

COMMITTENTE:



DIREZIONE INVESTIMENTI PROGETTI PALERMO

SOGGETTO TECNICO:



DIREZIONE TERRITORIALE PRODUZIONE DI PALERMO  
S. O. INGEGNERIA DI PALERMO

PROGETTAZIONE:

SINTAGMA S.r.l. - ITALIANA SISTEMI S.r.l.

TIMBRO E FIRMA DEL PROGETTISTA



PROGETTO DEFINITIVO

**CONTRATTO APPLICATIVO n.9/2017 - A.Q. n.341/2016 del 29/11/2016**

**Progettazione definitiva delle opere civili ed armamento  
per il ripristino della linea Palermo - Trapani via Milo**

STUDIO IDROLOGICO ED IDRAULICO

SCALA -

Relazione idraulica generale

Foglio - di -

PROGETTO/ANNO	SOTTOPR.	LIVELLO	NOME DOC.	PROGR.OP.	FASE FUNZ.	NUMERAZ.
3 0 4 8 1 7	S 0 1	P D	T G - -	0 3	0 0 0	E 0 0 0 2

Rev.	Descrizione	Progettista			RFI			
		Redatto	Verificato	Approvato	Verificato Team Ver.	Verificato C.	Approvato	Autorizzato
A	Emissione	OTT. 18	OTT. 18	OTT. 18				
		L. Rossetti	Ing. Nani	Ing. Granieri	D.T.	D.T.	Ing. Martinelli	Ing. Palazzo
B	Recepimento Odl	LUG. 19	LUG. 19	LUG. 19				
		L. Rossetti	Ing. Nani	Ing. Granieri	D.T.	D.T.	Ing. Martinelli	Ing. Palazzo

LINEA	SEDE TECN.	NOME DOC.	NUMERAZ.
Verificato e trasmesso	Data	Convalidato	Data

## Sommario

1	Introduzione.....	2
1.1	Inquadramento idrologico.....	4
1.2	Inquadramento geomorfologico .....	4
2	Verifica degli attraversamenti minori (tombini e ponticelli) .....	6
2.1	Criteri generali di verifica .....	6
2.2	Elenco delle opere idrauliche .....	6
2.3	Metodologia di verifica: verifica all'imbocco .....	11
2.4	Metodologia di verifica: verifica di forme uniforme .....	18
2.5	Metodologia di verifica: condizioni di valle.....	23
2.6	Risultati delle verifiche .....	25
3	Drenaggio del corpo ferroviario.....	30
3.1	Sistema di drenaggio esistente .....	30
3.2	Intensità di precipitazione di progetto.....	34
3.3	Embrici su rilevato .....	37
3.4	Fossi di guardia .....	42
3.5	Fossi di testa delle trincee .....	46
3.6	Canalette rettangolari .....	47
3.7	Tratti in galleria .....	51
3.8	Tratti in viadotto.....	52
4	ALLEGATI .....	54
4.1	ALLEGATO A - EMBRICI.....	54
4.2	ALLEGATO B – CANALETTA DI PIATTAFORMA.....	60
4.3	ALLEGATO C – FOSSI DI GUARDIA .....	67
4.4	ALLEGATO D - Verifica dei bacini scolanti dei fossi di guardia in trincea.....	75
4.5	ALLEGATO E–perimetrazione bacini scolanti in testa alle trincee .....	81

 <b>RFI</b> RETE FERROVIARIA ITALIANA GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE Direzione Territoriale Produzione Palermo	<b>CONTRATTO APPLICATIVO n.9/2017 - A.Q. n.341/2016 del 29/11/2016</b>  Progettazione definitiva delle opere civili ed armamento per il ripristino della linea Palermo - Trapani via Milo
304817_S01_PD_TG- -_03_000_E0002	Relazione idraulica generale

## 1 Introduzione

La presente relazione descrive le indagini e le verifiche idrauliche condotte nell'ambito del progetto definitivo per il ripristino della linea Palermo - Trapani via Milo, in particolare per la tratta ferroviaria Alcamo Diramazione – Trapani.

Tale tratta ha una lunghezza di circa 47 km, è interamente a singolo binario non elettrificato e presenta 11 opere maggiori principali (viadotti), 7 ponticelli con luce maggiore o uguale a 5 metri e numerose opere d'arte minori (principalmente tombini ad arco di luce variabile tra 0,8 e 4 metri). L'andamento del tracciato ferroviario è rappresentato in figura 1.1, con direzione prevalente est – ovest.

L'intero tracciato è stato suddiviso in quattro tratte, con la tratta 1 posta più ad est (lato Alcamo) e la tratta terminale (tratta n° 4) che entra nella città di Trapani. Le progressive delle opere sono crescenti andando da est verso ovest.

I limiti di suddivisione delle 4 tratte sono definiti nella seguente tabella:

Tratta	Da PK	A PK
1	74+200	88+400
2	88+400	95+200
3	95+200	110+700
4	110+700	119+200

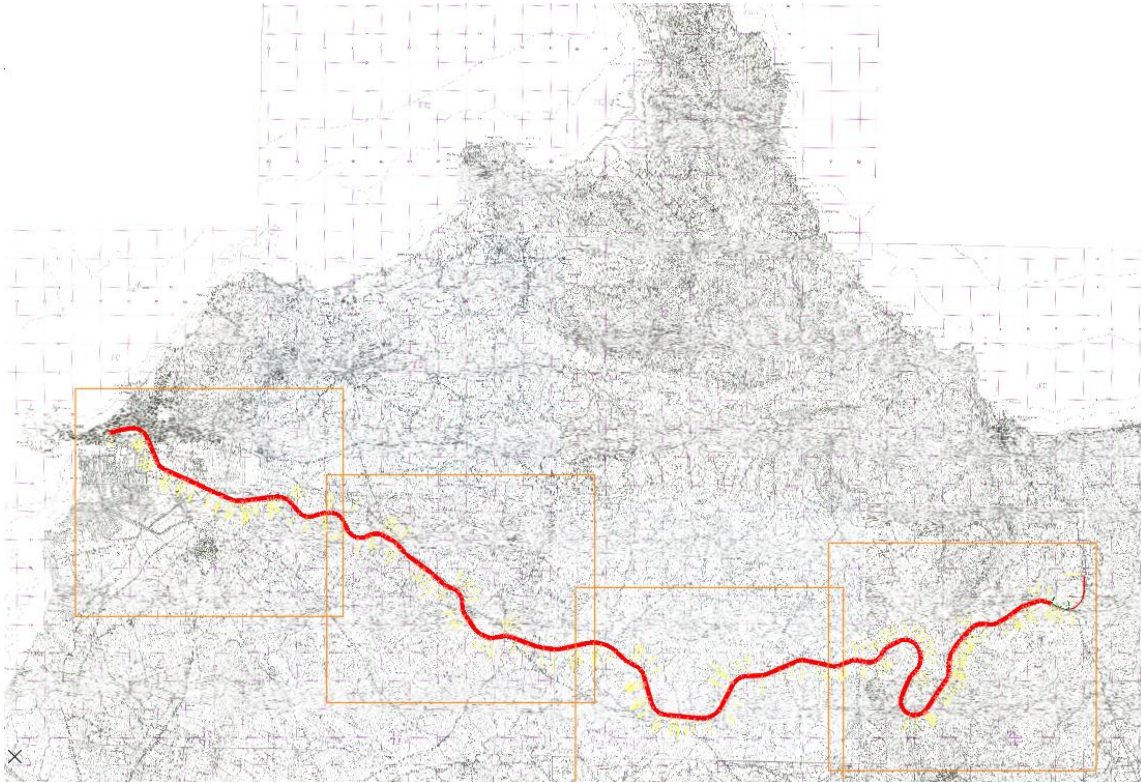


Figura 1.1 – Andamento del tracciato della tratta Alcamo - Trapani

### Opere minori (tombini e ponticelli)

Nel presente studio viene in particolare esaminata la capacità idraulica delle opere minori (tombini e ponticelli) necessarie per la risoluzione delle interferenze con i numerosi piccoli bacini e compluvi che vengono a formarsi lungo il tracciato. Verranno quindi determinati i requisiti dimensionali minimi delle opere da inserirsi in corrispondenza di ciascun attraversamento; il criterio alla base per la scelta delle dimensioni è stato quello di garantire che le opere stesse abbiano capacità idraulica sufficiente con riferimento ad un evento di assegnata rarità - caratterizzato da un tempo di ritorno di 200 anni (dal momento che le opere considerate sottendono bacini con area inferiore a 10 km<sup>2</sup>).

Verrà quindi effettuato un confronto tra l'opera minima che soddisfa il criterio di capacità idraulica sufficiente e l'opera esistente inserita lungo il tracciato, valutando di volta in volta l'adeguatezza dei manufatti esistenti rispetto ai requisiti prestazionali di sicurezza idraulica richiesti.

L'elenco delle opere considerate e catalogate comprende – per completezza -le interferenze incontrate lungo il tracciato nella loro totalità, attribuendo ad esse un numero crescente in accordo con le

 <p><b>RFI</b> RETE FERROVIARIA ITALIANA GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE Direzione Territoriale Produzione Palermo</p>	<p><b>CONTRATTO APPLICATIVO n.9/2017 - A.Q. n.341/2016 del 29/11/2016</b></p> <p>Progettazione definitiva delle opere civili ed armamento per il ripristino della linea Palermo - Trapani via Milo</p>
<p>304817_S01_PD_TG- -_03_000_E0002</p>	<p>Relazione idraulica generale</p>

progressive in direzione est- ovest (da Alcamo verso Trapani). Sono inclusi quindi in tale anche le opere maggiori (viadotti).

La presente verifica idraulica è tuttavia limitata ai soli tombini e ponticelli (ed esclude quindi l'analisi delle condizioni di deflusso da condursi sui viadotti stessi).

### *Drenaggio delle acque interferenti con il corpo ferroviario*

Nel paragrafo 3 vengono definiti i criteri adottati per la progettazione delle opere di drenaggio del corpo stradale (embrici su rilevato, fossi di guardia per la protezione dalle acque esterne al corpo ferroviario e il convogliamento di quelle interne, canalette per i tratti in trincea, canaletta in galleria e pluviali discendenti su viadotto).

Il tempo di ritorno adottato per le verifiche è pari a 100 anni. Vengono forniti per tutti gli elementi del sistema di drenaggio la metodologia alla base del calcolo per la stima della portata contribuyente a ciascun elemento e la verifica idraulica vera e propria, utilizzando la legge di moto uniforme e le equazioni della foronomia.

I risultati per ciascuna tratta sono riportati nelle appendici di calcolo.

## **1.1 Inquadramento idrologico**

Per la definizione del clima di possibilità pluviometrica necessario alla stima delle portate sugli elementi di drenaggio e per il calcolo dei bacini afferenti a ciascuna delle opere minori occorre riferirsi alla apposita relazione idrologica parte del presente progetto.

Nel paragrafo 3.2 vengono richiamati i valori di precipitazione caratteristica per il sistema di drenaggio della piattaforma, utilizzati per la verifica idraulica dei diversi elementi (embrici, canalette, fossi e discendenti).

## **1.2 Inquadramento geomorfologico**

Il tratto di linea ferroviaria Alcamo-Trapani compreso tra le stazioni di Alcamo e Milo ha lunghezza di circa km 41 nella regione nord-occidentale dell'isola, attraversando un territorio a morfologia prevalentemente collinare e solo nel tratto finale pianeggiante.

Dal punto di vista geologico la linea si sviluppa in una area caratterizzata dalla presenza della Catena Costiera settentrionale, ampio edificio tettonico a falde di ricoprimento che con i vari segmenti

 <p><b>RFI</b> RETE FERROVIARIA ITALIANA GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE Direzione Territoriale Produzione Palermo</p>	<p><b>CONTRATTO APPLICATIVO n.9/2017 - A.Q. n.341/2016 del 29/11/2016</b></p> <p>Progettazione definitiva delle opere civili ed armamento per il ripristino della linea Palermo - Trapani via Milo</p>
<p>304817_S01_PD_TG- -_03_000_E0002</p>	<p>Relazione idraulica generale</p>

geograficamente denominati Monti di Trapani, Monti di Palermo, Madonie, Nebrodi e Peloritani borda quasi senza soluzione di continuità la costa settentrionale della Sicilia.

Nell'area sono pertanto presenti terreni calcarei mesozoici e alternanze argillitico-arenacee e oligoceniche pertinenti alla catena, depositi prevalentemente arenaceo-conglomeratici del Miocene Medio superiore ed alluvioni recenti ed attuali nelle piane formate dall'attività del reticolo idrografico.

Da Alcamo Diramazione (km 73+227) a Calatafimi (km 81+630) la linea attraversa un territorio morfologia spiccatamente collinare, a quote comprese tra 85 e 165 m s.l.m..Litologicamente sono presenti le alluvioni del fondo alveo del fiume Gaggera, sabbie argillose e conglomerati poco cementati della Formazione Terravecchia e marne argillose della Formazione San Cipirello.

Da Calatafimi (km 81+630) a Segesta (km 85+450) la linea ferroviaria attraversa prima in galleria i calcari mesozoici del Monte Barbaro, e dalla uscita della galleria in poi le argille con intercalazioni arenacee delFlysch Numidico. Il territorio presenta morfologia collinare, con pendenze mediamente più acclivi del tratto precedente, a quote che salgono da 165 fino a 250 metri.

Da Segesta (km 85+450) a Fulgatore (km 102+278) le quote salgono fino ad oltre 300 m s.l.m. in corrispondenza della Stazione di Bruca, quindi scendono regolarmente fino a circa 150 m s.l.m. nell'area della stazione di Fulgatore. Il territorio si addolcisce progressivamente con pendenze minori e piane alluvionali più ampie. Dal punta di vista geologico questo tratto di linea si svolge interamente sui terreni prevalentemente argillosi del Flysch Numidico localmente ricoperti da spessori variabili di alluvioni recenti ed attuali.

Da Fulgatore (km 102+278) a Dattilo (km 106+859) sono presenti argille e argille sabbiose con livelli di conglomerati della Formazione Terravecchia. Il territorio presenta aspetto collinare con pendenze molto variabili, molto basse nei termini più argillosi e più acclivi negli affioramenti arenacei e calcarei presenti a breve distanza dall'area attraversata dalla linea.

Da Dattilo (km 106+859) a Milo (km 114+151) la linea si svolge sulle argille del Flysch Numidico, aggirando il rilievo calcarea del Monte Ferro, e nella parte finale sulle alluvioni del torrente Lenzi. Il territorio presenta pendenze variabili, con quote che scendono fino a m 20 in corrispondenza della Stazione di Milo.

Dal punta di vista della pericolosità idrogeologica sono state preliminarmente esaminate le carte di dei dissesti e del rischio geomorfologico ed idraulico allegate al Piano per l'Assettoldrogeologico (P.A.I.) della regione Siciliana. Si osserva che la sede ferroviaria non presenta interferenza diretta con aree sede di dissesto idrogeologico indicate nella strumento normativo citato.

 <b>RFI</b> <b>RETE FERROVIARIA ITALIANA</b> <b>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</b> Direzione Territoriale Produzione Palermo	<b>CONTRATTO APPLICATIVO n.9/2017 - A.Q. n.341/2016 del 29/11/2016</b>  Progettazione definitiva delle opere civili ed armamento per il ripristino della linea Palermo - Trapani via Milo
304817_S01_PD_TG- -_03_000_E0002	Relazione idraulica generale

## 2 Verifica degli attraversamenti minori (tombini e ponticelli)

### 2.1 Criteri generali di verifica

Per le opere minori individuate lungo il tracciato sono state fornite indicazioni sulle dimensioni totale delle luci (per i ponticelli ad arco) e sul diametro per i tombini minori (si veda la tabella del paragrafo successivo). La verifica della loro adeguatezza in termini di capacità idraulica è stata articolata sulla base dei seguenti punti:

- Si assumono alla base della verifica i risultati dell'analisi idrologica, che ha fornito i valori di portata su ciascun punto di interferenza lungo il tracciato, per un tempo di ritorno di 200 anni
- Vengono iterativamente ipotizzate le caratteristiche dimensionali del manufatto sviluppando lo studio idraulico per determinare le condizioni all'imbocco (metodo inlet control), fino ad individuare l'opera dalle dimensioni minime che soddisfa tale verifica per quella portata
- Su tali dimensioni viene effettuata quindi la verifica di moto uniforme per analizzare il comportamento ideale all'interno della canna del manufatto stesso, per assegnata pendenza
- Individuate le caratteristiche dell'opera minima che fornisce esito positivo ad entrambe le verifiche, si valutano le dimensioni dell'opera esistente. Se l'opera esistente ha una luce maggiore o uguale a quella di progetto minima, la sua verifica idraulica risulta soddisfatta. In caso contrario, sarà necessario sostituirla con una di progetto dalle dimensioni indicate dalla verifica.

In ogni caso si assumeranno come dimensioni minime, ai fini anche della ispezionabilità delle opere stesse:

- Un diametro pari a 1,5 metri per i tombini circolari
- Base ed altezza pari a 2x2 metri per le opere di progetto scatolari

### 2.2 Elenco delle opere idrauliche

L'elenco delle opere idrauliche analizzate è riportata per ciascuna delle quattro tratte nelle tabelle seguenti.

Per ciascuna opera sono indicate:

- la tratta di riferimento
- il numero progressivo dell'opera
- la progressiva chilometrica
- l'identificativo dell'opera
- il tipo di opera (maggiore, minore)
- le caratteristiche desunte dal rilievo.

Le tipologie di opere prevalenti sono i tombini ad arco in muratura, con luce variabile (0,8 metri, 1 metro, 2 metri, 3 metri e 4 metri). Sono presenti inoltre alcuni ponticelli di luce da 5 a 10 metri.

Lo studio idraulico condotto è volto a fornire una stima delle dimensioni minime da attribuirsi a ciascuna di queste opere, necessaria per un esito positivo delle verifiche idrauliche.

**Nota:** nelle tabelle che seguono i bacini n. 31 - 50 e 72 (quelli aventi area del bacino maggiore di 10 kmq) sono evidenziati in colore giallo. Per questi le valutazioni sono state eseguite considerando un *tempo di ritorno di 300 anni*.

Lotto	N°	PK	Opera	Tipo di opera	opera esistente/rilevata
TRATTA1	1	74+283,72	Tombino 74+283,72	op. min.	tombino ad arco b= 2.5 m
TRATTA1	2	74+659,28	Viadotto 74+659,28	op. magg.	Viadotto a 4 luci di m. 15,00
TRATTA1	3	74+990,19	Tombino 74+990,19	op. min.	tombino ad arco b= 1 m
TRATTA1	4	75+098,13	Tombino 75+098,13	op. min.	Ponte di m. 3,00
TRATTA1	5	75+279,13	Tombino 75+279,13	op. min.	tombino ad arco b= 1 m
TRATTA1	6	75+792,20	Tombino 75+792,20	op. min.	Ponte di m. 3,00
TRATTA1	7	76+891,87	Tombino 76+891,87	op. min.	tombino ad arco b= 1 m
TRATTA1	8	77+042,54	Tombino 77+042,54	op. min.	tombino ad arco b= 6 m
TRATTA1	9	77+425,90	Tombino 77+425,90	op. min.	tombino ad arco b= 2 m
TRATTA1	10	77+927,20	Tombino 77+927,20	op. min.	Sottopasso di m. 6,00
TRATTA1	11	78+888,83	Ponte 78+888,83	op. min.	Ponte di m. 8,00
TRATTA1	12	78+926,42	Tombino 78+926,42	cavalcavia	
TRATTA1	13	79+044,05	Tombino 79+044,05	op. min.	tombino ad arco b= 1 m
TRATTA1	14	79+134,11	Tombino 79+134,11	op. min.	tombino ad arco b= 1 m
TRATTA1	15	79+277,48	Tombino 79+277,48	op. min.	tombino ad arco b= 1 m
TRATTA1	16	79+438,30	Tombino 79+438,30	op. min.	Ponte-Sottopasso di m. 3,00
TRATTA1	17	79+537,57	Tombino 79+537,57	op. min.	Ponte di m. 3,00
TRATTA1	19	79+953,70	Tombino 79+953,70	op. min.	Ponte di m. 3,00
TRATTA1	21	80+189,83	Tombino 80+189,83	op. min.	tombino ad arco b= 1 m
TRATTA1	22	80+342,76	Tombino 80+342,76	op. min.	tombino ad arco b= 1 m
TRATTA1	23	80+466,70	Tombino 80+466,70	op. min.	tombino ad arco b= 1 m
TRATTA1	24	80+570,96	Viadotto 80+570,96	op. magg.	Viadotto a 4 luci di m. 10,00
TRATTA1	25	80+752,46	Tombino 80+752,46	op. min.	tombino ad arco b= 1 m
TRATTA1	26	80+902,26	Tombino 80+902,26	op. min.	tombino ad arco b= 1 m
TRATTA1	27	81+126,21	Tombino 81+126,21	op. min.	tombino ad arco b= 1 m
TRATTA1	28	81+274,62	Tombino 81+274,62	op. min. (non ril.)	
TRATTA1	30	82+048,60	Tombino 82+048,60	op. min.	tombino ad arco b= 1 m



Lotto	N°	PK	Opera	Tipo di opera	opera esistente/rilevata
TRATTA1	31	82+309,81	Viadotto 82+309,81	op. magg.	Viadotto a 11 luci
TRATTA1	32	84+306,13	Viadotto 84+306,13	op. magg.	Viadotto a 6 luci di m. 15,00
TRATTA1	33	84+776,61	Viadotto 84+776,61	op. magg.	Viadotto a 5 luci
TRATTA1	34	85+187,63	Viadotto 85+187,63	op. magg.	Viadotto a 5 luci di m. 15,00
TRATTA1	35	85+785,43	Viadotto 85+785,43	op. magg.	Viadotto a 5 luci
TRATTA1	36	86+035,23	Tombino 86+035,23	op. min.	Ponte obliquo di m. 3,00
TRATTA1	37	86+232,14	Tombino 86+232,14	op. min.	tombino ad arco b= 2 m
TRATTA1	38	86+345,54	Tombino 86+345,54	op. min.	tombino ad arco b= 2 m
TRATTA1	39	86+741,29	Tombino 86+741,29	op. min.	tombino ad arco b= 1 m
TRATTA1	40	86+880,50	Tombino 86+880,50	op. min.	tombino ad arco b= 1 m
TRATTA1	41	87+167,90	Viadotto 87+167,90	op. magg.	Viadotto a 2 luci
TRATTA1	42	87+584,19	Tombino 87+584,19	op. min. da eliminare	tombino ad arco b= 0.8
TRATTA1	43	87+707,05	Tombino 87+707,05	op. min.	tombino ad arco b= 0.8
TRATTA1	44	87+880,00	Tombino 87+880,00	op. min.	tombino ad arco b= 2 m
TRATTA1	45	87+898,53	Tombino 87+898,53	op. min. da eliminare	tombino ad arco b= 2 m
TRATTA1	46	88+119,13	Tombino 88+119,13	op. min.	tombino ad arco b= 2 m
TRATTA1	47	88+340,63	Tombino 88+340,63	op. min.	tombino ad arco b= 2 m
TRATTA2	48	88+541,55	Tombino 88+541,55	op. min.	tombino ad arco b= 1 m
TRATTA2	49	88+896,55	Tombino 88+896,55	op. min.	tombino ad arco b= 1 m
TRATTA2	50	89+223,09	Ponte 89+223,09	op. min.	Sottopasso (ponte) di m. 10,00
TRATTA2	51	89+820,71	Ponte 89+820,71	op. min.	sottopasso (ponte) di m. 6,00
TRATTA2	52	90+334,69	Tombino 90+334,69	op. min.	Sottopasso di m. 8,00
TRATTA2	53	92+072,01	Tombino 92+072,01	op. min.	tombino ad arco b= 1 m
TRATTA2	54	92+412,00	Tombino 92+412,00	op. min.	sottopasso (ponte) di m. 3,00
TRATTA2	55	92+474,86	Tombino 92+474,86	op. min.	tombino ad arco b= 1 m
TRATTA2	56	92+760,40	Tombino 92+760,40	op. min.	sottopasso (ponte) di m. 3,00
TRATTA2	57	93+097,68	Tombino 93+097,68	op. min.	tombino ad arco b= 1 m
TRATTA2	58	93+533,64	Tombino 93+533,64	op. min.	tombino ad arco b= 1 m
TRATTA2	59	94+045,74	Tombino 94+045,74	op. min.	tombino ad arco b= 1 m
TRATTA2	60	94+736,60	Ponte 94+736,60	op. min.	Sottopasso (ponte) di m. 10,00
TRATTA2	61	95+038,71	Tombino 95+038,71	op. min.	sottopasso (ponte) di m. 3,00
TRATTA3	62	95+310,65	Tombino 95+310,65	op. min.	tombino ad arco b= 0.8
TRATTA3	63	95+667,38	Tombino 95+667,38	op. min.	tombino ad arco b= 1 m

<i>Lotto</i>	<i>N°</i>	<i>PK</i>	<i>Opera</i>	<i>Tipo di opera</i>	<i>opera esistente/rilevata</i>
TRATTA3	64	96+254,37	Tombino 96+254,37	op. min.	sottopasso (ponte)di m. 3,00
TRATTA3	65	96+460,45	Tombino 96+460,45	op. min.	tombino ad arco b= 1 m
TRATTA3	66	96+881,30	Tombino 96+881,30	op. min.	tombino ad arco b= 1 m
TRATTA3	67	97+249,44	Viadotto 97+249,44	op. magg.	Viadotto a 4 luci di m. 15,00
TRATTA3	68	97+485,96	Viadotto 97+485,96	op. magg.	Viadotto a 4 luci di m. 15,00
TRATTA3	69	97+738,01	Tombino 97+738,01	op. min.	tombino ad arco b= 1 m
TRATTA3	70	97+918,25	Tombino 97+918,25	op. min.	tombino ad arco b= 1 m
TRATTA3	71	98+577,05	Tombino 98+577,05	op. min.	sottopasso (ponte)di m. 3,00
TRATTA3	72	99+175,20	Viadotto 99+175,20	op. magg.	Viadotto a 12 luci
TRATTA3	73	99+457,96	Tombino 99+457,96	op. min.	tombino ad arco b= 2 m
TRATTA3	74	100+089.67	Tombino 100+089.67	op. min.	Ponte di m. 3,00
TRATTA3	75	100+392.42	Ponte 100+392.42	op. min.	Ponte di m. 5,00
TRATTA3	76	100+871.38	Tombino 100+871.38	op. min.	Ponte di m. 3,00
TRATTA3	77	101+835.34	Ponte 101+835.34	op. min.	Sottovia m. 6
TRATTA3	78	102+442.46	Tombino 102+442.46	op. min.	Ponte di m. 3,00
TRATTA3	79	102+664.05	Ponte 102+664.05	op. min.	Ponte di m. 6,00
TRATTA3	80	102+739.72	Tombino 102+739.72	op. min.	Sottopasso m. 4
TRATTA3	81	103+205.74	Tombino 103+205.74	op. min.	tombino ad arco b= 0.8 m
TRATTA3	82	103+777.38	Tombino 103+777.38	op. min.	Ponte di m. 3,00
TRATTA3	83	104+486.92	Tombino 104+486.92	op. min.	Ponte di m. 3,00
TRATTA3	84	104+684.86	Ponte 104+684.86	op. min.	Ponte di m. 6,00
TRATTA3	85	104+973.87	Tombino 104+973.87	op. min.	tombino scatolare b= 1 m
TRATTA3	86	105+148.18	Tombino 105+148.18	op. min.	Ponte di m. 4,00
TRATTA3	87	105+318.58	Tombino 105+318.58	op. min.	Ponte di m. 4,00
TRATTA3	88	105+552.55	Tombino 105+552.55	op. min.	tombino ad arco b= 0.8 m
TRATTA3	89	105+778.78	Tombino 105+778.78	op. min.	tombino ad arco b= 1 m
TRATTA3	90	105+884.94	Tombino 105+884.94	op. min.	tombino ad arco b= 1 m
TRATTA3	91	106+146.19	Tombino 106+146.19	op. min.	Ponte di m. 4,00
TRATTA3	92	106+444.77	Tombino 106+444.77	op. min.	tombino ad arco b= 2 m
TRATTA3	93	106+798.91	Tombino 106+798.91	op. min.	tombino ad arco b= 1 m
TRATTA3	94	107+914.12	Tombino 107+914.12	op. min.	Ponte di m. 4,00
TRATTA3	95	108+142.73	Tombino 108+142.73	op. min.	tombino ad arco b= 0.8 m
TRATTA3	96	108+197.27	Tombino 108+197.27	op. min.	Ponte di m. 3,00
TRATTA3	97	108+421.14	Tombino 108+421.14	op. min.	tombino ad arco b= 1 m
TRATTA3	98	108+632.56	Tombino 108+632.56	op. min.	tombino ad arco b= 1 m
TRATTA3	99	108+776.14	Tombino 108+776.14	op. min.	Ponte di m. 3,00
TRATTA3	100	109+202.84	Tombino 109+202.84	op. min.	tombino ad arco b= 1 m

<i>Lotto</i>	<i>N°</i>	<i>PK</i>	<i>Opera</i>	<i>Tipo di opera</i>	<i>opera esistente/rilevata</i>
TRATTA3	101	109+354.00	Tombino 109+354.00	op. min.	Ponte di m. 4,00
TRATTA3	102	109+658.66	Tombino 109+658.66	op. min.	Ponte di m. 4,00
TRATTA3	103	110+107.55	Tombino 110+107.55	op. min.	Ponte di m. 4,00
TRATTA3	104	110+621.70	Tombino 110+621.70	op. min.	Ponte di m. 4,00
TRATTA4	105	110+913.62	Tombino 110+913.62	op. min.	nuova opera
TRATTA4	106	111+032.15	Tombino 111+032.15	op. min.	Ponte di m. 4,00
TRATTA4	107	111+128.22	Tombino 111+128.22	op. min.	tombino ad arco b= 0.8 m
TRATTA4	108	111+283.92	Tombino 111+283.92	op. min.	tombino ad arco b= 0.8 m
TRATTA4	109	111+444.31	Tombino 111+444.31	op. min.	tombino ad arco b= 1 m
TRATTA4	110	112+226.42	Tombino 112+226.42	op. min.	Ponte di m. 3,00
TRATTA4	111	112+659.37	Tombino 112+659.37	op. min.	tombino ad arco b= 0.8 m
TRATTA4	112	112+850.87	Tombino 112+850.87	op. min.	tombino ad arco b= 0.8 m
TRATTA4	113	113+112.73	Tombino 113+112.73	op. min.	tombino ad arco b= 1 m
TRATTA4	114	113+374.10	Tombino 113+374.10	op. min.	tombino ad arco b= 1 m
TRATTA4	115	113+585.57	Tombino 113+585.57	op. min.	tombino ad arco b= 1 m
TRATTA4	116	114+011.60	Tombino 114+011.60	op. min.	tombino ad arco b= 0.8 m
TRATTA4	117	114+371.16	Tombino 114+371.16	op. min.	tombino ad arco b= 1 m
TRATTA4	118	114+531.39	Tombino 114+531.39	op. min.	tombino ad arco b= 1 m
TRATTA4	119	114+794.24	Tombino 114+794.24	op. min.	tombino ad arco b= 1 m
TRATTA4	120	114+897.20	Tombino 114+897.20	op. min.	tombino ad arco b= 1 m
TRATTA4	121	116+265.86	Tombino 116+265.86	op. min.	tombino ad arco b= 1 m
TRATTA4	122	116+576.82	Tombino 116+576.82	op. min.	tombino ad arco b= 0.8 m
TRATTA4	123	116+693.11	Tombino 116+693.11	op. min.	tombino ad arco b= 0.8 m
TRATTA4	124	116+798.90	Tombino 116+798.90	op. min.	tombino ad arco b= 0.8 m
TRATTA4	125	117+182.72	Tombino 117+182.72	op. min.	tombino ad arco b= 1 m
TRATTA4	126	117+883.12	Tombino 117+883.12	op. min.	tombino b= 2 m
TRATTA4	127	117+992.93	Tombino 117+992.93	op. min.	tombino b= 0,6 m
TRATTA4	128	118+639.06	Tombino 118+639.06	op. min.	tombino
TRATTA4	129	118+677.26	Tombino 118+677.26	op. min.	tombino b= 0,6 m
TRATTA4	130	119+063.77	Tombino 119+063.77	op. min.	tombino b= 0,6 m

## 2.3 Metodologia di verifica: verifica all'imbocco

La sola verifica di moto uniforme, rappresentativa delle condizioni di deflusso nella canna per tombini idraulicamente lunghi, non garantisce tuttavia in generale dal possibile funzionamento in pressione che può generarsi in corrispondenza dell'imbocco, a causa della modifica della geometria della sezione (transizione dal canale d'imbocco alla sezione della canna, generalmente ristretta) e della necessaria variazione di pendenza all'interno dell'opera realizzata.

Al fine di determinare la capacità idraulica della sezione di progetto dell'opera, si è verificata la capacità della sezione d'imbocco, considerando cautelativamente che in corrispondenza dello stesso possano verificarsi condizioni di passaggio attraverso lo stato critico (transizione da corrente lenta a corrente veloce).

In tale condizioni, appare comunque adeguatamente cautelativo fare riferimento alle quote del carico idraulico totale a monte dell'opera stessa, includendo le perdite di carico che possono verificarsi in corrispondenza dell'imbocco stesso.

In effetti, il restringimento costituito dalla sezione corrente  $b'$  del tombino rispetto alla larghezza del corso d'acqua naturale indisturbato  $b$  determina un aumento dell'energia specifica rispetto alle condizioni di moto uniforme (da  $E_u$  a  $E_{cr}$  in figura 2.1) che determina, a monte dell'imbocco, anche un incremento di tirante da  $y_u$  a  $y_m$ .

Per il caso di energia a monte non sufficiente (figura 2.1) nel ramo delle correnti lente, il tratto a monte dell'imbocco vede un aumento di tirante cui corrisponde un aumento dell'energia, fino al passaggio in condizioni critiche all'imbocco del restringimento stesso.

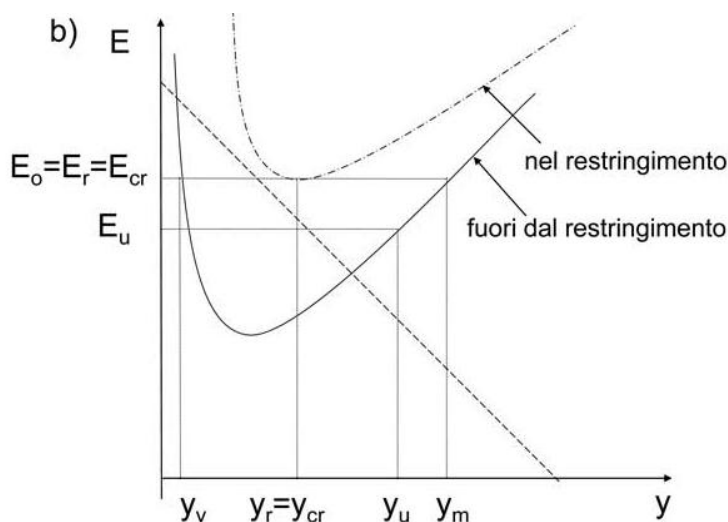


Figura 2.1 – energia minima per il passaggio nella sezione di imbocco di un tombino

Per quanto riguarda le determinazioni delle caratteristiche del deflusso in corrispondenza dell'imbocco si deve quindi ipotizzare il passaggio attraverso le condizioni critiche della azione ristretta, caratterizzate per la sezione generica dall'equazione

$$\left. \frac{dE}{dh} \right|_{cr} = 1 - \frac{\alpha Q^2}{g \Omega^3} \frac{d\Omega}{dh} = 0$$

dove

- Q portata di progetto (m3/s);
- g costante di gravità (m/s<sup>2</sup>);
- Ω area della sezione bagnata (m/s<sup>2</sup>);
- h è il tirante idrico (m)
- α Coefficiente di Coriolis.

l'equazione precedente può essere risolta numericamente per le sezioni circolari; in alternativa una semplice espressione approssimata per il calcolo dell'altezza critica nelle sezioni circolari è fornita da Hager (WastewaterHydraulics)

$$h_c = \frac{Q^{1/2}}{(gD)^{1/2}}$$

Per le sezioni rettangolari ci si avvale della formula esplicita:

$$h_{cr} = \left( \frac{\alpha Q^2}{g b^2} \right)^{1/3}$$

Affinché il passaggio avvenga in condizioni critiche, l'energia che ci si deve attendere a monte dell'imbocco deve essere pari all'energia minima per l'attraversamento della sezione chiusa con la portata assegnata (e dunque l'energia in condizioni critiche), data per le sezioni circolari da

$$E_{cr} = \frac{5}{3} \left( \frac{Q}{(gD^5)^{1/2}} \right)^{3/5}$$

Mentre il carico per le sezioni rettangolari è espresso da:

$$E_{cr} = h_{cr} + \frac{\alpha Q^2}{2g \Omega_{cr}^2}$$

 <b>RFI</b> RETE FERROVIARIA ITALIANA GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE Direzione Territoriale Produzione Palermo	<b>CONTRATTO APPLICATIVO n.9/2017 - A.Q. n.341/2016 del 29/11/2016</b>  Progettazione definitiva delle opere civili ed armamento per il ripristino della linea Palermo - Trapani via Milo
304817_S01_PD_TG- -_03_000_E0002	Relazione idraulica generale

Nel caso specifico di corrente critica, per la sezione rettangolare si ha che l'energia specifica  $E_{cr}$  è pari a 1.5 l'altezza  $h_{cr}$ .

L'innalzamento del livello idrico all'imbocco non potrà in ogni caso superare dunque il valore ottenuto di tale energia, a meno delle perdite di carico all'imbocco (generalmente rappresentate da una modesta aliquota dell'altezza cinetica). Nel proseguo si suppone a favore di sicurezza che le perdite di carico rappresentino il 20% dell'altezza cinetica nelle condizioni critiche, che sommate all'energia specifica  $E_{cr}$  determinano il carico  $E'$  a monte dell'imbocco.

Da un punto di vista teorico, il funzionamento a superficie libera è garantito nel caso in cui l'energia e monte dell'opera non superi 1,5 volte l'altezza del tombino, ossia  $E' \leq 1,5D$

Si è ritenuto tuttavia di operare in modo più cautelativo, anche per tenere conto della potenziale capacità di trasporto solido di alcuni alvei e della potenziale parziale ostruzione della sezione di passaggio, imponendo che la capacità della sezione di imbocco sia verificata se il riempimento  $r$  calcolato come segue

$$r = \frac{E'}{D}$$

dove  $E'$  è carico idraulico a monte dell'imbocco e  $D$  è l'altezza totale dell'opera.

Nella tabella seguenti sono riportati i calcoli delle verifiche di tipo inlet control descritte nei punti precedenti, indicando per ciascuna delle opere di attraversamento:

1. il numero progressivo dell'attraversamento
2. il nome identificativo;
3. la portata;
4. la tipologia di tombino di progetto
5. le dimensioni dell'opera di attraversamento individuata (opera minima di progetto, con indicazione del diametro ovvero di larghezza ed altezza per gli attraversamenti scatolari);
6. l'altezza critica della corrente;
7. l'energia specifica minima (condizioni critiche);
8. l'energia specifica a monte dell'attraversamento, comprensiva dei termini di perdita di carico all'imbocco;
9. il rapporto  $r$  tra l'energia specifica a monte dell'attraversamento e l'altezza dell'opera.

La verifica si ritiene soddisfatta se  $r$  risulta pari o inferiore all'80%.

N°	Tombino	Q 200	opera	larghezza/ diametro	altezza opera	altezza critica	Energia sp. minima	Energia sp. imbocco	rapporto imbocco
-	-	[m <sup>3</sup> /s]	-	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	
1	Tombino 74+283,72	1.43	Circ	1.50	-	0.61	0.85	0.88	58%
2	Viadotto 74+659,28	8.83	Viadotto	-	-	-	-	-	-
3	Tombino 74+990,19	1.23	Circ	1.50	-	0.57	0.78	0.80	53%
4	Tombino 75+098,13	1.14	Circ	1.50	-	0.55	0.74	0.76	51%
5	Tombino 75+279,13	1.77	Box	2.00	2.00	0.43	0.65	0.69	34%
6	Tombino 75+792,20	12.33	Box	4.00	3.00	0.99	1.48	1.58	53%
7	Tombino 76+891,87	1.80	Box	2.00	2.00	0.44	0.65	0.70	35%
8	Tombino 77+042,54	19.73	Box	6.00	3.00	1.03	1.55	1.65	55%
9	Tombino 77+425,90	2.91	Box	2.00	2.00	0.60	0.90	0.96	48%
10	Tombino 77+927,20	6.57	Box	3.00	3.00	0.79	1.18	1.26	42%
11	Ponte 78+888,83	15.85	Box	4.00	3.00	1.17	1.75	1.87	62%
12	Tombino 78+926,42	0.07	Circ	1.50	-	0.14	0.14	0.15	10%
13	Tombino 79+044,05	0.38	Circ	1.50	-	0.31	0.38	0.39	26%
14	Tombino 79+134,11	1.00	Circ	1.50	-	0.51	0.69	0.70	47%
15	Tombino 79+277,48	0.02	Circ	1.50	-	0.08	0.07	0.07	5%
16	Tombino 79+438,30	1.31	Circ	1.50	-	0.58	0.81	0.83	55%
17	Tombino 79+537,57	2.18	Box	2.00	2.00	0.49	0.74	0.79	40%
19	Tombino 79+953,70	9.27	Box	3.00	3.00	1.04	1.56	1.66	55%
21	Tombino 80+189,83	0.19	Circ	1.50	-	0.46	0.61	0.62	41%
22	Tombino 80+342,76	0.81	Circ	1.50	-	0.46	0.60	0.62	41%
23	Tombino 80+466,70	0.46	Circ	1.50	-	0.34	0.43	0.44	29%
24	Viadotto 80+570,96	11.41	Viadotto	-	-	-	-	-	-
25	Tombino 80+752,46	0.55	Circ	1.50	-	0.38	0.48	0.49	33%
26	Tombino 80+902,26	1.88	Box	2.00	2.00	0.45	0.67	0.72	36%
27	Tombino 81+126,21	0.74	Circ	1.50	-	0.44	0.57	0.59	39%
28	Tombino 81+274,62	19.67	Box	4.00	3.00	1.35	2.03	2.16	72%
30	Tombino 82+048,60	5.12	Box	2.00	2.00	0.87	1.31	1.40	70%
31	Viadotto 82+309,81	114.0	Viadotto	-	-	-	-	-	-
32	Viadotto 84+306,13	10.87	Viadotto	-	-	-	-	-	-
33	Viadotto 84+776,61	1.96	Viadotto	-	-	-	-	-	-
34	Viadotto 85+187,63	2.82	Viadotto	-	-	-	-	-	-
35	Viadotto 85+785,43	1.03	Viadotto	-	-	-	-	-	-
36	Tombino 86+035,23	1.45	Circ	1.50	-	0.61	0.86	0.88	59%
37	Tombino 86+232,14	0.38	Circ	1.50	-	0.31	0.38	0.39	26%

N°	Tombino	Q 200	opera	larghezza/ diametro	altezza opera	altezza critica	Energia sp. minima	Energia sp. imbocco	rapporto imbocco
-	-	[m <sup>3</sup> /s]	-	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	
38	Tombino 86+345,54	1.68	Box	2.00	2.00	0.42	0.62	0.67	33%
39	Tombino 86+741,29	1.76	Box	2.00	2.00	0.43	0.64	0.69	34%
40	Tombino 86+880,50	0.79	Circ	1.50	-	0.45	0.60	0.61	41%
41	Viadotto 87+167,90	17.64	Viadotto	-	-	-	-	-	-
42	Tombino 87+584,19	-	-	-	-	-	-	-	-
43	Tombino 87+707,05	0.65	Circ	1.50	-	0.41	0.53	0.54	36%
44	Tombino 87+880,00	3.34	Box	2.00	2.00	0.66	0.99	1.05	53%
45	Tombino 87+898,53	-	-	-	-	-	-	-	-
46	Tombino 88+119,13	2.35	Box	2.00	2.00	0.52	0.78	0.83	42%
47	Tombino 88+340,63	1.10	Circ	1.50	-	0.54	0.73	0.75	50%
48	Tombino 88+541,55	6.04	Box	3.00	3.00	0.74	1.12	1.19	40%
49	Tombino 88+896,55	0.91	Circ	1.50	-	0.49	0.65	0.66	44%
50	Ponte 89+223,09	70.72	Box	12.00	4.00	1.26	1.90	2.02	51%
51	Ponte 89+820,71	65.05	Box	8.00	4.00	1.89	2.83	3.02	76%
52	Tombino 90+334,69	38.35	Box	8.00	3.00	1.33	1.99	2.12	71%
53	Tombino 92+072,01	2.38	Box	2.00	2.00	0.52	0.79	0.84	42%
54	Tombino 92+412,00	15.40	Box	4.00	3.00	1.15	1.72	1.84	61%
55	Tombino 92+474,86	0.97	Circ	1.50	-	0.50	0.67	0.69	46%
56	Tombino 92+760,40	1.68	Box	2.00	2.00	0.42	0.62	0.66	33%
57	Tombino 93+097,68	1.00	Circ	1.50	-	0.51	0.69	0.70	47%
58	Tombino 93+533,64	2.38	Box	2.00	2.00	0.52	0.79	0.84	42%
59	Tombino 94+045,74	1.18	Circ	1.50	-	0.55	0.76	0.78	52%
60	Ponte 94+736,60	47.46	Box	10.00	3.00	1.32	1.98	2.11	70%
61	Tombino 95+038,71	19.32	Box	4.00	3.00	1.33	2.00	2.14	71%
62	Tombino 95+310,65	0.14	Circ	1.50	-	0.19	0.21	0.21	14%
63	Tombino 95+667,38	1.53	Circ	1.50	-	0.63	0.89	0.91	61%
64	Tombino 96+254,37	1.89	Box	2.00	2.00	0.45	0.68	0.72	36%
65	Tombino 96+460,45	2.41	Box	2.00	2.00	0.53	0.79	0.85	42%
66	Tombino 96+881,30	1.52	Circ	1.50	-	0.63	0.88	0.91	61%
67	Viadotto 97+249,44	4.45	Viadotto	-	-	-	-	-	-
68	Viadotto 97+485,96	2.67	Viadotto	-	-	-	-	-	-
69	Tombino 97+738,01	0.56	Circ	1.50	-	0.38	0.48	0.49	33%
70	Tombino 97+918,25	0.27	Circ	1.50	-	0.26	0.31	0.31	21%
71	Tombino 98+577,05	1.59	Circ	1.50	-	0.64	0.91	0.93	62%
72	Viadotto 99+175,20	127.6	Viadotto	!	!	!	!	!	!



N°	Tombino	Q 200	opera	larghezza/ diametro	altezza opera	altezza critica	Energia sp. minima	Energia sp. imbocco	rapporto imbocco
-	-	[m <sup>3</sup> /s]	-	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	
73	Tombino 99+457,96	33.55	Box	8.00	3.00	1.21	1.82	1.94	65%
74	Tombino 100+089.67	3.38	Box	2.00	2.00	0.66	0.99	1.06	53%
75	Tombino 100+392.42	54.71	Box	10.00	3.00	1.45	2.18	2.32	77%
76	Tombino 100+871.38	18.22	Box	4.00	3.00	1.28	1.93	2.05	68%
77	Tombino 101+835.34	9.33	Box	3.00	3.00	1.00	1.49	1.59	53%
78	Tombino 102+442.46	4.45	Box	3.00	3.00	0.61	0.91	0.97	32%
79	Tombino 102+664.05	77.72	Box	10.00	4.00	1.83	2.75	2.93	73%
80	Tombino 102+739.72	10.49	Box	3.00	3.00	1.08	1.61	1.72	57%
81	Tombino 103+205.74	2.50	Box	2.00	2.00	0.54	0.81	0.87	43%
82	Tombino 103+777.38	6.75	Box	3.00	3.00	0.80	1.20	1.28	43%
83	Tombino 104+486.92	1.34	Circ	1.50	-	0.59	0.82	0.84	56%
84	Tombino 104+684.86	0.58	Circ	1.50	-	0.39	0.49	0.50	34%
85	Tombino 104+973.87	1.22	Circ	1.50	-	0.56	0.77	0.79	53%
86	Tombino 105+148.18	6.75	Box	3.00	3.00	0.80	1.20	1.28	43%
87	Tombino 105+318.58	9.40	Box	3.00	3.00	1.00	1.50	1.60	53%
88	Tombino 105+552.55	1.91	Box	2.00	2.00	0.45	0.68	0.72	36%
89	Tombino 105+778.78	0.41	Circ	1.50	-	0.33	0.40	0.41	27%
90	Tombino 105+884.94	1.01	Circ	1.50	-	0.51	0.69	0.71	47%
91	Tombino 106+146.19	2.22	Box	2.00	2.00	0.50	0.75	0.80	40%
92	Tombino 106+444.77	19.39	Box	4.00	3.00	1.34	2.01	2.14	71%
93	Tombino 106+798.91	2.44	Box	2.00	2.00	0.53	0.80	0.85	43%
94	Tombino 107+914.12	2.93	Box	2.00	2.00	0.60	0.90	0.96	48%
95	Tombino 108+142.73	0.68	Circ	1.50	-	0.42	0.55	0.56	37%
96	Tombino 108+197.27	0.40	Circ	1.50	-	0.32	0.39	0.40	27%
97	Tombino 108+421.14	1.12	Circ	1.50	-	0.54	0.73	0.75	50%
98	Tombino 108+632.56	0.96	Circ	1.50	-	0.50	0.67	0.69	46%
99	Tombino 108+776.14	2.06	Box	2.00	2.00	0.48	0.72	0.76	38%
100	Tombino 109+202.84	2.03	Box	2.00	2.00	0.47	0.71	0.75	38%
101	Tombino 109+354.00	0.32	Circ	1.50	-	0.29	0.34	0.35	23%
102	Tombino 109+658.66	1.61	Circ	1.50	-	0.65	0.91	0.94	63%
103	Tombino 110+107.55	4.56	Box	2.00	2.00	0.81	1.21	1.29	65%
104	Tombino 110+621.70	2.07	Box	2.00	2.00	0.48	0.72	0.76	38%
105	Tombino 110+913.62	0.29	Circ	1.50	-	0.28	0.33	0.33	22%
106	Tombino 111+032.15	1.35	Circ	1.50	-	0.59	0.82	0.85	56%
107	Tombino 111+128.22	0.01	Circ	1.50	-	0.06	0.05	0.05	3%

N°	Tombino	Q 200	opera	larghezza/ diametro	altezza opera	altezza critica	Energia sp. minima	Energia sp. imbocco	rapporto imbocco
-	-	[m <sup>3</sup> /s]	-	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	
108	Tombino 111+283.92	2.08	Box	2.00	2.00	0.48	0.72	0.77	38%
109	Tombino 111+444.31	0.68	Circ	1.50	-	0.42	0.54	0.56	37%
110	Tombino 112+226.42	34.41	Box	8.00	3.00	1.24	1.85	1.98	66%
111	Tombino 112+659.37	0.59	Circ	1.50	-	0.39	0.50	0.51	34%
112	Tombino 112+850.87	0.80	Circ	1.50	-	0.46	0.60	0.61	41%
113	Tombino 113+112.73	0.94	Circ	1.50	-	0.50	0.66	0.68	45%
114	Tombino 113+374.10	1.25	Circ	1.50	-	0.57	0.79	0.81	54%
115	Tombino 113+585.57	0.28	Circ	1.50	-	0.27	0.32	0.32	22%
116	Tombino 114+011.60	6.29	Box	3.00	2.00	0.76	1.15	1.22	61%
117	Tombino 114+371.16	0.32	Circ	1.50	-	0.29	0.34	0.35	23%
118	Tombino 114+531.39	3.80	Box	2.00	2.00	0.72	1.07	1.15	57%
119	Tombino 114+794.24	0.61	Circ	1.50	-	0.40	0.51	0.52	35%
120	Tombino 114+897.20	38.70	Box	8.00	3.00	1.34	2.00	2.14	71%
121	Tombino 116+265.86	2.47	Box	2.00	2.00	0.54	0.81	0.86	43%
122	Tombino 116+576.82	1.91	Box	2.00	2.00	0.45	0.68	0.72	36%
123	Tombino 116+693.11	0.16	Circ	1.50	-	0.21	0.23	0.23	16%
124	Tombino 116+798.90	0.04	Circ	1.50	-	0.10	0.09	0.09	6%
125	Tombino 117+182.72	1.93	Box	2.00	2.00	0.46	0.68	0.73	36%
126	Tombino 117+883.12	10.72	Box	3.00	3.00	1.09	1.64	1.75	58%
127	Tombino 117+992.93	0.52	Circ	1.50	-	0.37	0.46	0.47	32%
128	Tombino 118+639.06	0.07	Circ	1.50	-	0.13	0.13	0.13	9%
129	Tombino 118+677.26	0.05	Circ	1.50	-	0.12	0.12	0.12	8%
130	Tombino 119+063.77	0.14	Circ	1.50	-	0.19	0.21	0.21	14%

 <b>RFI</b> <b>RETE FERROVIARIA ITALIANA</b> <b>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</b> Direzione Territoriale Produzione Palermo	<b>CONTRATTO APPLICATIVO n.9/2017 - A.Q. n.341/2016 del 29/11/2016</b>  Progettazione definitiva delle opere civili ed armamento per il ripristino della linea Palermo - Trapani via Milo
304817_S01_PD_TG- -_03_000_E0002	Relazione idraulica generale

## 2.4 Metodologia di verifica: verifica di forme uniforme

Le condizioni di moto uniforme sono utili alla determinazione dei tiranti e delle velocità che sono da attendersi nel caso la canna dell'opera abbia sufficiente lunghezza da permettere l'instaurarsi di un regime di condizioni uniformi. Tali verifiche sono state utilizzate per determinare in modo congiunto dimensioni trasversali e pendenze longitudinali dell'opera di modo da contenere le velocità all'interno dei tombini. Tali velocità devono essere limitate a 4 m/s in considerazione della resistenza e durabilità dei materiali e all'azione abrasiva dell'acqua e del materiale trasportato in sospensione e sul fondo.

Le verifiche sono state effettuate considerando la formula di Chezy.

$$Q = K \cdot A \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2} \quad (\text{m}^3/\text{s})$$

nella quale:

- A è l'area della sezione bagnata (m<sup>2</sup>);
- R è il raggio idraulico (m);
- i la pendenza di progetto (m/m); si è assunto un valore di pendenza per la verifica pari a 0,005 m/m, non ritenendosi prudentiale scendere sotto tale valore per non determinare condizioni che favoriscano la deposizione del trasporto solido all'interno della canna del tombino;
- K il coefficiente di scabrezza, per il quale è stata utilizzata l'espressione alla Manning  $K=1/n$ ;
- n è il coefficiente di Manning per la quale è stato utilizzato il valore di 0,020 sm<sup>-1/3</sup>.

La soluzione in forma implicita dell'equazione di Chezy fornisce i valori di tirante e velocità una volta assegnate per tentativo la geometria della sezione e la pendenza longitudinale dell'opera.

Nella tabella seguente, sono riportati i risultati delle verifiche in moto uniforme, indicando per ciascuna delle opere di attraversamento:

1. il numero progressivo dell'attraversamento;
2. il nome identificativo dell'opera;
3. la portata di progetto;
4. il tipo di opera prevista;
5. le dimensioni dell'opera di attraversamento (diametro ovvero larghezza ed altezza);
6. l'altezza di moto uniforme;
7. il riempimento di moto uniforme. La verifica si intende soddisfatta se tale riempimento è inferiore all' 70%;
8. la velocità di moto uniforme

N°	Opera	Q 200	opera	larghezza/ diametro	altezza opera	altezza moto uniforme	rapporto moto uniforme	velocità moto uniforme
		[m <sup>3</sup> /s]	-	[m]	[m]	[m]	[m]	[m/s]
1	Tombino 74+283,72	1.43	Circ	1.50	-	0.69	46%	1.81
2	Viadotto 74+659,28	8.83	Viadotto	-	-	-	-	-
3	Tombino 74+990,19	1.23	Circ	1.50	-	0.63	42%	1.75
4	Tombino 75+098,13	1.14	Circ	1.50	-	0.60	40%	1.71
5	Tombino 75+279,13	1.77	Box	2.00	2.00	0.49	24%	1.82
6	Tombino 75+792,20	12.33	Box	4.00	3.00	1.11	37%	2.79
7	Tombino 76+891,87	1.80	Box	2.00	2.00	0.52	26%	1.73
8	Tombino 77+042,54	19.73	Box	6.00	3.00	1.08	36%	3.04
9	Tombino 77+425,90	2.91	Box	2.00	2.00	0.73	37%	1.99
10	Tombino 77+927,20	6.57	Box	3.00	3.00	0.91	30%	2.42
11	Ponte 78+888,83	15.85	Box	4.00	3.00	1.31	44%	3.03
12	Tombino 78+926,42	0.07	Circ	1.50	-	0.15	10%	0.83
13	Tombino 79+044,05	0.38	Circ	1.50	-	0.33	22%	1.27
14	Tombino 79+134,11	1.00	Circ	1.50	-	0.56	37%	1.65
15	Tombino 79+277,48	0.02	Circ	1.50	-	0.08	6%	0.62
16	Tombino 79+438,30	1.31	Circ	1.50	-	0.65	43%	1.77
17	Tombino 79+537,57	2.18	Box	2.00	2.00	0.59	30%	1.83
19	Tombino 79+953,70	9.27	Box	3.00	3.00	1.22	41%	2.72
21	Tombino 80+189,83	0.19	Circ	1.50	-	0.50	33%	1.57
22	Tombino 80+342,76	0.81	Circ	1.50	-	0.50	33%	1.56
23	Tombino 80+466,70	0.46	Circ	1.50	-	0.37	25%	1.34
24	Viadotto 80+570,96	11.41	Viadotto	-	-	-	-	-
25	Tombino 80+752,46	0.55	Circ	1.50	-	0.41	27%	1.41
26	Tombino 80+902,26	1.88	Box	2.00	2.00	0.54	27%	1.75
27	Tombino 81+126,21	0.74	Circ	1.50	-	0.48	32%	1.53
28	Tombino 81+274,62	19.67	Box	4.00	3.00	1.53	51%	3.21
30	Tombino 82+048,60	5.12	Box	2.00	2.00	1.11	56%	2.30
31	Viadotto 82+309,81	114.0	Viadotto	-	-	-	-	-
32	Viadotto 84+306,13	10.87	Viadotto	-	-	-	-	-
33	Viadotto 84+776,61	1.96	Viadotto	-	-	-	-	-
34	Viadotto 85+187,63	2.82	Viadotto	-	-	-	-	-
35	Viadotto 85+785,43	1.03	Viadotto	-	-	-	-	-
36	Tombino 86+035,23	1.45	Circ	1.50	-	0.69	46%	1.82
37	Tombino 86+232,14	0.38	Circ	1.50	-	0.33	22%	1.27

N°	Opera	Q 200	opera	larghezza/ diametro	altezza opera	altezza moto uniforme	rapporto moto uniforme	velocità moto uniforme
		[m <sup>3</sup> /s]	-	[m]	[m]	[m]	[m]	[m/s]
38	Tombino 86+345,54	1.68	Box	2.00	2.00	0.50	25%	1.69
39	Tombino 86+741,29	1.76	Box	2.00	2.00	0.51	26%	1.72
40	Tombino 86+880,50	0.79	Circ	1.50	-	0.49	33%	1.55
41	Viadotto 87+167,90	17.64	Viadotto	-	-	-	-	-
42	Tombino 87+584,19	-	-	-	-	-	-	-
43	Tombino 87+707,05	0.65	Circ	1.50	-	0.44	30%	1.47
44	Tombino 87+880,00	3.34	Box	2.00	2.00	0.81	40%	2.07
45	Tombino 87+898,53	-	-	-	-	-	-	-
46	Tombino 88+119,13	2.35	Box	2.00	2.00	0.63	31%	1.87
47	Tombino 88+340,63	1.10	Circ	1.50	-	0.59	39%	1.70
48	Tombino 88+541.55	6.04	Box	3.00	3.00	0.85	28%	2.36
49	Tombino 88+896,55	0.91	Circ	1.50	-	0.53	35%	1.61
50	<b>Ponte 89+223,09</b>	<b>70.72</b>	<b>Box</b>	<b>12.00</b>	<b>4.00</b>	<b>2.02</b>	<b>50%</b>	<b>2.87</b>
51	Ponte 89+820,71	65.05	Box	8.00	4.00	1.93	48%	4.21
52	Tombino 90+334,69	38.35	Box	8.00	3.00	1.35	45%	3.56
53	Tombino 92+072,01	2.38	Box	2.00	2.00	0.63	32%	1.88
54	Tombino 92+412,00	15.40	Box	4.00	3.00	1.28	43%	3.00
55	Tombino 92+474,86	0.97	Circ	1.50	-	0.55	37%	1.64
56	Tombino 92+760,40	1.68	Box	2.00	2.00	0.50	25%	1.69
57	Tombino 93+097,68	1.00	Circ	1.50	-	0.56	37%	1.66
58	Tombino 93+533,64	2.38	Box	2.00	2.00	0.63	32%	1.88
59	Tombino 94+045,74	1.18	Circ	1.50	-	0.61	41%	1.73
60	Ponte 94+736,60	47.46	Box	10.00	3.00	1.31	44%	3.62
61	Tombino 95+038,71	19.32	Box	4.00	3.00	1.51	50%	3.20
62	Tombino 95+310,65	0.14	Circ	1.50	-	0.20	13%	0.97
63	Tombino 95+667,38	1.53	Circ	1.50	-	0.71	48%	1.85
64	Tombino 96+254,37	1.89	Box	2.00	2.00	0.54	27%	1.76
65	Tombino 96+460,45	2.41	Box	2.00	2.00	0.64	32%	1.89
66	Tombino 96+881,30	1.52	Circ	1.50	-	0.71	47%	1.84
67	Viadotto 97+249,44	4.45	Viadotto	-	-	-	-	-
68	Viadotto 97+485,96	2.67	Viadotto	-	-	-	-	-
69	Tombino 97+738,01	0.56	Circ	1.50	-	0.41	27%	1.42
70	Tombino 97+918,25	0.27	Circ	1.50	-	0.28	19%	1.16
71	Tombino 98+577,05	1.59	Circ	1.50	-	0.73	49%	1.86

N°	Opera	Q 200	opera	larghezza/ diametro	altezza opera	altezza moto uniforme	rapporto moto uniforme	velocità moto uniforme
		[m <sup>3</sup> /s]	-	[m]	[m]	[m]	[m]	[m/s]
72	Viadotto 99+175,20	127.6	Viadotto	—	—	—	—	—
73	Tombino 99+457,96	33.55	Box	8.00	3.00	1.23	41%	3.40
74	Tombino 100+089.67	3.38	Box	2.00	2.00	0.81	41%	2.07
75	Ponte 100+392.42	54.71	Box	10.00	3.00	1.44	48%	3.81
76	Tombino 100+871.38	18.22	Box	4.00	3.00	1.45	48%	3.15
77	Ponte 101+835.34	9.33	Box	3.00	3.00	1.17	39%	2.67
78	Tombino 102+442.46	4.45	Box	3.00	3.00	0.69	23%	2.15
79	Tombino 102+664.05	77.72	Box	10.00	4.00	1.82	45%	4.28
80	Tombino 102+739.72	10.49	Box	3.00	3.00	1.27	42%	2.75
81	Tombino 103+205.74	2.50	Box	2.00	2.00	0.66	33%	1.91
82	Tombino 103+777.38	6.75	Box	3.00	3.00	0.92	31%	2.44
83	Tombino 104+486.92	1.34	Circ	1.50	-	0.66	44%	1.78
84	Ponte 104+684.86	0.58	Circ	1.50	-	0.42	28%	1.43
85	Tombino 104+973.87	1.22	Circ	1.50	-	0.62	42%	1.74
86	Tombino 105+148.18	6.75	Box	3.00	3.00	0.92	31%	2.44
87	Tombino 105+318.58	9.40	Box	3.00	3.00	1.17	39%	2.67
88	Tombino 105+552.55	1.91	Box	2.00	2.00	0.54	27%	1.76
89	Tombino 105+778.78	0.41	Circ	1.50	-	0.35	23%	1.31
90	Tombino 105+884.94	1.01	Circ	1.50	-	0.56	37%	1.66
91	Tombino 106+146.19	2.22	Box	2.00	2.00	0.60	30%	1.84
92	Tombino 106+444.77	19.39	Box	4.00	3.00	1.51	50%	3.20
93	Tombino 106+798.91	2.44	Box	2.00	2.00	0.64	32%	1.89
94	Tombino 107+914.12	2.93	Box	2.00	2.00	0.74	37%	1.99
95	Tombino 108+142.73	0.68	Circ	1.50	-	0.46	30%	1.50
96	Tombino 108+197.27	0.40	Circ	1.50	-	0.34	23%	1.29
97	Tombino 108+421.14	1.12	Circ	1.50	-	0.60	40%	1.70
98	Tombino 108+632.56	0.96	Circ	1.50	-	0.55	36%	1.64
99	Tombino 108+776.14	2.06	Box	2.00	2.00	0.57	29%	1.80
100	Tombino 109+202.84	2.03	Box	2.00	2.00	0.57	28%	1.79
101	Tombino 109+354.00	0.32	Circ	1.50	-	0.31	20%	1.22
102	Tombino 109+658.66	1.61	Circ	1.50	-	0.73	49%	1.87
103	Tombino 110+107.55	4.56	Box	2.00	2.00	1.02	51%	2.24
104	Tombino 110+621.70	2.07	Box	2.00	2.00	0.57	29%	1.80
105	Tombino 110+913.62	0.29	Circ	1.50	-	0.29	20%	1.19

N°	Opera	Q 200	opera	larghezza/ diametro	altezza opera	altezza moto uniforme	rapporto moto uniforme	velocità moto uniforme
		[m <sup>3</sup> /s]	-	[m]	[m]	[m]	[m]	[m/s]
106	Tombino 111+032.15	1.35	Circ	1.50	-	0.66	44%	1.79
107	Tombino 111+128.22	0.01	Circ	1.50	-	0.06	4%	0.54
108	Tombino 111+283.92	2.08	Box	2.00	2.00	0.58	29%	1.81
109	Tombino 111+444.31	0.68	Circ	1.50	-	0.45	30%	1.49
110	Tombino 112+226.42	34.41	Box	8.00	3.00	1.25	42%	3.43
111	Tombino 112+659.37	0.59	Circ	1.50	-	0.42	28%	1.43
112	Tombino 112+850.87	0.80	Circ	1.50	-	0.50	33%	1.56
113	Tombino 113+112.73	0.94	Circ	1.50	-	0.54	36%	1.63
114	Tombino 113+374.10	1.25	Circ	1.50	-	0.64	42%	1.75
115	Tombino 113+585.57	0.28	Circ	1.50	-	0.29	19%	1.18
116	Tombino 114+011.60	6.29	Box	3.00	2.00	0.88	44%	2.39
117	Tombino 114+371.16	0.32	Circ	1.50	-	0.31	20%	1.22
118	Tombino 114+531.39	3.80	Box	2.00	2.00	0.89	44%	2.14
119	Tombino 114+794.24	0.61	Circ	1.50	-	0.43	29%	1.45
120	Tombino 114+897.20	38.70	Box	8.00	3.00	1.36	45%	3.57
121	Tombino 116+265.86	2.47	Box	2.00	2.00	0.65	32%	1.90
122	Tombino 116+576.82	1.91	Box	2.00	2.00	0.54	27%	1.76
123	Tombino 116+693.11	0.16	Circ	1.50	-	0.22	15%	1.02
124	Tombino 116+798.90	0.04	Circ	1.50	-	0.10	7%	0.69
125	Tombino 117+182.72	1.93	Box	2.00	2.00	0.55	27%	1.77
126	Tombino 117+883.12	10.72	Box	3.00	3.00	1.29	43%	2.77
127	Tombino 117+992.93	0.52	Circ	1.50	-	0.40	26%	1.39
128	Tombino 118+639.06	0.07	Circ	1.50	-	0.14	9%	0.81
129	Tombino 118+677.26	0.05	Circ	1.50	-	0.12	8%	0.76
130	Tombino 119+063.77	0.14	Circ	1.50	-	0.20	14%	0.98

## 2.5 Metodologia di verifica: condizioni di valle

In questa sezione si verifica che la pendenza del corso d'acqua sia superiore a quella definita per la verifica dell'attraversamento nella canna (*verifica di moto uniforme*). In particolare l'indagine sulle pendenze ha consentito di determinare che, stante la particolare conformazione del territorio e l'attraversamento di incisioni piuttosto acclivi (con pendenze di almeno alcuni punti percentuali) la verifica di cui alla sezione 2.4 possa risultare effettivamente cautelativa.

Si sono inoltre determinate le condizioni a valle dell'imbocco, per valutare se la condizione al contorno di valle dell'opera di attraversamento (altezza dell'acqua definita in moto uniforme) non inducesse un rigurgito all'interno della canna dell'opera, tale da poter provocare un incremento di tirante rispetto alle condizioni di moto uniforme all'interno della canna e quindi una diminuzione dei franchi utili.

Vengono quindi indicati nella successiva tabella:

- il numero e la progressiva dell'attraversamento
- la portata di progetto
- la tipologia e le dimensioni del tombino
- la pendenza della linea di thalweg, che risulta sempre superiore a 0,005 m/m
- l'altezza di moto uniforme ottenuta a valle dell'attraversamento
- la verifica che tale altezza sia inferiore all'altezza di moto uniforme all'interno del tombino

N°	Attraversamento	Q 200	Opera	B/D	H	pendenza	h m.u. tombino	h m.u. valle	check
				[m]	[m]	[m/m]	[m]	[m]	
1	Tombino 74+283,72	1.43	Circ	1.5	-	0.083	0.69	0.30	ok
3	Tombino 74+990,19	1.23	Circ	1.5	-	0.082	0.63	0.27	ok
4	Tombino 75+098,13	1.14	Circ	1.5	-	0.073	0.60	0.27	ok
5	Tombino 75+279,13	1.77	Box	2	2	0.211	0.49	0.25	ok
6	Tombino 75+792,20	12.33	Box	4	3	0.034	1.11	1.04	ok
7	Tombino 76+891,87	1.80	Box	2	2	0.171	0.52	0.28	ok
8	Tombino 77+042,54	19.73	Box	6	3	0.071	1.08	0.77	ok
9	Tombino 77+425,90	2.91	Box	2	2	0.071	0.73	0.54	ok
10	Tombino 77+927,20	6.57	Box	3	3	0.033	0.91	0.67	ok
11	Ponte 78+888,83	15.85	Box	4	3	0.089	1.31	0.88	ok
13	Tombino 79+044,05	0.38	Circ	1.5	-	0.156	0.33	0.10	ok
14	Tombino 79+134,11	1.00	Circ	1.5	-	0.250	0.56	0.16	ok
15	Tombino 79+277,48	0.02	Circ	1.5	-	0.210	0.08	0.02	ok
16	Tombino 79+438,30	1.31	Circ	1.5	-	0.200	0.65	0.21	ok
17	Tombino 79+537,57	2.18	Box	2	2	0.180	0.59	0.31	ok



N°	Attraversamento	Q 200	Opera	B/D	H	pendenza	h m.u. tombino	h m.u. valle	check
				[m]	[m]	[m/m]	[m]	[m]	
19	Tombino 79+953,70	9.95	Box	3	3	0.165	1.22	0.78	ok
21	Tombino 80+189,83	0.81	Circ	1.5	-	0.215	0.50	0.15	ok
22	Tombino 80+342,76	0.81	Circ	1.5	-	0.215	0.50	0.15	ok
23	Tombino 80+466,70	0.46	Circ	1.5	-	0.120	0.37	0.12	ok
26	Tombino 80+902,26	1.88	Box	2	2	0.081	0.54	0.37	ok
27	Tombino 81+126,21	0.74	Circ	1.5	-	0.122	0.48	0.17	ok
30	Tombino 82+048,60	5.12	Box	2	2	0.090	1.11	1	ok
36	Tombino 86+035,23	1.45	Circ	1.5	-	0.267	0.69	0.26	ok
37	Tombino 86+232,14	0.38	Circ	1.5	-	0.258	0.33	0.08	ok
38	Tombino 86+345,54	1.68	Box	2	2	0.220	0.50	0.24	ok
39	Tombino 86+741,29	1.76	Box	2	2	0.180	0.51	0.27	ok
40	Tombino 86+880,50	0.79	Circ	1.5	-	0.170	0.49	0.16	ok
43	Tombino 87+707,05	0.65	Circ	1.5	-	0.154	0.44	0.14	ok
44	Tombino 87+880,00	3.34	Box	2	2	0.178	0.81	0.42	ok
46	Tombino 88+119,13	2.35	Box	2	2	0.156	0.63	0.34	ok
47	Tombino 88+340,63	1.10	Circ	1.5	-	0.127	0.53	0.22	ok
48	Tombino 88+541.55	6.04	Box	3	3	0.142	1.20	0.72	ok
49	Tombino 88+896,55	0.91	Circ	1.5	-	0.148	0.53	0.18	ok
50	Ponte 89+223,09	53.46	Box	12	4	0.148	2.02	0.68	ok
51	Ponte 89+820,71	65.05	Box	8	4	0.138	1.93	1.10	ok
52	Tombino 90+334,69	38.35	Box	8	3	0.134	1.35	0.77	ok
53	Tombino 92+072,01	2.38	Box	2	2	0.125	0.63	0.38	ok
54	Tombino 92+412,00	15.40	Box	4	3	0.110	1.28	0.76	ok
55	Tombino 92+474,86	0.97	Circ	1.5	-	0.091	0.55	0.22	ok
56	Tombino 92+760,40	1.68	Box	2	2	0.096	0.50	0.32	ok
57	Tombino 93+097,68	1.00	Circ	1.5	-	0.091	0.56	0.23	ok
58	Tombino 93+533,64	2.38	Box	2	2	0.085	0.63	0.43	ok
59	Tombino 94+045,74	1.18	Circ	1.5	-	0.090	0.61	0.26	ok
60	Ponte 94+736,60	47.46	Box	10	3	0.120	1.31	0.78	ok
61	Tombino 95+038,71	19.32	Box	4	3	0.114	1.51	0.93	ok
62	Tombino 95+310,65	0.14	Circ	1.5	-	0.104	0.20	0.06	ok
63	Tombino 95+667,38	1.53	Circ	1.5	-	0.096	0.71	0.30	ok
64	Tombino 96+254,37	1.89	Box	2	2	0.087	0.54	0.36	ok
65	Tombino 96+460,45	2.41	Box	2	2	0.076	0.64	0.46	ok
66	Tombino 96+881,30	1.52	Circ	1.5	-	0.079	0.71	0.32	ok
69	Tombino 97+738,01	0.56	Circ	1.5	-	0.067	0.41	0.17	ok

N°	Attraversamento	Q 200	Opera	B/D	H	pendenza	h m.u. tombino	h m.u. valle	check
				[m]	[m]	[m/m]	[m]	[m]	
70	Tombino 97+918,25	0.27	Circ	1.5	-	0.075	0.28	0.10	ok
71	Tombino 98+577,05	1.59	Circ	1.5	-	0.082	0.73	0.33	ok
73	Tombino 99+457,96	33.55	Box	8	3	0.092	1.23	1.00	ok

## 2.6 Risultati delle verifiche

Sulla base delle verifiche eseguite nei due paragrafi precedenti viene proposta una tabella finale comparativa, in cui vengono riassunti per ciascuna opera le caratteristiche del manufatto esistente e quelle dell'opera di progetto che garantirebbe la necessaria capacità idraulica.

A valle del confronto, nell'ultima colonna, viene proposta una valutazione finale sull'adeguatezza idraulica dell'opera (opera sufficiente o opera da ampliare); per un numero molto limitato di opere (n°42 e n° 45) appare opportuna la soppressione, mentre appare necessario l'inserimento di due opere nuove (n°18 e n°20).

Infine, per le opere n° 10, 12 e 77, che servono sia come opere di risoluzione delle interferenze con la viabilità locale ma che raccolgono anche il contributo delle acque di versante, appare necessario separare le due funzioni e realizzare un'opera preposta al solo ufficio idraulico.

N°	PK	Tipo di opera	opera esistente/rilevata	opera con dimensioni minime necessarie		valutazione dell'opera esistente	
				[m]	[m]		
1	74+283,72	op. min.	tombino ad arco b= 2.5 m	Circ	1.5	-	opera suff.
2	74+659,28	op. magg.	Viadotto a 4 luci di m. 15,00	Viadotto	-	-	-
3	74+990,19	op. min.	tombino ad arco b= 1 m	Circ	1.5	-	opera da ampliare
4	75+098,13	op. min.	Ponte di m. 3,00	Circ	1.5	-	opera suff.
5	75+279,13	op. min.	tombino ad arco b= 1 m	Box	2	2	opera da ampliare
6	75+792,20	op. min.	Ponte di m. 3,00	Box	4	3	opera da ampliare
7	76+891,87	op. min.	tombino ad arco b= 1 m	Box	2	2	opera da ampliare
8	77+042,54	op. min.	tombino ad arco b= 6 m	Box	6	3	opera suff.
9	77+425,90	op. min.	tombino ad arco b= 2 m	Box	2	2	opera suff.
10	77+927,20	op. min.	Sottopasso di m. 6,00	Box	3	3	prevedere opera di attraversamento solo idraulica
11	78+888,83	op. min.	Ponte di m. 8,00	Box	4	3	opera suff.

N°	PK	Tipo di opera	opera esistente/rilevata	opera con dimensioni minime necessarie		valutazione dell'opera esistente	
				[m]	[m]		
12	78+926,42	cavalcavia		Circ	1.5	-	prevedere opera di attraversamento solo idraulica
13	79+044,05	op. min.	tombino ad arco b= 1 m	Circ	1.5	-	opera da ampliare
14	79+134,11	op. min.	tombino ad arco b= 1 m	Circ	1.5	-	opera da ampliare
15	79+277,48	op. min.	tombino ad arco b= 1 m	Circ	1.5	-	opera da ampliare
16	79+438,30	op. min.	Ponte-Sottopasso di m. 3,00	Circ	1.5	-	opera suff.
17	79+537,57	op. min.	Ponte di m. 3,00	Box	2	2	opera suff.
18	79+850,0	nuova op. min.		Circ	1.5	-	opera da inserire
19	79+953,70	op. min.	Ponte di m. 3,00	Box	3	3	opera suff.
20	80+080,00	nuova op. min.		Circ	1.5	-	opera da inserire
21	80+189,83	op. min.	tombino ad arco b= 1 m	Circ	1.5	-	opera da ampliare
22	80+342,76	op. min.	tombino ad arco b= 1 m	Circ	1.5	-	opera da ampliare
23	80+466,70	op. min.	tombino ad arco b= 1 m	Circ	1.5	-	opera da ampliare
24	80+570,96	op. magg.	Viadotto a 4 luci di m. 10,00	Viadotto	-	-	-
25	80+752,46	op. min.	tombino ad arco b= 1 m	Circ	1.5	-	opera da ampliare
26	80+902,26	op. min.	tombino ad arco b= 1 m	Box	2	2	opera da ampliare
27	81+126,21	op. min.	tombino ad arco b= 1 m	Circ	1.5	-	opera da ampliare
28	81+274,62	op. min. (non ril.)		Box	4	3	-
29	81+994,00	op. min.	ponte canale 2 m	Box	2	2	opera suff.
30	82+048,60	op. min.	tombino ad arco b= 1 m	Box	2	2	opera da ampliare
31	82+309,81	op. magg.	Viadotto a 11 luci	Viadotto	-	-	-
32	84+306,13	op. magg.	Viadotto a 6 luci di m. 15,00	Viadotto	-	-	-
33	84+776,61	op. magg.	Viadotto a 5 luci	Viadotto	-	-	-
34	85+187,63	op. magg.	Viadotto a 5 luci di m. 15,00	Viadotto	-	-	-
35	85+785,43	op. magg.	Viadotto a 5 luci	Viadotto	-	-	-
36	86+035,23	op. min.	Ponte obliquo di m. 3,00	Circ	1.5	-	opera suff.
37	86+232,14	op. min.	tombino ad arco b= 2 m	Circ	1.5	-	opera suff.
38	86+345,54	op. min.	tombino ad arco b= 2 m	Box	2	2	opera suff.
39	86+741,29	op. min.	tombino ad arco b= 1 m	Box	2	2	opera da ampliare
40	86+880,50	op. min.	tombino ad arco b= 1 m	Circ	1.5	-	opera da ampliare
41	87+167,90	op. magg.	Viadotto a 2 luci	Viadotto	-	-	-

N°	PK	Tipo di opera	opera esistente/rilevata	opera con dimensioni minime necessarie			valutazione dell'opera esistente
					[m]	[m]	
42	87+584,19	op. min. eliminare	tombino ad arco b= 0.8	-	-	-	opera da dismettere
43	87+707,05	op. min.	tombino ad arco b= 0.8	Circ	1.5	-	opera da ampliare
44	87+880,00	op. min.	tombino ad arco b= 2 m	Box	2	2	opera suff.
45	87+898,53	op. min. eliminare	tombino ad arco b= 2 m	-	-	-	opera da dismettere
46	88+119,13	op. min.	tombino ad arco b= 2 m	Box	2	2	opera suff.
47	88+340,63	op. min.	tombino ad arco b= 2 m	Circ	1.5	-	opera suff.
48	88+541.55	op. min.	tombino ad arco b= 1 m	Box	3	3	opera da ampliare
49	88+896,55	op. min.	tombino ad arco b= 1 m	Circ	1.5	-	opera da ampliare
50	89+223,09	op. min.	Sottopasso (ponte) di m. 10,00	Box	10	5	opera suff.
51	89+820,71	op. min.	sottopasso (ponte)di m. 6,00	Box	8	4	opera da ampliare
52	90+334,69	op. min.	Sottopasso di m. 8,00	Box	8	3	opera da ampliare
53	92+072,01	op. min.	tombino ad arco b= 1 m	Box	2	2	opera da ampliare
54	92+412,00	op. min.	sottopasso (ponte)di m. 3,00	Box	4	3	opera da ampliare
55	92+474,86	op. min.	tombino ad arco b= 1 m	Circ	1.5	-	opera da ampliare
56	92+760,40	op. min.	sottopasso (ponte)di m. 3,00	Box	2	2	opera suff.
57	93+097,68	op. min.	tombino ad arco b= 1 m	Circ	1.5	-	opera da ampliare
58	93+533,64	op. min.	tombino ad arco b= 1 m	Box	2	2	opera da ampliare
59	94+045,74	op. min.	tombino ad arco b= 1 m	Circ	1.5	-	opera da ampliare
60	94+736,60	op. min.	Sottopasso (ponte) di m. 10,00	Box	10	3	opera suff.
61	95+038,71	op. min.	sottopasso (ponte)di m. 3,00	Box	4	3	opera da ampliare
62	95+310,65	op. min.	tombino ad arco b= 0.8	Circ	1.5	-	opera da ampliare
63	95+667,38	op. min.	tombino ad arco b= 1 m	Circ	1.5	-	opera da ampliare
64	96+254,37	op. min.	sottopasso (ponte)di m. 3,00	Box	2	2	opera suff.
65	96+460,45	op. min.	tombino ad arco b= 1 m	Box	2	2	opera da ampliare
66	96+881,30	op. min.	tombino ad arco b= 1 m	Circ	1.5	-	opera da ampliare
67	97+249,44	op. magg.	Viadotto a 4 luci di m. 15,00	Viadotto	-	-	-
68	97+485,96	op. magg.	Viadotto a 4 luci di m. 15,00	Viadotto	-	-	-
69	97+738,01	op. min.	tombino ad arco b= 1 m	Circ	1.5	-	opera da ampliare
70	97+918,25	op. min.	tombino ad arco b= 1 m	Circ	1.5	-	opera da ampliare
71	98+577,05	op. min.	sottopasso (ponte)di m. 3,00	Circ	1.5	-	opera suff.
72	99+175,20	op. magg.	Viadotto a 12 luci	Viadotto	-	-	-
73	99+457,96	op. min.	tombino ad arco b= 2 m	Box	8	3	opera da ampliare
74	100+089.67	op. min.	Ponte di m. 3,00	Box	2.00	2.00	opera suff.

N°	PK	Tipo di opera	opera esistente/rilevata	opera con dimensioni minime necessarie			valutazione dell'opera esistente
					[m]	[m]	
75	100+392.42	op. min.	Ponte di m. 5,00	Box	10.00	3.00	opera da ampliare
76	100+871.38	op. min.	Ponte di m. 3,00	Box	4.00	3.00	opera da ampliare
77	101+835.34	op. min.	Sottovia m. 6	Box	3.00	3.00	prevedere opera di attraversamento solo idraulica
78	102+442.46	op. min.	Ponte di m. 3,00	Box	3.00	3.00	opera suff.
79	102+664.05	op. min.	Ponte di m. 6,00	Box	10.00	4.00	opera da ampliare
80	102+739.72	op. min.	Sottopasso m. 4	Box	3.00	3.00	opera suff.
81	103+205.74	op. min.	tombino ad arco b= 0.8 m	Box	2.00	2.00	opera da ampliare
82	103+777.38	op. min.	Ponte di m. 3,00	Box	3.00	3.00	opera suff.
83	104+486.92	op. min.	Ponte di m. 3,00	Circ	1.50	-	opera suff.
84	104+684.86	op. min.	Ponte di m. 6,00	Circ	1.50	-	opera suff.
85	104+973.87	op. min.	tombino scatolare b= 1 m	Circ	1.50	-	opera da ampliare
86	105+148.18	op. min.	Ponte di m. 4,00	Box	3.00	3.00	opera suff.
87	105+318.58	op. min.	Ponte di m. 4,00	Box	3.00	3.00	opera suff.
88	105+552.55	op. min.	tombino ad arco b= 0.8 m	Box	2.00	2.00	opera da ampliare
89	105+778.78	op. min.	tombino ad arco b= 1 m	Circ	1.50	0.00	opera da ampliare
90	105+884.94	op. min.	tombino ad arco b= 1 m	Circ	1.50	0.00	opera da ampliare
91	106+146.19	op. min.	Ponte di m. 4,00	Box	2.00	2.00	opera suff.
92	106+444.77	op. min.	tombino ad arco b= 2 m	Box	4.00	3.00	opera da ampliare
93	106+798.91	op. min.	tombino ad arco b= 1 m	Box	2.00	2.00	opera suff.
94	107+914.12	op. min.	Ponte di m. 4,00	Box	2.00	2.00	opera suff.
95	108+142.73	op. min.	tombino ad arco b= 0.8 m	Circ	1.50	0.00	opera da ampliare
96	108+197.27	op. min.	Ponte di m. 3,00	Circ	1.50	0.00	opera suff.
97	108+421.14	op. min.	tombino ad arco b= 1 m	Circ	1.50	0.00	opera da ampliare
98	108+632.56	op. min.	tombino ad arco b= 1 m	Circ	1.50	0.00	opera da ampliare
99	108+776.14	op. min.	Ponte di m. 3,00	Box	2.00	2.00	opera suff.
100	109+202.84	op. min.	tombino ad arco b= 1 m	Box	2.00	2.00	opera da ampliare
101	109+354.00	op. min.	Ponte di m. 4,00	Circ	1.50	0.00	opera suff.
102	109+658.66	op. min.	Ponte di m. 4,00	Circ	1.50	0.00	opera suff.
103	110+107.55	op. min.	Ponte di m. 4,00	Box	2.00	2.00	opera suff.
104	110+621.70	op. min.	Ponte di m. 4,00	Box	2.00	2.00	opera suff.
105	110+913.62	op. min.	nuova opera	Circ	1.50	0.00	opera da prevedere
106	111+032.15	op. min.	Ponte di m. 4,00	Circ	1.50	0.00	opera suff.
107	111+128.22	op. min.	tombino ad arco b= 0.8 m	Circ	1.50	0.00	opera da ampliare
108	111+283.92	op. min.	tombino ad arco b= 0.8 m	Box	2.00	2.00	opera da ampliare

N°	PK	Tipo di opera	opera esistente/rilevata	opera con dimensioni minime necessarie			valutazione dell'opera esistente
					[m]	[m]	
109	111+444.31	op. min.	tombino ad arco b= 1 m	Circ	1.50	0.00	opera da ampliare
110	112+226.42	op. min.	Ponte di m. 3,00	Box	8.00	3.00	opera da ampliare
111	112+659.37	op. min.	tombino ad arco b= 0.8 m	Circ	1.50	0.00	opera da ampliare
112	112+850.87	op. min.	tombino ad arco b= 0.8 m	Circ	1.50	0.00	opera da ampliare
113	113+112.73	op. min.	tombino ad arco b= 1 m	Circ	1.50	0.00	opera da ampliare
114	113+374.10	op. min.	tombino ad arco b= 1 m	Circ	1.50	0.00	opera da ampliare
115	113+585.57	op. min.	tombino ad arco b= 1 m	Circ	1.50	0.00	opera da ampliare
116	114+011.60	op. min.	tombino ad arco b= 0.8 m	Box	3.00	2.00	opera da ampliare
117	114+371.16	op. min.	tombino ad arco b= 1 m	Circ	1.50	0.00	opera da ampliare
118	114+531.39	op. min.	tombino ad arco b= 1 m	Box	2.00	2.00	opera da ampliare
119	114+794.24	op. min.	tombino ad arco b= 1 m	Circ	1.50	0.00	opera da ampliare
120	114+897.20	op. min.	tombino ad arco b= 1 m	Box	8.00	3.00	opera da ampliare
121	116+265.86	op. min.	tombino ad arco b= 1 m	Box	2.00	2.00	opera da ampliare
122	116+576.82	op. min.	tombino ad arco b= 0.8 m	Box	2.00	2.00	opera da ampliare
123	116+693.11	op. min.	tombino ad arco b= 0.8 m	Circ	1.50	0.00	opera da ampliare
124	116+798.90	op. min.	tombino ad arco b= 0.8 m	Circ	1.50	0.00	opera da ampliare
125	117+182.72	op. min.	tombino ad arco b= 1 m	Box	2.00	2.00	opera da ampliare
126	117+883.12	op. min.	tombino b= 2 m	Box	3.00	3.00	opera da ampliare
127	117+992.93	op. min.	tombino b= 0,6 m	Circ	1.50	0.00	opera da ampliare
128	118+639.06	op. min.	tombino	Circ	1.50	0.00	opera da ampliare
129	118+677.26	op. min.	tombino b= 0,6 m	Circ	1.50	0.00	opera da ampliare
130	119+063.77	op. min.	tombino b= 0,6 m	Circ	1.50	0.00	opera da ampliare

 <b>RFI</b> RETE FERROVIARIA ITALIANA GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE Direzione Territoriale Produzione Palermo	<b>CONTRATTO APPLICATIVO n.9/2017 - A.Q. n.341/2016 del 29/11/2016</b>  Progettazione definitiva delle opere civili ed armamento per il ripristino della linea Palermo - Trapani via Milo
304817_S01_PD_TG- -_03_000_E0002	Relazione idraulica generale

### 3 Drenaggio del corpo ferroviario

#### 3.1 Sistema di drenaggio esistente

Nell'ambito della progettazione preliminare, facendo seguito alle indagini e rilievi in sito dei dissesti presenti lungo la linea ferroviaria aggiornati al 2015, sono stati riportati gli esiti di tali indagini e analisi condotte, e si è rinvenuta la necessità di procedere ad una riprogettazione delle opere idrauliche di regimazione delle acque meteoriche di linea, al fine di risolvere le numerose criticità idrauliche individuate.

Dall'analisi dello stato di fatto e del rilievo dei dissesti, i fenomeni franosi derivano da rammollimento e scorrimento superficiali dei terreni ed da aree a franosità diffusa in litologie argillose e limose. La maggior parte delle problematiche di stabilità della sede ferroviaria sembrano pertanto imputabili al decadimento delle caratteristiche geotecniche dei materiali costituenti il corpo del rilevato e dei terreni costituenti il piano di posa del rilevato stesso, nonché in taluni casi dal mancato drenaggio ed allontanamento delle acque meteoriche e di infiltrazione.

Tale franosità, oltre a comportare una diffusa instabilità delle scarpate, produce ingenti quantitativi di trasporto solido all'interno delle canalette e fossi di guardia destinati al drenaggio dell'acqua di piattaforma, con conseguente perdita di funzionalità delle opere di drenaggio e allagamento delle sede stradale, nonché amplificazione della perdita di portanza e caratteristiche geotecniche dei rilevati e della fondazione della piattaforma.



Figura 3.1 - Foto rappresentative dei fenomeni rilevati nei tratti in trincea (km 109 e 112)

Durante i sopralluoghi eseguiti nel corso della progettazione definitiva, è emerso che dal punto di vista idraulico, i rilevati sono soggetti a fenomeni di natura idraulica-geologica, di seguito descritti:

- E' evidente come l'infiltrazione delle acque attraverso il ballast ferroviario nel terreno, porti al conseguente decadimento delle caratteristiche geotecniche dei rilevati e alla manifestazione di franamenti.





3.2 Esempio di frana rilevato lungo la linea

• L'errato allontanamento delle acque di piattaforma mediante pseudo embrici, realizzati tramite trincee in pietrisco, crea vie preferenziali per allontanamento della acque alla base del rilevato, ma contemporaneamente ne disperde parte per infiltrazione all'interno del terreno. Tali opere dislocate ad interasse variabile lungo i rilevati sono ben visibili anche dalle foto aeree seguenti:



Figura 3.3 - Foto aerea al km 104+550

	<b>CONTRATTO APPLICATIVO n.9/2017 - A.Q. n.341/2016 del 29/11/2016</b> Progettazione definitiva delle opere civili ed armamento per il ripristino della linea Palermo - Trapani via Milo
304817_S01_PD_TG- -_03_000_E0002	Relazione idraulica generale

- Lungo il tracciato, in particolare nel tratto tra le progressive 99 e 100, si rileva la presenza di drenaggi direcente realizzazione che attraversano il rilevato ferroviario, per drenare il corpo del rilevato stesso. Da un approfondimento del rilievo dei dissesti, svolto in corrispondenza dei drenaggi, sembra che per taluni vengano ad innescarsi dei moti di filtrazione tali da asportare il materiale del rilevato; in corrispondenza dei dreni si rilevano degli svuotamenti più significativi sul ballast ferroviario.



Figura 3.4 - Foto rappresentativa di rilevato ferroviario con embrice e scarico in fosso di guardia rivestito in cls

Tralasciando l'efficacia o meno dei drenaggi esistenti, nelle opere previste dal presente progetto si persegue l'obiettivo di evitare l'infiltrazione delle acque di piattaforma all'interno del rilevato, e quindi eliminare il problema alla radice, evitando quindi la realizzazione di drenaggi, per i quali l'efficacia del funzionamento dipende molto anche dalla natura granulometrica del terreno costituente il rilevato.

Nel progetto si prevede la realizzazione di un sub-ballast in conglomerato bituminoso, tale da impermeabilizzare la superficie sommitale del rilevato, e convogliare tutte le acque di piattaforma sugli embrici in cls e collegati ai fossi di guardia (figura 3.5).

Inoltre si prevede il rivestimento e stabilizzazione delle scarpate delle scarpate con biostuoie e idrosemina.

 <b>RFI</b> RETE FERROVIARIA ITALIANA GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE Direzione Territoriale Produzione Palermo	<b>CONTRATTO APPLICATIVO n.9/2017 - A.Q. n.341/2016 del 29/11/2016</b>  Progettazione definitiva delle opere civili ed armamento per il ripristino della linea Palermo - Trapani via Milo
304817_S01_PD_TG- -_03_000_E0002	Relazione idraulica generale



Figura 3.5 - Foto rappresentativa di rilevato ferroviario con embrice e scarico in fosso di guardia rivestito in cls

### 3.2 Intensità di precipitazione di progetto

Per la determinazione dell'intensità di precipitazione di progetto adottata nella progettazione delle opere di drenaggio si veda la trattazione specifica riportata in relazione idrologica.

I risultati di tale studio vengono qui di seguito riportati indicando le relazioni interpolanti utilizzate per ottenere delle funzioni continue, attraverso una legge monomia.

Per la parte orientale (tratte 1 e 2, lato Alcamo), e per i diversi tempi di ritorno le equazioni interpolanti sono fornite di seguito:

$$i(t, 25) = 45.6 \left( \frac{t}{60} \right)^{-0.566}$$

$$i(t, 50) = 52.1 \left( \frac{t}{60} \right)^{-0.566}$$

$$i(t, 100) = 61.6 \left( \frac{t}{60} \right)^{-0.566}$$

$$i(t, 200) = 68.4 \left( \frac{t}{60} \right)^{-0.566}$$

 <b>RFI</b> RETE FERROVIARIA ITALIANA GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE Direzione Territoriale Produzione Palermo	<b>CONTRATTO APPLICATIVO n.9/2017 - A.Q. n.341/2016 del 29/11/2016</b>  Progettazione definitiva delle opere civili ed armamento per il ripristino della linea Palermo - Trapani via Milo
304817_S01_PD_TG- -_03_000_E0002	Relazione idraulica generale

Per la parte occidentale (tratte 3 e 4, lato Trapani), e per i diversi tempi di ritorno, le equazioni interpolanti sono fornite di seguito.

$$i(t, 25) = 57.0 \left(\frac{t}{60}\right)^{-0.566}$$

$$i(t, 50) = 65.5 \left(\frac{t}{60}\right)^{-0.566}$$

$$i(t, 100) = 74.1 \left(\frac{t}{60}\right)^{-0.566}$$

$$i(t, 200) = 82.6 \left(\frac{t}{60}\right)^{-0.566}$$

Il tempo di ritorno utilizzato per la progettazione del sistema di drenaggio del corpo ferroviario è pari a 100 anni in accordo con il Manuale di progettazione corpo stradale - RFI DINIC CS 00 001 A, di cui si riporta di seguito un estratto.

**2.1.2.2.1. Tempo di ritorno**

Sulla base dei dati idrometrici ovvero dello studio idrologico, ad ogni tipo di manufatto idraulico verranno associati i seguenti tempi di ritorno  $T_r$ :

**a) Drenaggio della piattaforma (cunette, tubazioni.....):**

- linea ferroviaria  $T_r = 100$  anni
- deviazioni stradali  $T_r = 25$  anni

**b) Fossi di guardia:**

- linea ferroviaria  $T_r = 100$  anni
- deviazioni stradali  $T_r = 25$  anni

**c) Manufatti di attraversamento (ponti e tombini):**

- linea ferroviaria  $T_r = 300$  anni per  $S \geq 10 \text{ Km}^2$ .
- linea ferroviaria  $T_r = 200$  anni per  $S < 10 \text{ Km}^2$ .

(essendo  $S$  la superficie del bacino)

- deviazioni stradali  $T_r = 200$  anni

**d) Inalveamenti:**

- tratti a monte e a valle della linea ferroviaria  $T_r = 300$  anni per  $S \geq 10 \text{ Km}^2$ .
- tratti a monte e a valle della linea ferroviaria  $T_r = 200$  anni per  $S < 10 \text{ Km}^2$ .

- e) Impianti di sollevamento:**  $T_r = 25$  anni

**Figura 3.6 - Tempi di ritorno adottati nella progettazione delle opere idrauliche**

### 3.3 Embrici su rilevato

La sistemazione con embrici è prevista nei tratti in rilevato ferroviario ove la pendenza del corpo ferroviario stesso permette lo smaltimento verso il fosso di guardia a gravità. Sono previsti sia nei tratti in rettilineo sia in quelli in curva, su entrambi i lati perché la sagoma ferroviaria mantiene sempre una pendenza verso l'esterno del coronamento verso entrambi i lati.

I dettagli costruttivi sono riportati nel relativo elaborato grafico; nella figura seguente è indicato uno stralcio planimetrico e la sezione tipologica.

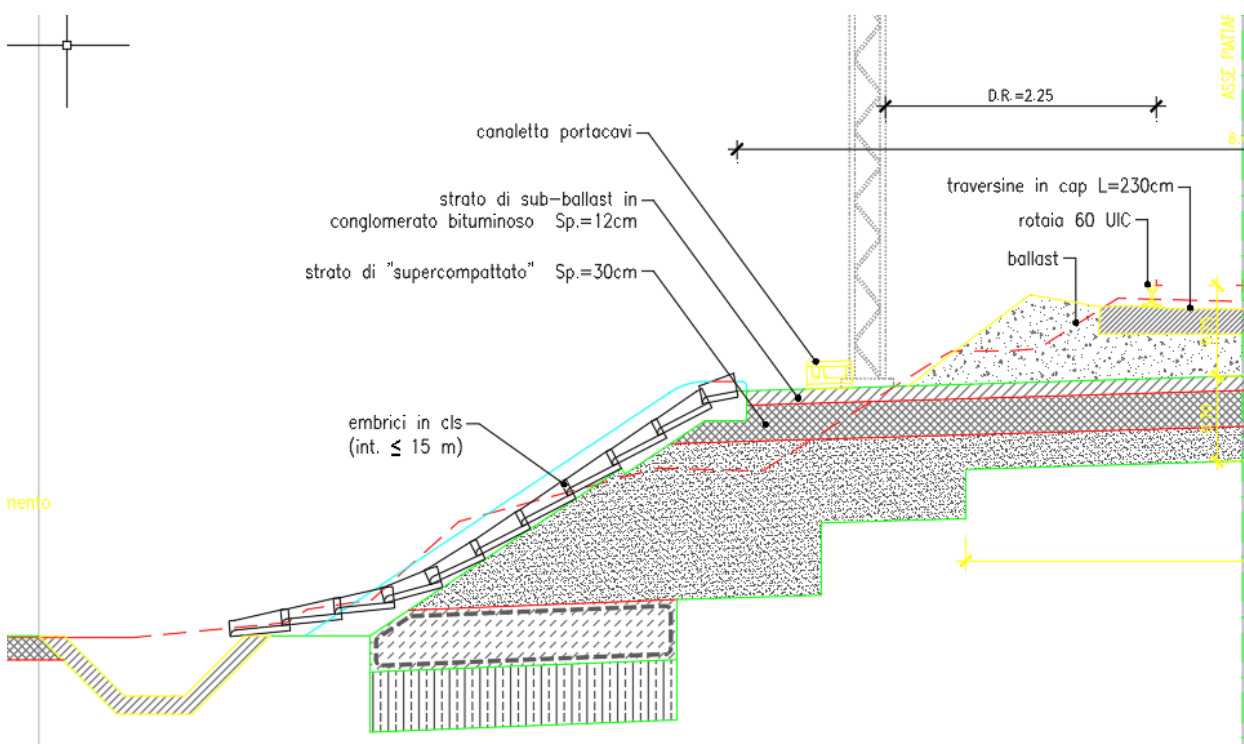


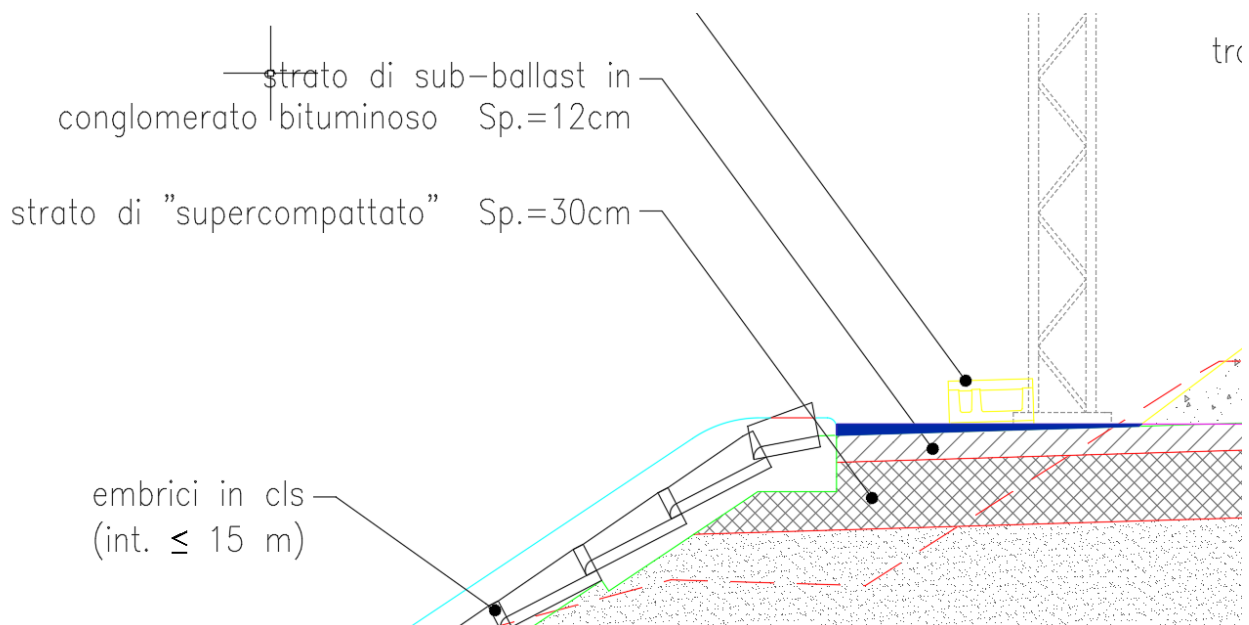
Figura 3.7 – tipologico del sistema di drenaggio su rilevato tramite embrici

Lo scopo di questi elementi puntuali è l'allontanamento dalla sede stradale delle acque meteoriche che si raccolgono nella banchina limitata all'estremità esterna dall' arginello. Si realizza così un canale di bordo triangolare che si prevede possa essere allagato per una larghezza L pari a circa 1,4 metri, avendo previsto

una tale ampiezza massima d'impegno del tratto superficiale del sub-ballast, e con un tirante d'acqua massimo, detto H, pari al massimo a 5 centimetri in corrispondenza della posizione degli embrici stessi.

*Calcolo in moto uniforme del canale triangolare di bordo*

A margine del coronamento del sub-ballast in conglomerato bituminoso, si realizza così un canale triangolare delimitato dal cordolo (figura 3.8), che impegna parte dell'area sovrastante il tratto in conglomerato stesso.



**Figura 3.8 – dettaglio del canale di bordo che si forma a margine del cordolo - tratti in rilevato**

Al fine di limitare l'ingombro del canale di bordo stesso a circa 1,4 metri, la massima portata esitabile può essere calcolata adottando la legge di Chezy nella formulazione di Manning.

Per quanto riguarda il primo limite, è stata calcolata la portata in moto uniforme del canale, adottando la formulazione di Chezy/Manning, con una scabrezza di  $0,02 \text{ sm}^{-1/3}$

 <p><b>RFI</b> RETE FERROVIARIA ITALIANA GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE Direzione Territoriale Produzione Palermo</p>	<p><b>CONTRATTO APPLICATIVO n.9/2017 - A.Q. n.341/2016 del 29/11/2016</b></p> <p>Progettazione definitiva delle opere civili ed armamento per il ripristino della linea Palermo - Trapani via Milo</p>
<p>304817_S01_PD_TG- -_03_000_E0002</p>	<p>Relazione idraulica generale</p>

In particolare si è utilizzata la formula di Chézy per ottenere le scale di deflusso:

$$Q = \chi A \sqrt{Rj}$$

con:

$Q$  portata di dimensionamento della canalizzazione ( $m^3/s$ );

$\chi = 1/n$  coefficiente di scabrezza di Strickler ( $m^{1/3}/s$ );

$n$  coefficiente di Manning

$A$  area bagnata ( $m^2$ );

$C$  contorno bagnato (m);

$j$  pendenza media della condotta (m/m);

$R = A/C$  raggio idraulico (m).

- Adottando questa impostazione, per ciascuna pendenza longitudinale  $J$  è assegnata una portata massima  $Q$  max transitabile sul canale di bordo senza che la larghezza ecceda il limite di ingombro trasversale imposto.
- Assegnata tale portata massima, risulta nota per via inversa anche l'area massima drenata  $A$  dal tratto che genera la medesima portata  $Q$  max. Si noti che nella definizione dell'area massima drenata è stata assegnato un coefficiente di deflusso pari a 0,9.
- Infine, nota l'area massima drenata  $A$  e la semi-larghezza del conglomerato sub-ballast si ottiene l'interasse massimo adottabile in funzione della pendenza longitudinale stessa. I risultati sono riportati nelle seguenti tabelle per le tratte 3-4 e 1-2 rispettivamente.
- Al fine di limitare lo sviluppo dei tratti posti tra due scarichi con embrici si sono adottati i seguenti interasse finali:
  1. Per pendenze longitudinali inferiori a 0,002 m/m (tratta occidentale) e inferiori a 0,001 (tratta orientale) l'interasse massimo è pari a 10 metri
  2. Per pendenze longitudinali superiori alle precedenti l'interasse massimo è pari a 15 metri



Pendenza longitudinale	Portata massima esitabile	Area massima drenata	iterasse massimo	interasse adottato
J	Qmax	A	imax	i_eff
m/m	l/s	m <sup>2</sup>	m	m
0.001	3.4	46	11.00	10.00
0.002	4.7	63	15.00	10.00
0.003	5.8	86	20.54	15.00
0.004	6.7	100	23.72	15.00
0.005	7.5	111	26.52	15.00
0.01	10.6	140	33.37	15.00
0.015	13.0	172	40.87	15.00
0.02	15.0	198	47.20	15.00
0.025	16.8	222	52.77	15.00
0.03	18.4	243	57.80	15.00
0.035	19.8	262	62.44	15.00
0.04	21.2	280	66.75	15.00
0.045	22.5	297	70.80	15.00

Tabella delle portate massime del canale triangolare di bordo e dei corrispondenti interassi calcolati ed adottati - tratta occidentale (da PK 95+200 a stazione di Trapani)

Pendenza longitudinale	Portata massima esitabile	Area massima drenata	iterasse massimo	interasse adottato
J	Q	A	imax	i_eff
m/m	l/s	m <sup>2</sup>	m	m
0.001	3.4	46	11.00	10.00
0.002	4.7	71	17.00	15.00
0.003	5.8	88	21.00	15.00
0.004	6.7	103	24.50	15.00
0.005	7.5	122	29.00	15.00
0.01	10.6	162	38.50	15.00
0.015	13.0	207	49.24	15.00
0.02	15.0	239	56.86	15.00
0.025	16.8	267	63.57	15.00
0.03	18.4	292	69.64	15.00
0.035	19.8	316	75.22	15.00
0.04	21.2	338	80.41	15.00
0.045	22.5	358	85.29	15.00

Tabella delle portate massime del canale triangolare di bordo e dei corrispondenti interassi calcolati ed adottati - tratta orientale (da inizio lotto a PK 95+200)

Sulla base della curva di probabilità pluviometrica elaborata nello studio idrologico, ed assunto un tempo di corrivazione minimo pari a 5 minuti, per un tempo di ritorno di 100 anni si ha una intensità di precipitazione pari a 302 mm/h per la stazione di Trapani e di 251 mm/h per la stazione di Alcamo.

Si è eseguita la verifica per l'interasse massimo considerato nella precedente tabella, pari 15 metri (tratti con pendenza superiore all'1%), che conduce ad una stima dell'area equivalente drenata pari a 50 m<sup>2</sup> e ad una portata prodotta di 4,1 l/s.

La capacità di scarico dell'embrice è valutabile considerando il contributo della portata fluente che attraversa lo scarico, supposto di forma rettangolare.

 <b>RFI</b> RETE FERROVIARIA ITALIANA GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE Direzione Territoriale Produzione Palermo	<b>CONTRATTO APPLICATIVO n.9/2017 - A.Q. n.341/2016 del 29/11/2016</b>  Progettazione definitiva delle opere civili ed armamento per il ripristino della linea Palermo - Trapani via Milo
304817_S01_PD_TG- -_03_000_E0002	Relazione idraulica generale

Schematizzando il processo di caduta dell'acqua come uno stramazzo libero si ha

$$Q = c_q \cdot (L \cdot h) \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

dalla quale, ponendo:

- $g = 9.81 \text{ m/s}^2$  (accelerazione di gravità);
- $c_q = 0.39$  (coefficiente di portata);
- $L = 0,50 \text{ m}$  (larghezza dell'invito dell'embrice)
- $h = 0.05 \text{ m}$  (altezza massima della lama d'acqua);

si ottiene un valore di portata massima pari a 9,8 l/s, in ogni caso superiore dunque alla portata attesa in corrispondenza degli interassi di assunti.

Lo scarico si ritiene dunque verificato se il passo adottato per lo scarico con embrici verso il fosso di guardia determina una portata di progetto inferiore a tale valore.

### 3.4 Fossi di guardia

I fossi di guardia costituiscono elementi di trasporto delle acque raccolte dagli elementi di drenaggio superficiali; per mezzo dei fossi le portate vengono convogliate da embrici e canalette al recapito finale. I fossi corrono longitudinalmente al tracciato principale sono utilizzati sia quando la sezione ferroviaria è in rilevato sia quando è in trincea.

Nel primo caso il fosso è posto al piede del rilevato; poiché il sistema di drenaggio è di tipo aperto, l'acqua proveniente dallo strato di sub-ballast e dai rilevati è indirizzata direttamente al fosso al piede del rilevato tramite embrici.

Nel caso di sezione in trincea il fosso di guardia è posto in sommità alla trincea stessa. La sua funzione è quindi quella di raccogliere l'acqua che viene dal versante sovrastante, onde evitare che questa scenda lungo la trincea erodendola o che possa arrivare alla piattaforma ferroviaria sovraccaricando le canalette longitudinali correnti.

Il tempo di ritorno di progetto per tutti fossi è di 100 anni.

Sono stati utilizzati fossi a sezione trapezoidale rivestiti le cui dimensioni sono riportate di seguito:

*Tipo fosso: FR1 in calcestruzzo*

Base: 0,50 m

Altezza: 0,50 m

Sponde: 1:1

*Tipo fosso: FR2 in calcestruzzo*

Base: 1,00 m

Altezza: 0,50 m

Sponde: 1:1

*Tipo fosso: FR3 in calcestruzzo*

Base: 1,50 m

Altezza: 0,50 m

Sponde: 1:1

Ulteriori dettagli sono nella tavola dei particolari costruttivi.

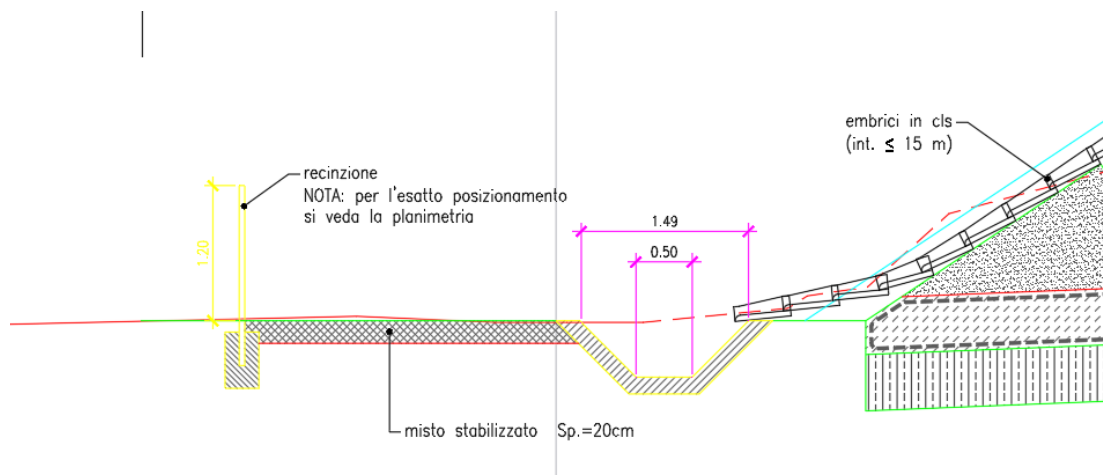
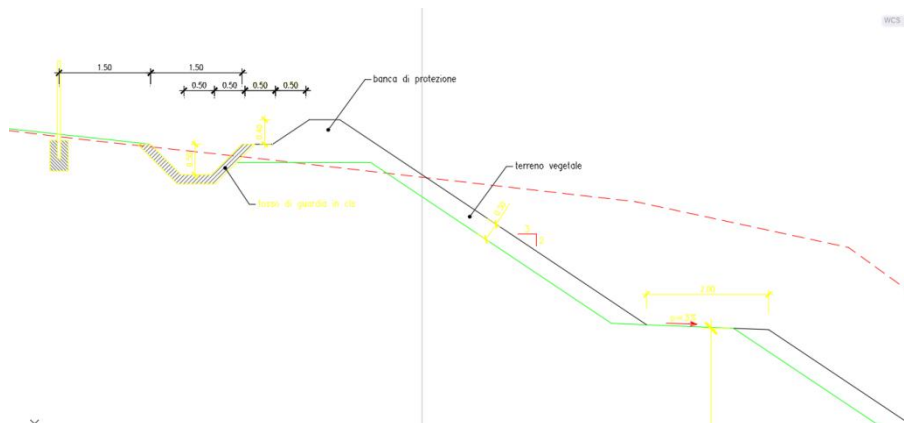


Figura 3.9: Dettagli del fosso di guardia al piede del rilevato (particolare fosso FR0)



**Figura 3.10: Dettagli del fosso di guardia in testa alla trincea**

La stima della portata massima esitabile è stata effettuata con la legge di Chèzy:

$$Q = \frac{1}{n} AR^{2/3} j^{1/2}$$

con:

$n = 0,025$  coefficiente di scabrezza di Manning;

$A$  Area bagnata ( $m^2$ );

$C$  Contorno bagnato (m);

$R$  Raggio idraulico (m);

$j$ = pendenza longitudinale.

La portata specifica considerando un riempimento dell'80% dell'elemento risulta:

$$Q_{SP} = \frac{1}{n} AR^{2/3} = 5,25 \text{ m}^3/\text{s}.$$

La portata massima scaricabile dal fosso in funzione della pendenza è riportata nella tabella successiva

J	Q	J	Q
m/m	m <sup>3</sup> /s	m/m	m <sup>3</sup> /s
0.001	0.17	0.016	0.67
0.002	0.24	0.017	0.69
0.003	0.29	0.018	0.71
0.004	0.33	0.019	0.72
0.005	0.37	0.02	0.74

0.006	0.41	0.021	0.76
0.007	0.44	0.022	0.78
0.008	0.47	0.023	0.80
0.009	0.50	0.024	0.81
0.01	0.53	0.025	0.83
0.011	0.55	0.026	0.85
0.012	0.58	0.027	0.86
0.013	0.60	0.028	0.88
0.014	0.62	0.029	0.90
0.015	0.64	0.03	0.91

Nella figura sottostante è riportata la scala di deflusso del fosso 50x50x50.

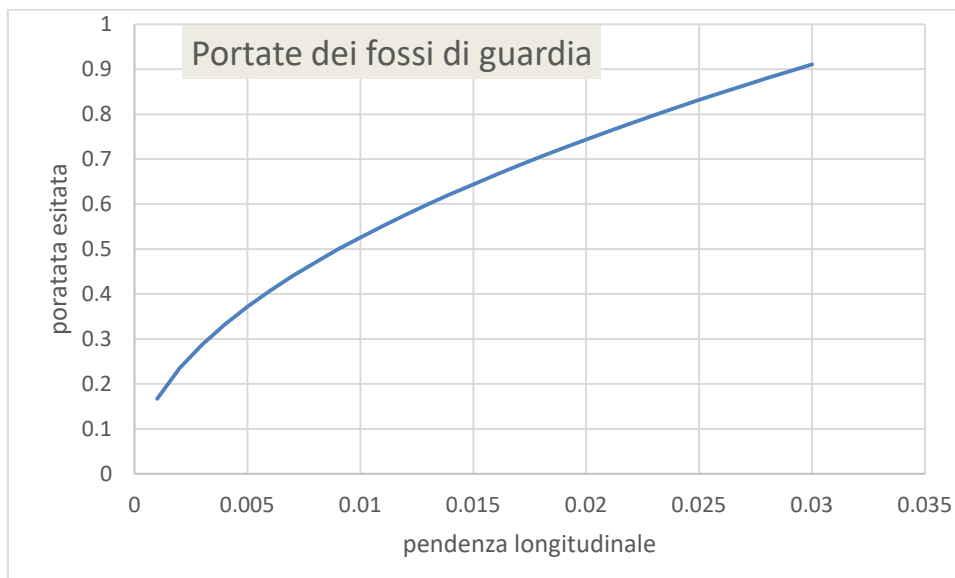


Figura 3.11: Scala di deflusso dei fossi longitudinali in calcestruzzo

### **Verifica dei fossi con sezione trasversale assegnata**

La verifica dei fossi è stata condotta per tratte a pendenza omogenea confrontando la portata afferente al fosso calcolata con la formula razionale con la portata massima trasportabile in accordo con la sua scala di deflusso.

La pendenza longitudinale del fosso j è variabile lungo il percorso ed indicata per tratte omogenee nelle verifiche riportate in appendice. La portata affluente è stata stimata mediante la formula razionale ipotizzando un tempo di ritorno di 100 anni; il tempo di accesso utilizzato è costante e pari a 15'

 <b>RFI</b> RETE FERROVIARIA ITALIANA GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE Direzione Territoriale Produzione Palermo	<b>CONTRATTO APPLICATIVO n.9/2017 - A.Q. n.341/2016 del 29/11/2016</b>  Progettazione definitiva delle opere civili ed armamento per il ripristino della linea Palermo - Trapani via Milo
304817_S01_PD_TG- -_03_000_E0002	Relazione idraulica generale

congruente con il percorso idraulico di formazione del deflusso (prima sullo strato di sub-ballast, poi lungo le scarpate dei rilevati ed infine all'interno dei fossi).

Si ha

$$Q = \frac{(\varphi_b b + \varphi_s s + \varphi_e e) * L * i}{3600000}$$

con

Q = portata affluente (m<sup>3</sup>/s);

L = interasse massimo tra due scarichi del fosso (m);

b = 4,2 metri per la parte impermeabile di sub-ballast (4,2 metri per ciascun lato)

s = larghezza del rilevato (ingombro in sezione)

e = larghezza della superficie esterna al corpo ferroviario intercettata dal fosso

$\varphi_b$  = 0,9 coefficiente di deflusso della superficie del sub-ballast;

$\varphi_s$  = 0,6 coefficiente di deflusso della scarpata;

$\varphi_e$  = 0,4 coefficiente di deflusso della parte esterna al corpo stradale

Per ciascun fosso, nelle verifiche riportate in appendice vengono riportate le quote iniziali e finali, la lunghezza e la pendenza, l'area equivalente drenata, la portata attesa al termine della tratta e il grado di riempimento. Sono ritenuti accettabili riempimenti fino all'80%.

### 3.5 Fossi di testa delle trincee

#### **Verifica dei fossi di testa delle trincee**

Per i fossi di testa delle trincee, per i quali è individuabile un bacino scolante di dimensioni significative, è stata eseguita una verifica aggiuntiva consistente:

nella perimetrazione e nella misura delle relative superfici scolanti, generalmente comprese tra due tombini di attraversamento adiacenti;

nella verifica di capacità del fosso in condizioni di moto uniforme e con le pendenze di progetto.

In base a tali verifiche sono state determinate le dimensioni finali del fosso, assumendo in alcuni casi i fossi maggiorati FR2 (base pari ad 1 metro) e FR3 (base pari a 1,5 metri) rispetto al fosso standard FR1.

Nel caso dei fossi di testa delle trincee le acque drenate sono esterne al sedime ferroviario e provengono direttamente dai versanti; le acque vengono recapitate ai tombini immediatamente adiacenti a ciascun fosso. Il valore del coefficiente di deflusso adottato è pari a 0,4 come nel caso precedente:

$\varphi_e = 0,4$  coefficiente di deflusso della parte esterna al corpo stradale

Mentre la portata calcolata è semplicemente data da

$$Q = \frac{(\varphi_e A_e)}{3600000}$$

Dove  $A_e$  è l'area del bacino scolante.

I risultati sono riportati nell'allegato D.

La perimetrazione dei bacini scolanti nei fossi di testa delle trincee è riportate nell'allegato E.

### 3.6 Canalette rettangolari

Alla base delle trincee (tratti in scavo), anche nei tratti a mezzacosta e al piede delle opere di sostegno è previsto l'inserimento di canalette rettangolari di diversa dimensione. Le canalette previste hanno dimensioni di base pari a 40 centimetri, 50 centimetri e 1 metro ed altezza 40 centimetri.

La posizione delle canaletta è riportata nella seguente figura

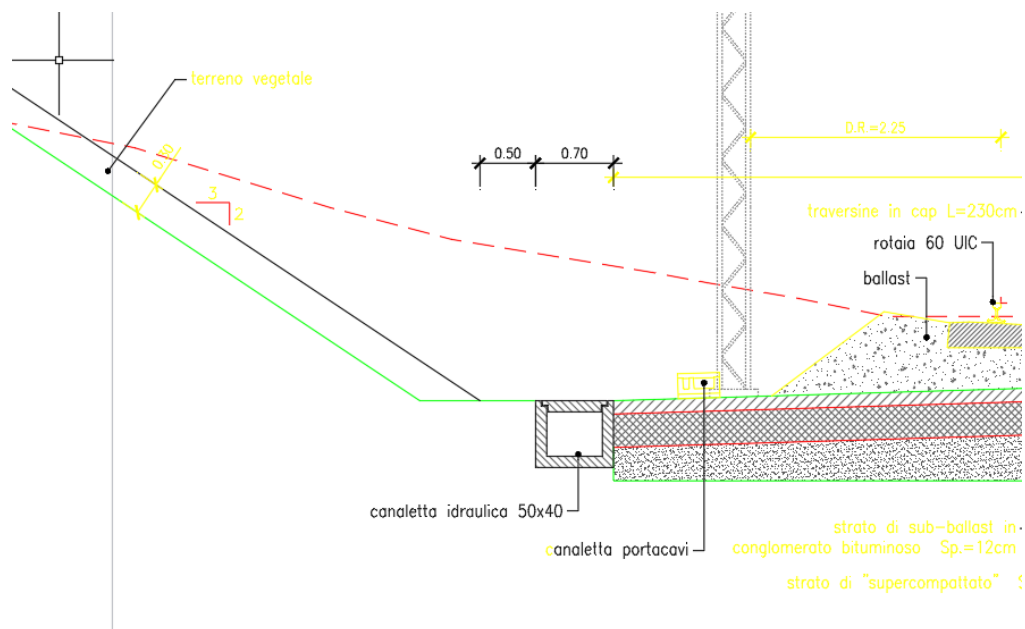


Figura 3.12: posizione della canaletta rettangolare al piede della trincea



La stima della portata massima esitabile è stata effettuata con la legge di Chèzy. Il riempimento massimo consentito è del 80% a cui corrisponde un'altezza di 32 centimetri.

Il calcolo della massima portata smaltibile dalle canalette è ottenut attraverso la formula di Chezy:

$$Q = \frac{1}{n} AR^{2/3} j^{1/2}$$

con:

$n = 0,02$  coefficiente di scabrezza di Manning;

$A$  Area bagnata;

$C$  Contorno bagnato;

$R$  Raggio idraulico;

$j$  pendenza longitudinale.

La portata specifica dell'elemento drenante risulta dalla precedente relazione assegnando una pendenza di 1 m/m.

Nella tabella sottostate sono riportate le potate specifiche per le diverse canalette utilizzate.

caratteristiche delle canalette rettangolari							
b	h	r	A	p	R	n	Qsp
larghezza	altezza	riempimento max	Area	perimetro bagnato	Raggio idraulico	scabrezza	portata specifica
m	m		m <sup>2</sup>	m	m	sm <sup>-1/3</sup>	m <sup>3</sup> /s
0.4	0.4	80%	0.128	1.04	0.12	0.02	1.58
0.5	0.4	80%	0.16	1.14	0.14	0.02	2.16
1	0.4	80%	0.32	1.64	0.20	0.02	5.38

La tabella successiva riporta le scale di deflusso per le quattro canalette utilizzate.

canaletta	40x40	50x40	100x40
J	Q	Q	Q
m/m	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s
0.001	0.05	0.07	0.17
0.002	0.07	0.10	0.24
0.003	0.09	0.12	0.29
0.004	0.10	0.14	0.34

canaletta	40x40	50x40	100x40
J	Q	Q	Q
m/m	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s
0.005	0.11	0.15	0.38
0.006	0.12	0.17	0.42
0.007	0.13	0.18	0.45
0.008	0.14	0.19	0.48
0.009	0.15	0.20	0.51
0.01	0.16	0.22	0.54
0.012	0.17	0.24	0.59
0.014	0.19	0.26	0.64
0.016	0.20	0.27	0.68
0.018	0.21	0.29	0.72
0.02	0.22	0.31	0.76

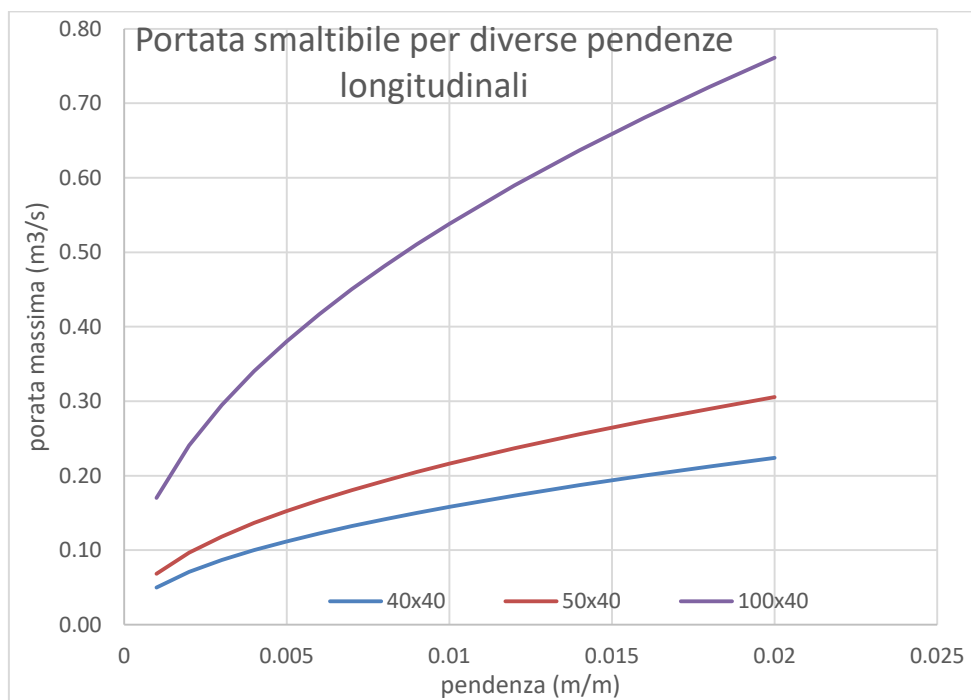


Figura 3.13: scale di deflusso delle canalette rettangolari (in ascissa la pendenza in m/m, in ordinata la portata massima esitabile)

 <b>RFI</b> RETE FERROVIARIA ITALIANA GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE Direzione Territoriale Produzione Palermo	<b>CONTRATTO APPLICATIVO n.9/2017 - A.Q. n.341/2016 del 29/11/2016</b>  Progettazione definitiva delle opere civili ed armamento per il ripristino della linea Palermo - Trapani via Milo
304817_S01_PD_TG- -_03_000_E0002	Relazione idraulica generale

La pendenza longitudinale delle canalettej è variabile lungo il percorso ed indicata per tratte omogenee nelle verifiche riportate in appendice. La portata affluente è stata stimata mediante la formula razionale ipotizzando un tempo di ritorno di 100 anni; il tempo di accesso utilizzato è costante e pari a 10' congruente con il percorso idraulico di formazione del deflusso (proveniente sia dalle scarpate delle trincee sia dal sub-ballast).

Per il calcolo della portata affluente si ha

$$Q = \frac{(\varphi_b b + \varphi_s s + \varphi_e e) * L * i}{3600000}$$

con

Q = portata affluente(m<sup>3</sup>/s);

L = lunghezza della tratta della canaletta (m);

b =4,2 metri per la parte impermeabile di sub-ballast (4,2 metri per lato; nel caso di tratti in trincea in curva tale valore è stato portato a 8,4 metri)

s= larghezza della trincea (ingombro in sezione)

e = larghezza della superficie esterna al corpo ferroviario eventualmente intercettata dalla canaletta (in genere posta pari a zero per la protezione offerta dal fosso)

$\varphi_b$  = 0,9 coefficiente di deflusso della superficie del subballast;

$\varphi_s$  = 0,6 coefficiente di deflusso della scarpata della trincea;

$\varphi_e$  = 0,4 coefficiente di deflusso della parte esterna al corpo ferroviario eventualmente intercettata dalla canaletta

Per ciascuna canaletta, nelle verifiche riportate in appendice vengono riportate la lunghezza e la pendenza, l'area equivalente drenata, la portata attesa al termine della tratta e il grado di riempimento. Sono ritenuti accettabili riempimenti fino all'80%.

### 3.7 Tratti in galleria

Nei tratti in galleria esistente è stato previsto che – ove possibile -il sistema di drenaggio delle trincee di approccio consenta l'allontanamento delle acque meteoriche a gravità senza che queste ultime vengano veicolate all'interno della galleria stessa. In alcuni casi, tuttavia, è necessario portare le acque di trincea all'interno della galleria, e convogliarle fino all'imbocco opposto ove è possibile scaricarle a gravità.

A tal fine, ed anche al fine di intercettare in ogni caso eventuali portate residue che possano essere convogliate nello speco ferroviario è stato previsto nella sezione corrente della galleria l'inserimento di una canaletta di margine delle dimensioni di 50x40 centimetri come mostrato nella figura seguente.

Nel calcolo delle portate si sono effettuate le seguenti considerazioni:

- le portate in ingresso alla galleria sono calcolate come indicato nei precedenti paragrafi in funzione dell'area, come provenienti dalla trincea e dalla parte impermeabile (sub-ballast)
- si è verificato che la canaletta 50x40 fosse sufficientemente capace per convogliare le portate ricevute in ingresso
- le portate nel tratto successivo allo sbocco della galleria (sul lato opposto) sono state semplicemente incrementate di quelle in ingresso, non ipotizzando nessuna laminazione

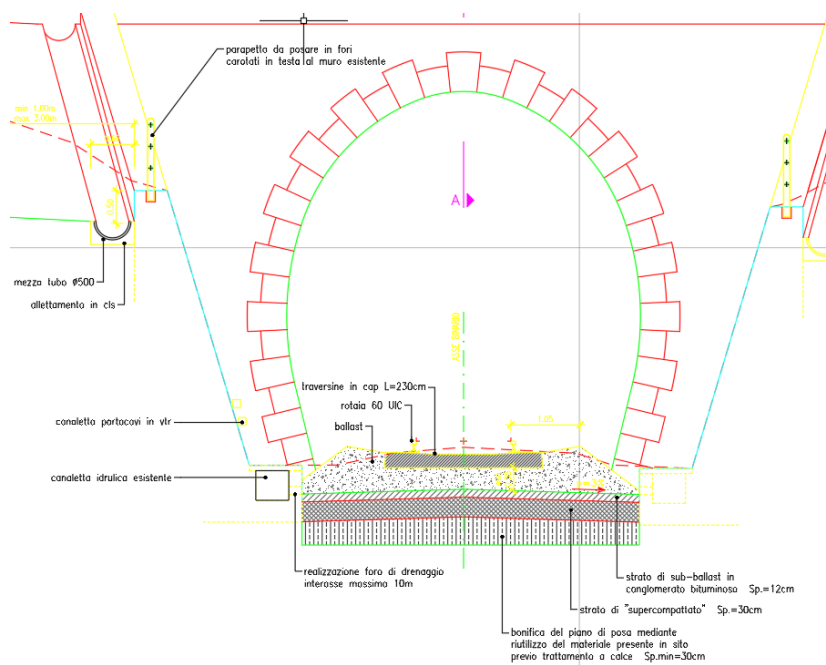
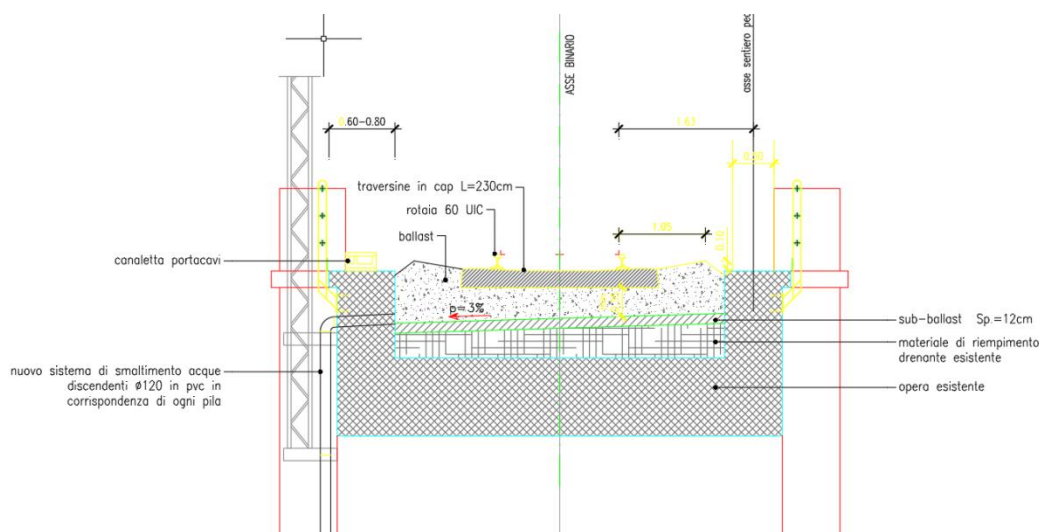


Figura 3.14: Sezione tipo in galleria

### 3.8 Tratti in viadotto

Per i tratti in viadotto è previsto l'inserimento di tubazioni discendenti in corrispondenza delle pile. I volumi di precipitazione intercettati sul tratto di viadotto compreso tra due discendenti consecutivi vengono raccolti sulla piattaforma del sub-ballast e convogliati a mezzo del discendente stesso alla base della pila; essi sono scaricati quindi direttamente al corpo idrico ricettore.

La sezione tipo è riportata nella figura seguente.



**Figura 3.15: Sezione tipo in viadotto**

Dal punto di vista del calcolo, si è applicato il seguente schema:

- è stata valutata l'area drenata da ciascuna campata suddividendo il caso di campate fino a 20 metri e di campate fino a 40 metri
- è stata considerata un'intensità di pioggia di 5' per un tempo di ritorno di 100 anni; in via cautelativa si è fatto riferimento alla stazione pluviometrica di Trapani, più gravosa rispetto alla tratta orientale
- la portata scaricata da ciascun discendente è fornita dall'equazione delle luci sotto battente, avendo considerato un carico idraulico pari a 10 centimetri sui 60 centimetri a disposizione dello strato di ballast

I risultatisono riportati nella seguente tabella; essi mostrano che per luci fino a 20 metri può essere adottato un discendente con diametro D125 e per luci fino a 40 metri un discendente con diametro D200.

distanza massima tra le pile	m	20	40
sezione trasversale	m	4.5	4.5
area drenata	m <sup>2</sup>	81	162
intensità di precipitazione	mm/h	302	302
portata	l/s	6.8	13.6
diametro discendente	m	0.13	0.20
raggio	m	0.06	0.10
area discendente	m <sup>2</sup>	0.01	0.03
carico idraulico	m	0.1	0.1
portata esitata	l/s	6.8	17.3

## 4 ALLEGATI

### 4.1 ALLEGATO A - EMBRICI

Verifica dell'interasse degli embri - vengono indicate: **progressive di inizio e fine, estensione della tratta, pendenza minima sulla tratta, interasse degli embri**

Tratte 1 e 2

Lato	PK_i km	PK_f km	estensione tratta m	pendenza minima m/m	Interasse medio m
SUD	74127	74250	123	0.013	15
SUD	74250	74375	125	0.017	15
SUD	74425	74500	75	0.017	15
SUD	74500	74624	124	0.016	15
NORD	74193	74373	180	0.014	15
NORD	74551	74624	73	0.016	15
SUD	75702	75875	173	0.014	15
NORD	75685	75864	179	0.014	15
SUD	76230	76302	72	0.017	15
SUD	76313	76356	43	0.020	15
NORD	76250	76304	54	0.020	15
NORD	76315	76355	40	0.020	15
SUD	76482	76537	55	0.016	15
SUD	76605	76784	179	0.017	15
NORD	76482	76538	56	0.016	15
NORD	77026	77037	11	0.016	15
SUD	76822	77037	215	0.016	15
SUD	77046	77194	148	0.016	15
SUD	77213	77613	400	0.016	15
NORD	77052	77080	28	0.016	15
NORD	77280	77587	307	0.016	15
SUD	77800	77923	123	0.015	15
SUD	77931	78160	229	0.015	15
SUD	78328	78364	36	0.016	15
NORD	77874	77923	49	0.015	15
NORD	77931	78137	206	0.015	15
NORD	78335	78362	27	0.016	15
SUD	78673	78742	69	0.017	25
NORD	78661	78767	106	0.017	25

Lato	PK_i km	PK_f km	estensione tratta m	pendenza minima m/m	Interasse medio m
SUD	79039	79162	123	0.017	25
SUD	79392	79435	43	0.016	25
SUD	79440	79511	71	0.016	25
NORD	79022	79200	178	0.017	25
NORD	79302	79433	131	0.016	25
NORD	79443	79547	104	0.016	25
SUD	80290	80350	60	0.018	15
NORD	79728	79906	178	0.016	15
NORD	79925	79970	45	0.016	15
NORD	80121	80365	244	0.016	15
SUD	80858	80931	73	0.016	15
NORD	80436	80520	84	0.016	15
NORD	80807	80945	138	0.016	15
SUD	81020	81124	104	0.001	10
NORD	81021	81131	110	0.001	10
SUD	82004	82202	198	0.010	15
NORD	81975	82200	225	0.002	10
SUD	82407	82457	50	0.016	15
NORD	82407	82443	36	0.016	15
SUD	84220	84255	35	0.014	15
NORD	84220	84255	35	0.014	15
SUD	84415	84438	23	0.016	15
NORD	84375	84499	124	0.016	15
SUD	85208	85262	54	0.016	15
NORD	85208	85343	135	0.016	15
NORD	85353	85393	40	0.016	15
SUD	85720	85745	25	0.015	15
NORD	85709	85745	36	0.015	15
SUD	85824	85900	76	0.015	15
SUD	85993	86074	81	0.015	15
NORD	85824	85910	86	0.015	15
NORD	85983	86093	110	0.015	15
SUD	86225	86384	159	0.016	15
NORD	86180	86424	244	0.016	15
SUD	86819	86889	70	0.016	15
NORD	86800	86898	98	0.016	15



Lato	PK_i km	PK_f km	estensione tratta m	pendenza minima m/m	Interasse medio m
SUD	87105	87150	45	0.016	15
SUD	87170	87435	265	0.002	10
NORD	87105	87155	50	0.016	15
NORD	87172	87565	393	0.002	10
NORD	87737	87825	88	0.017	15
NORD	87860	87925	65	0.017	15
SUD	87775	87925	150	0.017	15
SUD	88000	88185	185	0.017	15
SUD	88295	88665	370	0.014	15
NORD	88000	88100	100	0.017	15
NORD	88150	88230	80	0.017	15
NORD	88268	88705	437	0.013	15
NORD	88853	88960	107	0.013	15
SUD	89055	89347	292	0.013	15
SUD	89580	90001	421	0.013	15
NORD	89035	89313	278	0.013	15
NORD	89595	90010	415	0.013	15
SUD	90255	90436	181	0.002	15
NORD	90257	90442	185	0.002	15
NORD	92075	92105	30	0.015	15
SUD	92350	92786	436	0.016	15
SUD	93381	93615	234	0.016	15
SUD	93908	95080	1172	0.000	15
NORD	92330	92785	455	0.016	15
NORD	93482	93565	83	0.016	15
NORD	93975	94120	145	0.016	15
NORD	94335	95132	797	0.016	15

Tratte 3 e 4

Lato	PK_i km	PK_f km	estensione tratta m	pendenza minima m/m	Interasse medio m
NORD	96185	96460	275	0.017	15
NORD	96865	97060	195	0.017	15
NORD	97187	97215	28	0.017	15
NORD	97292	97450	158	0.017	15
NORD	97534	97783	249	0.017	15
NORD	97925	98000	75	0.017	15
NORD	98475	98790	315	0.017	15
NORD	98948	99092	144	0.016	15
NORD	99300	99640	340	0.001	15
NORD	99850	100386	536	0.001	10
NORD	100394	100575	181	0.001	10
NORD	100826	100962	136	0.001	10
NORD	101550	101830	280	0.002	15
NORD	101840	101940	100	0.002	15
NORD	102600	102812	212	0.003	15
NORD	103358	103412	54	0.003	15
NORD	104372	104543	171	0.008	15
NORD	104629	104680	51	0.014	15
NORD	104690	104731	41	0.014	15
NORD	104950	105145	195	0.014	15
NORD	105150	105210	60	0.014	15
NORD	105236	105315	79	0.014	15
NORD	105320	105340	20	0.014	15
NORD	105750	105825	75	0.014	15
NORD	106085	106145	60	0.014	15
NORD	106150	106230	80	0.014	15
NORD	107775	107913	138	0.016	15
NORD	107920	108196	276	0.016	15
NORD	108203	108300	97	0.016	15
NORD	108615	108770	155	0.016	15
NORD	108785	108815	30	0.016	15
NORD	109130	109230	100	0.016	15
NORD	109435	109655	220	0.016	15
NORD	109665	109740	75	0.016	15
NORD	109960	110270	310	0.016	15
NORD	110500	110620	120	0.016	15

Lato	PK_i km	PK_f km	estensione tratta m	pendenza minima m/m	Interasse medio m
NORD	110625	110730	105	0.016	15
NORD	110855	111030	175	0.016	15
NORD	111035	111245	210	0.016	15
NORD	111805	111925	120	0.016	15
NORD	111930	112225	295	0.016	15
NORD	112230	112455	225	0.016	15
NORD	112930	113195	265	0.016	15
NORD	113330	113440	110	0.016	15
NORD	113540	113665	125	0.009	15
NORD	114375	114470	95	0.001	10
NORD	114430	114790	360	0.007	15
NORD	114795	114870	75	0.007	15
NORD	115769	116265	496	0.007	15
NORD	116215	116440	225	0.007	15
SUD	96175	96475	300	0.017	15
SUD	96860	97085	225	0.017	15
SUD	97175	97215	40	0.017	15
SUD	97292	97450	158	0.017	15
SUD	97534	97795	261	0.017	15
SUD	97925	98015	90	0.017	15
SUD	98450	98820	370	0.017	15
SUD	98930	99092	162	0.016	15
SUD	99300	99640	340	0.001	15
SUD	99884	100392	508	0.001	10
SUD	100400	100592	192	0.001	10
SUD	100806	100950	144	0.001	10
SUD	101620	101830	210	0.002	15
SUD	101840	101875	35	0.002	15
SUD	102525	102572	47	0.003	15
SUD	102610	102825	215	0.003	15
SUD	103354	103412	58	0.003	15
SUD	104372	104584	212	0.008	15
SUD	104618	104680	62	0.014	15
SUD	104690	104742	52	0.014	15
SUD	104945	105145	200	0.014	15

Lato	PK_i km	PK_f km	estensione tratta m	pendenza minima m/m	Interasse medio m
SUD	105150	105315	165	0.014	15
SUD	105320	105340	20	0.014	15
SUD	105640	106400	760	0.003	15
SUD	106465	106570	105	0.003	15
SUD	106677	106718	41	0.003	10
SUD	107765	107913	148	0.016	15
SUD	107920	107990	70	0.016	15
SUD	108150	108195	45	0.016	15
SUD	108203	108225	22	0.016	15
SUD	108740	108775	35	0.016	15
SUD	109450	109655	205	0.016	15
SUD	109665	109740	75	0.016	15
SUD	109930	110230	300	0.016	15
SUD	110560	110620	60	0.016	15
SUD	110625	110655	30	0.016	15
SUD	110895	111030	135	0.016	15
SUD	111035	111080	45	0.016	15
SUD	111810	111925	115	0.016	15
SUD	111930	112225	295	0.016	15
SUD	112230	112385	155	0.016	15
SUD	113020	113130	110	0.016	15
SUD	114375	114470	95	0.001	10
SUD	114430	114790	360	0.007	15
SUD	114795	114865	70	0.007	15
SUD	115695	115760	65	0.007	15
SUD	115775	116265	490	0.007	15
SUD	116215	116440	225	0.007	15

## 4.2 ALLEGATO B - CANALETTA DI PIATTAFORMA

Verifica canalette di piattaforma – vengono indicati: Lato Nord/Sud; PK<sub>i</sub>/PK<sub>f</sub>: progressiva iniziale/finale; S: pendenza canaletta; A<sub>ballast</sub>: superficie semi-piattaforma ferroviaria (sub-ballast); sezione in trincea; A<sub>trincea</sub>: superficie bacino in trincea; A<sub>eq</sub>: superficie equivalente complessiva; Q portata di verifica; h: tirante idrico; b: base canaletta; R: raggio idraulico; G: riempimento (percentuale).

Tratte 1 e 2

Lato	PK <sub>i</sub> km	PK <sub>f</sub> km	pend. m/m	Area ballast ha	sez. trincea mq/m	Area equiv. ha	portata verifica m <sup>3</sup> /s	h tirante m	b largh. m	Raggio idr. m	grado riemp.
NORD	74045	74210	0.014	0.07	4.00	0.10	0.058	0.09	0.50	0.07	22%
NORD	75601	75675	0.014	0.03	3.00	0.04	0.023	0.05	0.50	0.04	12%
NORD	75875	75970	0.014	0.04	7.00	0.08	0.051	0.08	0.50	0.06	20%
NORD	76230	76250	0.017	0.01	6.00	0.01	0.008	0.02	0.50	0.02	6%
NORD	76543	76892	0.016	0.15	3.50	0.21	0.116	0.14	0.50	0.09	34%
NORD	76892	77025	0.016	0.06	4.00	0.08	0.047	0.07	0.50	0.06	19%
NORD	77080	77285	0.016	0.09	10.00	0.20	0.114	0.14	0.50	0.09	34%
NORD	77587	77695	0.015	0.05	8.00	0.19	0.109	0.13	0.50	0.09	33%
NORD	77695	77873	0.015	0.07	3.00	0.10	0.056	0.08	0.50	0.06	21%
NORD	78137	78335	0.016	0.08	10.00	0.19	0.110	0.13	0.50	0.09	33%
NORD	78760	78870	0.017	0.05	10.00	0.11	0.061	0.09	0.50	0.06	21%
NORD	78900	79021	0.016	0.05	12.00	0.13	0.075	0.10	0.50	0.07	26%
NORD	79200	79310	0.016	0.05	3.00	0.06	0.035	0.06	0.50	0.05	15%
NORD	79550	79620	0.016	0.03	3.00	0.04	0.022	0.05	0.50	0.04	12%
NORD	79635	79730	0.016	0.04	2.00	0.05	0.027	0.05	0.50	0.04	13%
NORD	79958	80121	0.016	0.07	1.50	0.08	0.043	0.07	0.50	0.05	18%
NORD	80412	80430	0.016	0.01	1.00	0.01	0.004	0.02	0.50	0.02	4%
NORD	80600	80806	0.016	0.09	2.50	0.11	0.062	0.09	0.50	0.07	22%
NORD	80945	81021	0.015	0.03	2.00	0.04	0.021	0.05	0.50	0.04	11%
NORD	81135	81950	0.001	0.34	1.80	0.40	0.225	0.30	1.00	0.19	74%
NORD	82442	82520	0.014	0.03	3.50	0.05	0.026	0.05	0.50	0.04	13%
NORD	84150	84200	0.014	0.02	5.00	0.03	0.019	0.04	0.50	0.04	11%
NORD	84500	84722	0.016	0.09	3.00	0.12	0.070	0.10	0.50	0.07	24%
NORD	84830	84950	0.016	0.05	8.50	0.11	0.085	0.11	0.50	0.08	28%
NORD	85040	85105	0.016	0.03	5.00	0.04	0.025	0.05	0.50	0.04	12%
NORD	85405	85480	0.015	0.03	6.00	0.06	0.070	0.10	0.50	0.07	25%
NORD	85625	85710	0.015	0.04	7.00	0.07	0.038	0.07	0.50	0.05	17%
NORD	86470	86425	0.016	0.02	5.00	0.03	0.056	0.08	0.50	0.06	21%
NORD	86750	86650	0.015	0.04	5.00	0.07	0.038	0.07	0.50	0.05	16%
NORD	86800	86750	0.015	0.02	5.00	0.03	0.019	0.04	0.50	0.04	11%

Lato	PK_i km	PK_f km	pend. m/m	Area ballast ha	sez. trincea mq/m	Area equiv. ha	portata verifica m <sup>3</sup> /s	h tirante m	b largh. m	Raggio idr. m	grado riemp.
NORD	86950	86900	0.017	0.02	5.00	0.03	0.019	0.04	0.50	0.04	10%
NORD	87125	87050	0.016	0.03	5.00	0.05	0.029	0.05	0.50	0.04	14%
NORD	87700	87575	0.006	0.05	2.00	0.06	0.035	0.08	0.50	0.06	21%
NORD	88850	88700	0.013	0.06	2.00	0.07	0.042	0.07	0.50	0.06	18%
NORD	89025	88975	0.013	0.02	1.00	0.02	0.012	0.03	0.50	0.03	8%
NORD	89575	89325	0.013	0.11	5.00	0.17	0.096	0.13	0.50	0.08	32%
NORD	90020	90250	0.010	0.10	3.00	0.13	0.073	0.12	0.50	0.08	29%
NORD	90450	90600	0.002	0.06	1.00	0.07	0.037	0.12	0.50	0.08	31%
NORD	90600	91350	0.002	0.32	3.00	0.42	0.237	0.25	1.00	0.17	62%
NORD	91850	92100	0.014	0.11	3.00	0.14	0.354	0.30	1.00	0.19	75%
NORD	92125	92325	0.016	0.08	1.00	0.09	0.050	0.08	0.50	0.06	19%
NORD	92800	93125	0.017	0.14	5.00	0.22	0.125	0.14	0.50	0.09	35%
NORD	93125	93375	0.017	0.11	5.00	0.17	0.096	0.12	0.50	0.08	29%
NORD	93575	93975	0.016	0.17	7.00	0.32	0.181	0.19	0.50	0.11	47%
NORD	94125	94225	0.016	0.04	5.00	0.07	0.038	0.07	0.50	0.05	16%
SUD	74045	74127	0.0132	0.03	6.00	0.06	0.034	0.06	0.50	0.05	16%
SUD	75284	75360	0.0154	0.00	0.00	0.00	0.023	0.05	0.50	0.04	12%
SUD	75601	75700	0.0144	0.04	3.00	0.06	0.031	0.06	0.50	0.05	15%
SUD	75875	75970	0.0145	0.04	9.00	0.09	0.058	0.09	0.50	0.07	22%
SUD	76200	76225	0.0174	0.01	4.00	0.02	0.009	0.02	0.50	0.02	6%
SUD	76545	76600	0.0164	0.02	3.00	0.03	0.017	0.04	0.50	0.03	10%
SUD	76794	76810	0.0166	0.01	3.00	0.01	0.005	0.02	0.50	0.02	5%
SUD	77192	77215	0.0156	0.01	2.00	0.01	0.006	0.02	0.50	0.02	5%
SUD	77622	77800	0.0152	0.07	3.50	0.10	0.059	0.09	0.50	0.07	22%
SUD	78160	78328	0.0160	0.07	6.00	0.12	0.070	0.10	0.50	0.07	24%
SUD	78753	78880	0.0172	0.05	16.00	0.17	0.096	0.12	0.50	0.08	29%
SUD	78900	79040	0.0156	0.06	20.00	0.22	0.125	0.15	0.50	0.09	37%
SUD	79163	79392	0.0156	0.10	7.50	0.19	0.108	0.13	0.50	0.09	33%
SUD	79351	79940	0.0156	0.25	1.50	0.28	0.156	0.17	0.50	0.10	43%
SUD	79940	80133	0.0158	0.08	5.50	0.14	0.078	0.10	0.50	0.07	26%
SUD	80168	80280	0.0168	0.05	2.50	0.06	0.034	0.06	0.50	0.05	15%
SUD	80412	80467	0.0160	0.02	2.00	0.03	0.016	0.04	0.50	0.03	9%
SUD	80467	80540	0.0159	0.03	2.00	0.04	0.021	0.04	0.50	0.04	11%
SUD	80600	80880	0.0158	0.12	2.50	0.15	0.084	0.11	0.50	0.08	28%
SUD	80924	81018	0.0150	0.04	2.00	0.05	0.027	0.05	0.50	0.04	13%
SUD	81129	81277	0.0012	0.06	3.00	0.08	0.047	0.18	0.50	0.11	45%
SUD	81277	81955	0.0012	0.28	2.00	0.34	0.192	0.26	1.00	0.17	66%

Lato	PK_i km	PK_f km	pend. m/m	Area ballast ha	sez. trincea mq/m	Area equiv. ha	portata verifica m <sup>3</sup> /s	h tirante m	b largh. m	Raggio idr. m	grado riemp.
SUD	82458	82525	0.0145	0.03	5.00	0.05	0.026	0.05	0.50	0.04	13%
SUD	84150	84210	0.0144	0.03	5.00	0.04	0.023	0.05	0.50	0.04	12%
SUD	84360	84420	0.0156	0.03	2.00	0.03	0.017	0.04	0.50	0.03	10%
SUD	84455	84730	0.0158	0.12	6.00	0.20	0.115	0.14	0.50	0.09	34%
SUD	84830	84940	0.0156	0.05	8.50	0.10	0.090	0.12	0.50	0.08	29%
SUD	85030	85120	0.0156	0.04	5.00	0.06	0.035	0.06	0.50	0.05	15%
SUD	85270	85745	0.0151	0.20	7.00	0.38	0.260	0.25	0.50	0.13	63%
SUD	85625	85720	0.0148	0.04	7.50	0.08	0.045	0.07	0.50	0.06	18%
SUD	85910	85990	0.0152	0.03	2.00	0.04	0.023	0.05	0.50	0.04	12%
SUD	86077	86223	0.0158	0.06	2.00	0.07	0.041	0.07	0.50	0.05	17%
SUD	86825	86750	0.0152	0.03	5.00	0.05	0.029	0.05	0.50	0.04	14%
SUD	86470	86375	0.0156	0.04	5.00	0.06	0.075	0.10	0.50	0.07	26%
SUD	86750	86650	0.0152	0.04	5.00	0.07	0.038	0.07	0.50	0.05	16%
SUD	86950	86900	0.0167	0.02	5.00	0.03	0.048	0.07	0.50	0.06	18%
SUD	87125	87050	0.0156	0.03	5.00	0.05	0.029	0.05	0.50	0.04	14%
SUD	88000	87425	0.0019	0.24	0.00	0.22	0.123	0.17	1.00	0.13	42%
SUD	89000	88650	0.0135	0.15	4.00	0.22	0.123	0.15	0.50	0.09	38%
SUD	89025	89000	0.0135	0.01	4.00	0.02	0.009	0.03	0.50	0.02	7%
SUD	90020	90250	0.0098	0.10	3.00	0.13	0.073	0.12	0.50	0.08	29%
SUD	90450	90600	0.0022	0.06	1.00	0.07	0.037	0.12	0.50	0.08	31%
SUD	90600	91350	0.0022	0.32	3.00	0.42	0.237	0.25	1.00	0.17	62%
SUD	91850	92100	0.0136	0.11	3.00	0.14	0.354	0.30	1.00	0.19	75%
SUD	92085	92325	0.0154	0.10	2.00	0.12	0.068	0.10	0.50	0.07	24%
SUD	92800	93240	0.0170	0.18	5.00	0.30	0.169	0.17	0.50	0.10	44%
SUD	93625	93925	0.0157	0.13	1.50	0.14	0.080	0.11	0.50	0.07	27%
SUD	93125	93240	0.0170	0.05	1.00	0.05	0.029	0.05	0.50	0.04	13%

Tratte 3 e 4

Lato	PK_i km	PK_f km	pend. m/m	Area ballast ha	sez. trincea mq/m	Area equiv. ha	portata verifica m <sup>3</sup> /s	h tirante m	b largh. m	Raggio idr. m	grado riemp.
NORD	95400	95675	0.0097	0.12	6.50	0.21	0.120	0.21	0.40	0.10	52%
NORD	95744	95675	0.0010	0.03	10.10	0.07	0.039	0.21	0.40	0.10	52%
NORD	96055	96190	0.0164	0.06	5.70	0.10	0.055	0.10	0.40	0.07	24%
NORD	96460	96870	0.0164	0.17	11.00	0.43	0.242	0.29	0.40	0.12	72%
NORD	97060	97180	0.0164	0.05	5.60	0.09	0.049	0.09	0.40	0.06	23%
NORD	97780	97918	0.0164	0.06	7.00	0.11	0.062	0.11	0.40	0.07	27%
NORD	98000	98475	0.0167	0.20	9.00	0.44	0.247	0.29	0.40	0.12	73%
NORD	98780	98950	0.0167	0.07	0.50	0.07	0.039	0.08	0.40	0.06	19%
NORD	99650	99850	0.0030	0.08	0.10	0.08	0.044	0.15	0.40	0.09	38%
NORD	101400	101200	0.0030	0.08	5.00	0.14	0.077	0.23	0.40	0.11	58%
NORD	101200	100950	0.0030	0.11	5.00	0.17	0.173	0.28	1.00	0.18	71%
NORD	101400	101550	0.0030	0.06	5.00	0.10	0.058	0.19	0.40	0.10	46%
NORD	102442	102300	0.0012	0.06	0.00	0.05	0.030	0.11	1.00	0.09	29%
NORD	102300	102100	0.0012	0.08	0.00	0.08	0.073	0.21	1.00	0.15	53%
NORD	102100	101950	0.0012	0.06	0.00	0.06	0.106	0.27	1.00	0.18	69%
NORD	102500	102442	0.0012	0.02	0.00	0.02	0.012	0.08	0.40	0.06	21%
NORD	103200	102830	0.0048	0.16	4.50	0.24	0.136	0.30	0.40	0.12	75%
NORD	103350	103200	0.0048	0.06	4.00	0.09	0.053	0.15	0.40	0.08	36%
NORD	103575	103415	0.0048	0.07	5.00	0.11	0.062	0.16	0.40	0.09	41%
NORD	104275	104360	0.0078	0.04	5.00	0.06	0.033	0.09	0.40	0.06	22%
NORD	104725	104950	0.0078	0.09	10.00	0.22	0.125	0.23	0.40	0.11	58%
NORD	105350	105750	0.0120	0.17	0.00	0.15	0.086	0.15	0.40	0.09	37%
NORD	105825	106080	0.0150	0.11	0.00	0.10	0.055	0.10	0.40	0.07	25%
NORD	106230	106444	0.0150	0.09	3.00	0.12	0.068	0.12	0.40	0.07	29%
NORD	106450	106800	0.0020	0.15	0.50	0.14	0.081	0.28	0.40	0.12	70%
NORD	106800	107200	0.0020	0.17	0.00	0.15	0.167	0.20	1.00	0.14	50%
NORD	107200	107780	0.0020	0.24	0.00	0.22	0.291	0.30	1.00	0.19	74%
NORD	108300	108425	0.0150	0.05	1.00	0.05	0.031	0.07	0.40	0.05	17%
NORD	108425	108625	0.0150	0.08	1.00	0.09	0.050	0.09	0.40	0.06	24%
NORD	108825	109125	0.0150	0.13	2.00	0.15	0.085	0.14	0.40	0.08	34%
NORD	109225	109350	0.0150	0.05	3.00	0.07	0.040	0.08	0.40	0.06	20%
NORD	109350	109430	0.0150	0.03	3.00	0.04	0.025	0.06	0.40	0.05	15%
NORD	109750	109975	0.0120	0.09	2.00	0.11	0.064	0.12	0.40	0.08	30%



Lato	PK_i km	PK_f km	pend. m/m	Area ballast ha	sez. trincea mq/m	Area equiv. ha	portata verifica m <sup>3</sup> /s	h tirante m	b largh. m	Raggio idr. m	grado riemp.
NORD	110275	110510	0.0120	0.10	3.00	0.13	0.074	0.06	0.40	0.05	16%
NORD	110750	110850	0.0120	0.04	2.00	0.05	0.028	0.07	0.40	0.05	17%
NORD	111500	111283	0.0170	0.09	3.00	0.12	0.069	0.11	0.40	0.07	28%
NORD	111283	111444	0.0170	0.07	4.00	0.10	0.056	0.10	0.40	0.07	24%
NORD	111444	111800	0.0170	0.15	4.00	0.22	0.125	0.17	0.40	0.09	43%
NORD	112475	112650	0.0170	0.07	1.00	0.08	0.043	0.08	0.40	0.06	21%
NORD	112650	112750	0.0170	0.04	1.00	0.04	0.025	0.06	0.40	0.04	14%
NORD	112750	112850	0.0170	0.04	3.00	0.06	0.032	0.07	0.40	0.05	17%
NORD	112850	112925	0.0170	0.03	2.00	0.04	0.021	0.05	0.40	0.04	13%
NORD	113660	113900	0.0020	0.10	1.00	0.11	0.060	0.22	0.40	0.11	55%
NORD	113900	114150	0.0020	0.11	2.00	0.12	0.130	0.30	0.50	0.14	75%
NORD	114150	114350	0.0020	0.08	3.00	0.11	0.194	0.22	1.00	0.15	56%
NORD	114900	115100	0.0050	0.08	2.00	0.10	0.057	0.15	0.40	0.09	38%
NORD	115100	115575	0.0050	0.20	2.00	0.24	0.191	0.16	1.00	0.12	41%
NORD	116580	116680	0.0050	0.04	1.00	0.04	0.025	0.09	0.40	0.06	21%
NORD	116680	117030	0.0050	0.15	1.00	0.15	0.112	0.25	0.40	0.11	63%
NORD	117500	117819	0.0025	0.13	0.00	0.12	0.068	0.23	0.40	0.11	56%
NORD	117820	117883	0.0010	0.03	0.00	0.02	0.014	0.10	0.40	0.07	24%
NORD	117883	117992	0.0010	0.05	0.00	0.04	0.023	0.14	0.40	0.08	36%
NORD	117992	118177	0.0010	0.08	0.00	0.07	0.040	0.21	0.40	0.10	53%
NORD	118177	118488	0.0010	0.13	0.00	0.12	0.067	0.30	0.40	0.12	75%
NORD	118488	118639	0.0010	0.06	0.00	0.06	0.032	0.18	0.40	0.10	46%
NORD	118639	118677	0.0010	0.02	0.00	0.01	0.008	0.07	0.40	0.05	18%
NORD	118698	119063	0.0010	0.15	1.00	0.16	0.091	0.17	1.00	0.13	42%
SUD	95400	95675	0.0097	0.12	2.50	0.15	0.082	0.16	0.40	0.09	39%
SUD	95744	95675	0.0010	0.03	7.20	0.06	0.032	0.18	0.40	0.09	45%
SUD	96055	96180	0.0164	0.05	5.70	0.09	0.051	0.09	0.40	0.06	23%
SUD	96470	96855	0.0164	0.16	7.50	0.32	0.181	0.23	0.40	0.11	58%
SUD	97090	97175	0.0164	0.04	2.00	0.04	0.024	0.06	0.40	0.04	14%
SUD	97800	97913	0.0164	0.05	4.00	0.07	0.040	0.08	0.40	0.06	19%
SUD	98010	98460	0.0167	0.19	8.00	0.39	0.219	0.27	0.40	0.11	67%
SUD	98825	98925	0.0167	0.04	0.10	0.04	0.022	0.05	0.40	0.04	13%
SUD	99650	99900	0.0030	0.11	0.10	0.10	0.054	0.18	0.40	0.09	44%
SUD	101400	101200	0.0030	0.08	7.50	0.17	0.094	0.21	0.50	0.12	54%
SUD	101200	100950	0.0030	0.11	5.00	0.17	0.190	0.30	1.00	0.19	74%
SUD	101400	101625	0.0030	0.09	7.50	0.19	0.106	0.30	0.40	0.12	74%

Lato	PK_i km	PK_f km	pend. m/m	Area ballast ha	sez. trincea mq/m	Area equiv. ha	portata verifica m <sup>3</sup> /s	h tirante m	b largh. m	Raggio idr. m	grado riemp.
SUD	102442	102300	0.0012	0.06	0.00	0.05	0.030	0.12	1.00	0.09	29%
SUD	102300	102100	0.0012	0.08	0.00	0.08	0.073	0.21	1.00	0.15	53%
SUD	102100	101875	0.0012	0.09	0.00	0.09	0.122	0.30	1.00	0.19	75%
SUD	102500	102442	0.0012	0.02	0.00	0.02	0.012	0.08	0.40	0.06	21%
SUD	103200	102830	0.0048	0.16	4.50	0.24	0.136	0.30	0.40	0.12	75%
SUD	103350	103200	0.0048	0.06	4.00	0.09	0.053	0.15	0.40	0.08	36%
SUD	103575	103415	0.0048	0.07	5.00	0.11	0.062	0.16	0.40	0.09	41%
SUD	104275	104370	0.0078	0.04	5.00	0.06	0.037	0.10	0.40	0.06	24%
SUD	104750	104950	0.0078	0.08	10.00	0.20	0.111	0.21	0.40	0.10	53%
SUD	105350	105650	0.0120	0.13	1.00	0.13	0.075	0.13	0.40	0.08	34%
SUD	106720	106800	0.0020	0.03	0.00	0.03	0.017	0.09	0.40	0.06	23%
SUD	106800	107200	0.0020	0.17	0.00	0.15	0.103	0.27	0.50	0.13	67%
SUD	107200	107750	0.0020	0.23	0.00	0.21	0.221	0.24	1.00	0.16	61%
SUD	108000	108142	0.0159	0.06	1.00	0.06	0.035	0.07	0.40	0.05	18%
SUD	108275	108425	0.0150	0.06	0.00	0.06	0.032	0.07	0.40	0.05	17%
SUD	108425	108625	0.0150	0.08	2.00	0.10	0.057	0.10	0.40	0.07	26%
SUD	108625	108750	0.0150	0.05	2.00	0.06	0.035	0.07	0.40	0.05	18%
SUD	108800	109200	0.0150	0.17	4.00	0.25	0.140	0.20	0.40	0.10	50%
SUD	109200	109350	0.0150	0.06	4.00	0.09	0.053	0.10	0.40	0.07	24%
SUD	109350	109450	0.0150	0.04	4.00	0.06	0.035	0.07	0.40	0.05	18%
SUD	109750	109925	0.0120	0.07	3.00	0.10	0.055	0.11	0.40	0.07	27%
SUD	110240	110550	0.0120	0.13	5.00	0.21	0.119	0.11	0.40	0.07	26%
SUD	110650	110900	0.0120	0.11	6.00	0.18	0.105	0.17	0.40	0.09	43%
SUD	111500	111283	0.0170	0.09	3.00	0.12	0.069	0.11	0.40	0.07	28%
SUD	111283	111444	0.0170	0.07	4.00	0.10	0.056	0.10	0.40	0.07	24%
SUD	111444	111800	0.0170	0.15	4.00	0.22	0.125	0.17	0.40	0.09	43%
SUD	112375	112650	0.0170	0.12	3.00	0.15	0.087	0.13	0.40	0.08	33%
SUD	112650	112750	0.0170	0.04	3.00	0.06	0.032	0.07	0.40	0.05	17%
SUD	112750	112850	0.0170	0.04	4.00	0.06	0.035	0.07	0.40	0.05	18%
SUD	112850	113025	0.0170	0.07	4.00	0.11	0.061	0.10	0.40	0.07	26%
SUD	113524	113900	0.0020	0.16	1.00	0.16	0.093	0.30	0.40	0.12	75%
SUD	113900	114150	0.0020	0.11	2.00	0.12	0.164	0.19	1.00	0.14	48%
SUD	114150	114371	0.0020	0.09	3.00	0.12	0.234	0.24	1.00	0.16	59%
SUD	114900	115100	0.0050	0.08	2.00	0.10	0.057	0.15	0.40	0.09	38%
SUD	115100	115575	0.0050	0.20	2.00	0.24	0.191	0.16	1.00	0.12	40%
SUD	116580	116680	0.0050	0.04	1.00	0.04	0.025	0.09	0.40	0.06	21%

Lato	PK_i km	PK_f km	pend. m/m	Area ballast ha	sez. trincea mq/m	Area equiv. ha	portata verifica m <sup>3</sup> /s	h tirante m	b largh. m	Raggio idr. m	grado riemp.
SUD	116680	117015	0.0050	0.14	2.00	0.17	0.095	0.22	0.40	0.11	56%
SUD	117200	117400	0.0050	0.08	0.00	0.08	0.043	0.13	0.40	0.08	31%
SUD	117450	117819	0.0025	0.15	0.00	0.14	0.079	0.25	0.40	0.11	63%

### 4.3 ALLEGATO C – FOSSI DI GUARDIA

Verifica fossi di guardia – Lato Nord/Sud; PK<sub>i</sub>/PK<sub>f</sub>: progressiva iniziale/finale; Qi/Qf: quota iniziale/finale; s: pendenza fosso; Q<sub>can</sub>: portata canaletta di piattaforma; A<sub>bac</sub>: sezione bacino esterno; A<sub>rl</sub>: sezione rilevato; A<sub>bal</sub>: sezione ballast; A<sub>eq</sub>: superficie equivalente; Q<sub>d</sub>: portata di progetto; h: tirante idrico; b: base fosso; R: raggio idraulico; G: riempimento (percentuale).

Lat o	PK <sub>i</sub> km	PK <sub>f</sub> km	Qi m	Qf m	s m/m	Q <sub>can</sub> mc/s	A <sub>bac</sub> mq/m	A <sub>rl</sub> mq/m	A <sub>bal</sub> mq/m	A <sub>eq</sub> ha	Q <sub>d</sub> mc/s	h m	b m	R m	G
S	74575	74275	53.50	42.00	0.038	0.000	5.0	8.0	4.2	0.32	0.119	0.12	0.50	0.09	24%
S	75600	75800	81.50	69.50	0.060	0.000	5.0	0.0	0.0	0.04	0.015	0.03	0.50	0.03	6%
S	75970	75800	89.00	69.50	0.115	0.058	5.0	0.0	0.0	0.03	0.071	0.06	0.50	0.05	13%
S	76600	76700	86.00	80.00	0.060	0.000	5.0	12.0	4.2	0.13	0.049	0.06	0.50	0.05	12%
N	76800	76900	95.00	94.50	0.005	0.000	2.0	0.0	0.0	0.01	0.003	0.37	0.50	0.21	73%
N	76800	76500	95.00	78.00	0.057	0.116	2.0	0.0	0.0	0.02	0.125	0.37	0.50	0.21	73%
S	76800	76700	91.00	80.00	0.110	0.000	5.0	12.0	4.2	0.13	0.049	0.05	0.50	0.04	10%
N	76950	77050	95.00	93.00	0.020	0.000	2.0	0.0	0.0	0.01	0.003	0.37	0.50	0.21	73%
N	76950	76900	95.00	94.50	0.010	0.000	2.0	0.0	0.0	0.00	0.002	0.37	0.50	0.21	73%
S	77050	76900	90.50	90.00	0.003	0.000	5.0	7.0	4.2	0.15	0.056	0.16	0.50	0.11	32%
S	77150	77050	96.50	90.50		0.000	5.0	12.0	4.2	0.13	0.049	0.01	0.50	0.01	1%
N	77200	77425	105.00	96.00	0.040	0.000	2.0	5.0	4.2	0.17	0.064	0.37	0.50	0.21	73%
N	77200	77050	105.00	93.00	0.080	0.000	2.0	0.0	0.0	0.01	0.005	0.37	0.50	0.21	73%
S	77200	77425	96.00	91.00	0.022	0.000	5.0	12.0	4.2	0.29	0.110	0.13	0.50	0.10	27%
N	77650	77923	110.00	105.50	0.016	0.000	2.0	2.0	1.0	0.08	0.030	0.37	0.50	0.21	73%
N	77650	77425	110.00	96.00	0.062	0.056	2.0	5.0	4.2	0.17	0.120	0.37	0.50	0.21	73%
S	77750	77923	108.00	103.50	0.026	0.000	5.0	7.0	3.0	0.15	0.058	0.09	0.50	0.07	18%
S	77750	77425	108.00	91.00	0.052	0.059	5.0	12.0	4.2	0.42	0.217	0.16	0.50	0.11	31%
N	78250	78350	123.00	113.50	0.095	0.000	2.0	2.0	2.0	0.04	0.014	0.37	0.50	0.21	73%
N	78250	77923	123.00	105.50	0.054	0.110	2.0	4.0	2.0	0.16	0.171	0.37	0.50	0.21	73%
S	78250	78350	116.50	111.00	0.055	0.000	5.0	0.0	0.0	0.02	0.008	0.02	0.50	0.02	4%
S	78250	77923	116.50	103.50	0.040	0.070	5.0	5.0	3.0	0.25	0.164	0.14	0.50	0.10	29%
S	78750	78660	125.00	120.50	0.050	0.096	5.0	1.0	4.2	0.06	0.118	0.11	0.50	0.08	22%
N	78825	78875	132.50	125.00	0.150	0.061	2.0	0.0	0.0	0.00	0.063	0.37	0.50	0.21	73%
N	78825	78660	132.50	117.00	0.094	0.000	2.0	7.0	4.2	0.14	0.054	0.37	0.50	0.21	73%
S	79000	79150	137.00	124.50	0.083	0.000	5.0	0.0	0.0	0.03	0.011	0.02	0.50	0.02	5%
S	79000	78900	137.00	127.00	0.100	0.000	5.0	0.0	0.0	0.02	0.008	0.02	0.50	0.02	4%
N	79050	79150	120.00	119.00	0.010	0.000	5.0	10.0	4.2	0.12	0.044	0.37	0.50	0.21	73%

N	79350	79450	128.00	127.00	0.010	0.000	2.0	7.0	4.2	0.09	0.033	0.37	0.50	0.21	73%
N	79350	79150	128.00	119.00	0.045	0.035	2.0	2.0	2.0	0.08	0.064	0.37	0.50	0.21	73%
S	79350	79150	136.50	124.50	0.060	0.108	5.0	0.0	0.0	0.04	0.123	0.11	0.50	0.08	22%
S	79825	79550	143.00	138.00	0.018	0.000	5.0	0.0	0.0	0.06	0.021	0.05	0.50	0.05	11%
N	79900	79750	139.00	135.00	0.027	0.000	2.0	0.0	0.0	0.01	0.005	0.02	0.50	0.02	4%
N	80050	80350	147.00	145.00	0.007	0.053	2.0	0.0	0.0	0.02	0.062	0.14	0.50	0.10	27%
S	80050	80150	145.50	144.00	0.015	0.000	5.0	0.0	0.0	0.02	0.008	0.03	0.50	0.03	6%
S	80300	80150	149.00	144.00	0.033	0.034	5.0	0.0	0.0	0.03	0.045	0.07	0.50	0.06	14%
S	80750	80650	158.50	158.00	0.005	0.000	5.0	0.0	0.0	0.02	0.008	0.04	0.50	0.04	9%
N	81000	81150	160.00	159.00	0.007	0.000	2.0	2.0	4.2	0.09	0.033	0.09	0.50	0.07	19%
N	81000	80900	160.00	153.00	0.070	0.021	2.0	1.0	1.0	0.02	0.030	0.04	0.50	0.04	9%
S	81100	80900	160.50	152.20	0.042	0.047	2.0	1.0	1.0	0.05	0.064	0.08	0.50	0.07	16%
N	81800	81150	160.00	159.00	0.002	0.000	2.0	0.0	0.0	0.05	0.020	0.11	0.50	0.08	22%
S	81850	81150	161.00	160.50	0.001	0.000	2.0	0.0	0.0	0.06	0.021	0.14	0.50	0.10	28%
N	82200	82050	157.00	155.50	0.010	0.000	2.0	7.0	4.2	0.13	0.049	0.11	0.50	0.08	21%
S	82200	82050	157.00	156.50	0.003	0.000	2.0	8.0	4.2	0.14	0.053	0.15	0.50	0.11	31%
S	82460	82400	168.00	161.00	0.117	0.026	2.0	4.0	3.0	0.04	0.039	0.04	0.50	0.04	9%
N	82520	82400	180.00	162.00	0.150	0.026	2.0	1.0	1.0	0.03	0.036	0.04	0.50	0.04	8%
N	84500	84425	194.00	189.00	0.067	0.000	4.0	4.0	4.2	0.06	0.022	0.04	0.50	0.03	8%
S	84610	84725	213.00	200.00	0.113	0.000	3.0	0.0	0.0	0.01	0.005	0.01	0.50	0.01	3%
S	84610	84500	213.00	200.00	0.118	0.000	3.0	0.0	0.0	0.01	0.005	0.01	0.50	0.01	3%
N	85050	85125	215.00	201.00	0.187	0.000	2.0	0.0	0.0	0.01	0.002	0.01	0.50	0.01	2%
S	85050	85125	219.00	205.00	0.187	0.000	2.0	0.0	0.0	0.01	0.002	0.01	0.50	0.01	2%
S	85475	85250	225.00	204.00	0.093	0.260	2.0	1.0	1.0	0.05	0.279	0.15	0.50	0.11	31%
S	85625	85745	225.00	215.00	0.083	0.000	2.0	0.0	0.0	0.01	0.004	0.01	0.50	0.01	2%
S	85900	86025	223.00	218.00	0.040	0.000	2.0	2.0	4.2	0.07	0.027	0.05	0.50	0.04	10%
S	85900	85825	223.00	215.00	0.107	0.023	2.0	2.0	2.0	0.03	0.034	0.04	0.50	0.04	8%
S	86000	84825	220.00	209.00	0.009	0.000	3.0	0.0	0.0	0.14	0.053	0.11	0.50	0.09	23%
S	86175	86025	226.00	218.00	0.053	0.041	2.0	0.0	0.0	0.01	0.046	0.06	0.50	0.05	13%
S	86470	86400	239.00	224.00	0.214	0.075	2.0	0.0	0.0	0.01	0.077	0.06	0.50	0.05	11%
S	86470	86225	239.00	222.00	0.069	0.000	2.0	1.0	4.2	0.13	0.048	0.06	0.50	0.05	12%
S	86650	86750	243.00	233.00	0.100	0.000	5.0	0.0	0.0	0.02	0.008	0.02	0.50	0.02	4%
S	86775	86900	238.50	234.00	0.036	0.000	5.0	0.0	0.0	0.03	0.009	0.03	0.50	0.03	6%
S	86775	86750	238.50	233.00	0.220	0.000	5.0	0.0	0.0	0.01	0.002	0.01	0.50	0.01	1%
S	86950	86900	246.50	234.00	0.250	0.000	2.0	0.0	0.0	0.00	0.002	0.01	0.50	0.01	1%
N	87050	87125	247.00	236.00	0.147	0.000	2.0	2.0	2.0	0.03	0.011	0.02	0.50	0.02	4%
S	87050	87125	248.00	235.50	0.167	0.000	2.0	2.0	2.0	0.03	0.011	0.02	0.50	0.02	4%
S	88075	87910	248.50	247.00	0.009	0.000	0.0	1.0	4.2	0.07	0.027	0.08	0.50	0.06	15%
S	88250	88350	257.00	251.50	0.055	0.000	2.0	0.0	0.0	0.01	0.003	0.01	0.50	0.01	3%

S	88250	88125	257.00	248.00	0.072	0.000	2.0	0.0	1.0	0.02	0.008	0.02	0.50	0.02	4%
S	88600	88350	257.50	251.50	0.024	0.000	2.0	1.0	4.2	0.13	0.049	0.08	0.50	0.07	16%
S	88825	88550	268.50	256.00	0.045	0.123	2.0	0.0	0.0	0.02	0.131	0.12	0.50	0.09	24%
S	88930	89200	269.50	258.00	0.043	0.000	2.0	4.0	3.0	0.16	0.060	0.08	0.50	0.06	16%
S	89350	89200	264.00	258.00	0.040	0.009	2.0	4.0	2.0	0.08	0.037	0.06	0.50	0.05	12%
N	89425	89800	280.00	266.00	0.037	0.000	4.0	4.0	2.0	0.22	0.082	0.10	0.50	0.08	20%
N	89425	89200	280.00	275.00	0.022	0.012	4.0	4.0	2.0	0.13	0.061	0.10	0.50	0.07	19%
S	89600	89800	267.00	266.00	0.005	0.000	2.0	7.0	4.2	0.18	0.066	0.16	0.50	0.11	31%
S	90000	89830	277	265.50	0.068	0.000	2.0	8.0	4.2	0.16	0.060	0.07	0.50	0.06	14%
N	90200	90330	285.50	276.00	0.073	0.073	5.0	1.0	1.0	0.05	0.090	0.08	0.50	0.07	17%
N	90200	89800	285.50	266.00	0.049	0.000	5.0	5.0	4.2	0.35	0.132	0.12	0.50	0.09	24%
N	91025	91200	296.50	289.00	0.043	0.000	5.0	0.0	0.0	0.04	0.013	0.03	0.50	0.03	6%
N	91025	90850	296.50	285.50	0.063	0.000	5.0	0.0	0.0	0.04	0.013	0.03	0.50	0.03	6%
N	91350	91200	295.00	289.00	0.040	0.000	5.0	0.0	0.0	0.03	0.011	0.03	0.50	0.03	6%
S	91350	90900	295.00	286.00	0.020	0.000	2.0	0.0	0.0	0.04	0.014	0.04	0.50	0.04	8%
N	91850	92050	288.00	274.00	0.070	0.000	5.0	0.0	0.0	0.04	0.015	0.03	0.50	0.03	6%
S	91850	92060	288.00	276.00	0.057	0.000	2.0	0.0	0.0	0.02	0.006	0.02	0.50	0.02	4%
S	92175	92060	276.50	276.00	0.004	0.000	2.0	0.0	0.0	0.01	0.003	0.03	0.50	0.03	6%
S	92175	92400	276.50	264.00	0.056	0.000	2.0	1.0	1.0	0.05	0.019	0.04	0.50	0.03	7%
S	92600	92750	263.00	261.00	0.013	0.000	2.0	5.0	4.2	0.11	0.043	0.09	0.50	0.07	18%
N	92875	93125	268.00	260.50	0.030	0.000	5.0	0.0	0.0	0.05	0.019	0.04	0.50	0.04	9%
N	92875	92775	268.00	261.00	0.070	0.000	5.0	0.0	0.0	0.02	0.008	0.02	0.50	0.02	4%
N	93125	93525	260.50	249.50	0.028	0.096	5.0	0.0	0.0	0.08	0.126	0.14	0.50	0.10	27%
N	93675	93775	250.50	248.00	0.025	0.000	5.0	0.0	0.0	0.02	0.008	0.03	0.50	0.02	5%
N	93675	93525	250.50	249.50	0.007	0.000	5.0	0.0	0.0	0.03	0.011	0.05	0.50	0.04	10%
N	93925	94045	252.50	238.50	0.117	0.181	5.0	1.0	1.0	0.04	0.197	0.12	0.50	0.09	23%
N	93925	93775	252.50	248.00	0.030	0.000	5.0	0.0	0.0	0.03	0.011	0.03	0.50	0.03	6%
N	94200	94725	244.50	225.00	0.037	0.038	5.0	6.0	2.0	0.39	0.184	0.16	0.50	0.11	31%
N	94200	94050	244.50	238.50	0.040	0.000	5.0	3.0	4.2	0.11	0.043	0.07	0.50	0.05	13%
S	94210	94500	236.50	228.00	0.029	0.000	2.0	5.0	4.2	0.22	0.082	0.11	0.50	0.08	21%
S	94210	94045	236.50	235.00	0.009	0.000	2.0	5.0	4.2	0.13	0.047	0.11	0.50	0.08	21%
N	94500	94725	228.00	225.00	0.013	0.000	5.0	8.0	4.2	0.24	0.089	0.14	0.50	0.10	28%
S	94500	94730	228.00	221.00	0.030	0.000	2.0	5.0	4.2	0.17	0.065	0.09	0.50	0.07	18%
S	94775	95038	229.00	221.00	0.030	0.000	2.0	5.0	4.2	0.20	0.075	0.10	0.50	0.08	20%
N	94875	94750	223.50	223.00	0.004	0.000	5.0	7.0	4.2	0.12	0.047	0.14	0.50	0.10	27%

Lato	PK_i km	PK_f km	Qi m	Qf m	s m/m	Q <sub>ca</sub> n mc/s	A bac mq/m	A <sub>rl</sub> mq /m	A <sub>bal</sub> mq/ m	A <sub>e</sub> q ha	Q <sub>d</sub> mc/s	h m	b m	R m	G
N	95250	95306	228.91	227.50	0.025	0.00	50.0	0.0	0.0	0.11	0.05	0.08	0.50	0.07	17%
N	95450	95306	230.75	227.50	0.023	0.00	27.8	0.0	0.0	0.16	0.07	0.11	0.50	0.08	21%
N	95450	95663	230.75	227.50	0.015	0.00	28.2	0.0	0.0	0.24	0.11	0.15	0.50	0.11	30%
N	95739	95663	234.50	227.50	0.092	1.00	22.4	0.0	0.0	0.07	1.03	0.32	0.50	0.19	63%
N	96055	96246	229.50	210.50	0.100	0.06	10.0	1.5	1.1	0.11	0.11	0.09	0.50	0.07	17%
N	96375	96270	216.50	209.50	0.067	0.00	20.0	3.0	4.2	0.14	0.06	0.07	0.50	0.06	14%
N	96375	96460	216.50	211.50	0.059	0.00	20.0	1.0	4.2	0.11	0.05	0.06	0.50	0.05	13%
N	96650	96460	218.00	211.50	0.034	0.00	10.0	0.0	0.0	0.08	0.03	0.06	0.50	0.05	12%
N	96650	96870	218.00	206.00	0.055	0.24	10.0	0.0	0.0	0.09	0.28	0.18	0.50	0.12	36%
N	96910	96881	205.00	204.00	0.034	0.00	10.0	2.5	4.2	0.03	0.01	0.03	0.50	0.03	6%
N	96910	96940	205.00	202.50	0.083	0.00	10.0	4.0	4.2	0.03	0.01	0.03	0.50	0.02	5%
N	96950	96700	203.00	202.00	0.004	0.00	10.0	4.0	4.2	0.25	0.11	0.22	0.50	0.14	45%
N	97100	96700	206.50	202.00	0.011	0.00	10.0	4.0	4.2	0.41	0.18	0.22	0.50	0.14	44%
N	97100	97211	206.50	195.50	0.099	0.05	15.0	0.0	0.0	0.07	0.08	0.07	0.50	0.06	14%
N	97350	97300	201.00	195.50	0.110	0.00	15.0	2.0	4.2	0.05	0.02	0.03	0.50	0.03	7%
N	97350	97450	201.00	192.00	0.090	0.00	15.0	3.0	4.2	0.12	0.05	0.06	0.50	0.05	12%
N	97630	97534	193.50	191.00	0.026	0.00	15.0	2.0	4.2	0.11	0.05	0.08	0.50	0.06	16%
N	97630	97738	193.50	189.50	0.037	0.00	15.0	2.0	4.2	0.12	0.05	0.08	0.50	0.06	15%
N	97850	97738	195.00	189.50	0.049	0.00	15.0	2.0	2.5	0.11	0.05	0.07	0.50	0.05	13%
N	97850	97918	195.00	181.00	0.206	0.06	15.0	0.0	0.0	0.04	0.08	0.06	0.50	0.05	12%
N	98030	97918	193.00	181.00	0.107	0.00	10.0	1.0	4.2	0.09	0.04	0.05	0.50	0.04	10%
N	98030	98577	193.00	170.00	0.042	0.25	10.0	1.0	0.8	0.29	0.38	0.23	0.50	0.14	45%
N	98700	98577	176.50	170.00	0.053	0.00	10.0	3.0	4.2	0.12	0.05	0.07	0.50	0.06	14%
N	98700	99075	176.50	160.50	0.043	0.04	10.0	3.4	1.3	0.27	0.16	0.14	0.50	0.10	28%
N	99380	99300	160.50	159.00	0.019	0.00	5.0	5.0	4.2	0.07	0.03	0.07	0.50	0.06	13%
N	99380	99475	160.50	160.00	0.005	0.00	5.0	5.0	4.2	0.08	0.04	0.11	0.50	0.08	22%
N	99750	99475	162.50	160.00	0.009	0.00	5.0	2.0	4.2	0.19	0.09	0.15	0.50	0.11	30%
N	99750	100075	162.50	160.00	0.008	0.04	5.0	4.0	2.9	0.23	0.15	0.22	0.50	0.14	43%
N	100250	100100	157.50	157.10	0.003	0.00	5.0	5.0	4.2	0.13	0.06	0.17	0.50	0.12	35%
N	100250	100375	157.50	155.00	0.020	0.00	5.0	6.0	4.2	0.12	0.05	0.09	0.50	0.07	18%
N	100710	100375	167.50	155.00	0.037	0.00	5.0	7.0	4.2	0.33	0.15	0.14	0.50	0.10	28%
N	100710	100875	167.50	160.50	0.042	0.00	5.0	7.0	4.2	0.16	0.07	0.09	0.50	0.07	18%
N	100950	100863	162.50	160.50	0.023	0.17	5.0	2.0	4.2	0.06	0.20	0.19	0.50	0.13	38%
N	101275	101675	169.50	160.00	0.024	0.06	5.0	1.0	1.3	0.15	0.13	0.14	0.50	0.10	29%
N	102260	101835	165.50	156.50	0.021	0.11	5.0	0.0	0.0	0.09	0.14	0.16	0.50	0.11	32%
N	102625	102664	158.00	154.50	0.090	0.00	5.0	##	4.2	0.05	0.02	0.03	0.50	0.03	7%

Lato	PK_i km	PK_f km	Qi m	Qf m	s m/m	Q <sub>ca</sub> n mc/s	A bac mq/m	A rl mq /m	A bal mq/ m	A <sub>e</sub> q ha	Q <sub>d</sub> mc/s	h m	b m	R m	G
								#							
N	102725	102664	156.50	154.50	0.033	0.00	5.0	## #	4.2	0.07	0.03	0.06	0.50	0.05	12%
N	103025	102739	170.50	157.00	0.047	0.14	5.0	1.0	0.7	0.09	0.18	0.14	0.50	0.10	29%
N	103025	103205	170.50	167.50	0.017	0.00	5.0	0.0	0.0	0.04	0.02	0.05	0.50	0.04	10%
N	103325	103200	171.00	167.00	0.032	0.00	10.0	0.0	0.0	0.05	0.02	0.04	0.50	0.03	7%
N	103325	103370	171.00	165.00	0.133	0.00	10.0	0.0	0.0	0.02	0.01	0.02	0.50	0.02	3%
N	103575	103370	177.50	165.00	0.061	0.06	10.0	0.0	0.0	0.08	0.10	0.09	0.50	0.07	19%
N	104275	104486	171.00	150.00	0.100	0.03	5.0	3.0	2.8	0.13	0.09	0.08	0.50	0.06	16%
N	104575	104486	162.00	150.00	0.135	0.00	5.0	5.0	4.2	0.08	0.04	0.04	0.50	0.04	8%
N	104575	104684	162.00	154.00	0.073	0.00	5.0	1.0	4.2	0.07	0.03	0.05	0.50	0.04	9%
N	104800	104684	167.50	154.00	0.116	0.00	5.0	1.0	3.0	0.06	0.03	0.04	0.50	0.03	7%
N	104800	104983	167.50	154.50	0.071	0.13	5.0	1.0	0.5	0.06	0.15	0.12	0.50	0.09	23%
N	105000	105148	152.50	146.50	0.041	0.00	5.0	2.0	4.2	0.10	0.05	0.07	0.50	0.06	14%
N	105225	105148	152.50	146.50	0.078	0.00	5.0	2.0	4.2	0.05	0.02	0.04	0.50	0.03	8%
N	105225	105318	152.50	147.50	0.054	0.00	5.0	2.0	4.2	0.06	0.03	0.05	0.50	0.04	10%
N	105392	105318	155.50	143.00	0.169	0.00	5.0	0.0	0.0	0.01	0.01	0.01	0.50	0.01	3%
N	105392	105552	155.50	149.50	0.038	0.00	5.0	0.0	0.0	0.03	0.01	0.03	0.50	0.03	7%
N	105552	105788	149.50	140.50	0.038	0.09	5.0	0.0	0.0	0.05	0.11	0.11	0.50	0.09	23%
N	105850	105788	144.50	140.50	0.065	0.00	5.0	1.0	4.2	0.04	0.02	0.03	0.50	0.03	7%
N	105850	105888	144.50	141.75	0.072	0.00	5.0	0.0	0.0	0.01	0.00	0.01	0.50	0.01	3%
N	105975	105888	145.50	141.75	0.043	0.00	5.0	0.0	0.0	0.02	0.01	0.02	0.50	0.02	5%
N	105975	106125	145.50	131.50	0.093	0.06	5.0	1.0	4.2	0.10	0.10	0.08	0.50	0.07	17%
N	106325	106155	142.50	131.50	0.065	0.00	5.0	1.0	4.2	0.11	0.05	0.06	0.50	0.05	12%
N	106325	106444	142.50	130.00	0.105	0.05	5.0	0.0	0.0	0.02	0.06	0.06	0.50	0.05	13%
N	106950	106450	134.50	130.00	0.009	0.00	5.0	1.0	0.0	0.13	0.06	0.12	0.50	0.09	25%
N	108025	108142	115.00	112.50	0.021	0.00	3.0	2.0	4.2	0.07	0.03	0.07	0.50	0.06	14%
N	108650	108770	105.50	100.00	0.046	0.00	5.0	3.0	4.2	0.09	0.04	0.06	0.50	0.05	12%
N	109125	109200	97.50	95.00	0.033	0.09	3.0	3.0	4.2	0.05	0.11	0.12	0.50	0.09	24%
N	109360	109650	95.50	83.00	0.043	0.03	3.0	5.0	4.2	0.23	0.13	0.12	0.50	0.09	24%
N	109775	109660	91.00	83.00	0.070	0.00	3.0	3.0	4.2	0.08	0.04	0.05	0.50	0.04	9%
N	109775	110100	91.00	74.00	0.052	0.06	4.0	4.0	3.0	0.22	0.16	0.10	0.50	0.07	19%
N	110375	110125	81.50	74.00	0.030	0.00	5.0	7.0	4.2	0.25	0.11	0.13	0.50	0.09	25%
N	110375	110630	81.50	68.50	0.051	0.02	5.0	7.0	4.2	0.25	0.14	0.12	0.50	0.09	24%
N	110760	110613	75.00	68.50	0.044	0.00	5.0	3.0	4.2	0.11	0.05	0.07	0.50	0.06	14%
N	110760	110910	75.00	65.50	0.063	0.03	5.0	4.0	4.2	0.12	0.08	0.08	0.50	0.07	17%



Lato	PK_i km	PK_f km	Qi m	Qf m	s m/m	Q <sub>ca</sub> n mc/s	A bac mq/m	A <sub>rl</sub> mq /m	A <sub>bal</sub> mq/ m	A <sub>e</sub> q ha	Q <sub>d</sub> mc/s	h m	b m	R m	G
N	111000	110910	66.00	65.50	0.006	0.03	0.0	6.0	4.2	0.07	0.06	0.14	0.50	0.10	28%
N	111125	111032	65.50	64.50	0.011	0.00	5.0	0.0	0.0	0.02	0.01	0.04	0.50	0.03	7%
N	111125	111283	65.50	64.00	0.009	0.00	4.0	0.0	0.0	0.03	0.01	0.05	0.50	0.04	9%
N	111375	111283	64.50	64.00	0.005	0.00	4.0	0.0	0.0	0.01	0.01	0.04	0.50	0.03	7%
N	111375	111444	64.50	60.50	0.058	0.00	4.0	0.0	0.0	0.01	0.00	0.02	0.50	0.02	4%
N	111650	111444	61.50	60.50	0.005	0.00	4.0	0.0	0.0	0.03	0.01	0.07	0.50	0.05	13%
N	111725	111920	60.00	48.50	0.059	0.13	2.0	3.0	3.0	0.10	0.17	0.13	0.50	0.10	26%
N	111725	112220	60.00	40.00	0.040	0.00	2.0	4.0	4.2	0.35	0.16	0.14	0.50	0.10	28%
N	112470	112220	46.00	40.00	0.024	0.00	2.0	3.0	4.2	0.16	0.07	0.10	0.50	0.08	21%
N	112750	112675	45.00	40.00	0.067	0.00	2.0	0.0	0.0	0.01	0.00	0.01	0.50	0.01	2%
N	112750	112850	45.00	38.00	0.070	0.00	2.0	0.0	0.0	0.01	0.00	0.01	0.50	0.01	3%
N	112850	113100	38.00	30.50	0.030	0.02	2.0	4.0	4.2	0.17	0.10	0.12	0.50	0.09	23%
N	113250	113112	32.00	30.50	0.011	0.00	2.0	2.0	4.2	0.08	0.04	0.09	0.50	0.07	17%
N	113250	113374	32.00	28.90	0.025	0.00	2.0	2.0	4.2	0.07	0.03	0.06	0.50	0.05	13%
N	113425	113374	29.00	28.90	0.002	0.00	2.0	2.0	4.2	0.03	0.01	0.08	0.50	0.06	16%
N	113477	113585	29.00	25.00	0.037	0.00	2.0	2.0	4.2	0.06	0.03	0.05	0.50	0.04	10%
N	113585	114900	25.00	18.00	0.005	0.17	1.0	2.0	2.0	0.45	0.37	0.37	0.50	0.21	74%
N	115125	114900	19.50	18.00	0.007	0.00	2.0	2.0	2.0	0.09	0.04	0.10	0.50	0.08	21%
N	115800	116850	12.50	7.00	0.005	0.00	2.0	2.0	4.2	0.61	0.27	0.33	0.50	0.19	67%
N	116630	116850	7.10	7.00	0.000	0.00	2.0	2.0	4.2	0.13	0.06	0.28	0.50	0.17	55%
N	117000	117200	6.00	4.00	0.010	0.23	1.0	1.0	4.2	0.10	0.28	0.28	0.50	0.17	56%
S	96055	96246	228.50	209.00	0.102	0.05	10.0	1.5	1.1	0.11	0.10	0.08	0.50	0.07	17%
S	96375	96270	213.50	208.00	0.052	0.00	20.0	5.0	4.2	0.16	0.07	0.08	0.50	0.06	16%
S	96375	96460	213.50	210.00	0.041	0.00	20.0	0.5	4.2	0.10	0.05	0.07	0.50	0.06	14%
S	96575	96460	222.00	210.00	0.105	0.00	10.0	0.0	0.0	0.05	0.02	0.03	0.50	0.03	6%
S	96575	96881	222.00	202.50	0.064	0.18	10.0	0.0	0.0	0.12	0.24	0.15	0.50	0.11	31%
S	96900	96940	201.00	200.00	0.025	0.00	0.0	7.0	4.2	0.03	0.01	0.04	0.50	0.04	8%
S	96950	96700	198.50	198.00	0.002	0.00	0.0	8.0	4.2	0.21	0.10	0.25	0.50	0.15	49%
S	97125	96700	203.20	198.00	0.012	0.00	0.0	5.0	4.2	0.29	0.13	0.18	0.50	0.12	35%
S	97125	97211	203.20	195.00	0.095	0.02	0.0	0.5	0.5	0.01	0.03	0.04	0.50	0.03	8%
S	97350	97300	197.50	194.00	0.070	0.00	0.0	1.5	4.2	0.02	0.01	0.02	0.50	0.02	5%
S	97350	97450	197.50	190.50	0.070	1.00	0.0	3.0	4.2	0.06	1.03	0.34	0.50	0.20	68%
S	97650	97534	198.50	187.50	0.095	0.00	0.0	5.0	4.2	0.08	0.04	0.05	0.50	0.04	9%
S	97650	97738	198.50	186.00	0.142	0.00	0.0	4.0	4.2	0.05	0.02	0.03	0.50	0.03	6%
S	97850	97738	191.50	186.00	0.049	0.00	0.0	2.0	2.0	0.03	0.02	0.03	0.50	0.03	7%
S	97850	97925	191.50	186.00	0.073	0.05	0.0	0.0	0.0	0.00	0.05	0.06	0.50	0.05	11%

Lato	PK_i km	PK_f km	Qi m	Qf m	s m/m	Q <sub>ca</sub> n mc/s	A bac mq/m	A <sub>rl</sub> mq /m	A <sub>bal</sub> mq/ m	A <sub>e</sub> q ha	Q <sub>d</sub> mc/s	h m	b m	R m	G
S	97250	98577	187.00	167.50	0.015	0.22	0.0	1.0	0.8	0.18	0.30	0.27	0.50	0.16	53%
S	98875	98577	172.50	167.50	0.017	0.00	0.0	3.0	4.2	0.17	0.08	0.12	0.50	0.09	23%
S	98875	99075	172.50	158.00	0.073	0.02	0.0	3.4	1.3	0.06	0.05	0.06	0.50	0.05	12%
S	99444	99300	160.50	158.00	0.017	0.00	0.0	5.0	4.2	0.10	0.04	0.09	0.50	0.07	17%
S	99600	99300	162.50	158.00	0.015	0.00	0.0	5.0	4.2	0.20	0.09	0.14	0.50	0.10	27%
S	99900	100075	162.50	157.00	0.031	0.05	0.0	4.0	2.9	0.09	0.09	0.11	0.50	0.08	22%
S	100275	100100	159.50	157.00	0.014	0.00	0.0	5.0	4.2	0.12	0.05	0.10	0.50	0.08	20%
S	100275	100392	159.50	154.00	0.047	0.00	0.0	7.0	4.2	0.09	0.04	0.06	0.50	0.05	12%
S	100650	100392	162.50	154.00	0.033	0.00	0.0	8.0	4.2	0.22	0.10	0.11	0.50	0.09	23%
S	100650	100871	162.50	160.00	0.011	0.00	0.0	8.0	4.2	0.19	0.09	0.14	0.50	0.10	28%
S	101150	100863	172.00	160.00	0.042	0.19	0.0	1.0	1.0	0.04	0.21	0.16	0.50	0.11	33%
S	101150	101249	172.00	171.50	0.005	0.00	0.5	0.0	0.0	0.00	0.00	0.02	0.50	0.01	3%
S	101625	101835	159.50	155.00	0.021	0.11	2.0	###	4.2	0.22	0.21	0.20	0.50	0.13	39%
S	102725	102664	156.50	154.00	0.041	0.00	0.0	5.0	4.2	0.04	0.02	0.04	0.50	0.04	8%
S	102610	102664	159.50	154.00	0.102	0.00	0.0	5.0	4.2	0.04	0.02	0.03	0.50	0.03	6%
S	103075	102739	169.00	155.50	0.040	0.14	2.0	1.0	0.7	0.07	0.17	0.14	0.50	0.10	29%
S	103075	103212	169.00	165.60	0.025	0.00	5.0	0.0	0.0	0.03	0.01	0.04	0.50	0.03	7%
S	103325	103200	167.50	165.60	0.015	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.01	0.50	0.01	1%
S	103575	103377	179.00	164.00	0.076	0.06	0.0	0.0	0.0	0.00	0.06	0.07	0.50	0.06	13%
S	104275	104486	171.00	150.00	0.100	0.04	4.0	3.0	2.8	0.12	0.09	0.08	0.50	0.06	16%
S	104600	104486	161.00	150.00	0.096	0.00	5.0	5.0	4.2	0.10	0.05	0.05	0.50	0.04	10%
S	104600	104684	161.00	152.00	0.107	0.00	5.0	3.0	4.2	0.06	0.03	0.04	0.50	0.03	8%
S	104800	104684	161.00	152.00	0.078	0.00	0.0	1.0	1.0	0.02	0.01	0.02	0.50	0.02	4%
S	104800	105000	161.00	150.00	0.055	0.11	0.0	0.5	0.5	0.02	0.12	0.11	0.50	0.08	21%
S	105000	105148	161.00	145.00	0.108	0.00	0.0	4.0	4.2	0.09	0.04	0.05	0.50	0.04	9%
S	105225	105148	147.50	145.00	0.032	0.00	0.0	4.0	4.2	0.05	0.02	0.05	0.50	0.04	9%
S	105225	105318	147.50	143.00	0.048	0.00	0.0	4.0	4.2	0.06	0.03	0.05	0.50	0.04	9%
S	105392	105318	153.50	143.00	0.142	0.00	0.0	0.0	1.0	0.01	0.00	0.01	0.50	0.01	2%
S	105392	105552	153.50	145.00	0.053	0.00	0.0	0.0	1.0	0.01	0.01	0.02	0.50	0.02	4%
S	105575	105788	146.50	136.00	0.049	0.08	0.0	1.0	3.0	0.07	0.11	0.11	0.50	0.08	21%
S	105850	105788	139.00	136.00	0.048	0.00	0.0	5.0	4.2	0.04	0.02	0.04	0.50	0.03	8%
S	105850	105888	139.00	136.00	0.079	0.00	0.0	5.0	4.2	0.03	0.01	0.03	0.50	0.02	5%
S	105975	105888	142.00	136.00	0.069	0.00	0.0	3.0	4.2	0.05	0.02	0.04	0.50	0.03	7%
S	105975	106137	142.00	129.00	0.080	0.00	0.0	3.0	4.2	0.09	0.04	0.05	0.50	0.04	10%
S	106400	106155	134.50	129.00	0.022	0.00	0.0	3.0	4.2	0.14	0.06	0.10	0.50	0.07	19%
S	107125	107880	138.50	115.00	0.031	0.00	3.0	2.0	2.0	0.32	0.14	0.14	0.50	0.10	29%

Lato	PK_i km	PK_f km	Qi m	Qf m	s m/m	Q <sub>ca</sub> n mc/s	A bac mq/m	A rl mq /m	A bal mq/ m	A <sub>e</sub> q ha	Q <sub>d</sub> mc/s	h m	b m	R m	G
S	108000	108142	117.50	115.00	0.018	0.00	5.0	0.0	0.0	0.03	0.01	0.04	0.50	0.04	8%
S	108275	108425	115.00	113.50	0.010	0.00	5.0	0.0	0.0	0.03	0.01	0.05	0.50	0.04	10%
S	108490	108425	114.00	113.50	0.008	0.00	5.0	0.0	0.0	0.01	0.01	0.03	0.50	0.03	7%
S	108490	108632	114.00	108.50	0.039	0.00	5.0	0.0	0.0	0.03	0.01	0.03	0.50	0.03	6%
S	108632	108776	108.50	103.50	0.035	0.04	5.0	0.0	0.0	0.03	0.05	0.07	0.50	0.06	15%
S	108840	108775	107.50	103.50	0.062	0.00	5.0	0.0	0.0	0.01	0.01	0.02	0.50	0.02	4%
S	108840	109200	103.50	100.00	0.010	0.00	5.0	0.0	0.0	0.07	0.03	0.08	0.50	0.07	17%
S	109210	109350	100.50	100.00	0.004	0.00	5.0	0.0	0.0	0.03	0.01	0.05	0.50	0.05	11%
S	109450	109650	92.00	82.50	0.048	0.04	5.0	4.0	4.2	0.16	0.11	0.08	0.50	0.07	17%
S	109775	109660	90.00	82.50	0.065	0.00	3.0	3.0	4.2	0.08	0.04	0.05	0.50	0.04	9%
S	109775	110100	90.00	76.00	0.043	0.06	3.0	3.0	4.2	0.22	0.15	0.10	0.50	0.07	19%
S	110350	110100	86.50	76.00	0.042	0.00	3.0	3.0	4.2	0.17	0.08	0.09	0.50	0.07	18%
S	110350	110600	86.50	70.00	0.066	0.05	3.0	2.0	1.5	0.09	0.10	0.09	0.50	0.07	18%
S	110750	110613	82.50	70.00	0.091	0.00	4.0	1.0	1.0	0.04	0.02	0.03	0.50	0.03	6%
S	110750	110910	82.50	71.50	0.069	0.11	4.0	0.0	1.0	0.04	0.12	0.10	0.50	0.08	21%
S	110950	111032	72.50	65.00	0.091	0.00	5.0	1.0	4.2	0.05	0.02	0.04	0.50	0.03	7%
S	111150	111283	72.00	68.50	0.026	0.00	2.0	0.0	0.0	0.01	0.00	0.02	0.50	0.02	4%
S	111283	111450	68.50	66.50	0.012	0.00	2.0	0.0	0.0	0.01	0.01	0.03	0.50	0.03	6%
S	111525	111450	68.50	66.50	0.027	0.00	2.0	0.0	0.0	0.01	0.00	0.03	0.50	0.03	6%
S	111525	111926	72.50	48.50	0.060	0.13	2.0	3.0	3.0	0.21	0.22	0.15	0.50	0.11	30%
S	111926	112220	48.50	40.50	0.027	0.00	2.0	8.0	4.2	0.28	0.12	0.14	0.50	0.10	27%
S	112525	112220	48.50	40.50	0.026	0.00	2.0	4.0	4.2	0.21	0.10	0.12	0.50	0.09	24%
S	112525	112660	48.50	45.50	0.022	0.00	2.0	0.0	0.0	0.01	0.00	0.02	0.50	0.02	4%
S	112750	112660	46.50	45.50	0.011	0.00	2.0	0.0	0.0	0.01	0.00	0.02	0.50	0.02	4%
S	112750	113112	46.50	35.00	0.032	0.06	2.0	1.0	1.0	0.08	0.10	0.11	0.50	0.09	23%
S	113225	113112	37.50	35.00	0.022	0.00	2.0	0.0	0.0	0.01	0.00	0.02	0.50	0.02	4%
S	113225	113374	37.50	33.00	0.030	0.00	2.0	0.0	0.0	0.01	0.01	0.02	0.50	0.02	4%
S	113475	113374	34.50	33.00	0.015	0.00	2.0	0.0	0.0	0.01	0.00	0.02	0.50	0.02	4%
S	113475	114897	34.50	17.00	0.012	0.21	1.0	2.0	2.0	0.48	0.43	0.34	0.50	0.20	68%
S	115150	114900	21.00	17.00	0.016	0.00	2.0	2.0	2.0	0.10	0.04	0.09	0.50	0.07	17%
S	115840	116850	10.50	7.00	0.003	0.00	2.0	2.0	4.2	0.58	0.26	0.37	0.50	0.21	73%

#### 4.4 ALLEGATO D - Verifica dei bacini scolanti dei fossi di guardia in trincea

Verifica fossi di guardia –nome fosso; PK\_i/PK\_f: progressiva iniziale/finale; tipo di fosso: FR1 con base pari a 0,5 metri, FR2 con base pari a 1 metro, FR3 con base pari a 1,5 metri; area del bacino scolante drenato; area equivalente; portata; s: pendenza fosso;

Nome fosso trincea	PK inizio	PK fine	tipo fosso	area bacino drenato	area equivalente	portata	pendenza
	m	m		m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>3/s</sup>	m/m
FT1	75600	75700	FR1	6800	2720	0.102	0.06
FT2a	75875	76030	FR1	2961	1184.4	0.044	0.06
FT2b	75875	76030	FR1	1932	772.8	0.029	0.06
FT3	77080	77280	FR1	5200	2080	0.078	0.04
FT4	77590	77710	FR1	3500	1400	0.053	0.06
FT5	78125	78255	FR1	6304	2521.6	0.095	0.05
FT6	78255	78330	FR1	5271	2108.4	0.079	0.04
FT7	78770	78875	FR1	470	188	0.007	0.05
FT8	78770	78875	FR1	909	363.6	0.014	0.05
FT9	78900	79050	FR1	6680	2672	0.100	0.09
FT10	78900	79050	FR1	4857	1942.8	0.073	0.09
FT11	79150	79400	FR3	55600	22240	0.835	0.01
FT12	79430	79525	FR1	4870	1948	0.073	0.06
FT13	80025	80125	FR1	13200	5280	0.198	0.02
FT14	80425	80530	FR1	12187	4874.8	0.183	0.03
FT15	80600	80750	FR1	13370	5348	0.201	0.03
FT16	82430	82580	FR1	5600	2240	0.084	0.12
FT17	84500	84730	FR1	17400	6960	0.261	0.12
FT18	84830	84940	FR1	4300	1720	0.065	0.12
FT19	85000	85125	FR1	4100	1640	0.062	0.19
FT20	85000	85125	FR1	1100	440	0.017	0.19
FT21	85380	85510	FR1	1700	680	0.026	0.20
FT22	85380	85510	FR1	1800	720	0.027	0.20
FT23	85600	85710	FR1	1412	564.8	0.021	0.08
FT24	85600	85715	FR1	900	360	0.014	0.08
FT25	85825	85930	FR1	990	396	0.015	0.08
FT26	86330	86470	FR1	7300	2920	0.110	0.05

Nome fosso trincea	PK inizio	PK fine	tipo fosso	area bacino drenato	area equivalente	portata	pendenza
	m	m		m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>3/s</sup>	m/m
FT27	86650	86730	FR1	2440	976	0.037	0.10
FT28	86730	86820	FR1	1800	720	0.027	0.22
FT29	86890	86960	FR1	960	384	0.014	0.22
FT30	87000	87090	FR1	2100	840	0.032	0.25
FT31	87000	87090	FR1	1100	440	0.017	0.25
FT32	88680	88890	FR1	6020	2408	0.090	0.02
FT33	88890	89030	FR1	6700	2680	0.101	0.04
FT34	89325	89425	FR1	2000	800	0.030	0.04
FT35	89425	89585	FR1	3300	1320	0.050	0.02
FT36	89340	89575	FR1	3300	1320	0.050	0.02
FT37	90840	91030	FR1	4700	1880	0.071	0.05
FT38	90950	91360	FR1	6900	2760	0.104	0.04
FT39	91830	92075	FR1	7700	3080	0.116	0.04
FT40	91830	92075	FR1	10470	4188	0.157	0.04
FT41	92780	93095	FR1	5600	2240	0.084	0.04
FT42	92780	93095	FR1	8500	3400	0.128	0.04
FT43	93570	93975	FR1	9430	3772	0.142	0.04
FT44	95370	95750	FR1	7600	3040	0.114	0.02
FT45	96045	96180	FR1	5700	2280	0.086	0.10
FT46	96045	96180	FR1	5300	2120	0.080	0.10
FT47	96550	96855	FR2	53600	21440	0.805	0.05
FT48	97780	97910	FR1	3600	1440	0.054	0.14
FT49	97780	97910	FR1	4300	1720	0.065	0.14
FT50	98000	98200	FR1	10400	4160	0.156	0.04
FT51	98200	98480	FR1	14300	5720	0.215	0.04
FT52	100975	101500	FR1	6800	2720	0.102	0.01
FT53	102820	103000	FR1	8400	3360	0.126	0.04
FT54	103000	103200	FR1	16400	6560	0.246	0.02
FT55	103200	103580	FR2	29900	11960	0.449	0.02
FT56	103370	103580	FR1	5500	2200	0.083	0.02
FT57	104220	104375	FR1	3700	1480	0.056	0.10
FT58	104220	104375	FR1	2800	1120	0.042	0.10
FT59	104700	104940	FR2	35500	14200	0.533	0.06
FT60	108270	108630	FR3	49000	19600	0.736	0.01
FT61	108630	108770	FR1	10900	4360	0.164	0.05

Nome fosso trincea	PK inizio	PK fine	tipo fosso	area bacino drenato	area equivalente	portata	pendenza
	m	m		m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>3/s</sup>	m/m
FT62	108770	109200	FR2	41800	16720	0.628	0.02
FT63	109200	109425	FR2	30200	12080	0.453	0.01
FT64	109425	109655	FR3	67800	27120	1.018	0.05
FT65	109730	109925	FR1	19200	7680	0.288	0.04
FT66	110240	110550	FR2	54700	21880	0.821	0.05
FT67	110670	110890	FR2	45600	18240	0.685	0.06
FT68	111125	111180	FR2	32500	13000	0.488	0.03
FT69	111180	111450	FR2	31700	12680	0.476	0.02
FT70	111450	111800	FR2	53800	21520	0.808	0.06
FT71	112380	112380	FR1	22400	8960	0.336	0.05
FT72	112670	112850	FR1	25800	10320	0.387	0.05
FT73	112850	113115	FR1	23500	9400	0.353	0.05
FT74	113115	113370	FR1	21400	8560	0.321	0.04
FT75	113370	113600	FR1	21340	8536	0.320	0.05
FT76	113600	114020	FR3	42188	16875.2	0.633	0.01
FT77	114010	114360	FR3	45790	18316	0.687	0.01
FT78	114900	115218	FR2	20875	8350	0.313	0.01

Verifica fossi di guardia –PK\_i/PK\_f: progressiva iniziale/finale; tipo di fosso: FR1 con base pari a 0,5 metri, FR2 con base pari a 1 metro, FR3 con base pari a 1,5 metri; h: altezza di moto uniforme; b larghezza del fosso; R raggio idraulico del fosso ; r riempimento del fosso

Nome fosso trincea	PK inizio	PK fine	tipo fosso	h	b	R	r
	m	m		m	m	m	
FT1	75600	75700	FR1	0.121	0.5	0.07	24%
FT2a	75875	76030	FR1	0.068	0.5	0.05	14%
FT2b	75875	76030	FR1	0.052	0.5	0.04	10%
FT3	77080	77280	FR1	0.116	0.5	0.07	23%
FT4	77590	77710	FR1	0.075	0.5	0.05	15%
FT5	78125	78255	FR1	0.12	0.5	0.07	24%
FT6	78255	78330	FR1	0.117	0.5	0.07	23%

Nome fossato trinacea	PK inizio	PK fine	tipo fossato	h	b	R	r
	m	m		m	m	m	
FT7	78770	78875	FR1	0.045	0.5	0.04	9%
FT8	78770	78875	FR1	0.033	0.5	0.03	7%
FT9	78900	79050	FR1	0.102	0.5	0.06	20%
FT10	78900	79050	FR1	0.082	0.5	0.06	16%
FT11	79150	79400	FR3	0.346	1.5	0.21	69%
FT12	79430	79525	FR1	0.096	0.5	0.06	19%
FT13	80025	80125	FR1	0.34	0.5	0.12	68%
FT14	80425	80530	FR1	0.232	0.5	0.1	46%
FT15	80600	80750	FR1	0.25	0.5	0.1	50%
FT16	82430	82580	FR1	0.084	0.5	0.06	17%
FT17	84500	84730	FR1	0.188	0.5	0.09	38%
FT18	84830	84940	FR1	0.069	0.5	0.05	14%
FT19	85000	85125	FR1	0.058	0.5	0.04	12%
FT20	85000	85125	FR1	0.025	0.5	0.02	5%
FT21	85380	85510	FR1	0.032	0.5	0.03	6%
FT22	85380	85510	FR1	0.034	0.5	0.03	7%
FT23	85600	85710	FR1	0.038	0.5	0.03	8%
FT24	85600	85715	FR1	0.028	0.5	0.02	6%
FT25	85825	85930	FR1	0.03	0.5	0.03	6%
FT26	86330	86470	FR1	0.133	0.5	0.08	27%
FT27	86650	86730	FR1	0.05	0.5	0.04	10%
FT28	86730	86820	FR1	0.032	0.5	0.03	6%
FT29	86890	86960	FR1	0.022	0.5	0.02	4%
FT30	87000	87090	FR1	0.034	0.5	0.03	7%
FT31	87000	87090	FR1	0.023	0.5	0.02	5%
FT32	88680	88890	FR1	0.154	0.5	0.08	31%
FT33	88890	89030	FR1	0.135	0.5	0.08	27%
FT34	89325	89425	FR1	0.06	0.5	0.04	12%
FT35	89425	89585	FR1	0.103	0.5	0.07	21%
FT36	89340	89575	FR1	0.104	0.5	0.07	21%
FT37	90840	91030	FR1	0.1	0.5	0.06	20%
FT38	90950	91360	FR1	0.138	0.5	0.08	28%
FT39	91830	92075	FR1	0.149	0.5	0.08	30%
FT40	91830	92075	FR1	0.188	0.5	0.09	38%
FT41	92780	93095	FR1	0.119	0.5	0.07	24%

Nome fossa trinacea	PK inizio	PK fine	tipo fossa	h	b	R	r
	m	m		m	m	m	
FT42	92780	93095	FR1	0.161	0.5	0.08	32%
FT43	93570	93975	FR1	0.173	0.5	0.09	35%
FT44	95370	95750	FR1	0.219	0.5	0.1	44%
FT45	96045	96180	FR1	0.088	0.5	0.06	18%
FT46	96045	96180	FR1	0.084	0.5	0.06	17%
FT47	96550	96855	FR2	0.292	1	0.16	58%
FT48	97780	97910	FR1	0.058	0.5	0.04	12%
FT49	97780	97910	FR1	0.065	0.5	0.05	13%
FT50	98000	98200	FR1	0.188	0.5	0.09	38%
FT51	98200	98480	FR1	0.24	0.5	0.1	48%
FT52	100975	101500	FR1	0.309	0.5	0.11	62%
FT53	102820	103000	FR1	0.162	0.5	0.08	32%
FT54	103000	103200	FR1	0.33	0.5	0.12	66%
FT55	103200	103580	FR2	0.305	1	0.16	61%
FT56	103370	103580	FR1	0.171	0.5	0.09	34%
FT57	104220	104375	FR1	0.067	0.5	0.05	13%
FT58	104220	104375	FR1	0.056	0.5	0.04	11%
FT59	104700	104940	FR2	0.217	1	0.13	43%
FT60	108270	108630	FR3	0.347	1.5	0.21	69%
FT61	108630	108770	FR1	0.189	0.5	0.09	38%
FT62	108770	109200	FR2	0.335	1	0.17	67%
FT63	109200	109425	FR2	0.335	1	0.17	67%
FT64	109425	109655	FR3	0.253	1.5	0.17	51%
FT65	109730	109925	FR1	0.3	0.5	0.11	60%
FT66	110240	110550	FR2	0.304	1	0.16	61%
FT67	110670	110890	FR2	0.246	1	0.15	49%
FT68	111125	111180	FR2	0.265	1	0.15	53%
FT69	111180	111450	FR2	0.312	1	0.17	62%
FT70	111450	111800	FR2	0.283	1	0.16	57%
FT71	112380	112380	FR1	0.318	0.5	0.11	64%
FT72	112670	112850	FR1	0.356	0.5	0.12	71%
FT73	112850	113115	FR1	0.338	0.5	0.12	68%
FT74	113115	113370	FR1	0.338	0.5	0.12	68%
FT75	113370	113600	FR1	0.321	0.5	0.11	64%
FT76	113600	114020	FR3	0.313	1.5	0.2	63%



Nome fosso trincea	PK inizio	PK fine	tipo fosso	h	b	R	r
	m	m		m	m	m	
FT77	114010	114360	FR3	0.331	1.5	0.2	66%
FT78	114900	115218	FR2	0.344	1	0.17	69%

#### 4.5 ALLEGATO E-perimetrazione bacini scolanti in testa alle trincee

