

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"

S.S. 502 - S.S. 78 - Belforte del Chienti - Sarnano - Lavori di adeguamento e/o miglioramento tecnico funzionale della sezione stradale in t.s. e potenziamento delle intersezioni. 2° Stralcio. Cod. SIL ACNOAN00114 - Codice CUP F71B22001170001

PROGETTAZIONE DEFINITIVA, ESECUTIVA ED ESECUZIONE LAVORI

cod. **PSL10/22**

PROGETTO DEFINITIVO

RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:

Prof. Ing. Franco BRAGA
Ordine Ingegneri di Roma n. 7072/A

GEOLOGO:

Dott. Geol. Andrea RONDINARA
Albo regionale del Lazio n. 921

COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

Dott. Ing. Davide TALIA
Ordine Ingegneri di Roma n. 29001/B

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

Dott. Ing. Marco MANCINA

PROTOCOLLO

DATA

RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO DI IMPRESE:

Mandataria



Mandanti



RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO PROGETTISTI:

Mandataria



Mandanti



Dott. Geol.
Andrea
Rondinara

Prestatore del servizio di PMA



STUDI E INDAGINI

Idraulica

Relazione idraulica di piattaforma

CODICE PROGETTO

NOME FILE

T01SG00IDRRE03A.dwg

REVISIONE

SCALA:

PROGETTO

LIV. PROG.

N. PROG.

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

--

--

CODICE
ELAB.

T01 SG00 IDR RE03

A

A

EMISSIONE

Agosto 2023

Perilli

Pacitti

Braga

REV.

DESCRIZIONE

DATA

REDATTO

VERIFICATO

APPROVATO

S.S. 502 – S.S. 78 Belforte del Chienti – Sarnano – Lavori di adeguamento e/o miglioramento tecnico funzionale della sezione stradale in t.s. e potenziamento intersezioni – 2° stralcio. Cod. SIL ACNOAN00114 - Codice CUP F71B22001170001 CIG 95039446B1

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione idraulica di piattaforma

1	PREMESSA	3
2	RIFERIMENTI NORMATIVI	4
3	DISPOSIZIONI NORMATIVE	5
	3.1 PAI Marche	5
4	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO	8
5	STIMA DELLE PORTATE DI PROGETTO.....	9
	5.1 Premessa.....	9
	5.2 Metodo Razionale	9
6	SISTEMA DI DRENAGGIO	11
	6.1 Cunetta triangolare e Cunetta alla francese	11
	6.2 Bocchettoni pluviali	12
	6.3 Collettori circolari e canalette grigliate	13
	6.4 Fossi di guardia e tombini secondari	19

1 PREMESSA

Il presente studio idraulico ricade nell'ambito del progetto definitivo del secondo stralcio dei lavori di adeguamento tecnico e funzionale della sezione stradale e potenziamento delle intersezioni lungo la S.S. n. 502 "Cingoli" – S.S.N. 78 "Picena" – Belforte del Chienti – Sarnano (Lotto 1). I lavori ricompresi nel secondo stralcio fanno parte del quadro delle iniziative inquadrate nel Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) integrato dal Piano Nazionale Complementare (PNC) e dai fondi MIMS CdP ANAS.

La protezione della nuova viabilità in progetto dalle acque meteoriche zenitali e da quelle che nel naturale deflusso superficiale vengono ad interessarla, comporta la necessità della realizzazione di un sistema di drenaggio delle stesse, costituito da manufatti di raccolta e convogliamento.

In particolare, il presente lo studio ha come oggetto le problematiche idrauliche ed il conseguente dimensionamento della rete di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche afferenti la piattaforma stradale della nuova viabilità.

2 RIFERIMENTI NORMATIVI

Il progetto è stato redatto nel rispetto delle seguenti norme in vigore a livello nazionale e/o europeo:

- Decreto Legislativo 152/2006 Norme in materia ambientale;
- Circolare MIn.LL.PP.N.11633. 1974- Istruzioni per la progettazione delle fognature e degli impianti di trattamento delle acque di rifiuto;
- Regio Decreto 25 luglio 1904, n°523 “Testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie”;
- Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 DM 17 gennaio 2018_5.1 Ponti_5.1.2.3. Compatibilità idraulica;
- Circolare n.7 del 21 gennaio 2019_ Istruzioni per l’applicazione dell’aggiornamento Norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018_C 5.1.2.3 Compatibilità Idraulica;
- Manuale di progettazione di ITF/RFI 2023;
- Istruzioni relative alla normativa per le tubazioni Decreto Min. Lav. Pubblici 12/12/85
- UNI EN 1433:2008“Canalette di drenaggio per aree soggette al passaggio di veicoli e pedoni - Classificazione, requisiti di progettazione e di prova, marcatura e valutazione di conformità”;
- UNI EN 124:2015 “Dispositivi di coronamento e di chiusura dei pozzetti stradali - Parte 1: Definizioni, classificazione, principi generali di progettazione, requisiti di prestazione e metodi di prova”.
- UNI EN 13476-1:2018 Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione - Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE) - Parte 1: Requisiti generali e caratteristiche prestazionali
- UNI EN 13476-3:2018 Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione - Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE) - Parte 3: Specifiche per tubi e raccordi con superficie interna liscia e superficie esterna profilata e il sistema, Tipo B;
- D. Lgs 16 marzo 2009, n. 30. Protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento.
- D. Lgs 23 Febbraio 2010, n. 49 “Attuazione della Direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e gestione dei rischi di alluvioni”.
- Piano di Assetto Idrogeologico - Regione Marche – Autorità di bacino regionale - Norme di Attuazione
- Piano Stralcio di Bacino per l’Assetto Idrogeologico dei bacini di rilievo regionale – Norme di Attuazione (elaborato d)- DCR n. 116 del 21/01/2004 -
- Piano di Gestione del Rischio Alluvioni del Distretto Idrografico dell’Appennino Centrale, adottato il 17 dicembre 2015 con deliberazione n. 6 dal Comitato Istituzionale dell’Autorità di Bacino del Fiume Tevere e approvato il 3 marzo 2016, con deliberazione n. 9, dal Comitato Istituzionale ed il 27 ottobre 2016 dal Presidente del Consiglio dei Ministri con DPCM Pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 28 del 3 febbraio 2017 recante "approvazione del piano di gestione del rischio di alluvioni del distretto idrografico dell'Appennino Centrale".

3 DISPOSIZIONI NORMATIVE

Con le disposizioni del Testo Unico in materia ambientale (Decreto legislativo n. 152/2006) l'intero territorio italiano è stato ripartito complessivamente in 7 distretti idrografici, in ognuno dei quali è istituita l'Autorità di Bacino distrettuale, definita giuridicamente come ente pubblico non economico.



Figura 1 - Suddivisione territoriale in distretti

L'intervento infrastrutturale in studio ricade all'interno del bacino idrografico del fiume Chienti, di competenza dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'appennino Centrale subentrata come organo competente in data 17 febbraio 2017, con l'entrata in vigore del D.M. 25 ottobre 2016 che sopprime le Autorità di bacino nazionali, interregionali e regionali e che di fatto ai sensi di legge ha acquisito le funzioni dell'Autorità di Bacino Regionale nello specifico della Regione Marche. L'assetto idrogeologico dell'area interessata dal progetto in esame è regolamentato dal Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) regione Marche.

3.1 PAI Marche

Il bacino del Chienti, così come tutti i bacini minori interferiti, ricade nel territorio di competenza dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'appennino Centrale subentrata come organo competente in data 17 febbraio 2017, con l'entrata in vigore del D.M. 25 ottobre 2016 che sopprime le Autorità di bacino nazionali, interregionali e regionali e che di fatto ai sensi di legge ha acquisito le funzioni dell'Autorità di Bacino Regionale nello specifico della Regione Marche.

Il documento di riferimento per la pianificazione degli interventi in ambito fluviale rimane comunque il Piano di Assetto Idrogeologico richiesto dalle LL. 267/98 e 365/00, che si configura come stralcio funzionale del settore della pericolosità idraulica ed idrogeologica del Piano generale di bacino previsto dalla L. 183/89 e dalla L.R. 13/99. Il progetto di piano è stato approvato con Delibera del Comitato Istituzionale n. 13 del 30/04/2001. Il PAI è stato adottato, in prima adozione, con Delibera n. 15 del 28 giugno 2001. A seguito delle osservazioni alla prima adozione del piano e alle loro istruttorie, il Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino ha adottato definitivamente il PAI, con Delibera n. 42 del 7 maggio 2003 (seconda e definitiva adozione). La Giunta Regionale con DGR n. 872 del 17/06/2003 ha trasmesso il Piano al Consiglio Regionale e con DGR n. 873

del 17/06/2003 ha approvato le "Misure di Salvaguardia", decorrenti dalla data di pubblicazione sul BURM (12 settembre 2003 - BUR n. 83) e vigenti fino all'entrata in vigore del Piano. Il Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) dei bacini di rilievo regionale è stato approvato con Deliberazione di Consiglio Regionale n. 116 del 21/01/2004 pubblicata sul supplemento n. 5 al BUR n. 15 del 13/02/2004. Successivamente all'approvazione del Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) dei bacini di rilievo regionale sono stati approvati degli atti che modificano parte degli elaborati allegati al PAI di cui alla Deliberazione di Consiglio Regionale n. 116 del 21/01/2004. Con Delibera Comitato Istituzionale ex AdB Marche n. 68 del 08/08/2016 e' stato approvato, in prima adozione, l'Aggiornamento 2016 al PAI, che deve essere considerato ad integrazione del PAI vigente.

Il PAI, oltre a contenere la delimitazione delle fasce fluviali e delle zone a rischio di inondazione, è corredato da norme di attuazione che dispongono una serie di prescrizioni e vincoli da considerare nella progettazione di tutte le opere destinate ad interagire con il corso d'acqua, tra le quali gli attraversamenti infrastrutturali.

Le finalità del Piano per l'assetto idraulico sono:

- la individuazione secondo la procedura definita nel Piano stesso, della fascia di territorio inondabile assimilabile a piene con tempi di ritorno fino a 200 anni dei principali corsi d'acqua dei bacini regionali;
- la definizione, per le dette aree e per i restanti tratti della rete idrografica, di una strategia di gestione finalizzata a salvaguardare le dinamiche idrauliche naturali, con particolare riferimento alle esondazioni e alla evoluzione morfologica degli alvei, a favorire il mantenimento o il ripristino dei caratteri di naturalità del reticolo idrografico;
- la definizione di una politica di prevenzione e di mitigazione del rischio idraulico attraverso la formulazione di azioni e norme di piano e tramite la predisposizione di un assetto di progetto dei corsi d'acqua, definito nei tipi di intervento, nelle priorità di attuazione e nel fabbisogno economico di massima.

Nell'Art. 7 delle norme di attuazione (All. D) viene definita la fascia di territorio inondabile pertinente a piene con tempi di ritorno fino a 200 anni. La fascia di territorio inondabile assimilabile a piene con tempi di ritorno fino a 200 anni comprende il relativo alveo di piena così come definito nell'allegato indicato all'Articolo 3, comma 2, lettera d), "Indirizzi d'uso del territorio per la salvaguardia dai fenomeni di esondazione".

La fascia di territorio con probabilità di inondazione corrispondente a piene con tempi di ritorno fino a 200 anni costituisce, nei territori non urbanizzati, l'ambito di riferimento naturale per il massimo deflusso idrico ed ha la funzione del contenimento e laminazione naturale delle piene nonché la funzione della salvaguardia della qualità ambientale dei corsi d'acqua.

La fascia che, anche successivamente alla realizzazione degli interventi per la mitigazione del rischio idraulico previsti dal presente Piano, risulta inondabile per piene con tempi di ritorno fino a 200 anni, costituisce l'ambito territoriale definitivo di deflusso delle piene.

PROGETTO DEFINITIVO

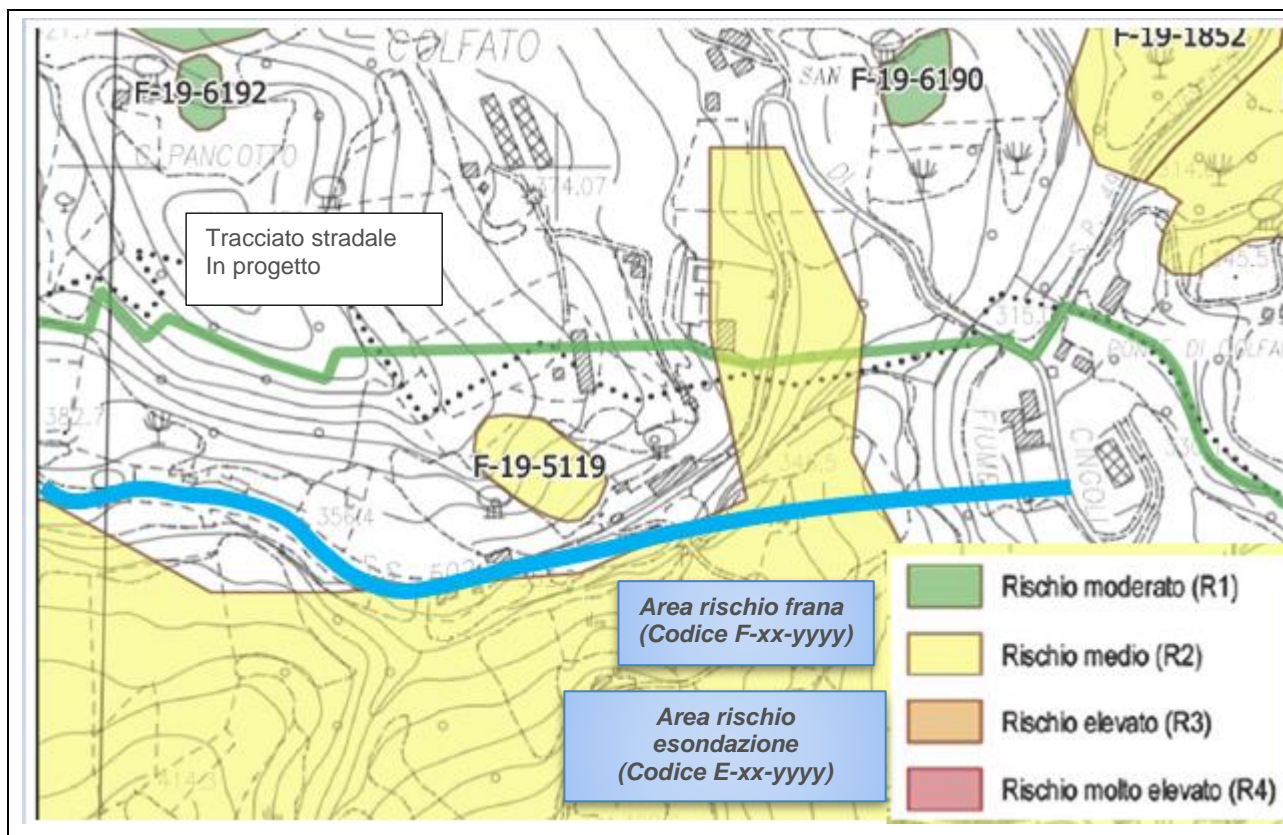
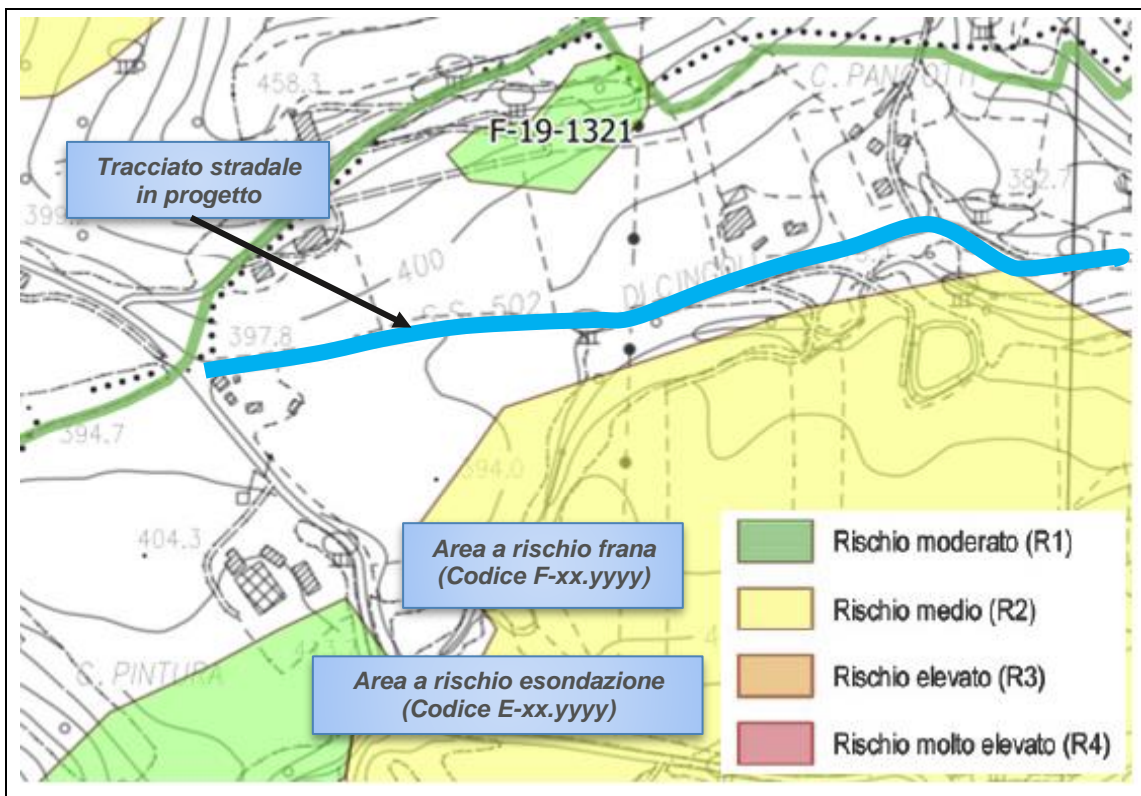


Figura 2 - Stralcio planimetrico PAI elaborati R157 b-R1 57c

4 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

La nuova viabilità in progetto, rientrando nel 2° Stralcio dei lavori di adeguamento e/o miglioramento tecnico funzionale della sezione stradale in T.S. e potenziamento delle intersezioni lungo la S.S. n. 502 “Cingoli” – S.S.n. 78 “Picena” – Belforte del Chienti – Sarnano (Lotto 1), presenta:

- una prima parte - A.P. 01 (di circa 1,212 km) compresa fra la rotonda di Contrada Carufo e la rotonda di Colfano dove la rettifica del tracciato avviene sostanzialmente lungo la sede esistente, a parte qualche limitato scostamento laterale necessario per raddrizzare tortuosità locali e migliorare il passaggio fra gli edifici che fronteggiano la strada

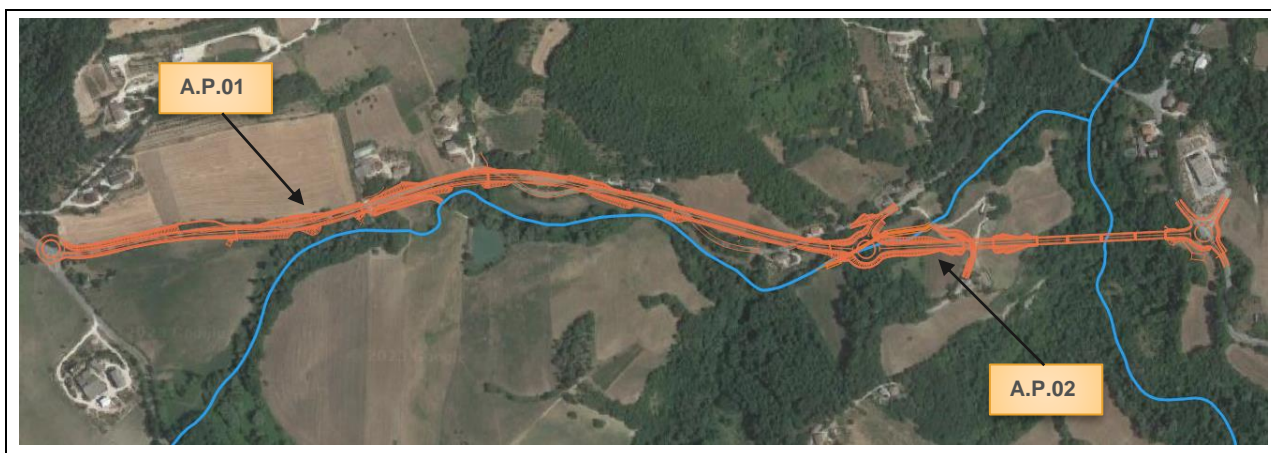


Figura 3 - Stralcio planimetrico della nuova viabilità in progetto

- una seconda parte - A.P. 02 (di circa 0+467 km), che dalla rotonda di Colfano va ad attraversare direttamente il fiume Fiastrone con un nuovo viadotto in variante, cortocircuitando così la lunga tortuosità (circa 1 km con curve strette e ravvicinate) che la strada attuale compie per andare ad attraversare la valle più a nord (nel punto di maggiore stretta) per poi ritornare indietro e ridirigersi a sud, verso Maregnano, Morichella e i Piani di Pieca.

La rete di drenaggio e collettamento delle acque meteoriche che insistono sulla piattaforma dell'asse di viario di progetto è affidato ad una rete costituita da dispositivi idraulici superficiali consistente:

- per la piattaforma nei tratti che si sviluppano in rilevato dalla cunetta triangolare formata tra il cordolo in bitume e la banchina, da pozzetti in cls 0.60 x 060 m dotati di caditoie grigliate, chiusini in classe D 400 e collettori in Pead in classe SN8;
- per la piattaforma nei tratti che si sviluppano in trincea dalla cunetta alla francese, da pozzetti in cls 0.60 x 060 m dotati di caditoie grigliate, chiusini in classe D 400 e collettori in Pead in classe SN8;
- per il tratto che si sviluppa in viadotto da pluviali e collettori in Pead in classe SN8.

La rete così costituita intercetta e convoglia le acque verso il recapito finale costituito dai due corsi principali interferiti dall'asse stradale di progetto Fosso Chienti e Fiume Fiastrone.

Per maggiore chiarezza e completezza del sistema di drenaggio del quale in seguito, si riportano le verifiche idrauliche, si rimanda agli specifici elaborati di progetto (vedasi elaborato grafico *Planimetria idraulica di drenaggio acque T01SG00IDRPL01A - T01SG00IDRPL02A*).

5 STIMA DELLE PORTATE DI PROGETTO

5.1 Premessa

Scopo del presente capitolo è la descrizione della metodologia utilizzata per la stima delle portate di progetto necessarie:

- per il dimensionamento del sistema di drenaggio a servizio della nuova viabilità di progetto con tempo di ritorno $T_R = 25$ anni;
- per il dimensionamento dei fossi di guardia a presidio dei tratti di piattaforma in trincea ed in rilevato $T_R = 50$ anni;

Tale operazione sarà condotta grazie all'utilizzo del metodo razionale.

5.2 Metodo Razionale

Alla base della procedura vi sono le seguenti assunzioni:

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

La portata al colmo di piena è espressa dalla formula:

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

dove:

- c = coefficiente di deflusso del bacino;
- h = altezza massima di pioggia per una durata pari al tempo di corrivazione (mm);
- S = superficie dell'area drenata (kmq);
- t_c = tempo di corrivazione del bacino (ore).

La stima della h altezza massima di progetto è basata sull'utilizzo delle cpp determinate mediante l'applicazione della metodologia VAPI, I parametri a (in metri) ed n sono quelli della curva di probabilità pluviometrica definiti nella relazione idrologica (elab. *T01SG00IDRRE01A_Relazione Idrologica*) per i tempi di ritorni indicati al paragrafo precedente, di cui si riportano di seguito i parametri corrispondenti:

T_R (anni)	a (mm/ora)	n
25	48.76	0.329
50	54.33	0.329

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

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

con

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

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

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

Il coefficiente di deflusso φ è assunto pari a:

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

6 SISTEMA DI DRENAGGIO

6.1 Cunetta triangolare e Cunetta alla francese

Il sistema di collettamento delle acque afferenti la piattaforma della nuova viabilità in studio (si veda Elab. T01SG001DRPL01-03 A *Planimetria idraulica di drenaggio*) è costituito:

- dalla cunetta triangolare formata tra il cordolo in cls e la banchina, da caditoie e collettori in Pead. Per i tratti che si sviluppano in rilevato;
- dalla cunetta alla francese da caditoie e collettori in Pead. Per i tratti che si sviluppano in trincea

La piattaforma assume una configurazione a doppia falda con pendenza trasversale rispettivamente $p_{max}=2.5\%$ nei tratti in rettilineo e $p_{max}=7.00\%$ in curva per tutto l'intervento. La piattaforma stradale è formata da due corsie da 3.75 m più una banchina da 1.50 m, per un totale di 10.50 m di carreggiata. (si veda Elab. T01PS00TRAST01A_ Sezioni tipologiche Tav.1 di2)

Il dimensionamento di questi elementi consiste nello stabilire l'interasse massimo tra le caditoie in modo tale che l'acqua presente sulla strada transiti in un tratto limitato di banchina delimitata dall'arginello e/o dalla cunetta alla francese. Per il calcolo della portata massima transitante nella banchina si è utilizzata la formula di Chézy ponendo come parametro di Strickler il valore di $65 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$, valore associato all'asfalto e al cls materiale in cui viene realizzata la cunetta alla francese.

Come ampiezza massima di impegno della piattaforma si è optato inizialmente per la larghezza della banchina (1.00 m), per i tratti in rettilineo e per i tratti in curva. Il passo di progetto minimo è dunque stabilito in 5 m, misura di buon compromesso tra efficacia tecnica ed economicità dell'intervento. Si riportano di seguito le verifiche idrauliche del sistema cunetta-caditoia/embrice nei tratti più critici in curva e in rettilineo.

Adottando l'equazione di Chezy si può ricavare l'altezza idrica corrispondente ad una portata Q prefissata.

Nell'ipotesi che il raggio idraulico si possa confondere con il tirante sulla cunetta h, l'equazione di Chezy si può esplicitare rispetto ad h e si ha:

$$h = \left[\frac{i_L}{(0.375 \cdot i_T^{0.50} \cdot K_S)} \right]^{3/8} Q^{3/8}$$

dove:

- h tirante idraulico (m)
- i_L indica la pendenza longitudinale
- i_T indica la pendenza trasversale
- K_S = coefficiente di Strickler ($\text{m}^{1/3}/\text{s}$)
- Q portata prefissata (m^3/s)

Si riportano di seguito in forma di tabella le verifiche idrauliche del sistema cunetta-caditoia nei tratti più critici:

Cunetta triangolare

Viabilità	Tratto	Passo (m)	Largh. Piattaforma (m)	Q generata (l/s)	Pendenza longitudinale minima (%)	Pendenza trasversale (%)	Tirante sulla cunetta (m)	Ingombro (m)	Banchina (m)
AP.01	Curva	25	12.50	20.2	4.60%	7.00%	0.046	0.66	1.00
AP.02	Rettilineo	15	5.25	5.10	2.0%	2.50%	0.022	0.87	1.00
SV.02	Rotatoria	5	8	2.60	1.0%	2.0%	0.018	0.88	1.00

Cunetta alla francese

Viabilità	Tratto	Passo (m)	Largh. Piattaforma (m)	Q generata (l/s)	Pendenza longitudinale minima (%)	Pendenza trasversale (%)	Tirante sulla cunetta (m)	Ingombro (m)	Banchina (m)
AP.01	Curva	25	11	25.3	4.62%	5.70%	0.062	0.62	1.00
AP.02	Rettilineo	25	6	17.2	5.0%	2.50%	0.053	0.53	1.00

6.2 Bocchettoni pluviali

Nel tratto che si sviluppa in Cavalcaferrovia le acque meteoriche che insistono sulla piattaforma sono raccolte dalla cunetta delimitata lateralmente dal cordolo dell'impalcato e la banchina. Lo smaltimento è poi operato da un sistema di caditoie a bocca di lupo ricavate in corrispondenza del cordolo che tramite bocchettoni in PVC Ø 125, che convogliano le portate in un collettore sospeso che corre longitudinalmente al di sotto della soletta ed è fissato ad essa.

Fintantoché il livello h dell'acqua non è molto elevato, i bocchettoni pluviali si comportano come soglie sfioranti a pianta circolare:

$$Q = 0.35 \cdot \pi D h \cdot \sqrt{2gh}$$

quando invece sono completamente sommersi diventano luci circolari sotto battente:

$$Q = 0.6 \cdot \pi \frac{D^2}{4} \cdot \sqrt{2gh}$$

Le due configurazioni generano la medesima portata quando il rapporto tirante/diametro è 0.329. Nella tabella seguente sono riportati i valori della portata smaltita da bocchettoni circolari di diametri

commerciali, per differenti valori di carico; in celeste sono evidenziati i valori derivanti dal funzionamento a luce sotto battente, mentre in verde quelli da soglia sfiorante:

Diametro (mm)	Carico sul bocchettone (mm)						
	50	75	100	125	150	200	250
	Portata defluente (l/s)						
75	2.63	3.22	3.71	4.15	4.55	5.25	5.87
100	4.67	5.72	6.60	7.38	8.08	9.33	10.44
125	7.29	8.93	10.31	11.53	12.63	14.59	16.31
160	8.71	14.63	16.90	18.89	20.70	23.90	26.72
175	9.53	17.51	20.21	22.60	24.76	28.59	31.96
200	10.89	22.87	26.40	29.52	32.34	37.34	41.75
225	12.25	28.94	33.42	37.36	40.93	47.26	52.84
250	13.61	25.01	41.25	46.12	50.53	58.34	65.23
275	14.97	27.51	49.92	55.81	61.14	70.59	78.93
300	16.34	30.01	59.41	66.42	72.76	84.01	93.93
325	17.70	32.51	50.06	77.95	85.39	98.60	110.24
350	19.06	35.01	53.91	90.40	99.03	114.35	127.85
375	20.42	37.51	57.76	103.78	113.68	131.27	146.77
400	21.78	40.01	61.61	86.10	129.35	149.36	166.99

Considerando un carico idraulico coincidente con l'incasso della soglia sfiorante nell'impalcato pari a circa 10 cm si ottiene un valore della portata massima scaricabile dal dispositivo di drenaggio pari a 10.31 l/s superiore alla massima portata generabile sulla piattaforma.

Si riportano di seguito le verifiche del passo scelto e della capacità di smaltimento dei bocchettoni.

Tratto	Largh. Piattaforma (m)	Passo bocchettoni (m)	Portata generata (l/s)	Portata smaltita bocchettone (l/s)	Tirante su bocchettone (cm)
Rettilineo	5.25	25	8.50	10.31	10

6.3 Collettori circolari e canalette grigliate

Il dimensionamento e la verifica degli elementi di drenaggio e allontanamento delle acque meteoriche sono effettuati mediante l'approccio in moto uniforme basato sull'equazione di Chézy:

$$Q = K_s \cdot R^{2/3} \cdot A \cdot i^{1/2}$$

dove:

- Q = portata di progetto (m^3/s);

- K_s = coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler ($m^{1/3}/s$);
- A = area della sezione bagnata (m^2);
- \mathcal{R} = raggio idraulico (m);
- i = pendenza motrice coincidente con la pendenza del fondo (m/m);

che è risolta per via iterativa, a partire dai dati di base e da valori iniziali, di primo tentativo, di velocità e tirante: i nuovi valori di tali grandezze, ottenuti mediante la formula sopra riportata, vengono reimmessi nella stessa al fine di ottenere risultati che si discostino meno dell'1% dai precedenti.

Il coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler è stato assunto pari a $80m^{1/3}/s$ per i tubi in Pead e a $65m^{1/3}/s$ per le canalette grigliate in cls.

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

$$\frac{H}{D} \leq 0.5 \text{ per tubazioni } DN \leq 400 \qquad \frac{H}{D} \leq 0.7 \text{ per tubazioni } DN \geq 500$$
$$\frac{H}{D} \leq 0.8 \text{ per canalette con griglia}$$

ed i seguenti valori di velocità:

Velocità minima $V_{min} = 0.5 \text{ m/s}$;

Velocità massima $V_{max} = 4-5 \text{ m/s}$.

La rete di drenaggio e collettamento delle acque meteoriche che insistono sulla piattaforma dell'asse di viario di progetto è affidato ad una rete costituita da dispositivi idraulici superficiali consistente:

- per la piattaforma nei tratti che si sviluppano in rilevato dalla cunetta triangolare formata tra il cordolo in bitume e la banchina, da pozzetti in cls $0.60 \times 060 \text{ m}$ dotati di caditoie grigliate, chiusini in classe D 400 e collettori in Pead;
- per la piattaforma nei tratti che si sviluppano in trincea dalla cunetta alla francese, da pozzetti in cls $0.60 \times 060 \text{ m}$ dotati di caditoie grigliate, chiusini in classe D 400 e collettori in Pead;
- per il tratto che si sviluppa in viadotto da pluviali e collettori in Pead:

Si riportano di seguito in tabella i risultati delle verifiche idrauliche eseguite:

PROGETTO DEFINITIVO

Pozz. Iniziale	Pozz. finale	Area ridotta (m2)	Lungh. elemento idraulico (m)	Tipo elemento idraulico	i (%) pendenza elemento idraulico	Tempo di corrivazione (minuti)	Intensità di pioggia (mm/h)	Q (l/s)	h (m)	Velocità (m/s)	Franco (m)
P1	P2	200	25.00	315.00	3.36%	5.26	250.08	13.9	0.06	1.62	0.21
P2	P3	395	25.00	315.00	1.70%	5.53	241.74	26.5	0.09	1.53	0.34
P3	P4	733	25.00	315.00	1.70%	5.76	235.15	47.8	0.13	1.79	0.47
P4	P5	1078	25.00	315.00	4.58%	5.91	231.23	69.2	0.12	2.85	0.44
P5	P6	1175	25.00	315.00	4.58%	6.05	227.53	74.3	0.12	2.90	0.45
P6	P7	1280	25.00	315.00	4.58%	6.19	224.04	79.7	0.13	2.95	0.47
P7	P8	1408	25.00	315.00	4.58%	6.33	220.74	86.3	0.13	3.02	0.49
P8	P9	1558	25.00	400.00	4.58%	6.47	217.60	94.1	0.13	3.06	0.36
P9	P10	1678	25.00	400.00	4.58%	6.60	214.58	94.1	0.13	3.06	0.36
P10	P11	1678	25.00	400.00	4.58%	6.74	211.65	94.1	0.13	3.06	0.36
P11	P12	1678	25.00	400.00	4.58%	6.88	208.82	94.1	0.13	3.06	0.36
P13	P14	297	25.00	315.00	4.80%	5.45	244.18	20.1	0.06	2.05	0.23
P14	P15	560	25.00	315.00	4.80%	5.62	239.18	37.2	0.08	2.44	0.31
P15	P16	560	25.00	315.00	4.80%	5.79	234.40	36.4	0.08	2.43	0.30
P16	P17	837	25.00	315.00	4.32%	5.95	230.14	53.5	0.10	2.60	0.38
P17	P18	822	27.00	315.00	4.32%	6.12	225.72	51.5	0.10	2.58	0.38
P18	P19	1104	27.00	315.00	4.32%	6.29	221.79	68.0	0.12	2.78	0.44
P12	P19	1925	11.00	400.00	1.50%	6.97	207.00	94.1	0.17	2.03	0.49
P19	F3	3029	4.00	500.00	2.00%	6.99	206.50	173.8	0.20	2.63	0.46
0.00	0.00	4954	6.00	ft1	1.00%	7.09	204.54	281.5	0.34	1.00	0.67
P20	P21	448	25.00	315	4.70%	5.47	243.40	30.3	0.08	2.29	0.28
P21	P22	786	25.00	315	4.70%	5.63	238.84	52.1	0.10	2.66	0.37
P22	P23	1176	25.00	315	4.70%	5.77	234.90	76.7	0.12	2.95	0.46
P23	P24	1543	25.00	400	4.70%	5.90	231.33	99.2	0.13	3.13	0.37
P24	P25	1873	25.00	400	4.46%	6.03	227.99	118.6	0.14	3.22	0.41
P25	P26	2173	25.00	400	4.46%	6.16	224.88	135.7	0.15	3.34	0.44
P26	VL2	2421	20.00	400	10.00%	6.25	222.62	149.7	0.16	3.57	0.46
P27	P28	1283	20.00	400	4.33%	5.26	250.01	89.1	0.12	2.95	0.36
P28	P29	1559	20.00	400	4.33%	5.37	246.63	106.8	0.14	3.10	0.39
P29	P30	1661	20.00	400	4.33%	5.47	243.41	112.3	0.14	3.14	0.40

PROGETTO DEFINITIVO

Pozz. Iniziale	Pozz. finale	Area ridotta (m2)	Lungh. elemento idraulico (m)	Tipo elemento idraulico	i (%) pendenza elemento idraulico	Tempo di corrivazione (minuti)	Intensità di pioggia (mm/h)	Q (l/s)	h (m)	Velocità (m/s)	Franco (m)
P30	P31	1787	20.00	400	4.33%	5.58	240.34	119.3	0.14	3.19	0.42
P31	P32	1787	22.00	400	4.33%	5.69	237.07	119.3	0.14	3.19	0.42
P32	P33	1787	22.00	400	4.51%	5.81	233.96	119.3	0.14	3.24	0.41
P33	P34	1787	22.00	400	4.51%	5.81	233.96	119.3	0.14	3.24	0.41
P34	P35	1787	22.00	400	4.51%	5.92	230.95	119.3	0.14	3.24	0.41
0.00	P35	525	13.00	CR1	4.62%	5.13	254.10	37.1	0.06	1.62	0.14
P35	P36	2312	18.00	400	4.51%	6.01	228.68	146.9	0.16	3.42	0.46
P36	P37	2312	18.00	400	4.48%	6.09	226.46	146.9	0.16	3.41	0.46
P37	P38	2312	25.00	400	4.48%	6.22	223.46	146.9	0.16	3.41	0.46
P38	P39	2365	25.00	400	4.48%	6.34	220.57	146.9	0.16	3.41	0.46
P39	P40	2380	25.00	400	4.48%	6.34	220.57	146.9	0.16	3.41	0.46
P40	VL3	2432	15.00	500	0.50%	6.51	216.73	146.9	0.27	1.49	0.63
P41	P42	297	25.00	315	5.00%	6.71	212.18	17.5	0.06	2.00	0.21
P42	P43	545	25.00	315	4.86%	6.89	208.49	31.5	0.08	2.34	0.28
P43	P44	792	25.00	315	4.86%	7.05	205.29	45.2	0.09	2.59	0.34
P44	P45	1040	25.00	315	4.86%	7.20	202.41	58.4	0.11	2.78	0.39
P27	P46	1287	25.00	315	4.86%	7.35	199.78	71.4	0.12	2.94	0.44
P46	P47	1557	25.00	315	4.67%	7.48	197.30	85.3	0.13	3.03	0.49
P47	P48	1827	25.00	400	4.67%	7.62	194.97	98.9	0.13	3.12	0.37
P48	P49	2097	25.00	400	4.67%	7.75	192.79	112.3	0.14	3.23	0.40
P49	P50	2390	25.00	400	4.56%	7.87	190.71	126.6	0.15	3.31	0.43
P50	P51	2682	25.00	400	4.56%	7.99	188.74	140.6	0.16	3.40	0.45
P51	VL3	2952	3.00	500	0.60%	8.02	188.25	154.4	0.27	1.62	0.62
P52	P53	401	25.00	315	3.72%	6.74	211.63	23.6	0.07	1.96	0.26
P53	P54	525	25.00	315	2.40%	6.97	206.88	30.2	0.09	1.80	0.33
P54	P55	649	25.00	315	2.40%	7.19	202.60	36.5	0.10	1.89	0.37
P55	P56	773	25.00	315	1.07%	7.48	197.39	42.4	0.14	1.46	0.50
P56	P57	919	25.00	400	1.07%	7.75	192.64	49.2	0.13	1.51	0.38
P57	P58	1073	25.00	400	1.07%	8.02	188.32	56.1	0.14	1.56	0.40
P58	P59	1234	25.00	400	1.07%	8.28	184.36	63.2	0.15	1.61	0.43

PROGETTO DEFINITIVO

Pozz. Iniziale	Pozz. finale	Area ridotta (m2)	Lungh. elemento idraulico (m)	Tipo elemento idraulico	i (%) pendenza elemento idraulico	Tempo di corrivazione (minuti)	Intensità di pioggia (mm/h)	Q (l/s)	h (m)	Velocità (m/s)	Franco (m)
P59	P60	1395	25.00	400	3.00%	8.45	181.82	70.5	0.12	2.42	0.35
P60	P73	1556	15.00	500	0.20%	8.73	177.94	76.9	0.24	0.90	0.56
P61	P62	297	25.00	315	4.50%	5.46	243.87	20.1	0.06	2.00	0.23
P62	P63	545	25.00	315	4.50%	5.63	238.73	36.1	0.08	2.37	0.31
P63	P64	792	25.00	315	4.50%	5.79	234.30	51.5	0.10	2.61	0.37
P64	P65	1040	25.00	315	4.50%	5.94	230.34	66.5	0.12	2.80	0.43
P27	P66	1163	25.00	400	2.82%	6.12	225.91	73.0	0.12	2.39	0.36
P66	P67	1287	25.00	400	2.82%	6.29	221.78	79.3	0.13	2.44	0.38
P67	P68	1411	25.00	400	2.00%	6.48	217.40	85.2	0.15	2.20	0.43
P68	P69	1535	25.00	500	1.26%	6.70	212.51	90.6	0.16	1.87	0.36
P69	P70	1658	25.00	500	1.07%	6.93	207.67	95.7	0.17	1.78	0.39
P70	P71	1782	25.00	500	1.07%	7.16	203.17	100.6	0.17	1.81	0.40
P71	P72	1906	25.00	500	1.07%	7.39	198.94	105.3	0.18	1.83	0.41
P72	VL4	2030	3.00	500	0.30%	7.43	198.16	111.7	0.27	1.15	0.63
P73	P74	842	25.00	315	7.72%	5.50	242.75	56.8	0.09	3.26	0.34
P74	P75	1079	20.00	315	4.35%	5.61	239.31	71.7	0.12	2.82	0.45
P75	P76	1178	14.00	400	1.90%	5.72	236.18	77.3	0.14	2.10	0.41
-	P77	160	16.00	CR1	1.00%	5.42	245.15	10.9	0.04	0.64	0.11
P77	P76	291	14.00	400	4.07%	5.54	241.41	19.5	0.06	1.86	0.17
P76	P78	1670	12.00	500	0.30%	5.90	231.45	107.3	0.26	1.14	0.61
P78	P79	1670	20.00	500	0.42%	6.15	224.99	104.4	0.23	1.31	0.53
P79	P80	1834	20.00	500	0.42%	6.40	219.06	111.6	0.24	1.33	0.55
P80	P81	1998	20.00	500	0.42%	6.65	213.57	118.5	0.25	1.35	0.57
-	P80	189	20.00	CR1	1.00%	5.49	242.86	12.7	0.05	0.68	0.12
-	P81	164	20.00	CR1	1.00%	5.52	242.11	11.0	0.04	0.64	0.11
P81	P82	2162	20.00	500	0.42%	6.89	208.48	125.2	0.26	1.37	0.60
P82	P83	2314	25.00	500	2.43%	7.05	205.32	132.0	0.16	2.63	0.37
P83	P84	2438	25.00	500	3.66%	7.19	202.72	137.3	0.15	3.08	0.34
P84	P85	2561	25.00	500	4.79%	7.31	200.48	142.6	0.14	3.48	0.32
P85	P86	2685	25.00	500	5.00%	7.17	203.05	151.4	0.14	3.54	0.33

PROGETTO DEFINITIVO

Pozz. Iniziale	Pozz. finale	Area ridotta (m2)	Lungh. elemento idraulico (m)	Tipo elemento idraulico	i (%) pendenza elemento idraulico	Tempo di corrivazione (minuti)	Intensità di pioggia (mm/h)	Q (l/s)	h (m)	Velocità (m/s)	Franco (m)
P86	P87	2835	25.00	500	5.00%	7.29	200.87	158.2	0.15	3.58	0.34
P87	P88	2880	25.00	500	5.00%	7.40	198.75	159.0	0.15	3.59	0.34
P88	P89	2903	25.00	500	5.00%	7.52	196.68	158.6	0.15	3.59	0.34
P89	P90	3083	25.00	500	5.00%	7.40	198.79	170.2	0.15	3.66	0.35
P90	P91	3278	25.00	500	5.00%	7.51	196.79	179.2	0.16	3.71	0.36
P91	P92	3401	25.00	500	5.00%	7.62	194.85	184.1	0.16	3.74	0.37
P92	P93	3536	25.00	500	5.00%	7.73	192.97	189.6	0.16	3.77	0.37
P93	P94	3671	25.00	500	5.00%	7.84	191.16	194.9	0.16	3.80	0.38
P94	P95	3806	25.00	500	5.00%	7.95	189.39	200.2	0.17	3.82	0.39
P95	P96	3941	25.00	500	5.00%	8.06	187.68	205.5	0.17	3.85	0.39
P96	P97	4076	25.00	500	5.00%	7.95	189.43	214.5	0.17	3.90	0.40
P97	P98	4211	25.00	500	3.48%	8.07	187.51	219.3	0.19	3.43	0.45
P98	P99	4346	19.00	500	1.00%	8.22	185.23	223.6	0.29	2.14	0.67
-	P100	107	10.00	CR1	3.00%	5.21	251.58	7.4	0.02	0.79	0.06
P100	P101	117	20.00	315	2.21%	7.49	197.23	6.4	0.04	1.11	0.16
P101	P102	269	25.00	315	2.21%	7.78	192.17	14.3	0.06	1.41	0.23
P102	P103	392	25.00	315	3.55%	8.01	188.52	20.5	0.07	1.85	0.25
P103	P104	516	25.00	315	5.00%	8.19	185.66	26.6	0.07	2.25	0.26
P90	P105	952	25.00	315	5.00%	8.35	183.32	48.5	0.10	2.67	0.35
P105	P106	1109	25.00	315	5.00%	8.50	181.14	55.8	0.10	2.78	0.38
P106	P107	1154	25.00	315	5.00%	8.65	179.04	57.4	0.10	2.80	0.38
P107	P108	851	25.00	315	5.00%	8.50	181.10	42.8	0.09	2.58	0.33
P108	P109	1016	25.00	315	5.00%	8.66	178.92	50.5	0.10	2.70	0.36
P109	P110	1166	25.00	315	5.00%	8.80	176.89	57.3	0.10	2.80	0.38
P110	P111	1301	25.00	315	5.00%	8.95	174.95	63.2	0.11	2.87	0.40
P111	P112	1436	25.00	315	5.00%	9.09	173.12	69.0	0.12	2.94	0.42
P112	P113	1571	25.00	315	5.00%	9.23	171.37	74.8	0.12	3.00	0.44
P113	P114	1706	25.00	315	5.00%	9.37	169.69	80.4	0.13	3.06	0.46
P114	P115	1841	25.00	315	5.00%	9.50	168.08	85.9	0.13	3.11	0.48
P115	P116	1976	25.00	315	5.00%	9.63	166.53	91.4	0.14	3.16	0.50

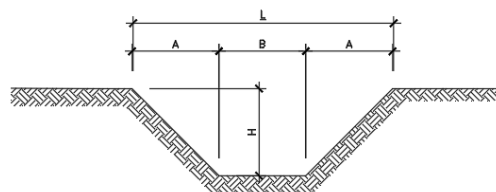
Pozz. Iniziale	Pozz. finale	Area ridotta (m2)	Lungh. elemento idraulico (m)	Tipo elemento idraulico	i (%) pendenza elemento idraulico	Tempo di corrivazione (minuti)	Intensità di pioggia (mm/h)	Q (l/s)	h (m)	Velocità (m/s)	Franco (m)
P116	P115	2111	25.00	400	3.13%	9.79	164.75	96.6	0.14	2.68	0.41
P117	P116	2246	19.00	500	1.00%	9.97	162.76	101.5	0.18	1.77	0.41
-	P118	198	8.00	CR1	1.00%	5.81	233.90	12.9	0.05	0.68	0.12
P118	P117	2546	12.00	500	1.10%	10.07	161.61	114.3	0.19	1.89	0.43
-	P99	279	23.00	CR1	1.00%	6.05	227.48	17.6	0.06	0.76	0.15
P99	P119	7172	25.00	500	2.00%	10.21	160.14	319.0	0.29	3.03	0.67
P119	P118	7172	25.00	500	2.00%	10.35	158.71	316.2	0.29	3.02	0.67
F17	VL5	7172	16.00	ft1	0.85%	10.27	177.77	354.1	0.39	1.00	0.79

6.4 Fossi di guardia e tombini secondari

I fossi di guardia sono tutti di forma trapezoidale e vengono utilizzati sia quando la sezione stradale è in rilevato che quando si sviluppa in trincea (si veda Elab. T01ID00IDRDC01A)

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

Il tempo di ritorno di progetto è pari a 50 anni. Nell'intervento infrastrutturale in progetto vengono adottati esclusivamente fossi in terra:



TIPO	A	B	L
A0	50	50	150

Si riportano di seguito le verifiche idrauliche eseguite:

PROGETTO DEFINITIVO

ID	Area ridotta afferente (m ²)	Lungh. elemento idraulico (m)	Tipologia elemento idraulico	pendenza (%)	Tempo di corrivazione (minuti)	Intensità di pioggia (mm/h)	Portata di progetto - Q (m ³ /s)	Riempimento (%)	FRANCO (m)	Velocità (m/s)
F1	14000	307	ft1	4.20%	12.45	156.13	0.607	69%	0.16	2.085
F2	16380	165	ft1	4.80%	11.18	167.84	0.764	75%	0.12	2.325
IN 01	30380	24	Φ 1000	1.50%	12.59	155.03	1.308	60%	-	3.009
F3	10100	118	ft1	8.40%	10.78	172.06	0.483	51%	0.25	2.529
F4	10130	35	ft1	2.00%	11.17	167.97	0.473	73%	0.13	1.484
F5	1753	66	ft1	9.00%	10.71	172.79	0.084	18%	0.41	1.550
IN 02	10130	18	Φ 1000	0.50%	11.36	166.04	0.467	45%	-	1.548
F6	4020	49	ft1	8.00%	10.42	175.96	0.196	31%	0.34	1.929
F7	15695	184	ft1	6.40%	11.63	163.47	0.713	67%	0.16	2.540
F8	3148	3	ft1	5.00%	6.94	231.22	0.202	37%	0.32	1.606
F9	2421	1	ft1	5.00%	6.26	247.74	0.167	33%	0.34	1.521
F10	5284	84	ft1	9.00%	10.64	173.56	0.255	35%	0.33	2.191
IN03	7705	20	Φ 1000	2.00%	10.77	172.09	0.368	27%	-	2.390
F11	6996	154	ft1	11.00%	11.02	169.49	0.329	38%	0.31	2.514
F12	1333	65	ft1	4.80%	10.98	169.91	0.063	19%	0.40	1.105
IN 04	8329	22	1000	2.00%	11.17	167.98	0.389	28%	-	2.422
F13	5399	200	ft1	0.20%	16.65	128.48	0.193	84%	0.08	0.501
F14	611	16	ft1	5.00%	10.29	177.44	0.030	12%	0.44	0.906
F15	832	61	ft1	16.00%	10.75	172.31	0.040	11%	0.45	1.348
F16	147	65	ft1	14.00%	12.21	158.21	0.006	5%	0.47	0.490
F17	6455	16	ft1	15.00%	10.43	175.84	0.315	7%	0.47	17.012
F18	233	16	ft1	0.85%	10.72	172.73	0.011	11%	0.45	0.373
F19	1307	85	ft1	0.85%	12.34	157.08	0.057	29%	0.35	0.605
FI4	18843	15	FT0	5.00%	11.83	161.64	0.846	73%	0.14	1.703