

Committente:



# AUTOCAMIONALE DELLA CISA S.P.A.

Via Camboara 26/A - Frazione Ponte Taro - 43015 NOCETO (PR)

Impresa Esecutrice:



**AUTOSTRADA DELLA CISA A15  
RACCORDO AUTOSTRADALE A15/A22  
CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENO-BRENNERO  
RACCORDO AUTOSTRADALE FRA L' AUTOSTRADA DELLA CISA-FONTEVIVO (PR)  
E L' AUTOSTRADA DEL BRENNERO-NOGAROLE ROCCA (VR). I LOTTO.**

C.U.P. G61B04000060008

C.I.G. 307068161E

## PROGETTO ESECUTIVO

AUTOCAMIONALE DELLA CISA S.p.A.

Il Direttore TIBRE:

Il Responsabile del Procedimento:

Il Presidente:

IMPRESA PIZZAROTTI & C. S.p.A.  
Il Direttore Tecnico:

**IMPRESA PIZZAROTTI & C. S.p.A.**  
**Il Responsabile di Progetto**  
**Dott. Ing. Luca Bondanelli**

Il Geologo:

PROGETTAZIONE DI:



Il Progettista:

**Ing. Fabio Nigrelli**

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Palermo n. 3581

A.T.I.:



Coordinatore per la Sicurezza in fase di Progettazione:

**Ing. Giovanni Maria Cepparotti**

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Viterbo n. 392

Consulenza specialistica a cura di:

Progettista Responsabile Integrazione Prestazioni Specialistiche:

Impresa Pizzarotti & C. S.p.A.

**Ing. Pietro Mazzoli**

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Parma n. 821

**IMPRESA PIZZAROTTI**  
**ISCRITTO ORDINE**  
**INGEGNERI PARMA n. 821**

Titolo Elaborato:

**Viabilità ordinaria e di adduzione all'Autostazione  
Trecasali - Terre Verdiane  
Raccordo autostazione Trecasali-Terre Verdiane rotatoria S.P. 10  
Relazione Idraulica**

Data Emissione Progetto:

18/03/2014

Scala:

--

Identif. Elaborato:

N.RO IDENTIFICATIVO	CODICE COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	AMBITO	CAT OPERA	N OPERA	PARTE OP	TIPO DOC	N PROGR. DOC.	REV.
	RAAA	1	E	I	VO	VO	02	Q	RE	001	D
D	26/05/2015	Revisione generale				Costantini	Nigrelli	Mazzoli			
C	29/01/2015	Istruttoria A15-PROVINCIA				Costantini	Nigrelli	Mazzoli			
B	24/09/2014	Istruttoria RINA prot. N°730 del 08/09/2014				Costantini	Nigrelli	Mazzoli			
A	30/06/2014	RIEMMISSIONE PROGETTO ESECUTIVO				Costantini	Nigrelli	Mazzoli			
Rev.	Data	DESCRIZIONE REVISIONE				Redatto	Controllato	Approvato			

## SOMMARIO

1	PREMESSA.....	3
2	SMALTIMENTO E TRATTAMENTO ACQUE DI PIATTAFORMA.....	4
2.1	SCHEMA IDRAULICO FUNZIONALE.....	4
2.2	DIMENSIONAMENTO DELLA RETE DI EVACUAZIONE ACQUE DI PIATTAFORMA.....	4
2.2.1	PORTATE IN INGRESSO .....	4
2.2.2	VERIFICA DEGLI ELEMENTI DELLA RETE .....	5
2.2.3	ELEMENTI DI RACCOLTA .....	6
2.2.3.1	BANCHINA .....	6
2.2.4	IDRAULICA DEI FOSSI DI LAMINAZIONE.....	8
2.2.5	LAMINAZIONE DELLE ACQUE DI PIATTAFORMA.....	8
2.2.6	SCARICO DELLE ACQUE DI PIATTAFORMA.....	9
2.2.7	FASSI DISPERDENTI A INFILTRAZIONE.....	9
3	INTERFERENZE CON LA RETE IDROGRAFICA.....	12

Quanto evidenziato con riga laterale è stato sede di revisione del 26/05/2015

## 1 PREMESSA

Nell'ambito del progetto esecutivo del Raccordo Autostrada della Cisa A15 – Autostrada del Brennero A22 è previsto il nuovo raccordo tra la S.P. 10 “di Cremona” e l'autostazione Trecasali – Terre Verdiane, nel territorio comunale di Trecasali (PR).

La sezione di progetto è tipo C1, extraurbana ordinaria, secondo la classificazione del D.M. 6792.

La sezione C1 ha larghezza minima di 10,50 m, costituita da una carreggiata organizzata in due corsie di marcia (una per senso di marcia) di 3,75 m ciascuna e due banchine laterali pavimentate di 1,50 m ciascuna.

L'intervento inoltre presenta l'interferenza con la SP.N°8 che viene risolta con l'esecuzione di una rotatoria con denominata R-PC1.

Per il ramo (RPC1-RC), è stata adottata una piattaforma stradale con una corsia da 3.50m e una banchina da 1.00m in previsione della futura riqualificazione di tutta la SP. N°8 fino a Trecasali.

Per il ramo (RCP1-RA) è stata adottata una piattaforma stradale con corsia da 2.75 metri e banchina 0.50 m. Si è considerata la piattaforma che il c.d.s definisce minima ai fini dell'inserimento della riga di mezzeria e garantisce comunque un'adeguata conformità alla larghezza dell'asfalto esistente.

L'altra rotatoria, che collega la nuova viabilità all'autostazione di Trecasali, denominata R2A, presenta un diametro esterno 76m, la larghezza della piattaforma è di 11.50m con corsia unica da 9m, banchina in sinistra di 1.00m e banchina in destra di 1.50m. L'anello di rotazione ha pendenza pari al 2,5% verso l'esterno.

Per il ramo (R2A-RA) è stata adottata una piattaforma stradale con una corsia da 2.75 e una banchina da 0.50. Come per il ramo RPC1-RA si è considerata la piattaforma che il c.d.s definisce minima ai fini dell'inserimento della riga di mezzeria e garantisce comunque un'adeguata conformità alla larghezza dell'asfalto esistente.

Per il ramo (R2A-RB), si è adottata una piattaforma stradale con corsia 2.00 m e banchina 0.25m con pendenza trasversale mono falda.

Il progetto è sempre in rilevato e presenta pendenza delle scarpate 2/3 inerbite superficialmente stendendo una coltre di terreno vegetale spessa 30 cm.

In alcuni tratti l'asse stradale è affiancato da una duna di mitigazione con altezza sul piano di rotolamento pari a 2.50m, pendenza delle scarpate 2/3.

## 2 SMALTIMENTO E TRATTAMENTO ACQUE DI PIATTAFORMA

### 2.1 SCHEMA IDRAULICO FUNZIONALE

Il drenaggio delle acque avviene a lato carreggiata, la pendenza trasversale della strada è 2.5% nei tratti in rettilineo e variabile nei tratti in curva. Questo consente l'evacuazione delle acque dalla superficie inclinata pavimentata a bordo carreggiata dove l'acqua, contenuta dall'arginello raggiunge gli embrici per l'allontanamento dal piano pavimentato.

Gli embrici sono realizzati con tegole poste ad interasse di 20 m; la cattura delle acque avviene mediante un elemento rastremato ai bordi che invia le acque agli embrici sottostanti.

Le acque sono convogliate ai fossi di guardia (fossi di laminazione), con larghezza di fondo variabile da  $b_{min}=1.5$  m e altezza minima  $h=0.5$  m. Le scarpate hanno pendenza 1/1.

I fossi di laminazione scaricano le acque nella rete idrica superficiale esistente ogni qual volta viene intersecato un corso d'acqua in continuità sotto il rilevato stradale oppure in corrispondenza di fossi di scolo esistenti a lato del rilevato in progetto. Lo scarico avviene attraverso un manufatto di regolazione e controllo costruito in calcestruzzo e composto da una griglia di trattenuta dei solidi grossolani realizzata con profilati d'acciaio e da una paratoia di sezionamento a parete piana in acciaio con movimentazione manuale mediante volantino. A valle dello scarico il fosso recettore viene rivestito per il controllo delle erosioni allo sbocco delle acque.

Le aree scolanti sono definite in funzione della conformazione plano-altimetrica del corpo stradale; viene inoltre tenuto conto del contributo delle superfici esterne alla piattaforma prendendo in conto una fascia di scolo laterale del piano campagna.

La sezione idraulica dei fossi di laminazione presenta notevole capacità di deflusso, essa infatti è sovradimensionata per la funzione di trasporto delle acque di piattaforma in quanto ad essi è affidata anche la funzione di laminazione necessaria per ridurre le portate scaricate nei recettori che dovranno essere compatibili nel rispetto del principio di invarianza idraulica.

### 2.2 DIMENSIONAMENTO DELLA RETE DI EVACUAZIONE ACQUE DI PIATTAFORMA

#### 2.2.1 PORTATE IN INGRESSO

Il calcolo delle portate affluite alla rete è stato svolto con il metodo razionale a partire dalle piogge con prefissato tempo di ritorno che interessano l'area di progetto.

Nella relazione Idrologico Idraulica del Progetto Esecutivo è stato effettuato l'aggiornamento al 2012 dei dati pluviometrici, riferiti alla stazione di Parma-Università. A seguito di tale aggiornamento si riportano di seguito le curve di possibilità pluviometrica assunte per la rete di smaltimento delle acque meteoriche e per il dimensionamento dei fossi di laminazione

Reti in rilevato                       $Tr = 50$  anni                       $h = 57.8 t^{0.311}$                        $h$  (mm)     $t$  (ore)

La portata massima al colmo nella sezione di chiusura di un generico tronco della rete è stata calcolata con l'espressione:

$$Q_{max} = \frac{\varphi \cdot h \cdot A}{tc} \quad (1)$$

dove:

- Q : portata al colmo di piena in m<sup>3</sup>/s;  
 φ : coefficiente di deflusso medio del bacino;  
 h : altezza di precipitazione in (m) calcolata per il tempo di corrivazione del bacino;  
 S : superficie del bacino in (m<sup>2</sup>).

Il tempo di corrivazione,  $t_c$ , può essere determinato facendo riferimento al percorso idraulico più lungo nella rete fognaria sino alla sezione di chiusura verificata:

$$t_c = t_a + t_r$$

dove  $t_a$  è il tempo di accesso alla rete e  $t_r$  è il tempo di percorrenza fino alla sezione considerata.

Il tempo di accesso,  $t_a$  è di incerta determinazione, variando con la pendenza e la natura dell'area, la presenza e tipologia dei drenaggi minori presenti in essa nonché dell'altezza di pioggia precedente l'evento critico di progetto. Normalmente nella progettazione stradale si assumono valori compresi tra 5 e 15 minuti. Nel presente progetto è stato assunto  $t_a=10'$ .

Il tempo di rete,  $t_r$ , è dato dalla somma dei tempi di percorrenza di ogni singola canalizzazione seguendo il percorso più lungo della rete fognaria:

$$t_r = \sum_i \frac{L_i}{V_{ui}}$$

dove:

- $L_i$  : lunghezza della singola canalizzazione;  
 $V_{ui}$  : velocità media nel tronco.

Per il Coefficiente di deflusso φ sono stati assunti i seguenti valori:

- |                                    |                         |
|------------------------------------|-------------------------|
| superfici asfaltate o impermeabili | $\varphi_{IMP}=0.90$ ;  |
| scarpate e superfici a verde       | $\varphi_{PERM}=0.40$ . |

### 2.2.2 VERIFICA DEGLI ELEMENTI DELLA RETE

Le caratteristiche idrauliche delle sezioni di progetto sono determinate mediante l'applicazione della formula di Chezy con la notazione di Manning per la scabrezza n:

$$Q = \frac{1}{n} R^{2/3} i^{1/2} \quad (2)$$

con:

- Q = portata di progetto [m<sup>3</sup>/s];  
 A = sezione idraulica bagnata [m<sup>2</sup>];  
 n = coefficiente di Manning ;  
 R = raggio idraulico [m];  
 i = pendenza di fondo [m/m]

La scabrezza  $K$  di Gauckler-Strickler, pari al reciproco del coefficiente n di Manning  $K=1/n$  è stata assunta pari a:

$K_{s_{asf}}=70 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$	per asfalto,
$K_{s_{cls}}=50 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$	per tubazioni e canalette in calcestruzzo,
$K_{s_{acciaio}}=80 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$	per tubazioni in acciaio,
$K_{s_{PeAD}}=80 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$	per tubazioni in PeAD,
$K_{s_{terra}}=30 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$	per fossi in terra inerbiti,

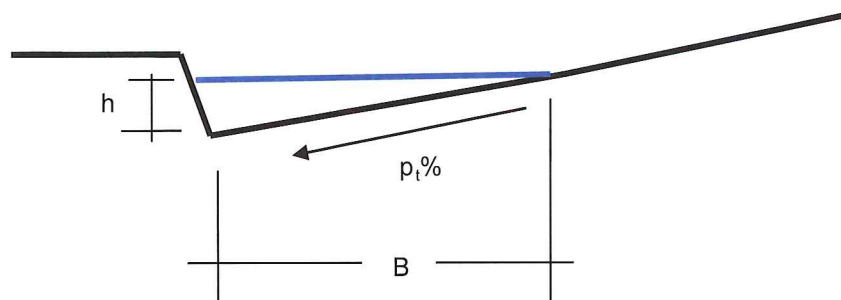
Generalmente viene adottato un franco di sicurezza minimo di  $0.50\phi$  per le tubazioni di diametro  $< 400 \text{ mm}$ ,  $0.80\phi$  per le tubazioni di diametro  $\geq 400 \text{ mm}$  e  $0.80 h$  per i canali a cielo aperto.

## 2.2.3 ELEMENTI DI RACCOLTA

### 2.2.3.1 BANCHINA

In funzione della larghezza della porzione di piattaforma interessata al deflusso  $B$ , della pendenza trasversale  $p_t$  della stessa e di quella longitudinale  $p_l$  della strada è possibile ricavare le caratteristiche idrauliche della banchina di raccolta a bordo strada in rilevato:

$h$	:	altezza della banchina = $p_t \cdot B$ , in m;
$C$	:	contorno bagnato = $B+h$ , in m;
$A$	:	area bagnata = $B \cdot h/2$ , in $\text{m}^2$ ;
$R$	:	raggio idraulico = $A/C$ , in m.



La cunetta che si forma in banchina viene scaricata ad intervalli fissi attraverso gli embrici.

La verifica della cunetta e del passo degli embrici viene svolta imponendo che la porta affluita  $Q_a$  calcolata col la (1) sia minore della portata massima defluibile  $Q_d$  dall'elemento di piattaforma calcolata con la (2).

$$Q_a < Q_d$$

Il passo degli embrici è risultato pari a 20m .

Si riporta di seguito il tabulato di verifica:

VO02

Legge di Pioggia

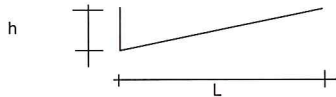
Tr	50	anni
a	57,8	mm
n	0,311	

VERIFICA INTERASSE SCARICHI						
n	0,014	Scabrezza di Manning		Interasse scarichi (m)		20,00
A(h) (m <sup>2</sup> )	C(h) (m)	R(h) (m)	L Piatt (m)	Qaffluita (l/s)	Qdefluibile (l/s)	i longitudinale (m/m)
0,02813	1,5380	0,018	5,250	5,21	6,11	0,00200
t (ore)	h (mm)	i (mm/h)				
0,17	33,11	198,64				
						Qd-Qa
						0,90

Sezione di deflusso

L	h (m)	A (m <sup>2</sup> )	C (m)	pendenza trasversale
1,5	0,038	0,028125	1,5380	0,025

rettifilo



La verifica idraulica dei fossi in cui scaricano gli embrici è riportata nello schema idraulico RAAA1EIAPVO2QSC001A

#### 2.2.4 IDRAULICA DEI FOSSI DI LAMINAZIONE

La realizzazione dell'opera stradale in progetto comporta l'impermeabilizzazione di superfici agricole mettendo in evidenza diverse problematiche connesse con lo smaltimento delle acque meteoriche; in particolare si possono avere conseguenze sia idraulico-quantitative, sia ambientali-qualitative: dall'insufficienza dei corsi d'acqua ricettori e delle reti di fognatura esistenti, alla necessità di trattare la frazione più inquinata delle acque meteoriche e di ridurre i volumi idrici ed i carichi inquinanti sversati nei corsi d'acqua.

Il ciclo naturale delle acque subisce, a seguito della costruzione stradale, tre tipi di alterazioni riconducibili ad una modifica del regime idrologico locale dovuto ad una minore infiltrazione delle acque; la maggiore impermeabilizzazione aumenta le velocità dei deflussi superficiali e quindi delle portate consegnate ai ricettori; la qualità delle acque meteoriche percorrendo la superficie autostradale si deteriora a seguito del dilavamento degli inquinanti depositati sulla piattaforma in tempo secco.

Queste conseguenze possono essere controllate inserendo nei sistemi di raccolta delle acque che svolgano la funzione di vasche volano per il rilascio controllato delle portate.

La soluzione adottata è quella dei fossi di laminazione ovvero di sistemi di raccolta e trasferimento delle portate pluviali in grado di associare alla funzione di drenaggio anche quella idraulica di laminazione delle portate di piena.

I fossi di laminazione sono fossi di guardia (con fondo permeabile o impermeabile) dove si realizza l'invaso delle acque; essi sono realizzati con dimensioni  $b_{\min}=1.5$  m,  $h_{\min}=0.5$  m,  $i=1/1$ , attrezzati di manufatti di scarico realizzati in calcestruzzo e con possibilità di controllare i deflussi. Le paratoie di sezionamento, poste al termine di ciascun tratto omogeneo consentono di controllare le portate scaricate entro i limiti fissati dal calcolo.

#### 2.2.5 LAMINAZIONE DELLE ACQUE DI PIATTAFORMA

Le vasche di laminazione hanno il compito di ridurre i picchi di portata che si verificano nei sistemi di drenaggio riducendoli a valori compatibili con i recapiti posti a valle.

Nel caso specifico dell'opera stradale in progetto l'incremento di portata dovuto alla nuova impermeabilizzazione viene assorbito dal sistema di drenaggio attraverso l'invaso nei fossi, essi infatti hanno una sezione idraulica dimensionata non per la funzione di drenaggio delle portate bensì del volume da invasare.

Il dimensionamento del volume dei fossi è stato eseguito mediante il metodo cinematico (Alfonsi e Orsi, 1987):

$$W_m = S \cdot \varphi \cdot a \cdot \theta_w^n + \frac{t_c \cdot Q_u^2 \cdot \theta_w^{1-n}}{S \cdot \varphi \cdot a} - Q_u \cdot \theta_w - Q_u \cdot t_c$$

- S : superficie del bacino scolante;  
 $\varphi$  : coefficiente di afflusso del bacino scolante;  
 a,n : coefficiente ed esponente della curva di possibilità pluviometrica;  
 $t_c$  : tempo di corrivazione del bacino scolante, dal calcolo della rete di drenaggio;  
 $Q_u$  : portata massima scaricabile per il principio dell'invarianza idraulica (20l/sxha);  
 $\theta_w$  : durata critica del bacino di laminazione.

La durata critica per la laminazione è stata determinata mediante un metodo iterativo, tramite la relazione:

$$n \cdot S \cdot \varphi \cdot a \cdot \theta_w^{n-1} + \frac{(1-n) \cdot t_c \cdot Q_u^2 \cdot \theta_w^{-n}}{S \cdot \varphi \cdot a} - Q_u = 0$$

Ai fossi viene data una leggera pendenza longitudinale che consente il transito della portata di competenza e lo svuotamento della sezione per operazioni di manutenzione.

Riepilogando vengono dunque condotte per ogni fosso due verifiche:

- 1) verifica della capacità di trasporto in base alla massima portata affluita con tempo di ritorno 50 anni e deflusso nella sezione del fosso valutato in moto uniforme con la formula di Manning
- 2) verifica del volume da invasare con il criterio dell'invarianza idraulica



In progetto è riportato lo schema idraulico delle reti e i tabulati con tutte le verifiche svolte.

### **2.2.6 SCARICO DELLE ACQUE DI PIATTAFORMA**

Il rilascio delle acque di piattaforma avverrà in modo controllato attraverso manufatti appositamente progettati che garantiscono la regolazione delle portate laminate in uscita dal sistema ed il controllo qualitativo attraverso la trattenuta dei solidi grossolani mediante griglie ed il controllo degli sversamenti accidentali con possibilità di isolare i tratti interessati da rilasci accidentali.

I manufatti progettati sono realizzati in calcestruzzo armato inseriti in asse al canale e dotati di un muro di testa di raccordo con le sezioni in terra; a tergo del muro il manufatto si compone di un pozzetto con griglia e paratoia.

Il controllo degli sversamenti accidentali avviene attraverso la rete di drenaggio che essendo di tipo chiuso (i fossi sono impermeabilizzati con argilla) non consente l'infiltrazione nel sottosuolo; la paratoia del manufatto di scarico, opportunamente abbassata dal personale di pronto intervento, consente di isolare il tratto di fosso interessato dallo sversamento trattenendo l'inquinante nel fosso. Successivamente si provvederà alla bonifica del sito con rimozione della vegetazione e del suolo inquinato da parte di ditte autorizzate.

### **2.2.7 FASSI DISPERDENTI A INFILTRAZIONE**

In progetto è previsto un fosso drenante ad infiltrazione e precisamente:

-da sez 11 a sez 12: fosso FI1 (in terra a sezione trapezia 100x250x100)

Il metodo per il calcolo di questi fossi/vasche è quello dell'invaso semplificato, analogo a quello già utilizzato ed approvato da Italferr sulla linea A.V. Bologna – Firenze e Milano - Torino

La determinazione delle dimensioni trasversali dei fossi è stata effettuata tramite l'equazione di continuità o equazione dei serbatoi applicata alla situazione in esame (Da Deppo, Datei, Saladin, Sistemazione dei corsi d'acqua, edizioni libreria Cortina 1995):

$$Q_e(t) - Q_u(t) = \frac{d}{dt} W(t)$$

in cui la variazione del volume invasato al tempo t nel fosso è pari alla differenza tra la portata entrante dovuta all'evento meteorico riversatosi sulla piattaforma in esame e la portata uscente dispersa nel terreno circostante.

La portata entrante  $Q_e(t)$  consiste nell'idrogramma di piena verificatosi in seguito ad un definito evento pluviometrico di durata variabile da 5' a 140'.

La funzione  $Q_u(t)$ , che rappresenta la portata uscente dal fosso non rivestito, risulta unicamente originata dalla infiltrazione nel terreno sottostante. La relazione utilizzata per il calcolo della portata infiltrata, ricavata da Vedernikov e adattata alle tipologie considerate, assume la seguente espressione:

$$Q_u(t) = k[B + C \cdot h(t)]L$$

Il valore C risulta variare nel tempo in funzione del rapporto  $B/h$ , nel caso limite di fosso pieno questo coefficiente assumerebbe un valore pari a circa 2,39. In questo caso cautelativamente è stato assunto per C un valore pari a 2.

$W(t)$  rappresenta il volume che si deve invasare nel fosso drenante

Le ipotesi utilizzate per condurre le verifiche idrauliche sono le seguenti:

- Drenaggio del fosso in funzione del reale riempimento, con variazione continua della portata drenata.

- Portata entrante crescente linearmente nei primi 5' di pioggia, costante durante l'evento esaminato, decrescente linearmente negli ultimi 5' di pioggia (transitorio, all'inizio dell'evento meteorico ed alla fine, di 5 min).
- Velo d'acqua uniformemente distribuito di 3 mm su tutte le superfici.
- Invaso nella rete
- Verifiche con tempi di pioggia: 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140 min.
- Coefficienti di afflusso  $\varphi = 0.9$  e  $0.6$  (vedi tabulato).

Il calcolo è organizzata in cinque sezioni:

- 1) DIMENSIONAMENTO FOSSO DRENANTE
- 2) CARATTERISTICHE IDROLOGICHE E DI PERMEABILITA'
- 3) VOLUMI INVASATI SULLA RETE DI DRENAGGIO
- 4) VERIFICA DI CAPACITA' DEL FOSSO
- 5) PORTATE AFFERENTI

Nella prima sezione vengono inserite le caratteristiche geometriche del bacino scolante e dei fossi drenanti.

Nella seconda sezione vengono riportate le caratteristiche idrologiche e di permeabilità.

Nella terza sezione vengono riportati i volumi invasati sulla superficie del bacino, sotto forma di un velo d'acqua uniformemente distribuito, e all'interno della rete di drenaggio che scarica l'acqua nel fosso drenante

Nella quarta sezione si verifica effettivamente la capacità di drenaggio del singolo fosso drenante.

Si considerano sette eventi meteorici di durata variabile da 20 min a 140 min. Per ciascuno di essi si individua il massimo riempimento del fosso drenante in termini di volume e tirante idrico. Dall'involuppo dei massimi si rileva l'evento critico e il riempimento del fosso ad esso associato.

Il metodo adottato consente di valutare nel tempo il riempimento del fosso drenante, e quindi quantificare la variazione della portata drenata in funzione del reale riempimento del fosso.

Il metodo non necessita di iterazioni.

Nella quinta sezione si calcolano, per differenti intervalli di tempo che rappresentano una serie di eventi di pioggia di durata differente, i seguenti dati:

l'altezza d'acqua cumulata:  $h = a \cdot t^n$

La portata afferente al fosso drenante:  $Q = \varphi \cdot S \cdot h$

Il volume di laminazione maggiore è quello associato all'evento meteorico critico, ovvero a quello da considerarsi per definire la geometria del fosso drenante.

Gli eventi meteorici critici considerati sono 20', 40', 60', 80', 100', 120', 140'.

Per quanto riguarda i volumi invasati nella rete di drenaggio si è assunto:

-il velo d'acqua sulle superfici permeabili ed impermeabili

Si riporta di seguito, il tabulato di calcolo dei fossi F11.

**DIMENSIONAMENTO FOSSO DRENANTE - FI1**

Superficie impermeabile	m <sup>2</sup>	466,43
Superficie permeabile	m <sup>2</sup>	181,79
coeff. Afflusso bitumato	-	0,9
coeff. Afflusso scarpate	-	0,4
SUPERFICIE EFFICACE IMPERMEABILE =	m <sup>2</sup>	419,787
SUPERFICIE EFFICACE PERMEABILE =	m <sup>2</sup>	72,714
Lunghezza fosso	m	9,50
base minore fosso	m	2,50
altezza max disponibile del fosso (senza rigurgito)	m	1,00
riempimento fosso (Y)	m	0,87
base maggiore fosso - larghezza pelo libero (sponde 1:1)	m	4,25
larghezza max in testa del fosso (sponde 1:1)	m	4,50
numero di fossi drenanti (=2 se in dx e sn)	-	1

**CARATTERISTICHE IDROLOGICHE E DI PERMEABILITA'**

permeabilità	m/s	1,00E-05
a - TR50	mm/h	57,8
n - TR50		0,311
n' - TR50		0,311

**VOLUMI INVASATI SULLA RETE DI DRENAGGIO**

<i>La precipitazione meteorica che cade direttamente sulla rete di drenaggio non viene considerata in quanto trascurabile.</i>			<i>Si</i>
<i>considera un velo d'acqua uniformemente ripartito di 3 mm</i>			
Velo d'acqua uniformemente ripartito di 3 mm	mm	3	
Volume invasato sulla superficie impermeabile =	m <sup>3</sup>	1,3	
Volume invasato sulla superficie permeabile =	m <sup>3</sup>	0,5	
Altezza acqua media nella rete	m	0,00	
Lunghezza della rete di drenaggio	m	0	
Volume invasato (embrici e cunette di piattaforma)	m <sup>3</sup>	0,0	
<b>TOTALE INVASI =</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>1,8</b>	

**VERIFICA DI CAPACITA' DEL FOSSO AL PIEDE**

VOLUME DISPONIBILE PER LAMINAZIONE	m <sup>3</sup>	31,6
CAPACITA' MAX INVASO DEL FOSSO	m <sup>3</sup>	33,3
% RIEMPIMENTO (area idrica)	m <sup>2</sup>	95%

### 3 INTERFERENZE CON LA RETE IDROGRAFICA

Ai fini del mantenimento in esercizio del reticolo idraulico esistente, si è previsto la realizzazione di opere d'arte minori atte a risolvere le interferenze idrauliche; si tratta di tombini circolari prefabbricati con diametri DN800 a DN1000. Con il ponticello TS24 viene risolta l'interferenza con il canale denominato "OTTOMULINI", che corre da sud a nord con un alveo semipensile interamente rivestito in calcestruzzo.

Nella viabilità in oggetto è presente l'invalveazione di un canale irriguo denominato "DUGAROLO RONCHI", lungo circa 390 metri WBS:IN07.

Nella tabella che segue si riepilogano tutte le interferenze idrauliche riscontrate lungo il tracciato.

Per quanto riguarda gli attraversamenti principali (Canale Ottomulini e Duraga Ronchi), sono state svolte apposite verifiche idrauliche del deflusso in moto permanente con il programma Hec-Ras. Per questi attraversamenti sono stati predisposti appositi elaborati della simulazione idraulica ante e post operam ai quali si rimanda per tutti i dettagli.

Per gli attraversamenti minori della rete di scolo sono state svolte verifiche idrauliche in moto uniforme con la formula di Manning assumendo per la scabrezza delle tubazioni in cls il valore ( $n=0,02$  pari 50 della formula di Strickler). Considerato che la rete minore ha spesso la funzione mista irrigazione-drenaggio, considerata inoltre l'incertezza legata al tracciamento dei bacini sottesi si è assunto di svolgere le verifiche degli attraversamenti stimando le portate della rete esistente attraverso l'area della sezione del fosso e attribuendo alla corrente una velocità media di deflusso pari a 0,8 m/s. Nella tabella che segue si riportano i risultati delle verifiche.

#### TOMBINI-VO02

	ubicazione Km	Nome	Rango	Dimensioni del Tombino	Q <sub>max</sub> (l/s)	Ks (Strickler)	i (%)	hu (m)	riemp (%)	v (m/s)	NOTE
WBS-TT48	RPC1-RB4b 0+010.50	Fosso Est Rotatoria	rete minore	DN800	80	50	0,17	0,24	24	0,56	
WBS-TS24	RPC1-RB14 0+083.41	Canale Ottomulini	principale	PONTICELLO	-	-	-	-	-	-	VEDI ELABORATI SPECIFICI VERIFICHE EC-RAS
WBS-TT49	RPC1-RB-25 0+263.57	Fosso ovest	rete minore	DN800	-	-	-	-	-	-	VEDI TABULATI DI VERIFICA SCHEMA IDRAULICO
WBS-TT50	13- 0+099.44	fosso	rete minore	DN1000	-	-	-	-	-	-	VEDI TABULATI DI VERIFICA SCHEMA IDRAULICO
WBS-TT52	25- 0+283.45	scolina	rete minore	DN1000	312	50	0,06	0,69	69	0,54	
WBS-TT53	41- 0+506.53	fosso	rete minore	DN1000	212	50	0,05	0,56	56	0,47	
WBS-TT54	63- 0+757.48	scolina	rete minore	DN1000	264	50	0,57	0,32	32	1,21	
WBS-TT55	68- 0+801.34	fosso	rete minore	DN1000	476	50	0,35	0,51	51	1,18	
WBS-TT56	80- 0+987.47	scolina	rete minore	DN1000	160	50	0,22	0,32	32	0,75	
WBS-TS25	ROTATORIA	Dugarolo Ronchi	secondaria	3x2,2	-	-	-	-	-	-	VEDI ELABORATI SPECIFICI VERIFICHE EC-RAS