumi meteorici di calcolo Tr 100 anni nel trincea disperdente 0+650

Coefficiente di deflusso medio ponderale	φ	0.9	[-]
Superficie totale afferente	S	0.045	[ha]
Parametri curva IDF per TR=100 anni	a	62.37	[mm/ora ⁿ]
	n	0.31	[-]
Portata limite	$Q_{u,lim}$	1.23	[l/s]
Durata critica evento di pioggia	D_w	2.29	[ore]
Volume laminazione	W_0	22.07	[m ³]
Tempo di svuotamento	T_v	4.97	[ore]

Tabella 6 – Risultati del dimensionamento Tr 100 anni trincea 0+650.

Dai calcoli emerge che è necessario un volume di laminazione pari a 22 m³ può essere contenuto all'interno della trincea di progetto.

4.8 **RISULTATI DEL DIMENSIONAMENTO**

I risultati del dimensionamento idraulico sono riportati in Appendice e da cui si evince come gli elementi in progetto sono in grado di smaltire le acque meteoriche afferenti lungo l'intero tratto di competenza.

Le tabelle di verifica contengono la progressiva iniziale e finale del generico tratto, il tipo di sezione previsto, la lunghezza, la pendenza media del tratto, la quota iniziale e finale, le cumulate della superficie equivalente, la portata di dimensionamento, il livello idrico all'interno del manufatto, il grado di riempimento e la velocità.

Pk iniziale	Pk finale	Tipo	L	ir	Quota inizio	Quota fine	Sup. equivalente	Q	y	g.r.	v
			m	m/m	m.s.l.m.	m.s.l.m.	m ²	l/s	m	%	m/s

Tabella 7 - Intestazione delle tabelle di verifica dei manufatti.

Negli elaborati delle planimetrie idrauliche in scala 1:1000 sono riportate: l'ubicazione della rete drenante e le sue specifiche caratteristiche, il dimensionamento, le quote di scorrimento ed eventuali opere di attraversamento e recapito.

Le verifiche attestano l'idoneità del dimensionamento dei fossi di guardia poiché i livelli idrici sono interamente contenuti nelle sezioni idrauliche.

5 APPENDICE: CALCOLO DEL SISTEMA DI DRENAGGIO

5.1 FOSSI DI GUARDIA DA KM 0+000 A KM 8+900

Pk iniziale	Pk finale	Tipo	L	Progr.	Pendenza	Quota inizio	Quota fine	Sup. Eq.	Q	y	g.r.	v
			m		m/m	m s.m.m.	m s.m.m.	m ²				

Fosso di guardia sx da km 0+000 km 8+900

0+500	0+050	r_50	450	450	1.23%	12.72	7.19	2025	102	0.13	27%	1.5
0+500	0+550	r_50	50	50	0.84%	12.72	12.30	135	16	0.04	9%	0.7
0+800	0+670	r_50	130	130	0.67%	12.25	11.38	351	25	0.06	13%	0.8
0+800	0+910	t_50	110	110	0.22%	12.42	12.18	2162	143	0.22	44%	0.9
1+330	1+100	t_50	230	230	1.25%	15.31	12.44	2967	205	0.17	33%	1.8
1+100	0+910	t_50	190	420	0.22%	12.44	12.03	5418	263	0.31	62%	1.0
1+400	1+330	t_50	70	70	1.39%	16.36	15.39	1712	251	0.18	36%	2.0
1+880	1+810	r_50	70	70	0.71%	20.05	19.55	315	35	0.08	16%	0.9
1+810	1+700	cls_800	135	135	0.33%	19.85	19.40	608	62	0.16	20%	0.9
1+700	1+615	cls_800	75	75	1.07%	19.40	18.60	338	42	0.10	13%	1.1
2+340	2+300	r_80	40	40	0.23%	21.71	21.62	606	81	0.21	26%	0.8
2+300	1+880	cls_800	420	420	0.61%	21.62	19.04	6363	391	0.36	45%	1.8
3+000	2+650	r_50	350	350	0.92%	27.07	23.84	1575	84	0.13	26%	1.3
2+650	2+480	cls_800	170	170	0.58%	23.75	22.77	765	108	0.19	23%	1.2
2+480	2+350	cls_800	130	480	0.53%	22.64	21.95	2160	384	0.31	38%	1.5
3+000	3+435	r_50	435	435	0.29%	27.07	25.80	1958	68	0.17	33%	0.8
3+435	3+565	cls_800	130	565	0.31%	24.15	23.75	3635	292	0.33	41%	1.2
3+620	3+650	r_50	30	30	7.07%	25.95	23.83	360	96	0.07	14%	2.7
3+650	3+800	cls_800	150	150	0.25%	23.83	23.46	2160	180	0.30	38%	1.0
3+800	4+070	r_80	270	270	0.21%	23.26	22.70	2889	182	0.40	50%	0.9
4+100	4+070	r_60	30	30	0.33%	23.89	23.79	473	85	0.19	31%	0.9
5+120	4+860	t_50	260	260	0.20%	25.84	25.32	2886	137	0.22	44%	0.9
4+860	4+665	r_80	195	195	0.21%	24.97	24.57	1463	164	0.37	46%	0.9
4+665	4+405	r_80	160	160	0.36%	24.13	23.55	1584	212	0.36	45%	1.2
5+195	5+120	t_50	75	75	0.20%	26.19	26.04	1181	121	0.21	41%	0.8
5+210	5+460	t_80	250	250	0.20%	25.73	25.22	5288	245	0.24	30%	1.0
5+625	5+460	t_50	165	165	0.22%	26.06	25.70	2376	117	0.20	40%	0.8
5+860	5+650	cls_800	210	210	0.41%	27.15	26.29	5049	397	0.41	51%	1.5
5+650	5+625	t_50	25	25	3.92%	27.23	26.25	323	425	0.18	36%	3.4

Relazione idraulica drenaggio di piattaforma ferroviaria

PROGETTO NN1X	LOTTO 00 D 78	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID0002 003	REV. B	PAG. 26 di 28
------------------	------------------	----------------	-------------------------	-----------	------------------

Pk iniziale	Pk finale	Tipo	L	Progr.	Pendenza	Quota inizio	Quota fine	Sup. Eq.	Q	y	g.r.	v
			m		m/m	m s.m.m.	m s.m.m.	m ²	l/s	cm	%	m/s
6+050	5+880	cls_800	230	230	0.73%	28.92	27.23	4002	325	0.31	39%	1.8
6+385	6+250	r_60	135	135	0.64%	30.27	29.40	2045	197	0.27	45%	1.4
6+630	6+450	cls_800	180	180	0.44%	31.51	30.71	2727	214	0.28	35%	1.4
6+450	6+385	r_60	65	65	0.46%	30.71	30.41	985	270	0.40	66%	1.4
6+830	6+630	r_60	200	200	0.49%	32.65	31.66	3030	223	0.33	55%	1.3
7+900	7+300	cls_800	600	600	0.48%	37.60	34.75	4500	141	0.22	28%	1.2
7+300	7+200	r_80	100	100	1.02%	34.73	33.71	1290	384	0.38	48%	2.0
7+200	7+085	t_50	115	115	0.20%	33.71	33.48	1484	408	0.40	80%	1.1
7+085	6+890	r_100	195	195	0.27%	33.31	32.75	2516	445	0.75	75%	1.2
8+900	8+700	r_80	200	200	0.48%	45.02	44.07	4050	321	0.45	56%	1.4
8+700	8+300	r_80	400	400	0.96%	44.07	40.25	4500	457	0.45	56%	2.0
8+300	7+950	r_80	350	350	1.35%	40.25	35.53	5303	766	0.60	75%	2.6

5.2 CANALETTE DA KM 0+000 A KM 8+900

Pk iniziale	Pk finale	Tipo	L	Progr.	Pendenza	Quota inizio	Quota fine	Sup. Eq.	Q	y	g.r.	v
			m		m/m	m s.m.m.	m s.m.m.	m ²	l/s	cm	%	m/s

Canaletta da km 0+000 a km 8+900

0+800	0+600	r_60	200	200	0.65%	11.97	10.68	2130	155	0.23	38%	1.4
0+600	0+350	r_80	250	450	0.67%	10.72	9.04	4793	265	0.34	42%	1.6
0+350	0+050	r_80	300	750	0.74%	9.04	6.81	7988	359	0.41	51%	1.7
1+615	1+700	r_50	115	115	0.60%	19.68	18.99	776	72	0.13	27%	1.1
1+880	1+700	r_50	180	180	0.30%	19.53	18.99	1917	121	0.25	50%	1.0
3+100	2+950	r_80	150	150	0.20%	24.79	24.49	1598	100	0.25	32%	0.8
2+950	2+750	r_80	200	350	0.20%	24.49	24.09	3728	171	0.38	48%	0.9
2+750	2+480	r_80	270	620	0.54%	24.09	22.64	6603	271	0.37	47%	1.4
3+100	3+435	r_80	335	335	0.21%	24.79	24.08	3568	148	0.33	42%	0.9
3+800	4+070	r_60	270	270	0.51%	24.28	22.90	1539	73	0.14	24%	1.0

Pk iniziale	Pk finale	Tipo	L	Progr.	Pendenza	Quota inizio	Quota fine	Sup. Eq.	Q	y	g.r.	v
			m		m/m	m s.m.m.	m s.m.m.	m ²	l/s	cm	%	m/s
7+900	7+300	r_60	600	600	0.52%	38.32	35.22	5040	184	0.28	47%	1.3

5.3 CANALETTA DESTRA DA KM 3+770 A 4+070

Pk iniziale	Pk finale	Tipo	L	Progr.	Pendenza	Quota inizio	Quota fine	Sup. Eq.	Q	y	g.r.	v
			m		m/m	m s.m.m.	m s.m.m.	m ²	l/s	cm	%	m/s

Canaletta destra da km 3+770 a 4+070

3+770	4+070	r_50	300	300	0.19%	24.37	23.81	1710	60	0.18	36%	0.7
-------	-------	------	-----	-----	-------	-------	-------	------	----	------	-----	-----

5.4 CANALETTE CENTRALI DA KM 0+000 A KM 8+900

Pk iniziale	Pk finale	Tipo	L	Progr.	Pendenza	Quota inizio	Quota fine	Sup. Eq.	Q	y	g.r.	v
			m		m/m	m s.m.m.	m s.m.m.	m ²	l/s	cm	%	m/s

Canalette centrali da km 0+000 a km 5+630

1+565	1+380	65X30	185	185	0.44%	17.54	16.73	722	35	0.07	25%	0.7
1+715	1+615	65X30	100	100	0.82%	18.67	17.85	390	28	0.05	18%	0.8
2+395	2+300	25X25	95	95	0.67%	23.26	22.62	371	30	0.13	52%	0.9

Canaletta centrale da km 8+690 a km 8+300

8+690	8+300	r_60	390	390	0.55%	43.56	41.43	1521	154	0.19	47%	1.3
8+300	8+300	CLS_500	5	5	14.60%	41.43	40.70	3	154	0.12	23%	4.5

5.5 TOMBINI DA KM 0+000 A KM 8+900

Pk iniziale	Pk finale	Tipo	L	Progr.	Pendenza	Quota inizio	Quota fine	Sup. Eq.	Q	y	g.r.	v
			m		m/m	m s.m.m.	m s.m.m.					

Tombini acque di piattaforma da km 0+000 a km 8+900

0+050	0+050	CLS_1500	20	20	0.20%	6.81	6.77	10049	461	0.41	27%	1.2
0+910	0+910	Q_200	35	35	0.20%	10.60	10.53	7643	406	0.21	10%	1.0
1+330	1+330	Q_200	20	20	0.20%	12.91	12.87	1748	251	0.15	8%	0.8
1+700	1+700	cls_1500	25	25	1.00%	18.71	18.46	2697	193	0.18	12%	1.6
1+880	1+880	cls_1500	20	20	0.20%	17.09	17.05	6366	81	0.17	12%	0.7
1+880	1+615	cls_1500	300	320	0.20%	17.05	16.45	9108	274	0.31	21%	1.0
4+070	4+070	cls_1500	25	25	1.00%	18.71	18.46	3365	341	0.23	16%	1.9
5+120	5+120	cls_1500	20	20	0.20%	24.04	24.00	1184	121	0.21	14%	0.8
5+880	5+880	cls_1500	25	25	0.24%	27.50	27.44	435	342	0.33	22%	1.2
6+250	6+250	Q_200	30	30	0.20%	27.60	27.54	2500	361	0.19	10%	0.9
6+385	6+385	Q_200	30	30	0.23%	28.30	28.23	3757	209	0.13	7%	0.8
6+385	6+070	Q_200	315	315	0.20%	28.23	27.60	473	570	0.26	13%	1.1