





PNC - PNRR: Piano Nazionale Complementare al Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza nei territori colpiti dal sisma 2009-2016, Sub-misura A4,"Investimenti sulla rete stradale statale"

Lavori di adeguamento e/o miglioramento tecnico funzionale della sezione stradale in t.s. e potenziamento delle intersezioni - 1° Stralcio lungo la S.S. n. 210 "Fermana Faleriense" - Amandola - Servigliano"

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTISTA E RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE Ing. Eugenio Moroni Ordine Roma n° 10020	IMPRESA CONCORRENTE A.T.I.: Mandataria:  Mandante: 
IL GEOLOGO Dott.ssa Geol. Maria Bruno Ordine dei Geologi del Lazio al n° 668	RTP DI PROGETTAZIONE: Mandataria:  Structure and Transport Engineering Mandanti:  Dott. Geol. M. BRUNO
COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE Ing. Francesco M. La Camera Ordine Roma n° 7290	Direttore Tecnico Ing. E. Moroni Ordine Ing. Roma N. 10020 Direttore Tecnico Ing. G. Grimaldi Ordine Ing. Roma N. 17703A Ordine Geologi Lazio N. 668

IDROLOGIA E IDRAULICA
 Relazione di dimensionamento drenaggi di piattaforma

CODICE PROGETTO			NOME FILE	REVISIONE	SCALA
PROGETTO	LIV.PROG.	ANNO	T03_ID00_IDR_RE02_B		
A N 2 6 6	D	2 3	CODICE ELAB. T 0 3 I D 0 0 I D R R E 0 2	B	-
D					
C					
B	Modifiche a seguito di verifica di progetto		Maggio 2024	SPAGNOLO	ALESSANDRONI LA CAMERA
A	Prima Emissione		Nov. 2023	SPAGNOLO	ALESSANDRONI LA CAMERA
REV.	DESCRIZIONE		DATA	REDATTO	VERIFICATO APPROVATO

Sommario

1	PREMESSA.....	2
2	DIMENSIONAMENTO DRENAGGI DI PIATTAFORMA	3
2.1	STIMA DELLE PIOGGE DI PROGETTO	3
2.2	OPERE DI DRENAGGIO	5
2.2.1	<i>Sezioni in rilevato.....</i>	5
2.2.1.1	<i>Margine stradale con cordolo ed embrici</i>	5
2.2.1.2	<i>Margine stradale con pozzetto di raccolta e collettore</i>	6
2.2.2	<i>Sezioni in trincea.....</i>	7
2.2.3	<i>Sezioni in viadotto o ponte</i>	8
3	VERIFICHE IDRAULICHE DELLE OPERE DI DRENAGGIO	9
3.1	VERIFICA DEI TRATTI IN RILEVATO	9
3.2	VERIFICA DEI TRATTI IN TRINCEA	11
3.3	VERIFICA DEI TRATTI IN VIADOTTO	13
3.4	VERIFICA IDRAULICA DEI COLLETTORI	15
4	DIMENSIONAMENTO E VERIFICA DEI FOSSI DI GUARDIA	19
5	INVARIANZA IDRAULICA.....	25

1 PREMESSA

La presente relazione idraulica descrive le metodologie adottate e i dati elaborati per determinare le verifiche idrauliche necessarie al dimensionamento delle opere relative allo per il Progetto Definitivo "LAVORI DI ADEGUAMENTO E/O MIGLIORAMENTO TECNICO FUNZIONALE DELLA SEZIONE STRADALE IN T.S. E POTENZIAMENTO 1° STRALCIO LUNGO LA S.S. N. 210 "FERMANA FALERIENSE" - AMANDOLA - SERVIGLIANO". La determinazione delle forzanti idrologiche di progetto, a cui si riporta nella relazione idrologica ed idraulica, è funzionale al dimensionamento ed alla verifica di compatibilità idraulica sia delle opere di attraversamento idraulico, sia del drenaggio del sistema viario relativamente alle sue diverse componenti.

Nel presente studio è trattata la descrizione delle opere di drenaggio della piattaforma stradale, fornendo gli elementi e i criteri utili per il corretto dimensionamento e verifica delle stesse. Gli schemi della rete di smaltimento sono studiati per consentire lo scarico a gravità delle acque di drenaggio verso i recapiti finali costituiti prevalentemente dai fossi scolanti. Nel calcolo del drenaggio delle acque di piattaforma, la sollecitazione meteorica da assumere alla base del progetto dovrà essere scelta a seconda del tratto stradale considerato: per i tratti in trincea la sollecitazione meteorica da assumere sarà quella corrispondente ad un tempo di ritorno pari a 100 anni, per gli altri tratti invece essa sarà quella corrispondente ad un tempo di ritorno pari a 25 anni.

Le sollecitazioni meteoriche sono desunte dalle curve di possibilità pluviometrica definite nella relazione Idrologica ed Idraulica.

IMPRESA A.T.J.:

PROGETTISTA RTP:

MANDATARIA:

MANDANTE:

MANDATARIA:

MANDANTI:

2 DIMENSIONAMENTO DRENAGGI DI PIATTAFORMA

2.1 Stima delle piogge di progetto

Per giungere al dimensionamento di tutti i rami della rete di drenaggio occorre preventivamente definire, sulla base degli elementi idrologici, idraulici e geometrici disponibili, le portate generate da un evento meteorico, di preassegnata frequenza probabile, assunto come sollecitazione di progetto. Le ipotesi alla base del progetto sono quelle di considerare un evento corrispondente ad un tempo di ritorno pari a 25 anni per le sezioni in corrispondenza di tratti in rilevato e viadotto mentre di 100 anni per i tratti in trincea, così da proporzionare la rete di drenaggio in modo che tutti gli elementi della rete raggiungano un grado di riempimento accettabile.

Per la valutazione delle massime portate, affluenti nelle tubazioni e nelle canalizzazioni dei diversi tronchi del sistema di drenaggio, può essere utilizzata la formula, derivata dal metodo razionale:

$$Q_p = \frac{\phi_c \times b_c + \phi_s \times b_s + \phi_e \times b_e}{3600} \times L \times i_c$$

in cui:

- Q_p = portata massima di pioggia (l/s)
- ϕ_c = 1.0 coefficiente di deflusso della piattaforma stradale (adim.);
- ϕ_s = 0.5 coefficiente di deflusso delle scarpate (adim.);
- ϕ_e = 0.5 coefficiente di deflusso delle aree esterne (adim.);
- b_c = larghezza della piattaforma stradale (mq);
- b_s = larghezza della scarpata stradale (mq);
- b_e = larghezza della fascia esterna (mq);
- L = lunghezza tratto (m);
- i_c = intensità della pioggia critica (mm/h) ($T_r=25$ o 100 anni, $T_c=5$ minuti o superiore per le reti).

Per il calcolo dell'intensità di pioggia si farà riferimento alle metodologie esposte nella Relazione Idrologica ed Idraulica.

In particolare, per tutto il tratto oggetto dell'adeguamento si terrà conto dei dati pluviometrici della stazione di Servigliano, come già riportato nell'elaborato della relazione Idrologica.

La forma della curva di possibilità pluviometrica è del tipo trinomia:

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

dove:

t è la durata della pioggia critica in ore;

b, m sono parametri dipendenti dalla località;

i rappresenta l'intensità di pioggia

Le opere di drenaggio delle acque meteoriche sono state dimensionate a seconda del tratto considerato assumendo un evento meteorico di intensità pari ad un tempo di ritorno di 25 anni per i tratti in rilevato e viadotto, di 100 anni per i tratti in trincea.

Le durate critiche sono tutte inferiori all'ora e tipicamente dell'ordine dei 5-6 minuti. L'utilizzo della formulazione trinomia permette di determinare le piogge di breve intensità fornendo valori di intensità di pioggia coerenti, sorpassando le problematiche relative alle piogge brevi ma intense legate alla formulazione a due parametri.

I parametri di pioggia ottenuti per elaborazione statistica al pluviometro di Servigliano sono riportati nella seguente:

Stazione pluviometrica	$a(Tr=25)$	$a(Tr=100)$	b	m
Servigliano	54,48	80,00	0,137	0,734

Tabella 1: Parametri delle piogge di progetto

2.2 Opere di drenaggio

Nel seguito vengono delineate le principali tipologie di opere di drenaggio in relazione alle specifiche applicazioni.

2.2.1 Sezioni in rilevato

Il sistema di raccolta dei deflussi meteorici per le sezioni in rilevato avviene tramite embrici e fossi. Il dimensionamento prevede l'allagamento del margine stradale limitatamente ad 1 metro di larghezza con scarico sui fossi tramite embrici posti al piede della scarpata.

2.2.1.1 Margine stradale con cordolo ed embrici

Nei tratti in rilevato in cui è disponibile lo spazio per lo smaltimento tramite fossi, si è adottato un passo degli embrici in funzione della pendenza longitudinale e trasversale del ciglio stradale. Di conseguenza il passo varia in funzione delle caratteristiche plano-altimetriche del tracciato, il quale sarà più fitto nei tratti con deboli pendenze e più ampio nei tratti con forti pendenze. L'acqua di piattaforma scorrerà lungo il ciglio stradale fino ad occupare al massimo 1 metro della banchina stradale.

Per le caratteristiche della superficie di scorrimento (conglomerato bituminoso) si è impiegato un coefficiente di scabrezza (Manning) pari a 0,016.

Nel calcolo idraulico, a favore di sicurezza, non si è tenuto conto della capacità drenante dello strato di usura che consente di avere un ulteriore capacità di drenaggio.

La superficie drenante considerata tiene conto anche dei tratti di allargamento della piattaforma dovuti alle corsie di immissione e delle corsie di diversione.

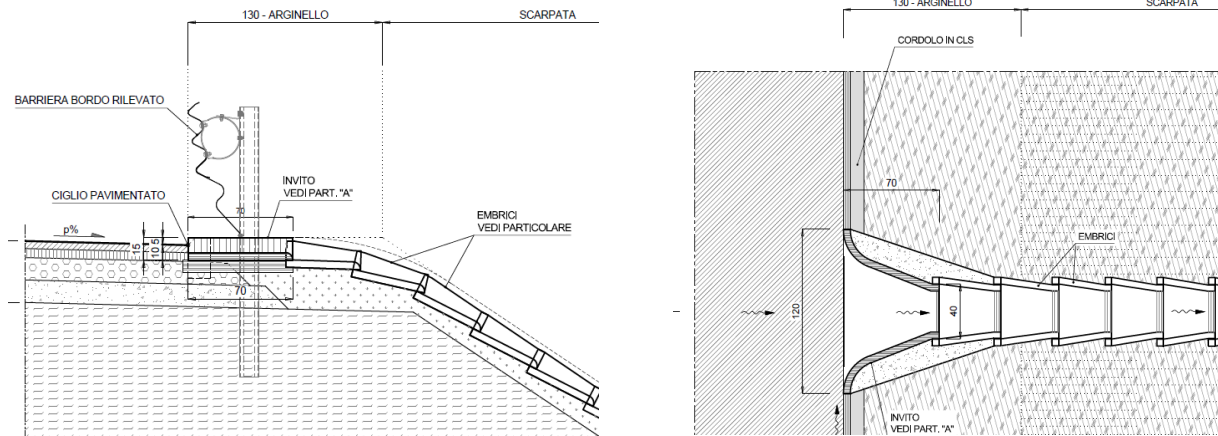


Figura 1: Margine laterale in rilevato con embrici

2.2.1.2 Margine stradale con pozzetto di raccolta e collettore

Nei tratti in rilevato in cui, data la presenza di marciapiede, è necessario allontanare le acque di piattaforma tramite pozzetti di raccolta e collettori stradali, si è adottato un sistema che prevede la raccolta delle acque di drenaggio tramite pozzetti di raccolta dotati di griglia carrabile.

Il passo fra i pozzetti varia in funzione della pendenza longitudinale della piattaforma stradale, di conseguenza il passo varia in funzione delle caratteristiche plano-altimetriche del tracciato, il quale sarà più fitto nei tratti con deboli pendenze e più ampio nei tratti con forti pendenze.

Per le caratteristiche della superficie di scorrimento (conglomerato bituminoso) si è impiegato un coefficiente di scabrezza (Manning) pari a 0,016.

Nel calcolo idraulico, a favore di sicurezza, non si è tenuto conto della capacità drenante dello strato di usura che consente di avere un ulteriore capacità di drenaggio.

La superficie drenante considerata tiene conto anche dei tratti di allargamento della piattaforma dovuti alle corsie di immissione e delle corsie di diversione.

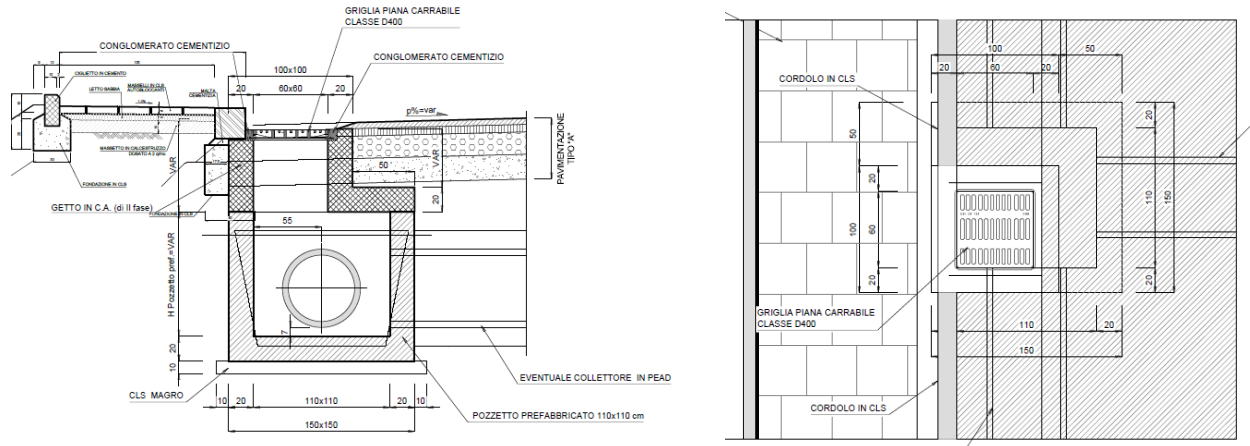


Figura 2: Margine laterale in corrispondenza di marciapiede

2.2.2 Sezioni in trincea

Per la raccolta delle acque provenienti dalla piattaforma stradale, nei tratti al piede delle trincee è prevista l'esecuzione, in fregio alla pavimentazione stradale, di cunette alla francese in cls di larghezza 1,2 m, con sottostante tubazione in PEAD di collettamento.

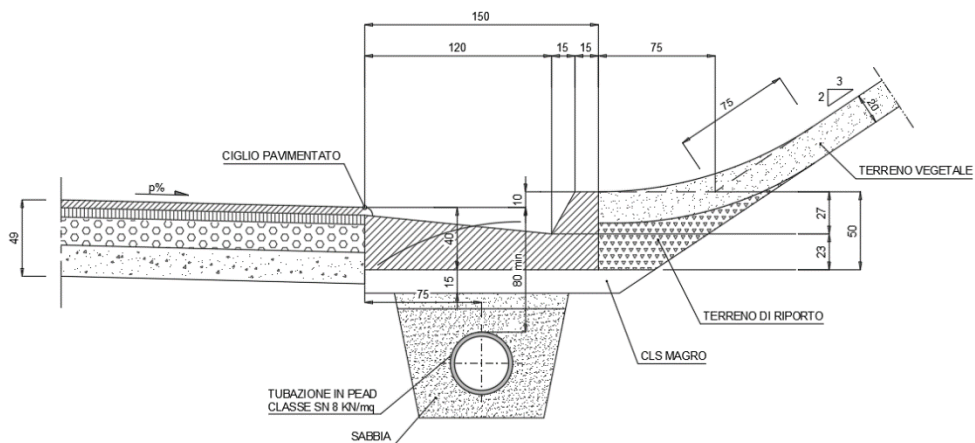


Figura 3: Margine laterale in trincea per l'asse principale

IMPRESA A.T.I.:

PROGETTISTA RTP:

MANDATARIA:

MANDANTE:

MANDATARIA:

MANDANTI:

In un primo momento, la raccolta delle acque avviene solamente mediante la cunetta, fin quando la capacità idraulica della cunetta stessa lo consente e non si rende necessaria l'introduzione del collettore sottostante. Dopodiché, le cunette scaricano le acque raccolte per mezzo di caditoie poste ad interasse minimo pari a 30 m, protette da griglie carrabili sagomate come la stessa cunetta, all'interno di pozzetti prefabbricati, posti ad interasse minimo pari a 30 m. Dai pozzetti si diparte la rete di collettori di progetto che recapita le acque alla vasca di trattamento.

Per i particolari costruttivi dei pozzetti di raccolta si rimanda ai relativi allegati grafici.

2.2.3 Sezioni in viadotto o ponte

Nel caso dei viadotti e dei ponti sono previste lungo le banchine, alloggiare in uno scasso del marciapiede, delle caditoie stradali con sottostanti bocchettoni munite di griglie realizzate mediante una lamiera mandorlata forata, collegate alla sottostante tubazione di raccolta in acciaio ancorata all'impalcato mediante staffaggi. Tale tubazione, di diametro minimo Φ 300 mm, consentirà di dare continuità ai collettori di raccolta delle acque di piattaforma, e di addurre i drenaggi ai collettori posti al termine dell'opera.

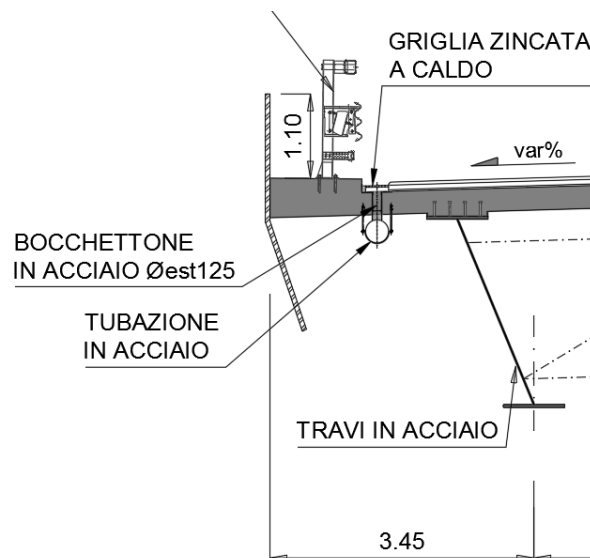


Figura 4: Margine laterale in viadotto

3 VERIFICHE IDRAULICHE DELLE OPERE DI DRENAGGIO

La verifica di un idoneo dimensionamento delle canalizzazioni di drenaggio viene eseguita, facendo riferimento alle condizioni di moto uniforme, attraverso la relazione di Chezy:

$$Q = \frac{1}{n} \cdot R(h)^{1/3} \cdot A \cdot \sqrt{R(h) \cdot i}$$

Dove:

- n coefficiente di scabrezza di Manning
- $R(h)$ raggio idraulico della sezione bagnata
- A area della sezione bagnata
- i pendenza longitudinale del canale

Per quanto riguarda i valori dei coefficienti di scabrezza è stato assunto $n = 0.0125$ per tutte le tubazioni nel presente progetto, realizzate in PEAD, e che corrisponde al valore di scabrezza assunto da condotte vetuste dopo un tempo di esercizio pari alla vita nominale delle stesse (25 anni).

In Allegato vengono riportati i tabulati delle verifiche condotte per i diversi tratti interessati dalla raccolta delle acque meteoriche. Le verifiche sono state condotte a partire dalla caratterizzazione pluviometrica adottata per il presente progetto e definite nell'elaborato di Idrologia.

3.1 Verifica dei tratti in rilevato

Nei tratti del tracciato che presentano una sezione in rilevato con allontanamento delle acque di piattaforma tramite embrici, si è proceduto al calcolo del passo di questi ultimi.

Il calcolo del passo degli embrici è stato eseguito rapportando la portata drenata, calcolata come segue:

$$Q = \frac{\varphi \cdot l \cdot L \cdot i(\delta)}{3600}$$

e la portata del ciglio della piattaforma, calcolabile tramite l'equazione di Chezy esposta precedentemente:

$$Q = \frac{1}{n} \cdot R(h)^{1/3} \cdot A \cdot \sqrt{R(h) \cdot i}$$

Il valore ottenuto indica l'interasse massimo adottabile per il tratto oggetto di studio.

Pt pend. Trasn. Piattaf. [m/m]		0.025	0.03	0.035	0.04	0.045	0.05	0.055	0.06	
B largh. Banchina [m]		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	0.8	
h altezza cordolo bagnato [m]		0.025	0.030	0.035	0.040	0.045	0.050	0.050	0.050	
n coeff. Scabrezza		0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	
A area [mq]		0.012	0.015	0.017	0.020	0.022	0.025	0.023	0.021	
C contorno bagnato [m]		1.02	1.03	1.03	1.04	1.04	1.05	0.96	0.88	
R raggio idraulico [m]		0.012	0.015	0.017	0.019	0.022	0.024	0.024	0.024	
i Pendenza longitudinale stradale	0.001	Q portata l/s	1.31	1.77	2.28	2.84	3.44	4.09	3.70	3.38
	0.0025		2.07	2.79	3.60	4.48	5.44	6.46	5.85	5.35
	0.005		2.93	3.95	5.09	6.34	7.69	9.14	8.28	7.56
	0.01		4.14	5.59	7.20	8.97	10.88	12.92	11.71	10.70
	0.02		5.85	7.90	10.19	12.68	15.38	18.27	16.56	15.13
	0.03		7.17	9.68	12.47	15.53	18.84	22.38	20.28	18.52
	0.04		8.28	11.18	14.40	17.93	21.75	25.84	23.41	21.39
	0.05		9.25	12.50	16.10	20.05	24.32	28.89	26.18	23.92
0.06	10.14	13.69	17.64	21.97	26.64	31.65	28.68	26.20		

Tabella 2: Calcolo portate in corrispondenza del margine stradale (banchina)

L Carreggiata		<i>m</i>	10.5
I Pioggia 5'		<i>mm/h</i>	165.4
Coeff. Deflusso		-	1
Portata da drenare al m		<i>l/s</i>	0.48

		INTERASSE EMBRICI TIPO I							
		Pendenza Trasversale Carreggiata							
		0.025	0.03	0.035	0.04	0.045	0.05	0.055	0.06
i Pendenza longitudinale ciglio stradale	0.001	3	4	5	6	7	8	8	7
	0.0025	4	6	7	9	11	13	12	11
	0.005	6	8	11	13	16	19	17	16
	0.01	9	12	15	19	23	27	24	22
	0.02	12	16	21	26	32	38	34	31
	0.03	15	20	26	32	39	46	42	38
	0.04	17	23	30	37	45	54	49	44
	0.05	19	26	33	42	50	60	54	50
	0.06	21	28	37	46	55	66	59	54

Tabella 3: Verifica del passo minimo fra gli embrici

3.2 Verifica dei tratti in trincea

Le cunette sono previste sul margine esterno della strada ed hanno le caratteristiche geometriche indicate nelle sezioni tipo. La loro funzione è quella di raccogliere le acque provenienti dalla piattaforma stradale e dalle scarpate.

La portata massima smaltibile dalla cunetta in funzione della pendenza longitudinale della strada è stata calcolata con la legge di Gauckler-Strickler-Manning, avendo fissato il massimo riempimento della superficie della cunetta.

La portata vale:

$$Q_s = K \cdot A_c \cdot R_I^{2/3} \cdot j_c^{1/2};$$

K= 0,02 (Coefficiente di Manning);

j_c = pendenza longitudinale

A_c = Area Bagnata in mq con

$$A_c = \frac{b \cdot y}{2};$$

dove b è la larghezza della cunetta

R = Raggio idraulico in m, con

$$R_I = \frac{A_c}{C} \text{ e}$$

$$C = y \cdot \left(1 + \sqrt{1 + \frac{1}{j^2}} \right) = \text{Contorno bagnato}$$

La portata affluente è stata calcolata con la formula seguente:

$$Q = \frac{(\Phi_1 \cdot l + \Phi_2 \cdot S) \cdot L \cdot i(25, \tau)}{3600}$$

IMPRESA A.T.I.:

PROGETTISTA RTP:

MANDATARIA:

MANDANTE:

MANDATARIA:

MANDANTI:

dove:

L = sviluppo massimo assegnabile alla cunetta in m;

Q = portata massima di smaltimento in l/s;

l = larghezza di piattaforma più cunetta in m;

S = larghezza media, in proiezione orizzontale, della scarpata verticale;

Φ_1 = coefficiente di deflusso della superficie pavimentata = 1.0;

Φ_2 = coefficiente di deflusso della scarpata = 0.5.

Quando l'apporto di acqua piovana di un determinato tratto di strada raggiunge la predetta portata massima, la cunetta non sarà più in grado di smaltire le portate affluenti, per cui si dovrà prevedere un pozzetto, che consenta di deviare le acque defluenti nel tubo collettore posto al di sotto della stessa.

Con questo procedimento si ricava l'interasse tra i pozzetti di raccolta; il calcolo dell'interasse massimo prima dello scarico può essere determinato per ciascuna pendenza longitudinale. In considerazione del fatto che è necessario garantire la manutenzione della condotta, si è scelto di portare l'interasse minimo a 30 metri, anche quando il calcolo consentirebbe un interasse più ampio.

3.3 Verifica dei tratti in viadotto

Per i tratti in viadotto si è considerato ammissibile l'allagamento dello spazio intercluso tra il cordolo del viadotto e l'interruzione dello strato di usura.

Si realizza così un canale di bordo rettangolare con una larghezza $B = 0.35 \text{ m}$ e con un tirante d'acqua di 5 cm per tutto il tratto in viadotto.

Lo scarico dell'acqua di raccolta è affidato a bocchettoni posti ad opportuno interasse tra loro, che convogliano l'acqua in un tubo di dimensioni minime $\Phi 300 \text{ mm}$ in acciaio posto sotto l'impalcato stesso dell'opera.

Il calcolo dell'interasse fra i bocchettoni è stato eseguito rapportando la portata drenata, calcolata come segue:

$$Q = \frac{\varphi \cdot l \cdot L \cdot i(\delta)}{3600}$$

e la portata del ciglio della piattaforma, calcolabile tramite l'equazione di Chezy esposta precedentemente:

$$Q = \frac{1}{n} \cdot R(h)^{1/3} \cdot A \cdot \sqrt{R(h) \cdot i}$$

Una volta stabilito l'interasse tra i bocchettoni occorre verificare che questi siano in grado di smaltire la portata in arrivo. Il dimensionamento del bocchettone può farsi trattandolo come luce sotto battente a secondo del carico h all'imbocco (pari all'altezza tra la base della caduta e l'inizio del discendente):

$$Q = C_q \cdot A \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

Con:

- $C_q = 0,6$
- $A = \pi \cdot r^2$ area del discendente o bocchettone

I bocchettoni di progetto hanno un carico all'imbocco pari a circa **5 cm** e un diametro Φ **125 mm** ottenendo un valore di portata massima smaltibile pari a **6.8 l/s**

Tale valore risulta essere sempre superiore ai valori di portata drenata dalla piattaforma con gli interassi degli scarichi scelti per i singoli viadotti.

3.4 Verifica idraulica dei collettori

La determinazione del diametro D dei tubi di collettamento delle acque di piattaforma fra le cam-pate dei singoli viadotti è stata effettuata con l'applicazione iterativa della formula di Chezy.

Il concetto alla base della metodologia è quello di eguagliare la portata generata da una superficie tramite la formula razionale:

$$Q = \frac{\varphi \cdot i(\delta) \cdot A}{3600} \text{ l/s}$$

Alla portata smaltibile alla sezione critica dalla tubazione di collettamento delle acque, calcolata tramite la formulazione di Chezy:

$$Q = \frac{1}{n} \cdot R(h)^{1/3} \cdot A \cdot \sqrt{R(h) \cdot i}$$

Dove:

- n coefficiente di scabrezza di Manning, **0.0125** per condotte vetuste
- $R(h)$ raggio idraulico della sezione bagnata del collettore
- A area della sezione bagnata del collettore
- i pendenza longitudinale del collettore

Facendo variare gradualmente l'altezza del pelo libero h all'interno della condotta si raggiunge il valore per cui le due portate si eguagliano. Le verifiche risultano soddisfatte quando il rapporto di riempimento risulta:

- Minore del 50% per collettori di diametro $D < \Phi 400 \text{ mm}$
- Minore del 70% per collettori di diametro $D \geq \Phi 400 \text{ mm}$

REGIONE PLUVIOMETRICA SERVIGLIANO - CONDOTTA Φ 300									
Pendenza	Tirante Idrico max	Φ	i	n	Diametro	TC	Portata Max	Area Max	L max
	<i>mm</i>		<i>mm/ora</i>	-	<i>mm</i>	<i>min</i>	<i>m³/s</i>	<i>m²</i>	<i>m</i>
0.1%	147	1	156.74	0.0125	300	6.0	0.015	352.9	33.6
0.3%	147	1	156.74	0.0125	300	6.0	0.027	611.2	58.2
0.5%	147	1	156.74	0.0125	300	6.0	0.034	789.0	75.1
0.7%	147	1	156.74	0.0125	300	6.0	0.041	933.6	88.9
1.0%	147	1	156.74	0.0125	300	6.0	0.049	1115.8	106.3
1.5%	147	1	156.74	0.0125	300	6.0	0.060	1366.6	130.2
2.0%	147	1	156.74	0.0125	300	6.0	0.069	1578.0	150.3
2.5%	147	1	156.74	0.0125	300	6.0	0.077	1764.3	168.0
3.0%	147	1	156.74	0.0125	300	6.0	0.084	1932.7	184.1
3.5%	147	1	156.74	0.0125	300	6.0	0.091	2087.6	198.8
4.0%	147	1	156.74	0.0125	300	6.0	0.097	2231.7	212.5
4.5%	147	1	156.74	0.0125	300	6.0	0.103	2367.1	225.4
5.0%	147	1	156.74	0.0125	300	6.0	0.109	2495.1	237.6

Tabella 4: Verifica collettori Φ 300

REGIONE PLUVIOMETRICA SERVIGLIANO - CONDOTTA Φ 400									
Pendenza	Tirante Idrico max	Φ	i	n	Diametro	TC	Portata Max	Area Max	L max
	mm		mm/ora	-	mm	min	m ³ /s	m ²	m
0.1%	276	1	156.74	0.0125	400	6.0	0.056	1292.3	123.1
0.3%	276	1	156.74	0.0125	400	6.0	0.097	2238.3	213.2
0.5%	276	1	156.74	0.0125	400	6.0	0.126	2889.7	275.2
0.7%	276	1	156.74	0.0125	400	6.0	0.149	3419.1	325.6
1.0%	276	1	156.74	0.0125	400	6.0	0.178	4086.6	389.2
1.5%	276	1	156.74	0.0125	400	6.0	0.218	5005.1	476.7
2.0%	276	1	156.74	0.0125	400	6.0	0.252	5779.3	550.4
2.5%	276	1	156.74	0.0125	400	6.0	0.281	6461.5	615.4
3.0%	276	1	156.74	0.0125	400	6.0	0.308	7078.2	674.1
3.5%	276	1	156.74	0.0125	400	6.0	0.333	7645.3	728.1
4.0%	276	1	156.74	0.0125	400	6.0	0.356	8173.2	778.4
4.5%	276	1	156.74	0.0125	400	6.0	0.377	8669.0	825.6
5.0%	276	1	156.74	0.0125	400	6.0	0.398	9137.9	870.3

Tabella 5: Verifica collettori Φ 400

REGIONE PLUVIOMETRICA SERVIGLIANO - CONDOTTA Φ 500									
Pendenza	Tirante Idrico max	Φ	i	n	Diametro	TC	Portata Max	Area Max	L max
	mm		mm/ora	-	mm	min	m ³ /s	m ²	m
0.1%	345	1	156.74	0.0125	500	6.0	0.102	2343.1	223.2
0.3%	345	1	156.74	0.0125	500	6.0	0.177	4058.4	386.5
0.5%	345	1	156.74	0.0125	500	6.0	0.228	5239.3	499.0
0.7%	345	1	156.74	0.0125	500	6.0	0.270	6199.2	590.4
1.0%	345	1	156.74	0.0125	500	6.0	0.323	7409.5	705.7
1.5%	345	1	156.74	0.0125	500	6.0	0.395	9074.8	864.3
2.0%	345	1	156.74	0.0125	500	6.0	0.456	10478.6	998.0
2.5%	345	1	156.74	0.0125	500	6.0	0.510	11715.5	1115.8
3.0%	345	1	156.74	0.0125	500	6.0	0.559	12833.7	1222.3
3.5%	345	1	156.74	0.0125	500	6.0	0.604	13861.9	1320.2
4.0%	345	1	156.74	0.0125	500	6.0	0.645	14819.0	1411.3
4.5%	345	1	156.74	0.0125	500	6.0	0.684	15717.9	1496.9
5.0%	345	1	156.74	0.0125	500	6.0	0.721	16568.2	1577.9

Tabella 6: Verifica collettori Φ 500

IMPRESA A.T.I.:

PROGETTISTA RTP:

MANDATARIA:

MANDANTE:

MANDATARIA:

MANDANTI:

REGIONE PLUVIOMETRICA SERVIGLIANO - CONDOTTA Φ 600									
Pendenza	Tirante Idrico max	Φ	i	n	Diametro	TC	Portata Max	Area Max	L max
	mm		mm/ora	-	mm	min	m ³ /s	m ²	m
0.1%	414	1	156.74	0.0125	600	6.0	0.166	3810.1	362.9
0.3%	414	1	156.74	0.0125	600	6.0	0.287	6599.3	628.5
0.5%	414	1	156.74	0.0125	600	6.0	0.371	8519.7	811.4
0.7%	414	1	156.74	0.0125	600	6.0	0.439	10080.7	960.1
1.0%	414	1	156.74	0.0125	600	6.0	0.525	12048.7	1147.5
1.5%	414	1	156.74	0.0125	600	6.0	0.642	14756.6	1405.4
2.0%	414	1	156.74	0.0125	600	6.0	0.742	17039.4	1622.8
2.5%	414	1	156.74	0.0125	600	6.0	0.829	19050.6	1814.3
3.0%	414	1	156.74	0.0125	600	6.0	0.909	20868.9	1987.5
3.5%	414	1	156.74	0.0125	600	6.0	0.981	22541.0	2146.8
4.0%	414	1	156.74	0.0125	600	6.0	1.049	24097.4	2295.0
4.5%	414	1	156.74	0.0125	600	6.0	1.113	25559.1	2434.2
5.0%	414	1	156.74	0.0125	600	6.0	1.173	26941.7	2565.9

Tabella 7: Verifica collettori Φ 600

REGIONE PLUVIOMETRICA SERVIGLIANO - CONDOTTA Φ 800									
Pendenza	Tirante Idrico max	Φ	i	n	Diametro	TC	Portata Max	Area Max	L max
	mm		mm/ora	-	mm	min	m ³ /s	m ²	m
0.1%	552	1	156.74	0.0125	800	6.0	0.357	8205.6	781.5
0.3%	552	1	156.74	0.0125	800	6.0	0.619	14212.5	1353.6
0.5%	552	1	156.74	0.0125	800	6.0	0.799	18348.2	1747.5
0.7%	552	1	156.74	0.0125	800	6.0	0.945	21709.9	2067.6
1.0%	552	1	156.74	0.0125	800	6.0	1.130	25948.3	2471.3
1.5%	552	1	156.74	0.0125	800	6.0	1.384	31780.1	3026.7
2.0%	552	1	156.74	0.0125	800	6.0	1.598	36696.5	3494.9
2.5%	552	1	156.74	0.0125	800	6.0	1.786	41027.9	3907.4
3.0%	552	1	156.74	0.0125	800	6.0	1.957	44943.8	4280.4
3.5%	552	1	156.74	0.0125	800	6.0	2.114	48544.9	4623.3
4.0%	552	1	156.74	0.0125	800	6.0	2.259	51896.7	4942.5
4.5%	552	1	156.74	0.0125	800	6.0	2.397	55044.7	5242.4
5.0%	552	1	156.74	0.0125	800	6.0	2.526	58022.2	5525.9

Tabella 8: Verifica collettori Φ 800

IMPRESA A.T.I.:

PROGETTISTA RTP:

MANDATARIA:

MANDANTE:

MANDATARIA:

MANDANTI:

4 DIMENSIONAMENTO E VERIFICA DEI FOSSI DI GUARDIA

I fossi di guardia sono dimensionati con la portata di progetto relativa al tempo di ritorno di 50 anni ad esclusione dei fossi di guardia in testa alle trincee i quali sono stati verificati assumendo una sollecitazione meteorica con tempo di ritorno 100 anni.

Il tempo di concentrazione τ_c è calcolato con la formula:

$$\tau_c = \tau_0 + \tau_r$$

con:

- τ_0 tempo medio impiegato dalla particella liquida per raggiungere i fossi di guardia assunto pari a 5';
- τ_r tempo di rete, ossia il tempo di scorrimento nei fossi di guardia considerando il percorso idraulicamente più lungo; esso è funzione della velocità dell'acqua nei fossi stessi determinata tramite la scala di deflusso dell'elemento idraulico considerato, fissata la portata di progetto.

I fossi di guardia sono stati dimensionati per un grado di riempimento massimo dell'80% con le portate di progetto. I fossi di guardia sono dimensionati considerando nel computo del bacino scolante, oltre alla larghezza della scarpata del rilevato posta pari a 10 m, una fascia di competenza per le acque provenienti dal bacino esterno dominante pari ad almeno 100 m, come mostrato nella figura 4.

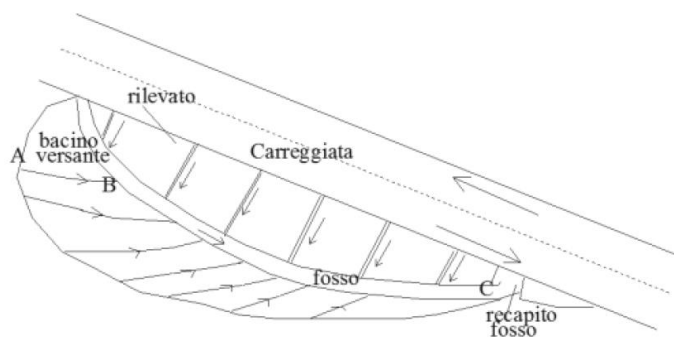


Figura 5: Margine laterale in trincea per l'asse principale

Il dimensionamento del sistema di fossi di guardia accoglierà le portate scaricate dagli embrici della piattaforma stradale così come le acque convogliate da quelle reti di drenaggio che non necessitano di trattamento prima dell'immissione al recapito finale, così come quota parte delle acque di ruscellamento superficiale dai sottobacini interferenti con l'opera.. Per il dimensionamento e la verifica dei suddetti fossi di guardia si è considerata una sollecitazione meteorica caratterizzata da tempo di ritorno pari a:

- **50 anni** per i fossi di guardia posti al piede del rilevato;
- **100 anni** per i fossi di guardia posti in testa alle trincee;

Per tale scopo si intende realizzare tre tipologie di fosso rivestito in cls ed una tipologia di fosso in terra le cui caratteristiche sono riassumibili:

- F0: Sezione trapezia isoscele rivestita in cls di dimensioni 50 x 50 cm;
- F1: Sezione trapezia isoscele rivestita in cls di dimensioni 50 x 100 cm;
- F2: Sezione trapezia isoscele rivestita in cls di dimensioni 100 x 100 cm
- FT: Sezione trapezia isoscele in terra di altezza variabile e dimensioni minime 50 x 100 cm;

Poiché la portata generata da una superficie tramite la formula razionale

$$Q = \frac{\varphi \cdot i(\delta) \cdot A}{3600} = \frac{\varphi \cdot i(\delta) \cdot 110 \cdot L}{3600} \text{ l/s}$$

E che transiterà all'interno della generica sezione il cui valore è calcolato come

$$Q = \frac{1}{n} \cdot R(h)^{1/6} \cdot A \cdot \sqrt{R(h) \cdot i}$$

Dipenderà sostanzialmente da fattori come la pendenza, il tirante idraulico, la geometria e la scabrezza della generica sezione. Fissando però il valore di scabrezza $n = 0.023$ per i fossi rivestiti ed $n = 0.04$ per quelli in terra, la geometria ed assumendo che il tirante idrico massimo all'interno della sezione sia pari all'80% dell'altezza totale dell'elemento drenante, si può determinare l'estensione massima della superficie drenata dal singolo fosso di guarda, in funzione di un range di pendenze, come evidenziato nelle tabelle seguenti.

FOSSO F0 - PIEDE RILEVATO						
Pendenza	Tirante Idrico max	Φ	i	Portata Max	Area Max	L max
	<i>m</i>		<i>mm/ora</i>	<i>m³/s</i>	<i>m²</i>	<i>m</i>
0.1%	0.4	0.5	130.66	0.141	7742.4	70.4
0.3%	0.4	0.5	130.66	0.243	13410.2	121.9
0.5%	0.4	0.5	130.66	0.314	17312.5	157.4
0.7%	0.4	0.5	130.66	0.372	20484.4	186.2
1.0%	0.4	0.5	130.66	0.444	24483.5	222.6
1.5%	0.4	0.5	130.66	0.544	29986.1	272.6
2.0%	0.4	0.5	130.66	0.628	34625.0	314.8
2.5%	0.4	0.5	130.66	0.703	38711.9	351.9
3.0%	0.4	0.5	130.66	0.770	42406.8	385.5
3.5%	0.4	0.5	130.66	0.831	45804.5	416.4
4.0%	0.4	0.5	130.66	0.889	48967.1	445.2
4.5%	0.4	0.5	130.66	0.943	51937.5	472.2
5.0%	0.4	0.5	130.66	0.994	54746.9	497.7

Tabella 9: Verifica fossi di guardia F0 - Rilevato

FOSSO F0 - TESTA TRINCEA						
Pendenza	Tirante Idrico max	Φ	i	Portata Max	Area Max	L max
	<i>m</i>		<i>mm/ora</i>	<i>m³/s</i>	<i>m²</i>	<i>m</i>
0.1%	0.4	0.5	191.87	0.141	5272.6	47.9
0.3%	0.4	0.5	191.87	0.243	9132.3	83.0
0.5%	0.4	0.5	191.87	0.314	11789.8	107.2
0.7%	0.4	0.5	191.87	0.372	13949.9	126.8
1.0%	0.4	0.5	191.87	0.444	16673.3	151.6
1.5%	0.4	0.5	191.87	0.544	20420.5	185.6
2.0%	0.4	0.5	191.87	0.628	23579.6	214.4
2.5%	0.4	0.5	191.87	0.703	26362.8	239.7
3.0%	0.4	0.5	191.87	0.770	28879.0	262.5
3.5%	0.4	0.5	191.87	0.831	31192.9	283.6
4.0%	0.4	0.5	191.87	0.889	33346.6	303.2
4.5%	0.4	0.5	191.87	0.943	35369.4	321.5
5.0%	0.4	0.5	191.87	0.994	37282.6	338.9

Tabella 10: Verifica fossi di guardia F0 - Trincea

IMPRESA A.T.I.:

PROGETTISTA RTP:

MANDATARIA:

MANDANTE:

MANDATARIA:

MANDANTI:

FOSSO F1 - PIEDE RILEVATO						
Pendenza	Tirante Idrico max	Φ	i	Portata Max	Area Max	L max
	<i>m</i>		<i>mm/ora</i>	<i>m³/s</i>	<i>m²</i>	<i>m</i>
0.1%	0.4	0.5	130.66	0.204	11220.4	102.0
0.3%	0.4	0.5	130.66	0.353	19434.3	176.7
0.5%	0.4	0.5	130.66	0.455	25089.6	228.1
0.7%	0.4	0.5	130.66	0.539	29686.4	269.9
1.0%	0.4	0.5	130.66	0.644	35482.0	322.6
1.5%	0.4	0.5	130.66	0.789	43456.4	395.1
2.0%	0.4	0.5	130.66	0.911	50179.1	456.2
2.5%	0.4	0.5	130.66	1.018	56102.0	510.0
3.0%	0.4	0.5	130.66	1.115	61456.6	558.7
3.5%	0.4	0.5	130.66	1.205	66380.8	603.5
4.0%	0.4	0.5	130.66	1.288	70964.0	645.1
4.5%	0.4	0.5	130.66	1.366	75268.7	684.3
5.0%	0.4	0.5	130.66	1.440	79340.2	721.3

Tabella 11: Verifica fossi di guardia F1 - Rilevato

FOSSO F1 - TESTA TRINCEA						
Pendenza	Tirante Idrico max	Φ	i	Portata Max	Area Max	L max
	<i>m</i>		<i>mm/ora</i>	<i>m³/s</i>	<i>m²</i>	<i>m</i>
0.1%	0.4	0.5	191.87	0.204	7641.1	69.5
0.3%	0.4	0.5	191.87	0.353	13234.8	120.3
0.5%	0.4	0.5	191.87	0.455	17086.0	155.3
0.7%	0.4	0.5	191.87	0.539	20216.4	183.8
1.0%	0.4	0.5	191.87	0.644	24163.2	219.7
1.5%	0.4	0.5	191.87	0.789	29593.8	269.0
2.0%	0.4	0.5	191.87	0.911	34172.0	310.7
2.5%	0.4	0.5	191.87	1.018	38205.4	347.3
3.0%	0.4	0.5	191.87	1.115	41852.0	380.5
3.5%	0.4	0.5	191.87	1.205	45205.3	411.0
4.0%	0.4	0.5	191.87	1.288	48326.5	439.3
4.5%	0.4	0.5	191.87	1.366	51258.0	466.0
5.0%	0.4	0.5	191.87	1.440	54030.7	491.2

Tabella 12: Verifica fossi di guardia F1 – Trincea

IMPRESA A.T.I.:

PROGETTISTA RTP:

MANDATARIA:

MANDANTE:

MANDATARIA:

MANDANTI:

FOSSO F2 - PIEDE RILEVATO						
Pendenza	Tirante Idrico max	Φ	i	Portata Max	Area Max	L max
	<i>m</i>		<i>mm/ora</i>	<i>m³/s</i>	<i>m²</i>	<i>m</i>
0.1%	0.4	0.5	130.66	1.150	63386.2	576.2
0.3%	0.4	0.5	130.66	1.992	109788.1	998.1
0.5%	0.4	0.5	130.66	2.572	141735.9	1288.5
0.7%	0.4	0.5	130.66	3.043	167704.1	1524.6
1.0%	0.4	0.5	130.66	3.638	200444.8	1822.2
1.5%	0.4	0.5	130.66	4.455	245493.7	2231.8
2.0%	0.4	0.5	130.66	5.144	283471.7	2577.0
2.5%	0.4	0.5	130.66	5.752	316931.0	2881.2
3.0%	0.4	0.5	130.66	6.301	347180.5	3156.2
3.5%	0.4	0.5	130.66	6.805	374997.8	3409.1
4.0%	0.4	0.5	130.66	7.275	400889.5	3644.5
4.5%	0.4	0.5	130.66	7.717	425207.6	3865.5
5.0%	0.4	0.5	130.66	8.134	448208.1	4074.6

Tabella 13: Verifica fossi di guardia F2 – Rilevato

FOSSO F2 - TESTA TRINCEA						
Pendenza	Tirante Idrico max	Φ	i	Portata Max	Area Max	L max
	<i>m</i>		<i>mm/ora</i>	<i>m³/s</i>	<i>m²</i>	<i>m</i>
0.1%	0.4	0.5	191.87	1.150	43166.0	392.4
0.3%	0.4	0.5	191.87	1.992	74765.7	679.7
0.5%	0.4	0.5	191.87	2.572	96522.1	877.5
0.7%	0.4	0.5	191.87	3.043	114206.5	1038.2
1.0%	0.4	0.5	191.87	3.638	136502.9	1240.9
1.5%	0.4	0.5	191.87	4.455	167181.2	1519.8
2.0%	0.4	0.5	191.87	5.144	193044.2	1754.9
2.5%	0.4	0.5	191.87	5.752	215830.0	1962.1
3.0%	0.4	0.5	191.87	6.301	236429.9	2149.4
3.5%	0.4	0.5	191.87	6.805	255373.5	2321.6
4.0%	0.4	0.5	191.87	7.275	273005.8	2481.9
4.5%	0.4	0.5	191.87	7.717	289566.3	2632.4
5.0%	0.4	0.5	191.87	8.134	305229.7	2774.8

Tabella 14: Verifica fossi di guardia F2 – Trincea

IMPRESA A.T.I.:

PROGETTISTA RTP:

MANDATARIA:

MANDANTE:

MANDATARIA:

MANDANTI:

FOSSO FT - PIEDE RILEVATO						
Pendenza	Tirante max	Φ	i	Portata Max	Area Max	L max
	<i>m</i>		<i>mm/ora</i>	<i>m³/s</i>	<i>m²</i>	<i>m</i>
0.1%	0.4	0.5	130.66	0.117	6451.7	58.7
0.3%	0.4	0.5	130.66	0.203	11174.7	101.6
0.5%	0.4	0.5	130.66	0.262	14426.5	131.2
0.7%	0.4	0.5	130.66	0.310	17069.7	155.2
1.0%	0.4	0.5	130.66	0.370	20402.2	185.5
1.5%	0.4	0.5	130.66	0.453	24987.4	227.2
2.0%	0.4	0.5	130.66	0.524	28853.0	262.3
2.5%	0.4	0.5	130.66	0.585	32258.6	293.3
3.0%	0.4	0.5	130.66	0.641	35337.6	321.3
3.5%	0.4	0.5	130.66	0.693	38168.9	347.0
4.0%	0.4	0.5	130.66	0.741	40804.3	370.9
4.5%	0.4	0.5	130.66	0.785	43279.5	393.5
5.0%	0.4	0.5	130.66	0.828	45620.6	414.7

Tabella 15: Verifica fossi di guardia FT - Rilevato

FOSSO FT - TESTA TRINCEA						
Pendenza	Tirante Idrico max	Φ	i	Portata Max	Area Max	L max
	<i>m</i>		<i>mm/ora</i>	<i>m³/s</i>	<i>m²</i>	<i>m</i>
0.1%	0.4	0.5	191.87	0.117	4393.6	39.9
0.3%	0.4	0.5	191.87	0.203	7610.0	69.2
0.5%	0.4	0.5	191.87	0.262	9824.4	89.3
0.7%	0.4	0.5	191.87	0.310	11624.4	105.7
1.0%	0.4	0.5	191.87	0.370	13893.9	126.3
1.5%	0.4	0.5	191.87	0.453	17016.4	154.7
2.0%	0.4	0.5	191.87	0.524	19648.9	178.6
2.5%	0.4	0.5	191.87	0.585	21968.1	199.7
3.0%	0.4	0.5	191.87	0.641	24064.9	218.8
3.5%	0.4	0.5	191.87	0.693	25993.0	236.3
4.0%	0.4	0.5	191.87	0.741	27787.7	252.6
4.5%	0.4	0.5	191.87	0.785	29473.3	267.9
5.0%	0.4	0.5	191.87	0.828	31067.6	282.4

Tabella 16: Verifica fossi di guardia FT - Trincea

IMPRESA A.T.I.:

PROGETTISTA RTP:

MANDATARIA:

MANDANTE:

MANDATARIA:

MANDANTI:

5 INVARIANZA IDRAULICA

L'intervento di progetto inevitabilmente per la sua natura comporta una variazione in aumento delle attuali superfici impermeabili rappresentate dalla pavimentazione stradale rispetto alla sede attuale della SS 210. Nello specifico si ha un aumento complessivo delle superfici bitumate pari a circa 33.100 mq distribuiti lungo l'intervento di progetto.

Si premette che, per quanto riguarda gli aspetti normativi e tecnici a livello regionale sul tema dell'invarianza idraulica, attualmente non vi è uno specifico riferimento regionale in quanto la L.R. 23 novembre 2011, n. 22 è stata abrogata con decorrenza 1 gennaio 2024 dalla L.R. 30 novembre 2023, n. 19.

in ogni caso si è valutato l'aspetto relativo al tema in argomento considerando, seppur abrogate, le norme tecniche previgenti ed alcuni aspetti che caratterizzano l'intervento e lo stato dei luoghi.

Si deve tenere in conto della bassa permeabilità complessiva del suolo e dei litotipi interessati dalla trasformazione: dalle indagini effettuate e anche dalle indicazioni fornite dall'ISPRA si rilevano valori pari a circa $4 \cdot 10^{-6}$. Aspetto quest'ultimo che di fatto rende confrontabili i coefficienti di deflusso tra superfici pavimentate con quelle del terreno in posto oggetto di trasformazione.

Inoltre parte della sede esistente della SS210 viene ripercorsa in ampliamento dal tracciato di progetto (in particolare tutto il tratto che va dalla rotatoria 2 a fine tracciato) e quindi con una equivalenza nei tratti in sovrapposizione delle superfici pavimentate; in altri tratti, in cui è previsto il declassamento della sede attuale per servire i vari accessi privati, si prevede la sostituzione della pavimentazione bitumata con una permeabile realizzata in misto granulare.

La rete di raccolta delle acque meteoriche di piattaforma (fossi di guardia e rete di collettamento interrata) oltre ad evitare concertazioni delle portate lungo il tracciato (sono previsti 28 punti di recapito distribuiti su 10 diversi ricettori diretti presenti lungo il tracciato) di per se ha un effetto, seppur modesto, di laminazione delle portate.

Tali aspetti, pertanto, consentono di prevedere una sostanziale invarianza idraulica dell'intervento. Eventuali approfondimenti sul tema, con la previsione di modesti interventi di presidio, saranno sviluppati nella successiva fase progettuale con i seguenti accorgimenti:

- aumento della laminazione delle portate in corrispondenza di fossi di guardia, aumentando localmente le dimensioni e dotandoli di soglie di sfioro;

ovvero

- adozione di pozzetti di accumulo da ubicare sempre lungo i fossi di guardia (per il viadotto in corrispondenza dei discenti) . I pozzetti in ragione dei modesti incrementi di volume da laminare in corrispondenza dei vari recapiti hanno dimensioni ridotte (base 1.50x1.50 ed h=2.00) con fondo disperdente per garantirne lo svuotamento mediante l'infiltrazione nel suolo.

IMPRESA A.T.I.:

PROGETTISTA RTP:

MANDATARIA:

MANDANTE:

MANDATARIA:

MANDANTI: