

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



U.O. INFRASTRUTTURE NORD

PROGETTO DEFINITIVO

DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA RADDOPPIO TRATTA FIUME TORTO – LERCARA DIRAMAZIONE LOTTO 1 + 2

LINEA

Idraulica di piattaforma ferroviaria

Relazione idraulica drenaggio di piattaforma ferroviaria

SCALA:

-

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
RS3Z	00	D	26	RI	ID0002	001	A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	EMISSIONE ESECUTIVA	C. INTEGRA	Gennaio 2020	M. VENTURA	Gennaio 2020	A. BARILECA	Gennaio 2020	F. M. CHI Gennaio 2020

ITALFERR - DC INFRASTRUTTURE
Dott. Ing. Francesco Siccardi
Ordine degli Ingegneri di Catania
23/12/2020

File: RS3Z00D26RIID0002001A

n. Elab.:

INDICE

1. PREMESSA	3
2. SISTEMA DI DRENAGGIO DEL CORPO FERROVIARIO.....	4
2.1 SCHEMA DI DRENAGGIO	4
2.2 DRENAGGIO ACQUE DI PIATTAFORMA FERROVIARIA IN RILEVATO	4
2.3 DRENAGGIO ACQUE DI PIATTAFORMA FERROVIARIA IN TRINCEA.....	5
2.4 CRITERI DI DIMENSIONAMENTO DELLE OPERE COSTITUENTI IL SISTEMA DI DRENAGGIO DELL'INFRASTRUTTURA	6
2.5 RETE DI RACCOLTA E SMALTIMENTO ACQUE DI PIATTAFORMA E DI VERSANTE: METODOLOGIA DI DIMENSIONAMENTO E VERIFICA DEI DISPOSITIVI IDRAULICI	10
3. VERIFICA ELEMENTI IDRAULICI.....	11
3.1 EMBRICI.....	11
3.2 CANALETTE RETTANGOLARI	12
3.3 DRENAGGIO TESTA PARATIA: CANALETTE TRAPEZOIDALI E TUBO Ø400 IN PVC.....	12
3.4 FOSSI DI GUARDIA	13
4. TOMBINI.....	15
4.1 TOMBINO SCATOLARE 2.00X2.00 AL KM 28+130.....	15
VERIFICA TOMBINO SCATOLARE 2.00X2.00 – KM 28+130.....	16
VERIFICA CANALE RETTANGOLARE IN GABBIONI - 2.00X1.00.....	16

1. PREMESSA

La protezione della linea ferroviaria dalle acque meteoriche zenitali e da quelle che nel naturale deflusso superficiale vengono ad interessare il corpo ferroviario comporta la necessità della realizzazione di sistema di drenaggio delle stesse, costituito da manufatti di raccolta e convogliamento.

Il presente studio ricadente nell'ambito della progettazione del nuovo collegamento Palermo-Catania, raddoppio tratta Fiume Torto - Lercara Diramazione, appartenente alla Direttrice ferroviaria Messina-Catania-Palermo, ha come oggetto la valutazione delle problematiche di carattere idraulico ed il conseguente dimensionamento e verifica degli elementi idraulici appartenenti alla sistema di drenaggio della piattaforma ferroviaria.

2. SISTEMA DI DRENAGGIO DEL CORPO FERROVIARIO

2.1 SCHEMA DI DRENAGGIO

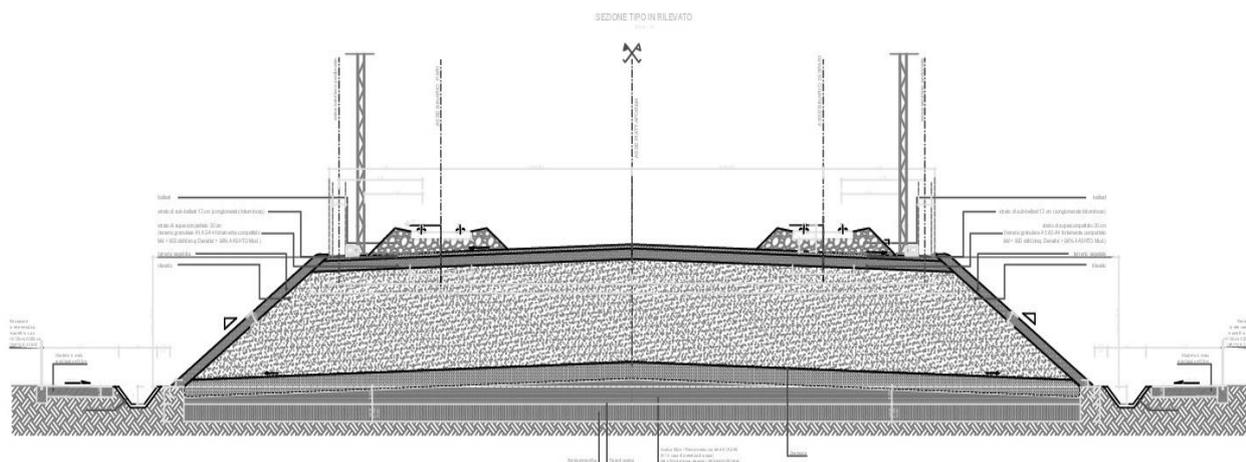
Il sistema di drenaggio deve consentire la raccolta delle acque meteoriche cadute sulla superficie ferroviaria e sulle superfici ad essa afferenti ed il loro collettamento ai recapiti finali, costituito da rami di qualsivoglia ordine della rete idrografica naturale o artificiale, senza alterarne in modo significativo l'efficienza idraulica e le condizioni di sicurezza idraulica del territorio limitrofo all'infrastruttura in progetto.

L'elemento di drenaggio da inserire sull'infrastruttura dipende strettamente dal tipo di sezione su cui è posto. La sezione corrente dell'infrastruttura, per il caso in esame, si divide a sua volta per caratteri costruttivi in:

- sezione in rilevato;
- sezione in trincea.

2.2 Drenaggio acque di piattaforma ferroviaria in rilevato

Nei tratti in cui il corpo ferroviario si sviluppa in rilevato le acque meteoriche vengono canalizzate ed allontanate dalla sede ferroviaria, per mezzo della sezione triangolare formata dal cordolo bituminoso a lato della piattaforma e lo strato di sub ballast dotato di una pendenza trasversale pari al 3.0 %.



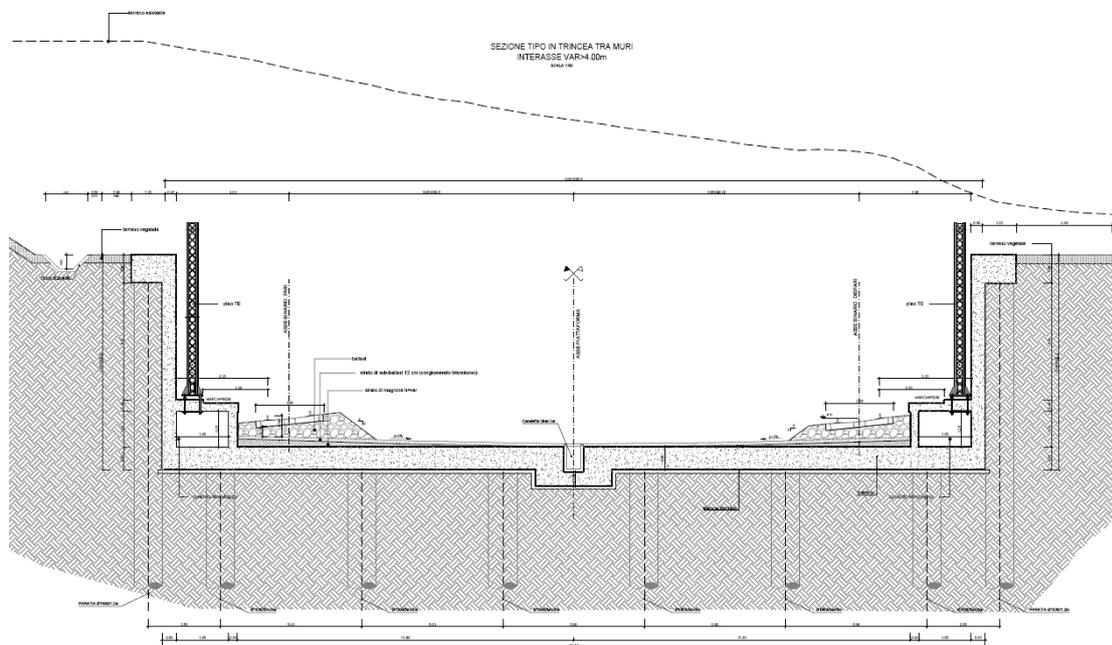
Sezione ferroviaria tipo in rilevato.

Il cordolo convoglia l'acqua verso il fosso di guardia posto alla piede del rilevato tramite embrici. Gli embrici sono posizionati sulla scarpata del rilevato con pendenza 2/3, ad interasse pari a 10 m. Al piede del rilevato un

sistema di collettamento costituito da fossi di guardia rivestiti in cls di sezione trapezoidale, trasporta le acque meteoriche direttamente al più vicino recapito finale.

2.3 Drenaggio acque di piattaforma ferroviaria in trincea

Nei tratti in cui il corpo ferroviario si sviluppa in trincea, sia in scavo che tra muri, il drenaggio delle acque meteoriche dilavanti al piattaforma ferroviaria, è costituito da una canaletta a sezione rettangolare in calcestruzzo posta in posizione centrale al compluvio formato dallo strato di sub ballast dotato di una pendenza trasversale pari al 3.0 %.



Sezione ferroviaria tipo in trincea tra muri

2.4 CRITERI DI DIMENSIONAMENTO DELLE OPERE COSTITUENTI IL SISTEMA DI DRENAGGIO DELL'INFRASTRUTTURA

Per la stima delle portate al colmo di piena necessaria per il dimensionamento del sistema di drenaggio e presidio idraulico è stato utilizzato il metodo razionale; alla base di tale procedura vi sono le seguenti assunzioni:

- la massima piena avviene per precipitazioni meteoriche con durata pari al tempo di corrivazione del bacino;
- il picco di piena ha il medesimo tempo di ritorno della precipitazione che lo ha generato;
- la formazione delle piene ed il suo trasferimento lungo il reticolo idrografico avviene senza la formazione di invasi significativi; nel caso si formino invasi significativi il colmo di piena calcolato con questa metodologia sarà sovrastimato.

La portata al colmo di piena è espressa dalla formula:

$$Q = \frac{\varphi h S}{3,6 t_c} (m^3 / s)$$

dove:

- φ = coefficiente di deflusso del bacino;
- h = altezza massima di pioggia per una durata pari al tempo di corrivazione (mm);
- S = superficie del bacino (km²);
- t_c = tempo di corrivazione del bacino (ore).

Come ampiamente descritto nella “Relazione idrologica” (elab. RS3Z00D26RINV0000001A), cui si rimanda, la definizione delle curve di possibilità pluviometrica e successivamente della pioggia di progetto relative al territorio di interesse per l’infrastruttura in studio, è eseguita attraverso l’adozione delle seguenti metodologie :

- Progetto VAPI Sicilia, riportati nella pubblicazione: *“La valutazione delle piene in Sicilia”* (CANNAROZZO M., D’ASARO F., FERRO V. C.N.R -GNDCI Palermo 1993);
- Analisi statistica tramite il modello probabilistico di Gumbel dei dati osservati ai pluviografi dagli Annali Idrologici forniti dall’Osservatorio delle Acque della Regione Sicilia la cui area di influenza interessa il tracciato di progetto
- Curve di possibilità pluviometrica presenti nel documento *”Parametri a ed n delle curve di possibilità pluviometrica del territorio regionale”* del Servizio Rischi Idrogeologici ed ambientali della Protezione Civile Siciliana.

A conclusione delle analisi precedentemente descritte, a favore di sicurezza vengono adottate nel prosieguo del presente studio i valori delle CPP ricavati attraverso l’applicazione del metodo di Gumbel

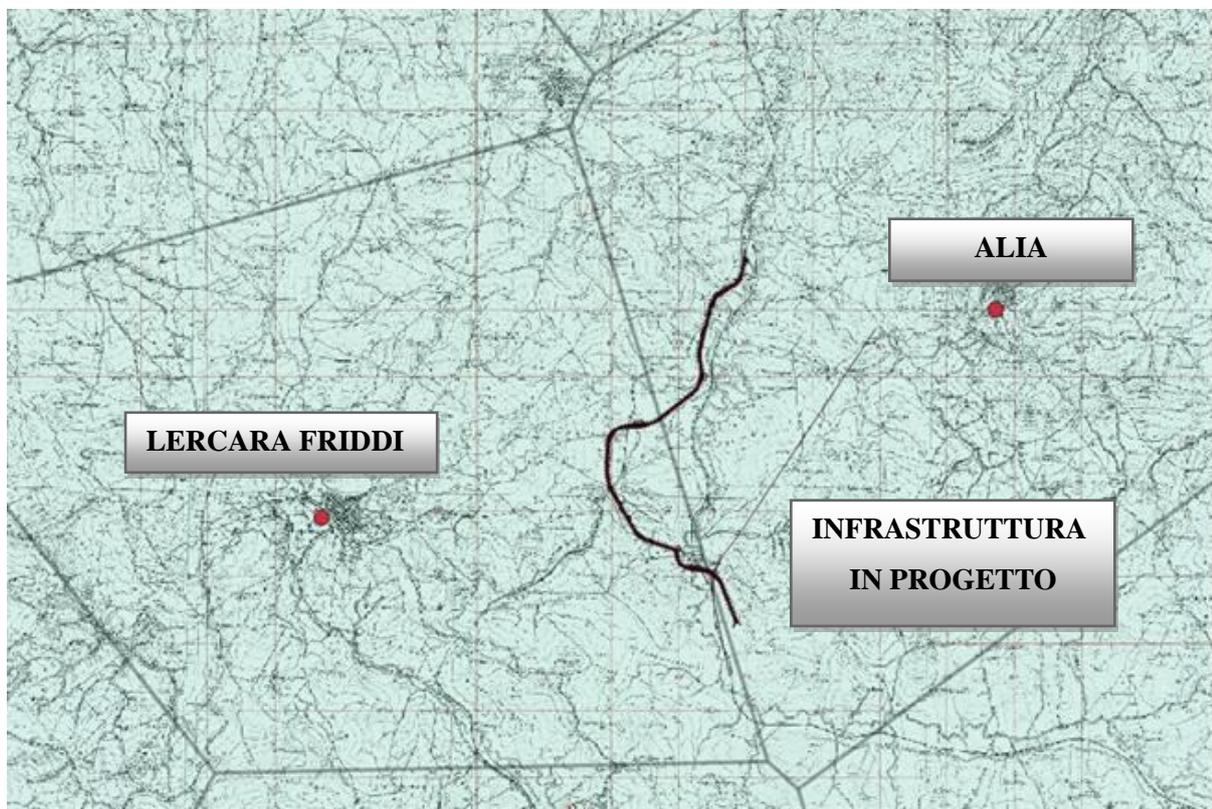
Per quello che concerne gli eventi di pioggia aventi durata inferiore all’ora si fa ricorso alla seguente espressione per la stima :

$$\frac{h_{t,T}}{h_{60,T}} = \left(\frac{t}{60} \right)^s$$

In cui t è la durata dell’evento meteorico di durata inferiore all’ora, espressa in minuti, s è un coefficiente che assume un diverso valore numerico in dipendenza della regione in esame.

Nel caso in oggetto, per la Sicilia il coefficiente assume il valore di 0.386 (Ferreri e Ferro, 1989). L’equazione precedente assume quindi la forma:

$$h_{t,T} = h_{60,T} \left(\frac{t}{60} \right)^{0.386}$$



Stazioni pluviometriche della zona di studio.

Per quello che concerne l'utilizzo delle curve di possibilità pluviometrica il tracciato ferroviario in progetto interessando diversi topoieti è stato discretizzato in tratti distinti per ciascuno dei quali vengono adottati i valori di a e n , relativi alle stazioni pluviometriche corrispondenti, riportati in tabella:

Staz. Pluviometrica	a_{100} (mm/ora)	n_{100}	n'_{100}
Alia	54.24	0.290	0.386
Lercara Friddi	56.02	0.214	0.386

La scelta dei tempi di ritorno degli eventi meteorici per il calcolo delle portate necessarie al dimensionamento delle varie tipologie di opere è stata eseguita in conformità a quanto previsto dal Manuale di Progettazione Italferr, la tabella seguente sintetizza la scelta effettuata per tipologia di opere:

	Manuale di progettazione ferroviaria
Drenaggio di piattaforma (cunette, tubazioni, etc)	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Piattaforma ferroviaria TR 100 anni</i> • <i>Deviazioni stradali Tr=25 anni</i>

Il tempo di corrivazione è determinato, facendo riferimento al percorso idraulico più lungo fino alla sezione di chiusura considerata, mediante la relazione:

$$t_c = t_a + t_r \text{ (ore)}$$

con

- t_a = tempo di accesso alla rete;
- $t_r = \sum_i \frac{L_i}{3600 \cdot V_i}$ tempo di rete, pari alla somma dei tempi di percorrenza di ogni singola canalizzazione seguendo il percorso idraulico più lungo.

Per il dimensionamento del sistema di drenaggio delle acque meteoriche di dilavamento il tempo di accesso alla rete è assunto pari a 5 minuti. Nel caso dei canali di gronda e dei fossi di guardia che raccolgono anche le acque del terreno che insistono sul nastro ferroviario in progetto in corrispondenza dei tratti che si sviluppano in rilevato e/o in trincea, si utilizza un tempo di corrivazione minimo pari a 10 minuti.

Il tempo di rete è calcolato, in prima approssimazione, considerando una velocità di scorrimento $V_i=1,00$ m/s; in base a tale valore si imposta il calcolo la portata di progetto. Si può quindi determinare, in moto uniforme la velocità di scorrimento del collettore così da calcolare un nuovo tempo di rete. Tale procedura iterativa ha termine quando le differenze tra i risultati relativi a due passi successivi sono trascurabili.

Il coefficiente di deflusso φ è assunto pari a:

- 0.9 per le superfici pavimentate;
- 0.6 per le trincee ed i rilevati;
- 0.4 per le aree a verde.

2.5 Rete di raccolta e smaltimento acque di piattaforma e di versante: metodologia di dimensionamento e verifica dei dispositivi idraulici

Il dimensionamento e la verifica dei dispositivi costituenti la rete di raccolta delle acque di versante e quella relativa alle acque di piattaforma sono state condotte mediante l'approccio in moto uniforme di Chezy basato sull'equazione di seguito riportata, risolvibile per via iterativa una volta noti i dati fondamentali di progetto:

$$Q = K_s R_H^{2/3} A i^{1/2} (m^3 / s)$$

dove:

- Q = portata di progetto (m³/s);
- K_s = coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler (m^{1/3}/s);
- A = area della sezione bagnata (m²);
- R_H = raggio idraulico (m);
- i = pendenza motrice coincidente con la pendenza del fondo (m/m).

Il coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler è stato assunto pari a: 70 m^{1/3}/s per elementi di drenaggio in calcestruzzo, 90 m^{1/3}/s per gli elementi in materiale plastico PEAD.

Nella verifica si considera un grado di riempimento massimo pari a :

$$\frac{H}{D} \leq 0.5 \text{ per tubazioni } DN \leq 400$$

$$\frac{H}{D} \leq 0.7 \text{ per tubazioni } DN \geq 500$$

un franco idraulico minimo di 5 cm per gli elementi idraulici a sezione aperta ed i seguenti valori di velocità:

- velocità minima V_{min} = 0.2 m/s;
- velocità massima V_{max} = 4-5 m/s.

3. VERIFICA ELEMENTI IDRAULICI

3.1 EMBRICI

Le acque afferenti la piattaforma ferroviaria ruscellano fino alla cunetta triangolare formato dal cordolo che le convoglia fino all'embrice più a valle.

Al fine di valutare il corretto passo degli embrici sono stati calcolati gli apporti massimi di pioggia in funzione della larghezza della piattaforma pavimentata variando il passo degli embrici e verificando la capacità di smaltimento della cunetta.

Considerando l'embrice come uno stramazzo si considera valida la seguente espressione:

$$Q = \mu \cdot L \cdot h \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

dove:

- Q = portata sfiorata (m³/s)
- μ coefficiente di deflusso, pari a 0.385
- L = larghezza stramazzo L=0.905(m)
- h = carico idraulico (m)
- g = accelerazione di gravità pari a 9,81 m/s².
-

Si calcola la portata massima scaricabile dall'embrice senza che il tirante arrivi a lambire la canalina portacavi; tale situazione si ha per un carico idraulico pari a 5.90 cm a cui corrisponde una portata defluibile pari a Q=14.81 l/s.

Per una semipiattaforma larga B=10.25 m ed un passo p=10m con un tempo di pioggia pari a t_p=5 minuti per un Tr=100 anni si genera una portata di 11.25 l/s inferiore alla massima capacità di scarico dell'embrice.

Alla luce di quanto sopra riportato si sceglie un passo 10m per tutto l'intervento.

3.2 CANALETTE RETTANGOLARI

Il drenaggio delle acque di piattaforma del tratto ferroviario con sviluppo in trincea tra muri è affidato a canalette rettangolari in calcestruzzo, poste in posizione centrale al compluvio formato dallo strato di sub ballast dotato di una pendenza trasversale pari al 3.0 %. caratterizzate dalle seguenti dimensioni:

Tipologia Manufatto	Dimensioni B*H (m)	Progressiva (km)
Canaletta Rettangolare in cls	0.50 x h _{vsr} (0.50-1.70) =CRX nella planimetria idraulica	28+403 - 28+130*
Canaletta Rettangolare in cls	0.40 x 1.00 = CR1 nella planimetria idraulica	28+047 - 28+130

*contropendenza rispetto alla linea

Le verifiche eseguite si riportano di seguito in forma tabellare :

Pk in (km)	Pk fin (km)	Area drenata ridotta (m ²)	Lunghezza elemento idraulico (m)	Tipo elemento idraulico	pendenza (‰)	tc - tempo corrivazione (min)	i - intensità di pioggia (mm/h)	Q- Portata di progetto (m ³ /s)	h- Tirante Idraulico (m)	Velocità (m/s)	Franco (m)
28+047	28+130	2656	83	CRX	0.20%	6.60	210.41	0.155	0.358	0.87	0.14
28+410	28+130	8960	280	CR1	0.20%	8.26	183.20	0.456	0.319	1.43	0.08

Entrambe le canalette scaricano nel tombino scatolare 2.00x2.00m posto al km 28+130.

3.3 DRENAGGIO TESTA PARATIA: CANALETTE TRAPEZOIDALI E TUBO Ø400 IN PVC

Dal km 28+047 al km 28+250 la ferrovia si sviluppa in un tratto in trincea fra paratie di pali; in testa alla paratia sul lato sinistro si prevede un fosso trapezoidale in cls 0.50x0.50 che dal km 28+130 al km 28+286 che intercetta le acque afferenti la trincea e le trasporta fino al tombino circolare Ø1500 al km 28+286.

Per il tratto che va dal km28+130 al km 28+071km si scarica nel pozzetto prefabbricato in cls 1.50x1.50 al km28+071 posto in testa alla paratia di pali; analogamente accade per il tratto da km 28+047 fino al km 28+071 operando in contropendenza. Dal pozzetto parte un tubo in PVC DN400 che buca la paratia destra e prosegue ancorato alla parete con una pendenza p=5.00% fino ad un pozzetto in cls prefabbricato 0.50x0.50 posto al di sopra del tombino scatolare 2.00x2.00m al km 28+130.

Si riportano di seguito le verifiche idrauliche delle canalette trapezoidali e del tubo in PVC Ø400.

VERIFICA CANALETTE TRAPEZIE E TUBO Ø400 IN PVC_TESTA PARATIA LATO SINISTRO

FOSSO Pk in (km)	FOSSO Pk fin (km)	Area drenata ridotta (m ²)	Lunghezza elemento idraulico (m)	Tipo elemento idraulico	pendenza (%)	t _c - tempo corrivazione (min)	i - intensità di pioggia (mm/h)	Q- Portata di progetto (m ³ /s)	h-Tirante Idraulico (m)	Velocità (m/s)	Franco (m)
28+047	28+075	84	28	FR0	0.25%	7.08	201.49	0.005	0.039	0.22	0.46
28+130	28+075	308	55	FR0	1.78%	5.98	223.44	0.019	0.038	0.93	0.46
28+130	28+486	1025	356	FR0	1.49%	10.32	159.85	0.046	0.071	1.12	0.43

VERIFICA TUBO Ø400 IN PVC_ANCORATOAL MURO DELLA PARATIA LATO SINISTRO

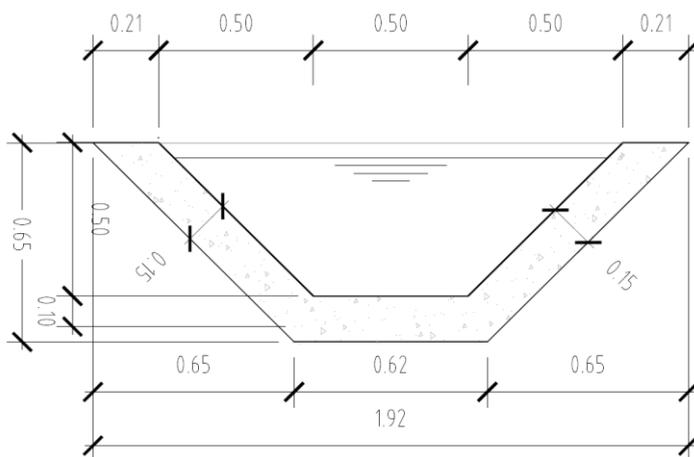
FOSSO Pk in (km)	FOSSO Pk fin (km)	Area drenata ridotta (m ²)	Lunghezza elemento idraulico (m)	Tipo elemento idraulico	pendenza (%)	t _c - tempo corrivazione (min)	i - intensità di pioggia (mm/h)	Q- Portata di progetto (m ³ /s)	h-Tirante Idraulico (m)	Velocità (m/s)	Riempimento (m)
28+075	28+130	392	55	400	5.31%	7.70	191.27	0.021	0.072	1.46	15

3.4 FOSSI DI GUARDIA

I fossi di guardia sono tutti di forma trapezoidale e vengono utilizzati sia quando la sezione ferroviaria è in rilevato che quando si sviluppa in trincea.

- nel primo caso il fosso è posto al piede del rilevato e serve a raccogliere le acque che interessano il rilevato stesso, le aree limitrofe la cui superficie pende verso la sede ferroviaria e le acque provenienti dagli embri, e a convogliarle verso il recapito finale più vicino;
- nel caso di sviluppo in trincea è posto in testa alla trincea e serve a raccogliere le acque di versante che insistono sulla sede ferroviaria e a convogliarle verso il ricettore finale più vicino.

Il tempo di ritorno di progetto è pari a 100 anni. I fossi sono calcestruzzo, e sono stati classificati in base alla sezione:


Fosso di guardia in cls

Per quanto riguarda il dimensionamento si è considerato un riempimento massimo con un franco del 10% altezza utile al deflusso e un coefficiente di scabrezza di Strickler pari a $70 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$.

Si riportano di seguito le verifiche idrauliche di tutti i canali trapezoidali.

VERIFICA FOSSI DI GUARDIA_LATO DESTRO

FOSSO Pk in (km)	FOSSO Pk fin (km)	Area drenata ridotta (m ²)	Lunghezza elemento idraulico (m)	Tipo elemento idraulico	pendenza (%)	t _c - tempo corrivazione (min)	i - intensità di pioggia (mm/h)	Q - Portata di progetto (m ³ /s)	h-Tirante Idraulico (m)	Velocità (m/s)	Franco (m)
28+263	28+286	230	23	FR0	5.87%	5.34	239.59	0.015	0.026	0.47	1.13
28+286	28+368	28653	82	FR0	2.41%	15.38	125.12	0.996	0.332	0.17	3.61
28+446	28+390	1193	56	FR0	1.30%	5.66	231.23	0.077	0.091	0.41	1.42
28+715	28+565	2700	150	FR0	1.60%	6.31	216.21	0.162	0.134	0.37	1.91
29+130	28+986	2117	144	FR0	1.08%	6.66	209.25	0.123	0.134	0.37	1.45

VERIFICA FOSSI DI GUARDIA_LATO SINISTRO

FOSSO Pk in (km)	FOSSO Pk fin (km)	Area drenata ridotta (m ²)	Lunghezza elemento idraulico (m)	Tipo elemento idraulico	pendenza (%)	t _c - tempo corrivazione (min)	i - intensità di pioggia (mm/h)	Q - Portata di progetto (m ³ /s)	h-Tirante Idraulico (m)	Velocità (m/s)	Franco (m)
28+154	28+033	2724	121	FR0	14.88%	10.60	157.23	0.119	0.063	3.36	0.44
28+154	28+228	1378	74	FR0	11.26%	10.49	158.24	0.061	0.044	2.51	0.46
28+050	28+074	637	24	FR0	0.29%	10.63	156.98	0.028	0.076	0.64	0.42
28+130	28+074	27	56	FR0	13.63%	28.27	86.10	0.001	0.024	0.05	0.48

FOSSO Pk in (km)	FOSSO Pk fin (km)	Area drenata ridotta (m ²)	Lunghezza elemento idraulico (m)	Tipo elemento idraulico	pendenza (%)	t _c - tempo corrivazione (min)	i - intensità di pioggia (mm/h)	Q- Portata di progetto (m ³ /s)	h-Tirante Idraulico (m)	Velocità (m/s)	Franco (m)
28+130	28+285	14708	155	FR0	7.72%	10.52	157.96	0.645	0.189	4.95	0.31
28+395	28+533	5202	138	FR0	0.93%	11.82	151.92	0.220	0.187	1.70	0.31
28+747	28+533	4719	214	FR0	1.20%	12.98	143.39	0.188	0.159	1.80	0.34
28+873	28+746	2459	127	FR0	0.33%	12.26	148.53	0.101	0.163	0.94	0.34
29+043	28+988	3688	55	FR0	2.02%	10.44	163.92	0.168	0.128	2.08	0.37
29+239	29+316	714	77	FR0	0.48%	11.90	151.29	0.030	0.077	0.68	0.42
29+486	29+320	3314	166	FR0	1.01%	11.82	151.92	0.140	0.143	1.52	0.36

4. TOMBINI

La linea ferroviaria è attraversata da 6 tombini idraulici.

Progressiva (Km+Metri)	Sezione idraulica	WBS
28+286	1500	IN50
28+368	1500	IN50A
28+533	2x2	IN51
28+747	2x2	IN52
28+986	3x3	IN54
29+318	3x3	IN55

Tutte le opere minori precedentemente elencate permettono la ricucitura del reticolo idraulico esistente interferito dalla linea ferroviaria di progetto; le loro verifiche sono riportate nel “Relazione idraulica tombini” RS3Z00D26RIID0002002A.

Alla progressiva km 28+130 si prevede un tombino scatolare 2.00x2.00 per allontanare le acque afferente la piattaforma ferroviaria; non essendo un’opera di ripristino della naturale rete idraulica esistente si riporta di seguito la sua verifica.

4.1 TOMBINO SCATOLARE 2.00X2.00 AL KM 28+130 – IN49

Al km 28+130 al di sotto della piattaforma ferroviaria è presente un tombino in cls scatolare 2.00x2.00 che permette l’allontanamento delle acque afferenti la trincea, impedendo che venga impegnata dallo scorrimento la galleria.

Il tombino è solidale con la struttura ad U che ospita la piattaforma ferroviaria tra le due paratie di pali prima che la linea entri in galleria.

Nel tombino scaricano le acque convogliata dalla canaletta rettangolare posta e a centro piattaforma e quelle trasportate dal tubo in PVC Ø400 ancorato sulla parete della paratia di pali di sinistra.

Il tombino a pendenza pari a $p=0.20\%$ converso dello scorrimento dal lato sinistro verso il destro, da est verso ovest; esso si sviluppa per un totale id 135m di cui 30.40m tra le paratie; esso termina in corrispondenza di un canale trapezoidale rivestito in materassi tipo Reno con base $B=2.00m$ e altezza variabile da $H=2.00m$ a $H=1.00m$ lungo 52m.

Le dimensioni del tombino sono motivate dalla necessità di avere un'ispezionabilità dello stesso e per una miglior tenuta strutturale rispetto ad un circolare.

Si riportano di seguito le verifiche dello scatolare in cls e del canale trapezoidale rivestito in materassi tipo Reno.

VERIFICA TOMBINO SCATOLARE 2.00X2.00 – KM 28+130

Tombino (km + metri)	Area drenata ridotta (m ²)	Lunghezza elemento idraulico (m)	Tipo elemento idraulico	pendenza (%)	t _c - tempo corrivazione (min)	i - intensità di pioggia (mm/h)	Q- Portata di progetto (m ³ /s)	h- Tirante Idraulico (m)	Velocità (m/s)	Riempimento (%)
28+130	12008	135	SCAT. 2.00x2.00	0.20%	10.36	159.44	0.532	0.248	1.07	13

VERIFICA CANALE TRAPEZOIDALE IN MATERASSI TIPO RENO - 2.00X1.00

Tombino (km + metri)	Area drenata ridotta (m ²)	Lunghezza elemento idraulico (m)	Tipo elemento idraulico	pendenza (%)	t _c - tempo corrivazione (min)	i - intensità di pioggia (mm/h)	Q- Portata di progetto (m ³ /s)	h- Tirante Idraulico (m)	Velocità (m/s)	Franco (m)
28+130	12008	50	trap. 2.00x2.00 sponda 2/3	0.20%	11.81	147.12	0.491	0.329	1.67	0.60

In entrambi i casi è rispettato il franco richiesto dalle verifiche idrauliche.