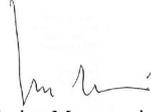
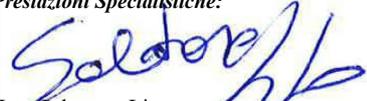


**ASSE VIARIO MARCHE-UMBRIA  
E QUADRILATERO DI PENETRAZIONE INTERNA  
MAXI LOTTO 2**

LAVORI DI COMPLETAMENTO DELLA DIRETTRICE PERUGIA ANCONA:  
SS. 318 DI "VALFABBRICA", TRATTO PIANELLO -VALFABBRICA  
SS. 76 "VAL D'ESINO", TRATTI FOSSATO VICO - CANCELLI E ALBACINA - SERRA SAN QUIRICO  
"PEDEMONTANA DELLE MARCHE", TRATTO FABRIANO-MUCCIA-SFERCIA.

**PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO**

<p><b>CONTRAENTE GENERALE:</b></p> 	<p><i>Il responsabile del Contraente Generale:</i></p>  Ing. Federico Montanari	<p><i>Il responsabile Integrazioni delle Prestazioni Specialistiche:</i></p>  Ing. Salvatore Lieto
--	---	--

**PROGETTAZIONE: Associazione Temporanea di Imprese**

Mandataria: **PROGETTAZIONE GRANDI INFRASTRUTTURE PROGIN S.p.A.** Mandanti:

		
---	--	--

Via Marconi, 20 - 47833 Morciano di Romagna (RN) - ITALY  
P.IVA 01894420453 - tel/fax +39 0541988277 - e-mail: sgai@sgai.com  
pec: sgai@sgai-pec.com Site Cert Quali ISO 9001 OR RNA 4387005L

<p>RESPONSABILE DELLA PROGETTAZIONE PER L'A.T.I.</p>  Ing. Antonio Grimaldi	
---	--

<p>VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO</p> <p>Ing. Iginio Farotti</p>	<p>IL COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI ESECUZIONE</p> <p>Ing. Vincenzo Pardo</p>	<p>IL DIRETTORE DEI LAVORI</p> <p>Ing. Peppino Marascio</p>
---	---	---

<p><b>2.1.1. - PEDEMONTANA DELLE MARCHE</b> <b>Lotto funzionale del Sub lotto 2.1 - Tratto Fabriano - Matelica Nord</b></p> <p>IDROLOGIA ED IDRAULICA Relazione idraulica di piattaforma</p>	<p><b>SCALA:</b></p> <p><b>DATA:</b> <i> Ottobre 2020</i></p>
--	---

Codice Unico di Progetto (CUP) **F12C03000050021** (Assegnato CIPE 20-04-2015)

Codice elaborato:

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc.	N. prog.	Rev.
L 0 7 0 3	2 1 1	E	0 3	0 1 0 0 0 0	R E L	0 3	M

REV.	DATA	DESCRIZIONE	Redatto		Controllato	Approvato
L	Settembre 2020	RISCONTRO ISTRUTTORIE QMU-DL SETT.2020	TECNOSTRUTTURE	A. TOSIANI	S. LIETO	A. GRIMALDI
M	Ottobre 2020	RISCONTRO ISTRUTTORIE	TECNOSTRUTTURE	A. TOSIANI	S. LIETO	A. GRIMALDI

	2.1.1 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE – Lotto funzionale del Sub Lotto 2.1 Tratto Fabriano-Matelica Nord							
	RELAZIONE IDRAULICA DI PIATTAFORMA							
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc.	N. progr.	REV.	Pag. di Pag.
L0703	211	E	03	010000	REL	03	M	1 di 46

## INDICE

<b>1. PREMESSA</b>	<b>2</b>
<b>2. AREA OGGETTO DI STUDIO</b>	<b>3</b>
<b>3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO</b>	<b>5</b>
3.1 NORMATIVA NAZIONALE	5
3.2 NORMATIVA REGIONALE	6
<b>4. CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA</b>	<b>7</b>
<b>5. DETERMINAZIONE DELLE PORTATE PER I DIMENSIONAMENTI</b>	<b>9</b>
<b>6. OPERE DI DRENAGGIO</b>	<b>11</b>
6.1 DIMENSIONAMENTO DEGLI ELEMENTI DI RACCOLTA	11
<b>7. CALCOLO INTERASSI DEGLI EMBRICI</b>	<b>14</b>
7.1 DIMENSIONAMENTO DEGLI ELEMENTI DI CONVOGLIAMENTO: COLLETTORI	16
7.2 DIMENSIONAMENTO DEGLI ELEMENTI DI CONVOGLIAMENTO: FOSSI DI GUARDIA	18
7.3 VERIFICA DEI FOSSI DI GUARDIA	18
7.4 VERIFICA DEI FOSSI DI GUARDIA DISPERDENTI	19
7.5 VERIFICA DEI TOMBINI DI RACCORDO DEI FOSSI DI GUARDIA	21
7.6 VERIFICA DEI TOMBINI DI ATTRAVERSAMENTO ASSE STRADALE	22
7.7 VERIFICHE IDRAULICHE DELLO SMALTIMENTO ACQUE REFLUE SUI CAVALCAVIA	23
7.8 VERIFICHE IDRAULICHE DELLO SMALTIMENTO ACQUE DI PIATTAFORMA VIABILITÀ INTERFERITE	24
<b>8. VASCHE DI TRATTAMENTO DELLE ACQUE DI PRIMA PIOGGIA</b>	<b>25</b>
<b>9. INVARIANZA IDRAULICA</b>	<b>31</b>
<b>10. CALCOLO DEL VELO D'ACQUA SUL MANTO STRADALE E VERIFICA ACQUAPLANNING</b>	<b>32</b>
<b>11. DRENAGGIO IN GALLERIA</b>	<b>36</b>

 <b>QUADRILATERO</b> Marche Umbria S.p.A.	2.1.1 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE – Lotto funzionale del Sub Lotto 2.1 Tratto Fabriano-Matelica Nord <b>RELAZIONE IDRAULICA DI PIATTAFORMA</b>								
	Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.progr.	REV.	Pag.diPag.
L0703	211	E	03	010000	REL	03	M	2 di 46	

## 1. PREMESSA

La presente relazione descrive lo studio idraulico eseguito nell'ambito della progettazione del Lotto funzionale del Sub-Lotto 2.1 Tratto "Fabriano-Matelica nord" della "Pedemontana delle Marche" nell'ambito dell'Asse viario Marche-Umbria e Quadrilatero di penetrazione interna.

Nella relazione si descrivono le metodologie seguite nonché i risultati conseguiti, per il dimensionamento dei manufatti di raccolta ed allontanamento delle acque zenitali pertinenti alla piattaforma stradale nonché dei fossi di guardia rivestiti posti a protezione della linea medesima.

Il sistema di drenaggio delle acque zenitali pertinenti alla piattaforma stradale ne prevede la raccolta a mezzo di tubazioni circolari, oppure lo scarico, a mezzo di embrici, in fossi a sezione trapezia rivestiti ubicati al piede dei rilevati stradali. Le acque pertinenti alla piattaforma stradale sono collettate in vasche di prima pioggia e raggiungono poi i rispettivi corpi idrici ricettori.

Si rimandando alla planimetria per i dettagli dello schema di raccolta/collettamento.

Nel seguito, sono illustrate e descritte le impostazioni teoriche adottate per la schematizzazione dei fenomeni naturali, le ipotesi semplificative assunte e le metodologie di calcolo utilizzate per la verifica degli elementi di drenaggio della piattaforma stradale e la verifica dei fossi di guardia al piede ed in testa alle nuove scarpate stradali. Sarà inoltre trattato il dimensionamento dei presidi idraulici per il trattamento delle acque di prima pioggia.

Per quanto non trattato di seguito e per lo studio idrologico dell'area si rimanda al progetto esecutivo approvato.

	2.1.1 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE – Lotto funzionale del Sub Lotto 2.1 Tratto Fabriano-Matelica Nord								
	RELAZIONE IDRAULICA DI PIATTAFORMA								
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc.	N. progr.	REV.	Pag. di Pag.	
L0703	211	E	03	00000	REL	03	M	3 di 46	

## 2. AREA OGGETTO DI STUDIO

Il territorio in esame è costituito dalla fascia pedemontana che si sviluppa a ridosso del versante appenninico marchigiano tra le valli dei fiumi Esino a nord e Chienti a sud.

Procedendo da nord verso sud, vengono di seguito localizzati e descritti i principali corsi d'acqua intercettati dal tracciato stradale, tutti provenienti da O-SO con direzione di scorrimento perpendicolare alla catena appenninica da cui hanno origine e con la caratteristica comune di essere affluenti o subaffluenti dei tre principali corsi d'acqua della zona (Esino, Potenza e Chienti di Gelagna):

**Torrente Giano:** il corso d'acqua, proveniente da ovest attraverso la conca di Fabriano e tributario dell'Esino nei pressi dell'abitato di Borgo Tufico, viene affiancato dalla strada lungo i primi 1000 metri del Lotto 1 senza essere mai attraversato. Il bacino idrografico a monte ha una superficie di 132.07 km<sup>2</sup> e una lunghezza dell'asta principale di 22.51 km;

**Fosso di Argignano:** proviene da sud-ovest attraverso l'abitato di Argignano e confluisce nel Torrente Giano poco a valle del viadotto stradale di progetto "La Storta" (1+448-1+488, Lotto 1). Alla sezione dell'attraversamento presenta una lunghezza dell'asta di 9.25 km e un bacino a monte di 22.43 km<sup>2</sup>;

**Fosso di Pian di Madonna:** proviene da sud-ovest e confluisce nel Fiume Esino nei pressi di Cerreto d'Esi poco a valle del viadotto stradale di progetto "S. Michele" (3+720-3+820, Lotto 1). Alla sezione dell'attraversamento presenta una lunghezza dell'asta di 2.41 km e un bacino a monte di 2.26 km<sup>2</sup>;

**Fosso di Collamato:** proviene da ovest e confluisce nel Fiume Esino poco a valle del viadotto stradale di progetto "Bargatano" (6+256-6+460, Lotto 1). Alla sezione dell'attraversamento presenta una lunghezza dell'asta di 5.75 km e un bacino a monte di 13.84 km<sup>2</sup>;

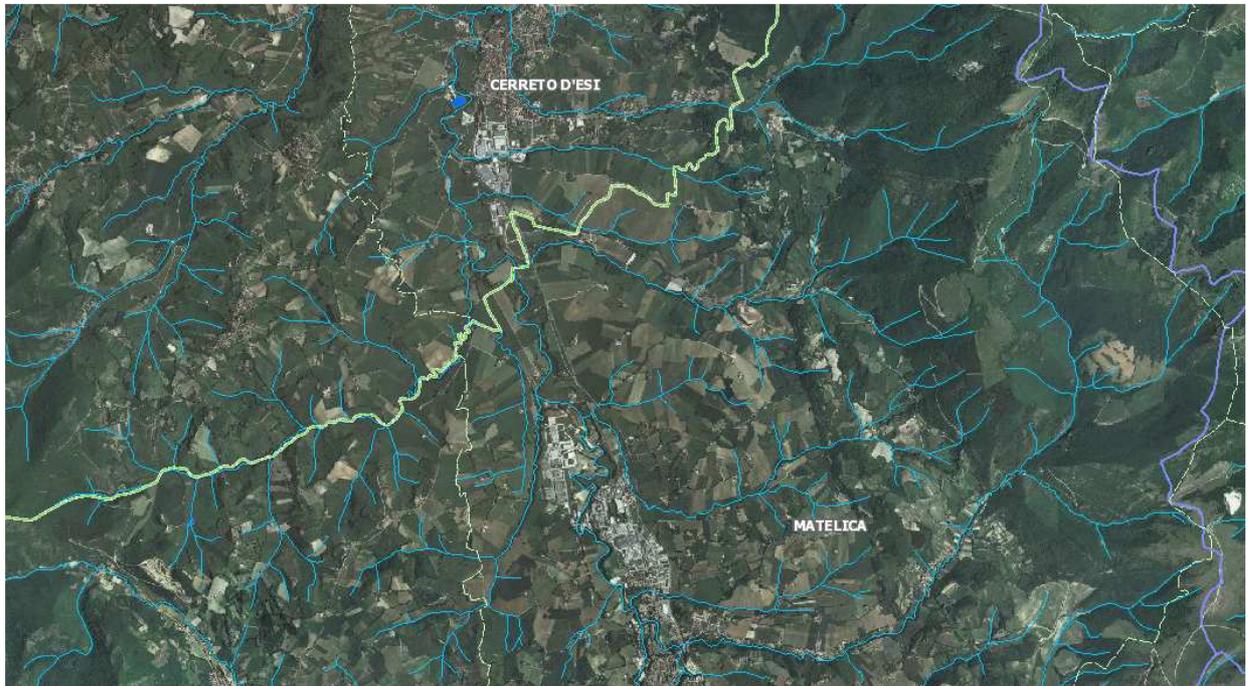
**Fosso Pagliano:** proviene da sud-ovest e confluisce nel Fiume Esino a monte di Matelica. Alla sezione dell'attraversamento (Viadotto "Pagliano", 8+765-8+815, Lotto 1) presenta una lunghezza dell'asta di 2.11 km e un bacino a monte di 3.89 km<sup>2</sup>.;

**Fiume Chienti di Gelagna:** ha le sue sorgenti sull'Altopiano di Colfiorito e proviene da ovest dopo aver attraversato gli abitati di Serravalle e Bavareto. Viene intercettato all'altezza della rotonda dello svincolo di Muccia. All'attraversamento ha una lunghezza di 14.55 km e un bacino a monte di 76.96 km<sup>2</sup>.

Nella restante parte del tracciato vengono inoltre attraversate o intercettate le testate di alcuni fossi minori o piccoli compluvi tributari dei corsi d'acqua principali. La maggior parte di queste incisioni, di modesta dimensione, viene attraversata mediante tombini circolari o scatolari. Per i fossi più importanti sono stati previsti attraversamenti mediante ponti (ponte Capodonico e ponte Quadrelle)

RELAZIONE IDRAULICA DI PIATTAFORMA

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc.	N. progr.	REV.	Pag. di Pag.
L0703	211	E	03	010000	REL	03	M	4 di 46



**Figura 1: Inquadramento generale**

	2.1.1 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE – Lotto funzionale del Sub Lotto 2.1 Tratto Fabriano-Matelica Nord								
	RELAZIONE IDRAULICA DI PIATTAFORMA								
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.progr.	REV.	Pag.diPag.	
L0703	211	E	03	010000	REL	03	M	5 di 46	

### 3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si riportano i principali riferimenti normativi e gli strumenti di pianificazione e di tutela presenti sul territorio, a scala nazionale e regionale, al fine di fornire un quadro esaustivo della normativa vigente nel campo idrologico - idraulico, ambientale e di difesa del suolo.

#### 3.1 NORMATIVA NAZIONALE

Rd 25/07/1904 n° 523

Testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie.

Dpr 15/01/1972 n° 8

Trasferimento alle regioni a statuto ordinario delle funzioni amministrative statali in materia di urbanistica e di viabilità, acquedotti e lavori pubblici di interesse regionale e dei relativi personali ed uffici.

L. 319/76 (legge merli)

Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento. La legge sancisce l'obbligo per le regioni di elaborare il piano di risanamento delle acque.

Dpr 24/7/1977 n° 616

Trasferimento delle funzioni statali alle regioni

L. 183/89

Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo. Scopo della legge è la difesa del suolo, il risanamento delle acque, la fruizione e la gestione del patrimonio idrico per gli usi di razionale sviluppo economico e sociale, la tutela degli aspetti ambientali ad essi connessi. Vengono individuate le attività di pianificazione, di programmazione e di attuazione; vengono istituiti il comitato nazionale per la difesa del suolo e l'autorità di bacino. Vengono individuati i bacini idrografici di rilievo nazionale, interregionale e regionale e date le prime indicazioni per la redazione dei piani di bacino.

L. 142/90

Ordinamento delle autonomie locali.

DI 04/12/1993 n° 496

Disposizioni urgenti sulla riorganizzazione dei controlli ambientali e istituzione della agenzia nazionale per la protezione dell'ambiente. (convertito con modificazioni dalla l. 61/94).

L. 36/94 (legge galli)

Disposizioni in materia di risorse idriche.

Dpr 14/4/94

Atto di indirizzo e coordinamento in ordine alle procedure ed ai criteri per la delimitazione dei bacini idrografici di rilievo nazionale ed interregionale, di cui alla legge 18 maggio 1989, n. 183.

Dpr 18/7/95

	2.1.1 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE – Lotto funzionale del Sub Lotto 2.1 Tratto Fabriano-Matelica Nord								
	RELAZIONE IDRAULICA DI PIATTAFORMA								
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.progr.	REV.	Pag.diPag.	
L0703	211	E	03	010000	REL	03	M	6 di 46	

Approvazione dell'atto di indirizzo e coordinamento concernente i criteri per la redazione dei piani di bacino.

Dpcm 4/3/96

Disposizioni in materia di risorse idriche (direttive di attuazione della legge galli).

Decreto legislativo 31/3/1998, n° 112

Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello stato alle regioni ed agli enti locali, in attuazione del capo I della legge 15 marzo 1997, n. 59

Dpcm 29/9/98

Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1, commi 1 e 2, del decreto-legge 11 giugno 1989, n. 180. Il decreto indica i criteri di individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico e gli indirizzi per la definizione delle norme di salvaguardia.

L. 267/98 (legge Sarno)

Conversione in legge del dl 180/98 recante misure urgenti per la prevenzione del rischio idrogeologico ed a favore delle zone colpite da disastri franosi nella regione Campania. La legge impone alle autorità di bacino nazionali e interregionali la redazione dei piani stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico e le misure di prevenzione per le aree a rischio.

L. 365/00 (legge Soverato)

Conversione in legge del dl 279/00 recante interventi urgenti per le aree a rischio idrogeologico molto elevato ed in materia di protezione civile, nonché a favore delle zone della regione Calabria danneggiate dalle calamità di settembre e ottobre 2000. La legge individua gli interventi per le aree a rischio idrogeologico e in materia di protezione civile; individua la procedura per l'adozione dei progetti di piano stralcio; prevede un'attività straordinaria di polizia idraulica e di controllo sul territorio.

Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152

Tale decreto ha riorganizzato le autorità di bacino introducendo i distretti idrografici. Disciplina, in attuazione della legge 15 dicembre 2004, n. 308, la difesa del suolo e la lotta alla desertificazione, la tutela delle acque dall'inquinamento e la gestione delle risorse idriche. Sostituisce ed integra il dl 152/99.

### 3.2 **NORMATIVA REGIONALE**

Legge regionale n° 18 del 22/6/1998

Disciplina delle risorse idriche.

Legge regionale 17/5/1999, n° 10

Riordino delle funzioni amministrative della Regione e degli Enti Locali nei settori dello sviluppo economico ed attività produttive, del territorio, ambiente e infrastrutture, dei servizi alla persona e alla comunità, nonché dell'ordinamento ed organizzazione amministrativa.

Legge regionale 25/5/1999, n° 13

Disciplina regionale della difesa del suolo.

Legge regionale 9/6/2006, n° 5

Disciplina della derivazioni di acqua pubblica e delle occupazioni del demanio idrico.

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.progr.	REV.	Pag.diPag.
L0703	211	E	03	01000	REL	03	M	7 di 46

#### 4. CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA

Di seguito si riportano i dati relativi alle curve di possibilità pluviometrica, dove il legame funzionale tra l'altezza  $h_t$  della precipitazione e la sua durata  $T$ , per un determinato tempo di ritorno  $T_r$ , è espressa mediante un'equazione del tipo :

$$h_{t,T_r} = a \times T_p^n$$

dove:

$h_t$  = altezza di precipitazione in mm.

$a$   $n$  = coefficienti delle curve di probabilità pluviometrica;

$T_p$  = tempo di pioggia in ore

$n$  = coefficiente angolare della retta

Equazioni pluviometriche relative al calcolo dell'altezze di pioggia ( $h$  mm) ed alla corrispondente intensità oraria

$$I \text{ mm/h} = a \times T_p^{(n-1)}$$

:

Per precipitazioni di durata superiore l'ora:

$$T=25 \text{ anni} \quad h=46.08 T_p^{0.29} \quad I \text{ mm/h} = 46.08 T_p^{-0.71}$$

$$T=50 \text{ anni} \quad h=53.70 T_p^{0.29} \quad I \text{ mm/h} = 53.70 T_p^{-0.71}$$

Per piogge di durata inferiore l'ora si assume un medesimo coefficiente "a" ed esponente pari a 0.5032.

$$T=25 \text{ anni} \quad h=46.08 T_p^{0.503} \quad I \text{ mm/h} = 46.08 T_p^{-0.497}$$

$$T=50 \text{ anni} \quad h=53.70 T_p^{0.503} \quad I \text{ mm/h} = 53.70 T_p^{-0.497}$$

La figura 2 che segue rappresenta graficamente le leggi adottate:

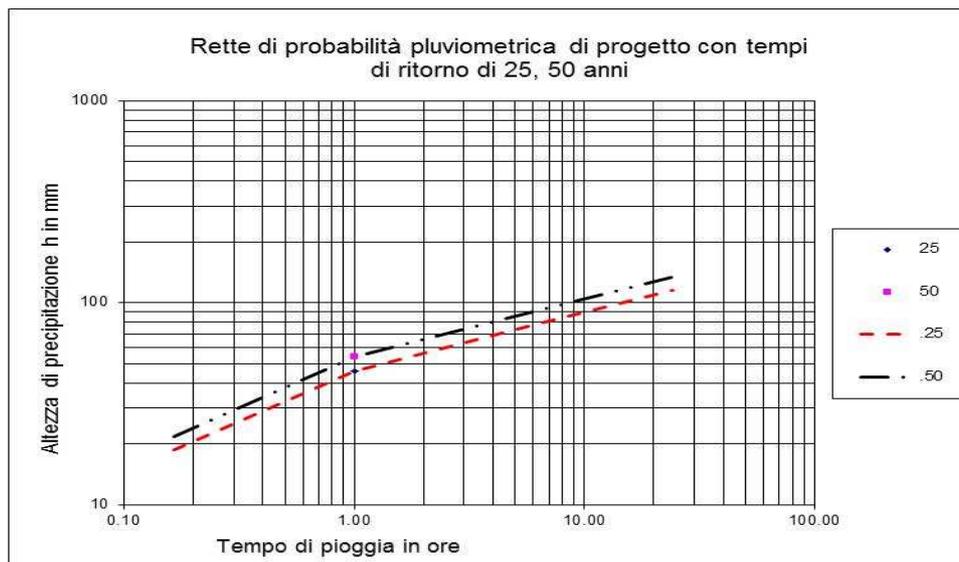


Figura 2: Curve altezza-durata

	2.1.1 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE – Lotto funzionale del Sub Lotto 2.1 Tratto Fabriano-Matelica Nord <b>RELAZIONE IDRAULICA DI PIATTAFORMA</b>								
	Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.progr.	REV.	Pag.diPag.
L0703	211	E	03	010000	REL	03	M	8 di 46	

Le curve di possibilità pluviometriche adottate nel corso delle elaborazioni, riportate nella relazione idrologica, sono state valutate assumendo un periodo di ritorno pari 25 anni, per il dimensionamento dei manufatti destinati alla raccolta delle acque di piattaforma e 50 anni per le acque di versante.

<b>Elemento drenaggio</b>	<b>di</b>	<b>Tempo di ritorno</b>
drenaggio di piattaforma		25
fossi di guardia		50

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc.	N. progr.	REV.	Pag. di Pag.
L0703	211	E	03	010000	REL	03	M	9 di 46

## 5. DETERMINAZIONE DELLE PORTATE PER I DIMENSIONAMENTI

La metodologia di dimensionamento idraulico si differenzia se stiamo considerando gli elementi di raccolta o quelli di convogliamento. Per determinare la portata di piena relativa al bacino a monte della componente analizzata si usa il metodo cinematico.

La schematizzazione alla base del metodo si basa su tre ipotesi fondamentali:

1. la pioggia critica ha durata pari al tempo di corrivazione;
2. la precipitazione si suppone di intensità costante per tutta la durata dell'evento;
3. il tempo di ritorno della portata è pari a quello della pioggia critica.

La portata di piena, in funzione del tempo di ritorno, è pari a:

$$Q = 278 \frac{\varphi S h}{\tau_c} = 278 \varphi S i$$

in cui:

- Q = portata di piena [m<sup>3</sup>/sec];
- $\varphi$  = coefficiente di deflusso, assunto pari a 0.90 per le superfici pavimentate e 0.50 per le superfici a verde;
- h = altezza di pioggia [m] per una precipitazione di durata pari al tempo di corrivazione;
- i = intensità di pioggia [m/ore];
- S = area del bacino km<sup>2</sup>;
- $\tau_c$  = tempo di corrivazione [ore], da individuare.

Il valore di h rappresenta l'altezza di precipitazione che cade in un dato sito in un tempo uguale al tempo di corrivazione  $\tau_c$ : infatti se la durata della precipitazione è inferiore al tempo  $\tau_c$  solo una parte del bacino S contribuirà alla formazione della portata, che risulterà pertanto di minore entità. Viceversa se la durata dell'evento è maggiore, l'intensità della pioggia sarà minore e quindi meno intenso il colmo di piena. Nella Figura è riportato uno schema del funzionamento del modello cinematico con tre precipitazioni di diversa durata (minore, uguale e maggiore rispetto al tempo di corrivazione).

Si noti come per un tempo di pioggia pari a quella di corrivazione l'idrogramma di piena assuma la forma triangolare.

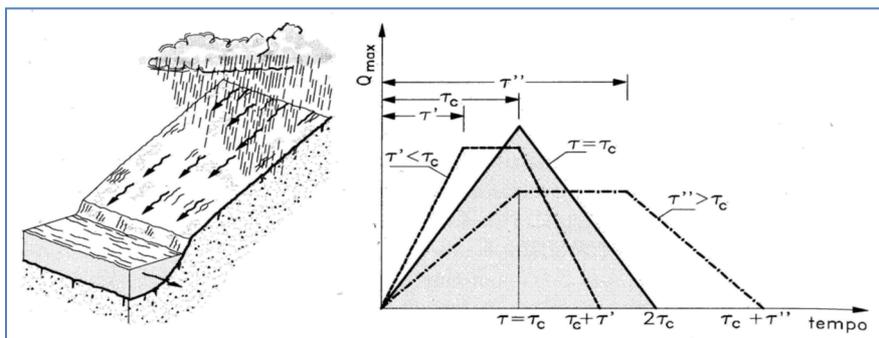


Figura 3: Metodo cinematico: idrogramma di piena per differenti durate di pioggia

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc.	N. progr.	REV.	Pag. di Pag.
L0703	211	E	03	010000	REL	03	M	10 di 46

Il tempo di corrivazione, parametro chiave quando si fa riferimento a metodi analitici di tipo semplificato, è definito come il tempo impiegato dalla particella d'acqua idraulicamente più lontana a percorrere l'intero bacino fino alla sezione di chiusura.

Il tempo di corrivazione  $\tau_c$  può essere determinato facendo riferimento al percorso idraulico più lungo della rete di drenaggio fino alla sezione di chiusura considerata. In particolare, dopo aver individuato la rete di drenaggio sottesa dalla sezione di chiusura ed aver delimitato i sottobacini contribuenti in ogni ramo della rete, per determinare il tempo di concentrazione  $\tau_c$  si fa riferimento alla somma:

$$\tau_c = \tau_a + \tau_r$$

ove  $\tau_a$  è il tempo d'accesso alla rete relativo al sottobacino drenato dalla condotta posta all'estremità di monte del percorso idraulico più lungo, e  $\tau_r$  è il tempo di rete.

Il tempo di residenza in rete  $\tau_r$  è dato dalla somma dei tempi di percorrenza di ogni singola canalizzazione seguendo il percorso più lungo della rete fognaria. Pertanto il tempo di rete sarà dato dall'espressione:

$$\tau_r = \sum_i \frac{L_i}{V_i}$$

	2.1.1 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE – Lotto funzionale del Sub Lotto 2.1 Tratto Fabriano-Matelica Nord							
	RELAZIONE IDRAULICA DI PIATTAFORMA							
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.progr.	REV.	Pag.diPag.
L0703	211	E	03	010000	REL	03	M	11 di 46

## 6. OPERE DI DRENAGGIO

Lungo il tracciato stradale di progetto è stato previsto un sistema di canalizzazioni per il convogliamento e l'allontanamento delle acque meteoriche che interessano la sede stradale, le scarpate artificiali e i versanti naturali adiacenti.

Per il dimensionamento delle opere di drenaggio si è tenuto conto, oltre che delle pendenze del terreno naturale, del profilo longitudinale del piano stradale e delle pendenze trasversali dei tratti in rettilineo e in curva.

Le opere di allontanamento della acque di piattaforma sono le seguenti:

- nei tratti in rilevato sono previsti embrici lungo le scarpate e fossi di guardia ai piedi del rilevato, lungo entrambi i lati della strada;
- nei tratti in trincea sono previsti fossi di guardia lungo il ciglio della scarpata, aventi la funzione di raccogliere e allontanare le acque di ruscellamento provenienti dal versante naturale. Per il drenaggio delle acque di piattaforma sono state disposte cunette "alla francese" lungo le banchine, intercettate sistematicamente da caditoie per il convogliamento delle acque all'interno della tubazione di drenaggio sottostante in PVC;
- nei tratti in viadotto sono disposte caditoie lungo le banchine per il convogliamento delle acque alle sottostanti tubazioni di drenaggio in PVC;
- nei tratti in galleria, oltre alle tubazioni laterali in PVC, è prevista la disposizione di una tubazione centrale in cls microfessurato DN 400 per la raccolta delle acque di percolazione.

### 6.1 DIMENSIONAMENTO DEGLI ELEMENTI DI RACCOLTA

Una volta valutata la situazione locale (rilevato, trincea) si definisce l'elemento di raccolta idoneo. Il dimensionamento consiste allora nello stabilire l'interasse delle caditoie (pozzetti di scarico con caditoie grigliate, embrici etc.).

Si dimensionano gli interassi degli elementi di scarico calcolando la portata massima smaltibile e la massima portata defluente dalla falda piana (superficie stradale scolante) per unità di lunghezza.

Quest'ultima è data dalla formula Razionale, applicata ad un'area di estensione longitudinale unitaria:

$$q_0 = \varphi b i = \varphi b a t^{n-1} \quad [m^2/s]$$

con  $q_0$  contributo di portata,  $b$  larghezza della falda  $[m]$ ,  $\varphi$  coefficiente di deflusso ed  $i$  intensità di pioggia  $[m/s]$ .

Il coefficiente di deflusso è stato posto pari a 0.9 per le superfici pavimentate, 0.5 per le trincee ed i rilevati. In base al modello cinematico lineare, con l'ipotesi di sollecitazione di intensità costante, si ha che la condizione più gravosa è quella per cui il tempo di pioggia è pari al tempo di corrivazione. Trascurando il tempo di percorrenza dell'elemento da dimensionare si ha che il tempo di corrivazione ( $t_c$  minuti) è pari al tempo di afflusso da una falda piana che è dato dalla seguente formula:

$$t_a = t_c = 3.26 (1.1 - \varphi) \frac{L_{eff}^{0.5}}{j^{1/3}}$$

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc.	N. progr.	REV.	Pag. di Pag.
L0703	211	E	03	010000	REL	03	M	12 di 46

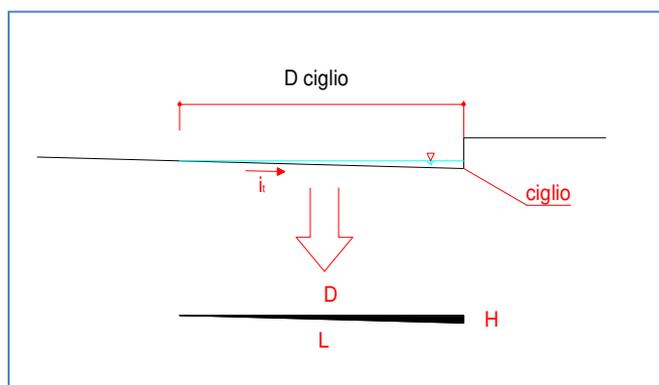
dove:

$j = \sqrt{j_l^2 + j_t^2}$  [m/m] pendenza della strada lungo la linea di corrente ( $j_l$  pendenza longitudinale;  $j_t$  pendenza trasversale);

$L_{eff} = b \left[ 1 + \left( \frac{j_l}{j_t} \right)^2 \right]^{1/2}$  [m] lunghezza del percorso dell'acqua prima di raggiungere le canalizzazioni a lato della carreggiata.

Si è assunto in ogni caso un valore minimo per il tempo di corrivazione pari a 5 minuti.

Il dimensionamento dell'interasse degli elementi puntuali si ottiene facendo il rapporto tra la portata massima transitante in un'ipotetica canaletta triangolare delimitata dal manto stradale e dal cordolo (vedi figura 4), e la massima portata defluente dalla falda piana per unità di larghezza ( $q_0$ ).

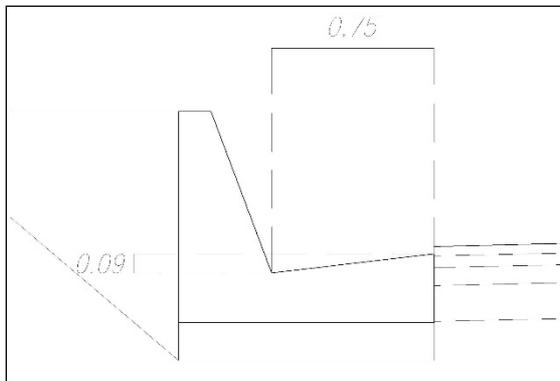


**Figura 4: Cunetta tipo in rilevato**

Dove D ciglio è pari a 1.0 m sia per i tratti in rettilineo che per i tratti in curva. La pioggia scorrerà, se in rilevato interamente nella canaletta con un franco idraulico pari all'80% dell'altezza utile stabilito dal cordolo al ciglio dalla canaletta.

Nei tratti in scavo figura 5, la luce idraulica della cunetta permette di recepire una maggiore portata e consentire il deflusso completamente all'interno della cunetta triangolare senza interessare quindi la banchina stradale di 1.50m.

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc.	N. progr.	REV.	Pag. di Pag.
L0703	211	E	03	010000	REL	03	M	13 di 46



**Figura 5: Cunetta tipo in scavo**

Il dimensionamento di questi elementi consiste nello stabilire l'interasse massimo in modo che l'acqua presente negli elementi non interessi la banchina.

Per il calcolo della portata massima transitante negli elementi marginali si è utilizzata la formula di Chézy ponendo come parametro di Strickler il valore di 70 ( $n = 0.0143$ ).

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

- $Q$  è la portata di progetto ( $m^3/s$ )
- $A$  è l'area della sezione bagnata, ( $m^2$ )
- $R$  è il raggio idraulico, (m) definito come rapporto tra l'area bagnata e il contorno bagnato;
- $i$  è la pendenza del canale,
- $K_s$  è il coefficiente di scabrezza Strickler ( $m^{1/3}s^{-1}$ )

Di seguito si riportano le verifiche degli elementi di convogliamento.

	2.1.1 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE – Lotto funzionale del Sub Lotto 2.1 Tratto Fabriano-Matelica Nord							
	RELAZIONE IDRAULICA DI PIATTAFORMA							
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.progr.	REV.	Pag.diPag.
L0703	211	E	03	00000	REL	03	M	14 di 46

## 7. CALCOLO INTERASSI DEGLI EMBRICI

Per assicurare, anche in caso di forti precipitazioni, un continuo e immediato smaltimento delle acque meteoriche dalla pavimentazione verso i cigli stradali, è stata assegnata alla pavimentazione in rettilineo una pendenza trasversale simmetrica a dislivello del 2.5 % e al 7.0 % max unidirezionale nei tratti in curva.

La pendenza trasversale minima del 2.5% della pavimentazione consente lo smaltimento distribuito dell'acqua meteorica lungo i cigli, ove sono intercettate dal cordolo e convogliate nelle opere d'imbocco degli embrici con esito lungo la scarpata del rilevato stradale. In presenza di collettori al ciglio i flussi d'acqua sono intercettati dai pozzetti con caditoie con esito nel sottostante collettore in pead.

Per determinare l'interasse massimo ammissibile degli embrici/caditoie si sono rapportate le massime portate defluenti lungo i cigli valutate per differenti pendenze longitudinali, con quelle massime affluenti dalla pavimentazione stradale.

La larghezza della pavimentazione stradale presa in esame, in funzione delle diverse casistiche per i tratti in rilevato risulta:

Larghezza in rettilineo semicarreggiata:	5.25 m
Larghezza ampliata:	8.00 m
Larghezza in curva carreggiata completa :	10.25 m

per i tratti in scavo:

Larghezza in rettilineo semicarreggiata:	6.25 m
Larghezza ampliata:	8.00 m
Larghezza in curva carreggiata completa:	12.50m

Nelle seguenti tabelle 9 e 10 è stata calcolata la portata unitaria ( $Q/i^{0.5}$ ) delle cunette di piattaforma assumendo l'equazione pluviometrica con  $T_r$  25 anni, un tempo di corrivazione cautelativo di 5' (0.083 ore) ed un coefficiente di deflusso di  $C=0.9$ . La portata massima ( $Q$  l/s) che può defluire attraverso la luce idraulica della cunetta è stata stimata in moto uniforme in funzione di differenti pendenze longitudinali, assumendo un coefficiente di scabrezza  $1/n = 60$ . E' stato quindi calcolato l'interasse massimo degli imbocchi in rapporto tra la massima capacità idraulica della cunetta e la portata specifica a ml proveniente dalla carreggiata o semicarreggiata stradale.

Per la cunetta triangolare in rilevato, definita dalla pendenza trasversale e dal cordolo, la portata è stata stimata in funzione di uno specchio d'acqua non superiore ad 1.0m e per un'altezza idrica definita dalla pendenza trasversale della pavimentazione stradale. Nell'eventualità che il calcolo degli interassi risulti superiore a 20 m, per limitare lo specchio d'acqua nella banchina e a favore della sicurezza stradale, si assume un interasse massimo non superiore a 20m. Per ogni tratto considerato si riporta nelle planimetrie idrauliche di progetto gli interassi assunti e le progressive iniziali e finali.

Per la cunetta triangolare in trincea i flussi d'acqua provenienti dalla pavimentazione sono intercettati da pozzetti forniti di copertura grigliata con esito nel sottostante tubazione di drenaggio in pead posto ad interasse di norma 15m.

## RELAZIONE IDRAULICA DI PIATTAFORMA

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc.	N. progr.	REV.	Pag. di Pag.
L0703	211	E	03	010000	REL	03	M	15 di 46

Cunetta triangolare in rilevato

tab. 9

PORTATA CUNETTA TRIANGOLARE IN RILEVATO							
Equazioni Pluviometriche			Dati di Input e stima delle massime portate afferenti				
Tr	a	n	Tc	I mm/h	C	Q m3/ha	Q l/m2
Tr 25	46.08	-0.4968	0.083	158.4	0.90	0.396	0.0396
Dati cunetta triangolare			Calcolo portata per pendenza unitaria (l/s)				
Larghezza	pend.transv.	H utile	Area	Perimetro	Ri (2/3)	1/n	Q/i^0.5
1.00	0.025	0.025	0.0125	1.025	0.0529	60	0.040
Larghezza Pavimentazione (m)							
			5.25	8	10.5		
Pendenza	Q max	Q l/ml	0.208	0.317	0.416		
m/m	l/s		Interasse max (m)				
0.002	1.77		8.53	5.60	4.27		
0.0025	1.98		9.54	6.26	4.77		
0.003	2.17		10.45	6.86	5.23		
0.0035	2.35		11.29	7.41	5.64		
0.004	2.51		12.07	7.92	6.03		
0.0045	2.66		12.80	8.40	6.40		
0.005	2.81		13.49	8.85	6.75		
0.006	3.07		14.78	9.70	7.39		
0.007	3.32		15.97	10.48	7.98		
0.008	3.55		17.07	11.20	8.53		
0.009	3.76		18.10	11.88	9.05		
0.01	3.97		19.08	12.52	9.54		
0.012	4.35		20.90	13.72	10.45		
0.014	4.69		22.58	14.82	11.29		
0.016	5.02		24.14	15.84	12.07		
0.018	5.32		25.60	16.80	12.80		
0.02	5.61		26.99	17.71	13.49		
0.03	6.87		33.05	21.69	16.53		
0.04	7.93		38.16	25.05	19.08		
0.05	8.87		42.67	28.00	21.33		

Cunetta triangolare in scavo

tab.10

PORTATA CUNETTA TRIANGOLARE IN SCAVO							
Equazioni Pluviometriche			Dati di Input e stima delle massime portate afferenti				
Tr	a	n	Tc	I mm/h	C	Q m3/ha	Q l/m2
Tr 25	46.08	-0.4968	0.083	158.4	0.90	0.396	0.0396
Dati cunetta alla francese			Calcolo portata per pendenza unitaria (l/s)				
Larghezza	pend.transv.	H utile	Area	Perimetro	Ri (2/3)	1/n	Q/i^0.5
0.75	0.13	0.0975	0.0366	0.854	0.1223	60	0.268
Larghezza Pavimentazione (m)							
			6.25	8	12.5		
Pendenza	Q max	Q l/ml	0.247	0.317	0.495		
m/m	l/s		Interasse max (m)				
0.001	8.48		34.27	26.78	17.14		
0.0025	13.41		54.19	42.34	27.10		
0.003	14.69		59.36	46.38	29.68		
0.0035	15.87		64.12	50.09	32.06		
0.004	16.96		68.55	53.55	34.27		
0.0045	17.99		72.70	56.80	36.35		
0.005	18.97		76.64	59.87	38.32		
0.0055	19.89		80.38	62.80	40.19		
0.006	20.78		83.95	65.59	41.98		
0.0065	21.63		87.38	68.27	43.69		
0.007	22.44		90.68	70.84	45.34		
0.0075	23.23		93.86	73.33	46.93		
0.008	23.99		96.94	75.73	48.47		
0.0085	24.73		99.92	78.07	49.96		
0.009	25.45		102.82	80.33	51.41		
0.0095	26.14		105.64	82.53	52.82		
0.01	26.82		108.38	84.67	54.19		

	2.1.1 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE – Lotto funzionale del Sub Lotto 2.1 Tratto Fabriano-Matelica Nord							
	RELAZIONE IDRAULICA DI PIATTAFORMA							
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc.	N. progr.	REV.	Pag. di Pag.
L0703	211	E	03	010000	REL	03	M	16 di 46

## 7.1 DIMENSIONAMENTO DEGLI ELEMENTI DI CONVOGLIAMENTO: COLLETTORI

Il dimensionamento degli elementi di convogliamento è fatto facendo il confronto tra la portata transitante e quella massima ammissibile dall'elemento in questione. Anche in questo caso la condizione più gravosa è quella per cui il tempo di pioggia è pari al tempo di corrivazione. Quest'ultimo in questo caso è pari alla somma del tempo di afflusso (dato dalla formula vista nel paragrafo precedente) e del tempo di traslazione ( $t_r$ ) lungo i rami costituenti il percorso idraulicamente più lungo ("asta principale"). Il tempo di traslazione si ottiene quindi dalla formula:

$$t_r = \sum_{i=1}^N \frac{l_i}{v_i}$$

dove:

$N$  = numero dei tronchi della rete a monte della generica sezione, facenti parte dell'asta principale;

$l_i$  = lunghezza del tronco  $i$ -esimo [m];

$v_i$  = velocità nel tronco  $i$ -esimo [m/s].

In ogni caso si adotta un tempo di corrivazione minimo pari a 5 minuti.

Il moto all'interno della rete si descrive adottando uno schema di moto uniforme. In particolare si utilizza la formula di Chézy per ottenere le scale di deflusso:

$$Q = \chi A \sqrt{\mathfrak{R} j} = k \frac{A^{5/3}}{C^{2/3}} \sqrt{j}$$

dove:

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

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

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

$C$  = contorno bagnato (m);

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

$$\mathfrak{R} = \frac{A}{C} = \text{raggio idraulico (m)}.$$

Per ottenere la velocità di percorrenza del singolo tratto basta dividere la portata  $Q$  per l'area bagnata  $A$ .

Quando gli elementi di raccolta raggiungono il riempimento massimo, essi scaricano nei collettori sottostanti.

Per evitare che i collettori vadano in pressione, si è considerato un riempimento massimo dell'80% con la portata di progetto stimata tramite la seguente equazione pluviometrica relativa ad un Tr 25 anni e per un coefficiente angolare  $n$  modificato per tempi di pioggia inferiori l'ora:

$$I \text{ mm/h} = 46.08 \times Tc^{0-0.496}$$

	2.1.1 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE – Lotto funzionale del Sub Lotto 2.1 Tratto Fabriano-Matelica Nord							
	RELAZIONE IDRAULICA DI PIATTAFORMA							
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc.	N. progr.	REV.	Pag. di Pag.
L0703	211	E	03	010000	REL	03	M	17 di 46

Per quanto riguarda il dimensionamento si è considerato oltre al riempimento massimo ammissibile, una velocità sempre inferiore a 5.0 m/sec. Il coefficiente di scabrezza utilizzato è  $70 \text{ m}^{(1/3)}/\text{s}$ .

Il dimensionamento dei collettori è stato effettuato, come indicato precedentemente, in condizioni di moto uniforme e facendo riferimento alla curva di probabilità pluviometrica indicata nella sezione idrologica.

Poiché la determinazione della portata al colmo prevede l'individuazione di un tempo di corrivazione del singolo elemento in fase di dimensionamento, e tale tempo di corrivazione è a sua volta dipendente dalla velocità (e quindi dalla portata), il metodo risulta intrinsecamente iterativo.

Lo schema di calcolo, che necessita rigorosamente prima l'analisi degli elementi a monte e successivamente l'analisi di quelli più a valle, prevede i seguenti passi:

- 1) si determina la sezione di calcolo;
- 2) si individua l'area contribuente effettivamente drenata dalla sezione di calcolo;
- 3) si stabilisce una velocità di prima approssimazione;
- 4) si determina così un tempo di concentrazione (di prima approssimazione) del singolo elemento;
- 5) si utilizza la formula razionale per il calcolo della portata;
- 6) si determina la velocità che risulta nelle condizioni di moto uniforme;
- 7) se la velocità ottenuta è poco dissimile dalla velocità di progetto, il dimensionamento è effettuato; in caso contrario, si riparte dal punto 3 con la nuova velocità ottenuta.

Il metodo converge rapidamente.

Come si può verificare da tabella n°1 a tabella n° 8 in allegato i collettori risultano sempre verificati, poiché il grado di riempimento è sempre inferiore a quanto prestabilito del 80% e le velocità media del flusso d'acqua risultano accettabili generalmente inferiori a 5.0 m/s.

	2.1.1 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE – Lotto funzionale del Sub Lotto 2.1 Tratto Fabriano-Matelica Nord							
	RELAZIONE IDRAULICA DI PIATTAFORMA							
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.progr.	REV.	Pag.diPag.
L0703	211	E	03	010000	REL	03	M	18 di 46

## 7.2 DIMENSIONAMENTO DEGLI ELEMENTI DI CONVOGLIAMENTO: FOSSI DI GUARDIA

I fossi di guardia sono di forma trapezia e posti al piede del rilevato, servono a raccogliere le acque che scendono dal rilevato stesso e a convogliarle verso il recapito finale più vicino. Questi fossi sono per lo più di tipo rivestito in cls a sezione trapezia, con pareti inclinate a 45°.

Per la verifica dell'idoneità idraulica dei fossi di guardia rivestiti ed in terra si è considerato un franco idraulico minimo di di 10 cm. I massimi livelli idrici sono stati calcolati a moto uniforme assumendo come coefficienti di scabrezza di Gauckler Strickler pari a 40 m<sup>1/3</sup>/s per i fossi in terra e 70 m<sup>1/3</sup>/s per i fossi rivestiti.

Il dimensionamento avviene con la stessa procedura adottata per i collettori circolari.

## 7.3 VERIFICA DEI FOSSI DI GUARDIA

I fossi di guardia raccolgono le acque che defluiscono sia dalla superficie del corpo stradale che, eventualmente, da fasce circostanti di terreno naturale, per convogliarle alla rete di drenaggio naturale presente nella zona in esame. I fossi sono quindi interconnessi con tutta la rete scolante dai terreni circostanti e dai versanti naturali.

Nel dimensionamento dei fossi di guardia si tiene conto, in generale, del contributo lineare della portata proveniente dalla piattaforma stradale, dalle scarpate artificiali e dai versanti naturali adiacenti, sommato alle eventuali immissioni puntuali (intercettazione fossi naturali, confluenze, etc.) e alla portata proveniente dal tratto a monte. La verifica idraulica del generico tratto di tubazione di drenaggio è svolta considerando il bacino contribuente complessivo sotteso a monte.

Nella seguente tabella 8 si mostrano le tipologie dei fossi di guardia in cls o in terra a sezione trapezia . previsti nel progetto:

Tipologia	Base minore 'm	Base maggiore 'm	Altezza 'm
F0	0.30	0.9	0.30
F1	0.50	1.50	0.50
F2	0.60	1.80	0.60
F3	0.80	2.40	0.80
F4	1.00	3.0	1.00

Fossi di guardia tipo

tab.11

Per le verifiche dei fossi di guardia sono state stimate le massime portate afferenti assumendo l'equazione pluviometrica con Tr 50 anni e coefficienti di afflusso C = 0.9 per le superfici pavimentate e C= 0.5 per le scarpate e terreno naturale.

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc.	N. progr.	REV.	Pag. di Pag.
L0703	211	E	03	010000	REL	03	M	19 di 46

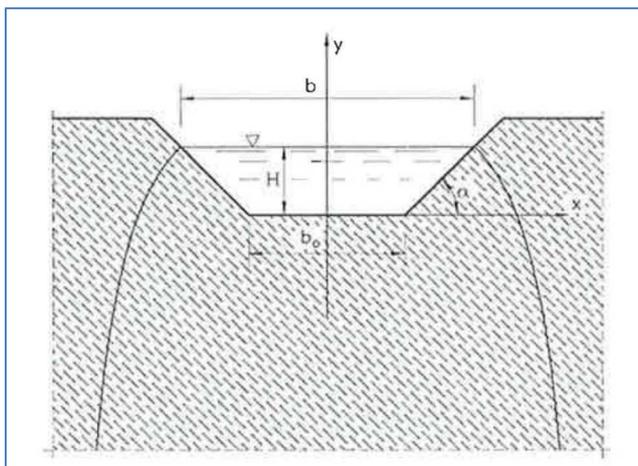
La verifica dell'idoneità idraulica dei fossi di guardia in cls è stata condotta in moto uniforme considerando un coefficiente di scabrezza  $K_s = 70 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ , sponde di pendenza 1:1 e pendenza di fondo i pari alla pendenza longitudinale del terreno.

Dai calcoli effettuati nelle tabelle dalla n°1 alla n°8 dell'allegato "Elementi di convogliamento collettori e fossi di guardia", si evince l'idoneità idraulica dei fossi di guardia in entrambi i lati stradali, poiché le massime portate defluiscono con livelli idrici interamente contenuti nelle sezioni trapezoidali proposte con un grado di riempimento al di sotto del riempimento massimo del 80% e velocità media del flusso d'acqua accettabile generalmente inferiore a 5.0 m/s.

#### 7.4 VERIFICA DEI FOSSI DI GUARDIA DISPERDENTI

Nel tratto privo di recapito è previsto un fosso di guardia in terra che disperde le acque nel terreno. La tipologia prevista per il fosso a sezione trapezoidale disperdente con pendenza sponda 1/1, con base pari a 100 cm e altezza pari a 100 cm

La portata dispersa dai fossi per infiltrazione è stata stimata con riferimento allo schema di moto filtrante riportato in Figura. Dalla relazione geologica emerge come il coefficiente di permeabilità degli strati di suolo più superficiali può essere assunta pari a circa  $1 \times 10^{-6} \text{ m/s}$ .



**Figura 6: Schema funzionamento fosso disperdente**

Per il perimetro di filtrazione, a favore di sicurezza, si considera nullo il contributo disperdente delle sponde oblique del fosso, per cui la portata infiltrata per metro lineare sarà:

$$q = K(b_0).$$

Il calcolo del volume di invaso ha seguito l'ipotesi di valutare il volume di pioggia per un tempo di ritorno di 25 anni. Il volume che affluisce nei fossi in funzione del tempo è dato da

$$V_{affl} = h A$$

con h altezza di pioggia ed A area ridotta drenata.

L'altezza di pioggia [m/h], è data da:

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc.	N. progr.	REV.	Pag. di Pag.
L0703	211	E	03	010000	REL	03	M	20 di 46

$$h = \frac{a}{1000} t^n$$

Considerando costante la portata infiltrata  $q$ , si ha che il volume defluito risulta essere:

$$V_{defl} = q t$$

Il volume all'interno dei fossi in funzione del tempo è quindi dato dalla differenza tra il volume affluito e quello defluito:

$$V_{affl} - V_{defl} = h A - q t = A \frac{a}{1000} t^n - q t = V$$

Per determinare la durata dell'evento meteorico che massimizza il volume da invasare, basta porre a 0 la derivata, fatta in funzione del tempo, della funzione precedente. Si ottiene quindi:

$$A \frac{a n}{1000} t^{n-1} - q = 0$$

Esplicitando la precedente in funzione del tempo si ha:

$$t^* = \left( \frac{1000 q}{A a n} \right)^{\frac{1}{n-1}} \quad [\text{ore}]$$

Il massimo volume da invasare è dato quindi da:

$$V_{\max} = A \frac{a}{1000} (t^*)^n - q t^* \quad [\text{m}^3]$$

Il volume immagazzinato nel fosso di guardia è dato dal volume utile della sezione trapezia:

$$V_{inv} = L \cdot H_u \cdot (2 \cdot B + 2 \cdot H_u \cot g \alpha)$$

dove

- L, lunghezza fosso;
- B, larghezza di base;
- $H_u$ , tirante utile idraulico;
- $\alpha$ , inclinazione sponda;

Il fosso si ritiene verificato quando il volume immagazzinato è maggiore o uguale al massimo volume da invasare. Di seguito vengono mostrati i risultati delle verifiche per la condizione più sfavorevole.

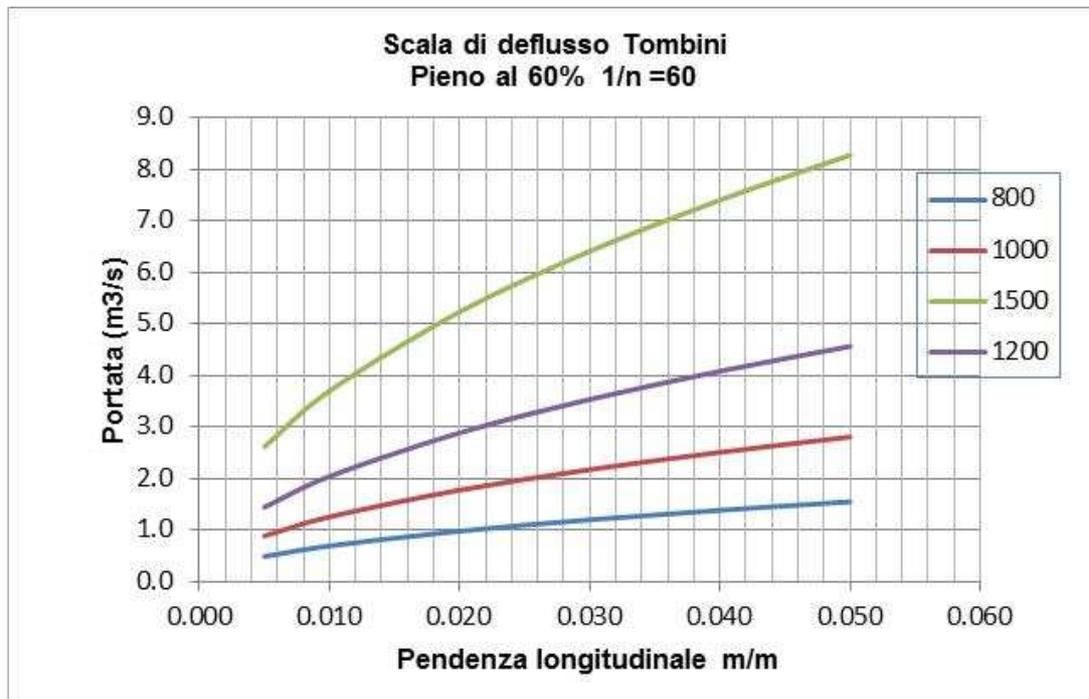
PK in.	PK fine	Carr.	Elemento (base x altezza)	Lungh. (m)	Area pavimentata ( $\text{m}^2$ )	Area scarpate ( $\text{m}^2$ )	Area rid. tot ( $\text{m}^2$ )	Volume da invasare ( $\text{m}^3$ )	Volume invasato ( $\text{m}^3$ )
2780	2850	sx	1.0x1.0	130.0	325.00	260.00	422.50	210.6	222.3

## 7.5 VERIFICA DEI TOMBINI DI RACCORDO DEI FOSSI DI GUARDIA

I tombini in cls per il raccordo dei fossi di guardia sono stati scelti tra le seguenti tipologie: circolari DN 800, DN 1000 e DN 1500. Per i tombini che attraversano il corpo stradale principale si è scelto di adottare l'unico diametro DN1500.

Le verifiche sono state condotte in moto uniforme basato sull'equazione di moto uniforme di Chesy e di un coefficiente di scabrezza di Gaukler-Strikler  $K_s = 60 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ .

Nella figura 7 che segue si riporta il valore di portata massima in  $\text{m}^3/\text{s}$  dei tombini, al variare della pendenza longitudinale e per un grado di riempimento cautelativo del 60% dell'altezza.



Capacità idraulica tombini circolari figura 7

## 7.6 VERIFICA DEI TOMBINI DI ATTRAVERSAMENTO ASSE STRADALE

I tombini che attraversano il corpo stradale principale si è scelto di adottare l'unico diametro DN1500 o sezioni rettangolari 3.0x2.0m e 2.0x2.0m

Nella successiva tabella 12 si mostrano per ogni attraversamento le caratteristiche principali: area del bacino idrografico sotteso e corrispondente portata massima, dimensione e pendenza longitudinale, inoltre i risultati ottenuti: altezza dei massimi livelli idrici velocità media del flusso d'acqua e grado di riempimento.

Numero	Progressiva da [m]	Tombino			Bacino Idrografico			Q max Tr 200 [m <sup>3</sup> /s]	Pendenza m/m	Ks m <sup>1/3</sup> /s	Altezza d'acqua [m]	Velocità [m/s]	Grado riempimento
		diametro [mm]	larghezza [m]	altezza [m]	denominaz.	Area [m <sup>2</sup> ]	Area [km <sup>2</sup> ]						
		%											
1	0+420.00	1500	---	---	B2	90000	0.090	0.970	0.0314	60	0.32	3.60	21
2	0+855.00	---	3.0	2.0	B3+B4+B5	192000	0.192	2.070	0.02	60	0.24	4.31	12
3	1+023.00	1500	---	---	B5b+B6	140000	0.140	1.510	0.03	60	0.4	3.90	27
4	2+875.00	1500	---	---	B11	71500	0.072	0.770	0.1	60	0.21	5.30	15
5	3+362.00	1500	---	---	B12	115000	0.115	1.240	0.05	60	0.32	4.40	21
6	3+403.36	1500	---	---	B13	228000	0.228	2.450	0.05	60	0.46	5.40	31
7	3+545.00	1500	---	---	---	8500	0.009	0.190	0.03	60	0.150	2.20	10
8	3+691.00	1500	---	---	B13a	62000	0.062	0.960	0.05	60	0.28	4.10	19
9	4+563.40	1500	---	---	B15+B17	49000	0.049	0.528	0.05	60	0.21	3.50	15
10	4+774.06	1500	---	---	B16	138000	0.138	1.160	0.05	60	0.3	4.30	20
11	5+846.02	1500	---	---	B19+B20	52000	0.052	0.560	0.01	60	0.33	2.08	22
12	6+041.73	1500	---	---	B21+B22	55123	0.055	0.590	0.05	60	0.21	3.60	15
13	6+738.47	1500	---	---	B24+B25	101030	0.101	1.090	0.05	60	0.3	4.39	20
14	7+419.73	---	2.0	2.0	B26+B27	197000	0.197	2.120	0.05	60	0.24	4.41	12
15	7+918.93	---	3.0	2.0	B28	131000	0.131	1.410	0.05	60	0.14	5.03	7

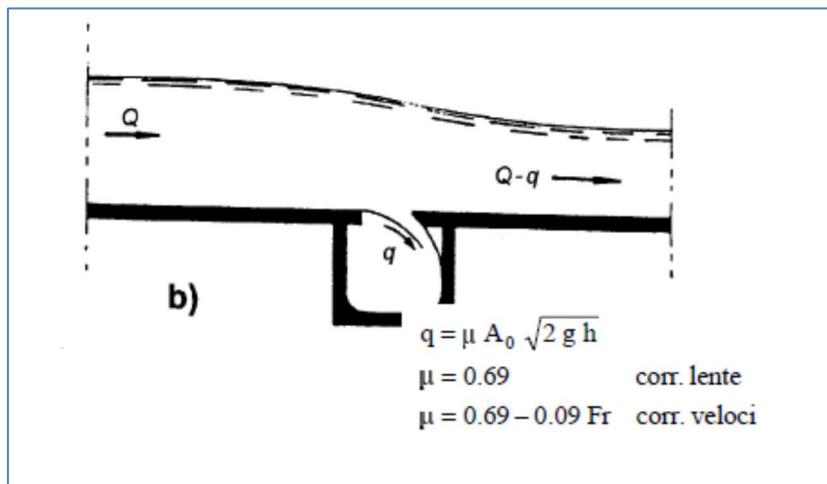
Le verifiche effettuate attestano l'idoneità delle opere di attraversamento poiché i massimi livelli idrici hanno un grado di riempimento dell'opera non superiore al 27% con velocità medie del flusso d'acqua sono accettabili, non superiori a 5m/s.

## 7.7 VERIFICHE IDRAULICHE DELLO SMALTIMENTO ACQUE REFLUE SUI CAVALCAVIA

Per la verifica della capacità di smaltimento delle acque reflue sui cavalcavia in progetto si è esaminata la capacità di smaltimento delle griglie presenti sugli stessi e delle tubazioni dove le acque raccolte dalle griglie vengono scaricate.

Per ogni cavalcavia si prevede l'installazione di due griglie 20cm x 20cm (una su ogni lato del cavalcavia) ogni 12 metri circa.

Per il calcolo della portata che le griglie possono intercettare si è scelto di utilizzare le formulazioni per gli scaricatori a salto a fondo allineato nel caso di correnti veloci.



La portata che ogni griglia riesce ad intercettare è pari a  $q=0,0062\text{mc/s}$ , a fronte di una portata di picco pari a  $Q_{\text{max}} = 48,52 \text{ mc/s/kmq}$  (portata per unità di superficie calcolata come riportato al cap. 4.1)  $\times (12\text{m} \times 13\text{m})/2$  (tratto di cavalcavia che grava su ogni griglia)  $/1000^2 = 0,0038 \text{ mc/s}$ . Pertanto le griglie sono in grado di smaltire una portata pari al doppio di quella che può arrivare calcolata con un periodo di ritorno di 50anni.

Griglia	Q 50 anni				
□	Qin arrivo	B	hu	□	Qd
m <sub>q</sub>	mc/s	m	m		mc/s
0,02	0,0038	0,2	0,02	0,49697	0,0062262

Verificata la capacità di smaltimento delle griglie si è verificata la capacità della condotta di scarico a fronte della massima portata che si può avere con un periodo di ritorno di 50 anni.

La massima portata che il cavalcavia può scaricare su ogniuna delle tubazioni è calcolata con l'applicazione delle formule riportate al capitolo 4.1.

Si è proceduto alla verifica del viadotto Bargatano che rappresenta tra i cavalcavia ed i viadotti in progetto, quello di lunghezza maggiore, e pertanto quello per il quale la portata idrica da smaltire è massima.

La portata massima che deve smaltire ogni tubazione di scarico risulta essere pari a 0,063mc/s (calcolata considerando l'intera portata che grava tratto di cavalcavia lungo circa 200mt e largo 13mt). Tale portata riesce ad essere smaltita dalla tubazione di scarico con un grado di riempimento pari al 53%. La massima portata che la tubazione di scarico è in grado di smaltire risulta essere pari viceversa a 0,12 mc/s. I calcoli sono stati effettuati attraverso l'applicazione della formula di Chesy con coefficiente di scabrezza di Gaukler-Strikler pari a 120 per tubi in PVC,PE,PRFV.

## **7.8 VERIFICHE IDRAULICHE DELLO SMALTIMENTO ACQUE DI PIATTAFORMA VIABILITÀ INTERFERITE**

Per le opere di drenaggio riguardanti gli svincoli di Cerreto d'Esi e di Matelica nord, nonché le viabilità interferite dal progetto stradale della Pedemontana si rimanda alle relazioni idrauliche specifiche.

## 8. VASCHE DI TRATTAMENTO DELLE ACQUE DI PRIMA PIOGGIA

Come richiesto dagli enti preposti in progetto è prevista la realizzazione di vasche per il trattenimento degli sversamenti accidentali (oli e/o carburanti) e di disoleazione e sedimentazione delle acque di prima pioggia.

Tali manufatti, per esigenze legate alla morfologia del terreno ove si sviluppa il tracciato stradale, sono ubicate in maniera tale da poter consentire sempre lo scolo delle acque per gravità, senza l'impiego di sistemi di pompaggio e di essere di facile accesso e, quindi, di agevole manutenzione.

Secondo le più moderne tecniche di trattamento le acque di piattaforma siano intercettate e sottoposte a disoleazione e sedimentazione prima di essere recapitate nei corpi idrici ricettori; in particolare nei casi in cui l'area è di particolare pregio ambientale.

Fanno eccezione all'invio delle acque a trattamento alcune rampe di svincolo nei casi in cui le portate in gioco non sono rilevanti e la realizzazione di un sistema chiuso avrebbe comportato soluzioni complesse e onerose non giustificate dal beneficio atteso.

Le vasche che, di fatto, sono finalizzate alla disoleazione e alla sedimentazione, sono state posizionate in luoghi accessibili dalla sede carrabile o dall'esterno per permettere le usuali operazioni di manutenzione ordinaria e straordinaria (in caso di sversamenti accidentali di oli e/o carburanti).

I criteri a base della progettazione della vasca si possono riassumere in:

- limitare al minimo la necessità di manutenzione, consentendo interventi molto diluiti nel tempo;
- fare transitare nella vasca le acque di prima pioggia;
- "catturare" gli eventuali sversamenti;
- far assumere al flusso in entrata una velocità tale da consentire la risalita in superficie degli oli e la sedimentazione dei solidi in sospensione;
- mantenere all'interno della vasca gli oli in superficie.

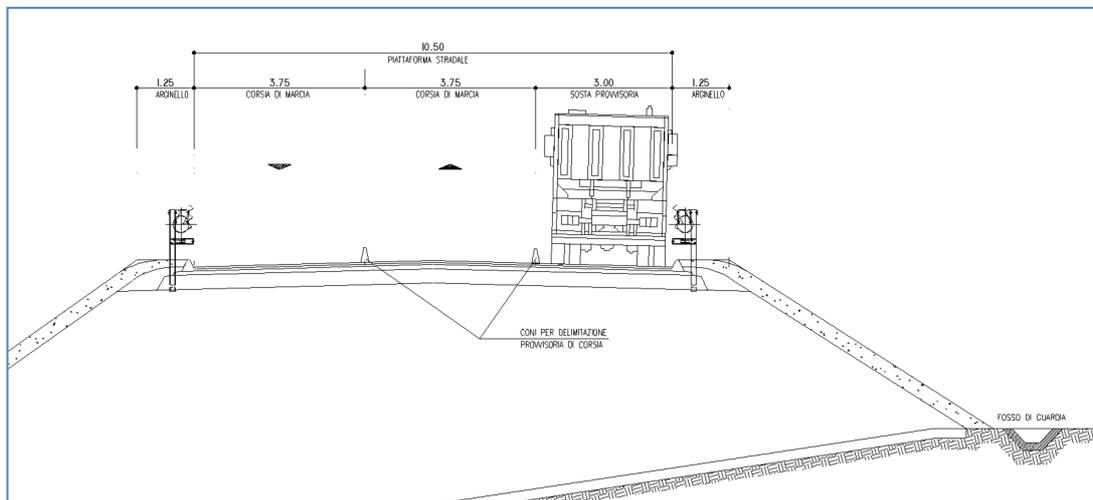
*Il dimensionamento dei manufatti di trattamento è stato effettuato in accordo con le disposizioni della Legge Regionale n° 62 del 27/05/1985 "Disciplina degli scarichi degli insediamenti civili e delle pubbliche fognature - Tutela delle acque sotterranee dall'inquinamento" che considerano "acque di prima pioggia quelle corrispondenti per ogni evento meteorico ad una precipitazione di 5 mm uniformemente distribuita sull'intera superficie scolante servita dalla rete di drenaggio. Ai fini del calcolo delle portate, si stabilisce che tale valore si verifichi in quindici minuti i coefficienti di afflusso alla rete si assumono pari ad 1 per le superfici coperte, lastricate od impermeabilizzate e a 0,3 per quelle permeabili di qualsiasi tipo, escludendo dal computo le superfici coltivate".*

Il recapito finale del collettore di trasferimento è costituito dall'impianto di trattamento, costituito da uno stadio meccanico di separazione e disoleazione. In particolare, la fase di trattamento primaria e secondaria meccanica è costituita da un sistema di vasche di sedimentazione in cui avviene la separazione delle sabbie, degli oli e delle altre sostanze flottanti.

Gli impianti sono di tipo a flusso continuo, ciò significa che non avviene nessun accumulo al loro interno e il refluo passa a gravità del comparto dei trattamenti primari e secondari.

La manutenzione programmata delle vasche di prima pioggia, da effettuarsi due volte l'anno (semestrale), sarà composta dalle seguenti attività elementari: in generale, si prevede l'estrazione degli oli, delle sostanze flottanti e delle sabbie depositate, smaltimento con trasporto e scarico degli stessi negli impianti di depurazione e nella pulizia o sostituzione dei filtri.

L'intervento viene effettuato in poco tempo, per cui, si prevede un cantiere mobile sulla piattaforma stradale fig.8, in corrispondenza della vasca di prima pioggia su cui intervenire, dove si effettua un rallentamento della velocità e l'utilizzo della banchina e di parte della corsia per la sosta del mezzo della manutenzione, per il solo tempo necessario per l'intervento di manutenzione.



Sulla base dei criteri sopra esposti, si è calcolata, per ciascuna vasca, la portata totale afferente e la portata da trattare nella vasca di prima pioggia. stimata in funzione dell'estensione dell'area pavimentata e corrispondente per ogni evento meteorico ad una precipitazione di 5 mm uniformemente distribuita sull'intera superficie scolante servita dalla rete di drenaggio. Inoltre si è calcolato il volume afferente alla vasca nei primi 15 minuti di pioggia. Per cui, l'acqua meteorica dei primi 5 mm dell'intera superficie, passa tutta attraverso la vasca, come prescritto dalla Normativa.

Di seguito si riporta la tabella 13 riassuntiva delle vasche di prima pioggia.

	2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE																
	2.1.1 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE – Lotto funzionale del Sub																
	Lotto 2.1 Tratto Fabriano-Matelica Nord																
RELAZIONE IDRAULICA DI PIATTAFORMA									Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
									L0703	212	E	03	010000	REL	03	G	27 di 46

Tabella riassuntiva Vasche di prima pioggia

Tab 13

Vasca	Progressiva	Posizione	Area pavimentata	Area a verde	Area ridotta	Tempo di concentrazione	intensità di progetto Tr 25 anni	Portata di progetto	Volume 5 mm/m <sup>2</sup>	Q trattata in 15 min.	Q deviata	Recapito
n°	km	sx/dx	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[ore]	[mm/h]	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]	
1	0+420	Sx	4147.5	70400	25268	0.12	132.12	0.927	126.3	0.140	0.787	Alveo naturale
2	0+885	Sx	10375	56740	26830	0.16	114.53	0.854	134.1	0.149	0.704	Alveo naturale
4	2+709	Dx	3575	27600	11855	0.09	152.42	0.502	59.3	0.066	0.436	Ponte Quadrelle
5	2+878	Sx	1502	1365	1912	0.09	152.42	0.081	9.6	0.011	0.070	Fombino 1500 pk 2+878
6	Svincolo Cerreto d'Es		4387	72140	26029	0.1	144.65	1.046	130.1	0.145	0.901	Canalizzazione
7	3+670	Sx	6920	53415	22945	0.12	132.12	0.842	114.7	0.127	0.715	Alveo San Michele
8	3+834	Sx	9185	8690	11792	0.24	93.63	0.307	59.0	0.066	0.241	Alveo San Michele
9	4+738	Sx	9468	49250	24243	0.16	114.53	0.771	121.2	0.135	0.637	Alveo naturale
10	5+321	Sx	4416	34915	14891	0.09	152.42	0.630	74.5	0.083	0.548	Alveo Campodonico
11	6+030	Sx	3970	2800	4810	0.10	144.65	0.193	24.1	0.027	0.167	Alveo naturale
12	6+476	Sx	11380	40195	23439	0.16	114.53	0.746	117.2	0.130	0.615	Alveo naturale
13	7+420	Sx	3124	66800	23164	0.09	152.42	0.981	115.8	0.129	0.852	Alveo naturale
14	8+040	Sx	6403	3395	7422	0.13	126.97	0.262	37.1	0.041	0.221	Fosso di guardia
15	Svincolo Matelica Nord		10172	2314	10866	0.15	118.26	0.357	54.3	0.060	0.297	Alveo Pagliano

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 03	WBS O10000	Id. doc. REL	N. prog. 03	Rev. G	Pag. di Pag. 28 di 46
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	--------------------------

Le vasche di trattamento acque di prima pioggia in continuo sono composte da trattamento di desabbiatura e disoleatura secondo UNI EN 858, completo di deflettori in HDPE e separatore a pacchi lamellari.

Le vasche sono formate da tubi in HDPE spirali ID2000 a norma DIN 16961 e certificate dall'Istituto Italiano dei Plastici con marchio Piip/a.

Nelle seguenti figure 9 e 10 si mostrano le vasche di prima pioggia per le tipologie "A", "B", "C" e "D" che presentano una lunghezza variabile e diversa capacità di dilavamento, da superficie scolante fino a Q=150 l/s.

Nel progetto sono state inserite vasche dalle seguenti principali caratteristiche:

V.PP Tipo "A" :	Diam. = 2.160m	Q = 60l/s	L = 6.19 m
V.PP Tipo "B" :	Diam. = 2.160m	Q = 85l/s	L = 8.47 m
V.PP Tipo "C" :	Diam. = 2.160m	Q = 100l/s	L = 10.19 m
V.PP Tipo "D" :	Diam. = 2.160m	Q = 150l/s	L = 16.09 m

Fig 9

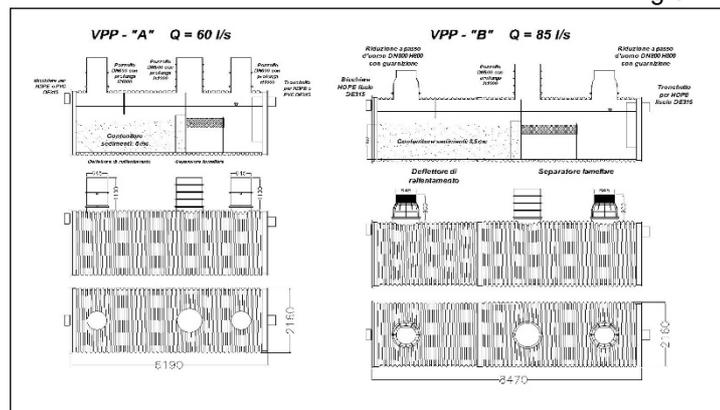
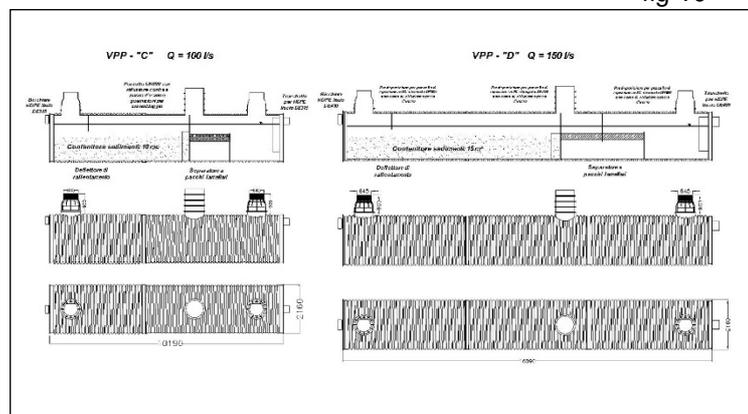


fig 10

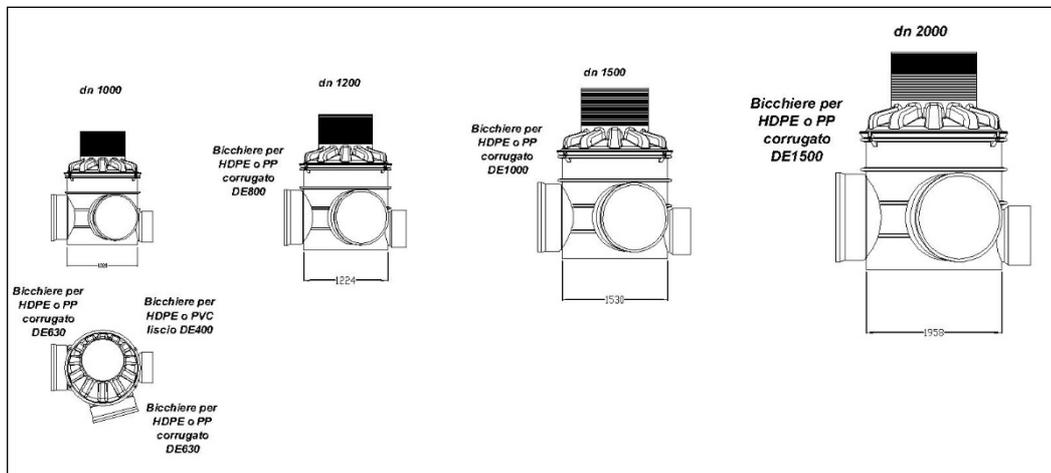


Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 03	WBS O10000	Id. doc. REL	N. prog. 03	Rev. G	Pag. di Pag. 29 di 46
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	--------------------------

Per portate superiori alla capacità di trattamento delle vasche di prima pioggia è previsto il controllo qualitativo delle acque attraverso un manufatto di by-pass posto nel pozzetto a monte della vasca (scolmatore) dove afferiscono i flussi d'acqua provenienti dai collettori di piattaforma e dai fossi di guardia.

Le acque di prima pioggia confluiscono direttamente nel presidio idraulico mentre quelle di seconda pioggia saranno scaricate, tramite il by-pass direttamente nel ricettore finale.

Lo scolmatore fig. 11 in funzione delle massime portate afferenti di progetto presenta un diametro  $\phi 1000$ ,  $\phi 1200$ ,  $\phi 1500$ ,  $2000$  mm. Si garantisce il deflusso delle acque di prima pioggia dallo scolmatore alla vasca tramite una tubazione  $\phi 315$  o  $\phi 400$ mm.



Scolmatore Tipi eFig. 11

Nella seguente tabella 14 si mostrano le caratteristiche principali dello scolmatore e delle vasche indicate in base alla portata massima afferente di progetto e della portata di prima pioggia da trattare.

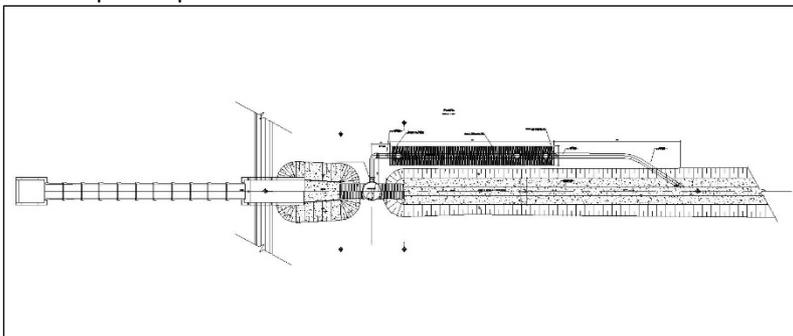
Le caratteristiche si riferiscono al diametro dello scolmatore, alle dimensioni del foro in entrata e in uscita per consentire il deflusso delle portate di progetto e quelle della tubazione che permette il deflusso delle portate inquinate dallo scolmatore alla vasca di prima pioggia. Si mostra inoltre la lunghezza delle vasche come da tipologico in funzione alla massima portata da trattare.

Lo studio dei presidi di trattamento è riportato nei corrispondenti elaborati grafici e nelle planimetrie idrauliche.

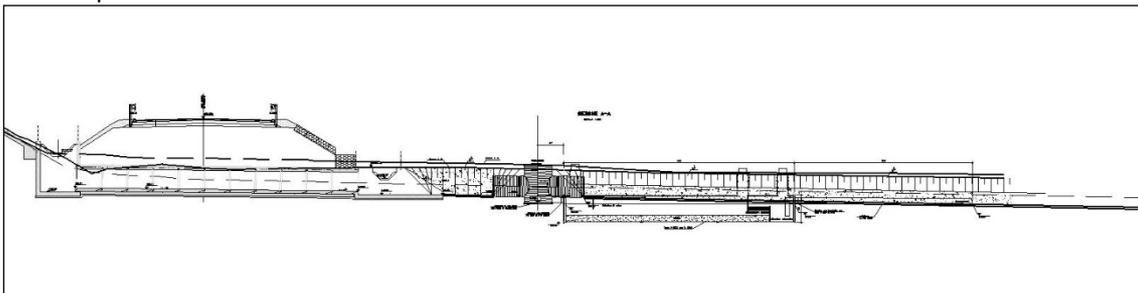
Caratteristiche tipo dello scolmatore e vasca di prima pioggia tab 14

Vasca	Fosso di guardia allo scolmatore	Dati scolmatore			Dati Vasca di prima pioggia		
		Diametro Scolmatore	Entrata/uscita scolmatore	Collettore in uscita per VPP	Tipologia Lunghezza	Q trattata in 15 min.	Q deviat
numero	cm	mm	mm	315-400	m	m <sup>3</sup> /s	
1	1x1x1	2000	1500	400	16.09	0.122	0.682
2	1x1x1	2000	1500	400	16.09	0.176	0.633
4	50x50x50	1500	1000	315	8.47	0.066	0.436
5	50x50x50	NO	NO	400	6.19	0.011	0.070
6	---	2000	1500	400	16.09	0.120	0.901
7	80x80x80	2000	1500	400	16.09	0.125	0.715
8	50x50x50	1200	800	400	8.47	0.066	0.241
9	80x80x80	2000	1500	400	16.09	0.135	0.637
10	50x50x50	1500	1000	315	10.19	0.041	0.548
11	50x50x50	1000	630	315	6.19	0.027	0.167
12	60x60x60	2000	1200	400	16.09	0.130	0.615
13	Alveo	2000	1500	400	16.09	0.112	0.852
14	50x50x50	1200	800	315	6.19	0.041	0.221
15	50x50x50	1200	600	315	8.47	0.060	0.297
***	Si fa presente che la vasca n°3 non esiste						

Pianta tipo del presidio idraulico



Profilo tipo



## 9. INVARIANZA IDRAULICA

Trasformazione del territorio ad Invarianza Idraulica si intende la trasformazione di un'area che non provochi un aggravio della portata di piena del corpo idrico, ricevente i deflussi superficiali originati dall'area stessa.

Al fine di verificare la capacità di smaltimento dei ricettori delle acque di piattaforma, come richiesto dall'Autorità di Bacino delle Marche, si sono confrontate le portate delle acque di piattaforma scaricate nei singoli corsi d'acqua (portate calcolate con periodo di ritorno pari a 200 anni) con le portate dei corsi d'acqua ricettori calcolate per analoghi periodi di ritorno.

I rapporti tra le portate di piattaforma smaltite e le relative portate dei torrenti ricettori sono risultati sempre al di sotto del 1% ad eccezione dei torrenti San Michele e Quadrelle dove i rapporti sono risultati essere pari a circa 4,0% , ma comunque ben al di sotto dei limiti oltre ai quali non si può affermare l'osservanza dell'invarianza idraulica.

La somma di tutte le portate scaricate dalla piattaforma stradale è pari a 3,71 mc/s che corrisponde allo 0,75% della portata del ricettore ultimo che è il torrente Giano.

Si riporta di seguito la tabella con il dettaglio delle portate calcolate per le verifiche

	Da sez.	a sez.	sez. di scarico	Qs Portata smaltita mc/s	Torrente ricettore	Qf Portata Torrente mc/s	Qs/Qf %
	2	18	18	0,25	Giano		
	36	18	18	0,87	Giano		
Totale				1,12	Giano	490,6	0,2
Totale	36	56	36	0,36	La Storta	156,7	0,2
Totale	57	72	57	0,32	Quadrelle	8,1	4,0
	72	91	83	0,42	San Michele		
	91	124	91	0,51	San Michele		
Totale				0,93	San Michele	22,7	4,1
Totale	126	138	126	0,19	Campodonico	28,8	0,7
	138	154	154	0,21	Bargatano		
	154	181	154	0,32	Bargatano		
Totale				0,53	Bargatano	116,6	0,5
Totale	183	200	200	0,26	Pagliano	36,7	0,7

## 10. CALCOLO DEL VELO D'ACQUA SUL MANTO STRADALE E VERIFICA ACQUAPLANNING

Allo scopo di valutare la compatibilità del velo di acqua che si può formare sul manto stradale in occasione degli eventi di pioggia più intensi con la circolazione veicolare si è proceduto alla determinazione del massimo tirante idraulico che si può avere sulla sede stradale.

Attraverso l'applicazione della legge di pioggia e del metodo di trasformazione afflussi-deflussi come descritto nel capitolo 4.1 a pag. 4, si è giunti alla determinazione della portata idrica che si può avere sulla sede stradale per un periodo di ritorno di 50 anni per unità di superficie. Attraverso l'applicazione delle formule del moto uniforme nota la portata da smaltire calcolata come sopra, si è determinata l'altezza idrica che si forma sulla sede stradale in funzione della pendenza trasversale della sede e del coefficiente di scabrezza posto nel caso specifico pari a  $K_s=70$ . Il calcolo è stato effettuato per tratti omogenei di strada lunghi mediamente 25 metri. Il valore massimo del tirante idrico che si può formare sulla sede stradale è risultato essere pari a circa 3 mm.

La strada in oggetto è inquadrata funzionalmente come Strada Extraurbana Secondaria (Categoria C) secondo il D.M. 05/11/2001, a cui è associato l'intervallo di velocità di progetto (60-100 km/h).

Il D.M. 05/11/2001 prescrive che, ai fini del calcolo della distanza di visuale libera richiesta per l'arresto, possono adottarsi i seguenti valori della "quota limite del coefficiente di aderenza impegnabile longitudinalmente per la frenatura" definita attraverso il coefficiente  $f_l$ .

Il D.M. 05/11/2001 indica che "tali valori sono compatibili anche con superficie stradale leggermente bagnata (spessore del velo idrico di 0,5 mm)".

VELOCITA' km/h	25	40	60	80	100	120	140
$f_l$ Autostrade	-	-	-	0.44	0.40	0.36	0.34
$f_l$ Altre strade	0,45	0.43	0.35	0.30	0.25	0.21	-

Il coefficiente  $f_l$  rappresenta il valore massimo della forza longitudinale  $F_{ax}$  che, per un dato valore del carico verticale  $P$ , si può trasmettere tra ruota e pavimentazione in condizioni di rotolamento, ovvero:

$$f_l = f_x = F_{ax} / P$$

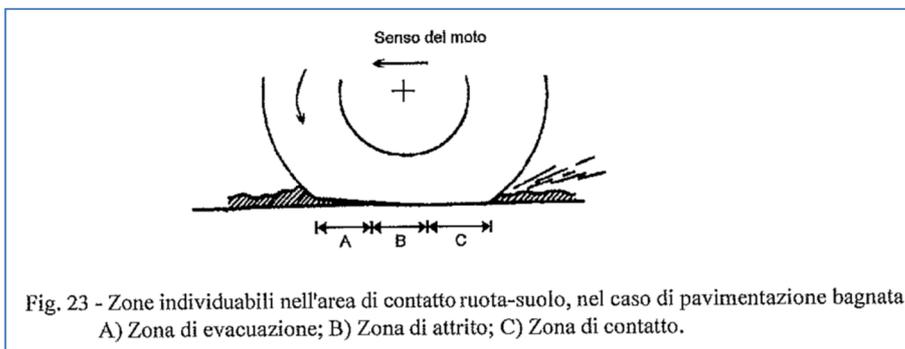
E' possibile schematizzare l'influenza dell'acqua interposta tra pneumatico e pavimentazione distinguendo nell'area di contatto tre zone:

Zone di evacuazione: in questa zona i pneumatici devono rompere lo strato d'acqua e ridurre il suo spessore. La maggior parte dell'acqua è allontanata attraverso il battistrada, ed inoltre la pendenza longitudinale, trasversale (o il drenaggio della pavimentazione nel caso di utilizzazione dei conglomerati bituminosi aperti), ne favoriscono l'evacuazione;

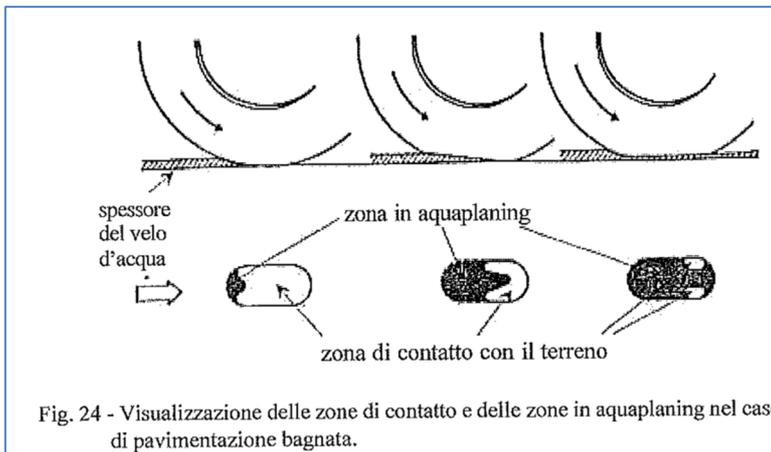
Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 03	WBS 010000	Id. doc. REL	N. prog. 03	Rev. G	Pag. di Pag. 33 di 46
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	--------------------------

Zona di attrito: è la zona di rottura dello strato d'acqua rimanente, dovuta alla macro-tessitura e anche alla micro-tessitura dello strato superficiale. Il dato caratteristico è il coefficiente di aderenza longitudinale;

Zona di contatto: è l'area di contatto fra i pneumatici e la superficie stradale, la sua efficienza dipende dalla micro-tessitura.



Qualora il velo d'acqua presente nella superficie di contatto ruota-suolo non venga allontanato o penetrato, le pressioni idrodinamiche di natura viscosa e dinamica che si vengono a generare nel fluido possono arrivare a valori tali da equagliare quella di contatto pneumatico-pavimentazione; in tal caso viene meno l'effettivo contatto pneumatico-pavimentazione e si genera il fenomeno che va sotto il nome di "aquaplaning".



Si rileva tuttavia che lo strato d'acqua presente sul manto stradale è solo uno dei diversi fattori che concorrono all'instaurarsi del fenomeno dell' "aquaplaning". Il fenomeno risulta, infatti, provocato da:

- eccessiva velocità del veicolo;
- proporzione tra la massa e la superficie di aderenza del veicolo;
- strato d'acqua presente sul manto stradale;
- condizioni d'usura e tipo degli pneumatici usati;
- efficienza delle sospensioni;
- tessitura superficiale.

Si evidenzia che la tessitura superficiale svolge un ruolo molto importante nel caso di pavimentazione bagnata. In particolare, al peggiorare delle caratteristiche di rugosità dello strato di usura, si manifesta un netto decadimento del coefficiente  $f_l$  il quale risulta fortemente influenzato dal valore della velocità.

Il grafico successivo (desunto da dati sperimentali su esperienze condotte in Giappone) mette in relazione la variabilità del coefficiente  $f_l = f_x$  con la velocità e con la profondità della tessitura superficiale, con spessore del film idrico pari a 2,5 mm.

Spessore del velo idrico = 2,5 mm

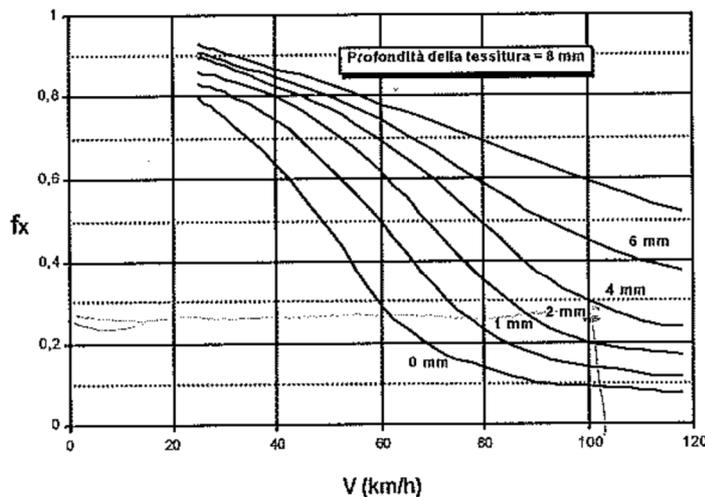


Fig. 53 - Curve  $f_x(V)$  in funzione della profondità della tessitura superficiale.  
 Spessore del film idrico = 2.5 mm. (Esperienze condotte in Giappone).

Dal grafico si evince che alla coppia di valori  $V=100$  km/h e  $f_l = 0,25$  corrisponde una profondità della tessitura pari a circa 3 mm ed uno spessore del velo idrico pari a 2,5 mm. Quest'ultimo valore è superiore al velo idrico con superficie stradale leggermente bagnata a cui fa riferimento il D.M. 05/11/2001 (0,5 mm).

Equivalentemente, il valore di  $f_l$  prescritto dal D.M. 05/11/2001 in funzione della massima velocità di progetto  $V_p = V_{pmax} = 100$  km/h si instaura su pavimentazione con spessore del velo idrico pari a 2,5 mm e con tessitura superficiale con profondità pari a 3 mm.

Tenendo conto che le caratteristiche superficiali dei conglomerati bituminosi ordinari, come quelli previsti in progetto, assicurano valori di tessitura superficiale non inferiori a 3 mm, ai valori del

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 03	WBS 010000	Id. doc. REL	N. prog. 03	Rev. G	Pag. di Pag. 35 di 46
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	--------------------------

coefficiente  $f_l = f_x$  come da tabella del D.M. 05/11/2001, relativi alla strada in oggetto, sono associati spessori del velo idrico pari a 2,5 mm, ovvero valori 5 volte superiori a quelli a cui fa riferimento lo stesso D.M. 05/11/2001 (0,5 mm) per “superficie stradale leggermente bagnata”.

Le condizioni di aderenza offerte dalla strada di progetto risultano quindi migliori rispetto alle condizioni limite secondo il D.M. 05/11/2001, pertanto per la strada di progetto non si instaura mai il fenomeno dell’ “acquaplaning”.

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 03	WBS O10000	Id. doc. REL	N. prog. 03	Rev. G	Pag. di Pag. 36 di 46
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	--------------------------

## 11. DRENAGGIO IN GALLERIA

La sezione tipo in galleria, pur non essendo da prevedere afflusso diretto di acque meteoriche, presenta, comunque, due tubazioni laterali, per collettare possibili sversamenti accidentali e la frazione di precipitazione che i veicoli provenienti dalla trincea trascinano con sé.

Il complesso dei drenaggi all'interno delle gallerie risponde a criteri di sicurezza e funzionalità dell'opera, volti a garantire il funzionamento anche in coincidenza con eventi accidentali (rovesciamenti di autocisterne, autobotti ecc.).

La conformazione del sistema è costituita da pozzetti sifonati tagliafuoco posti ad interasse di 50 m lungo le condotte di raccolta e convogliamento. Il sistema è stato studiato per permettere lo spegnimento delle eventuali fiamme del liquido in entrata, in modo da evitare il propagarsi dell'incendio anche a settori attigui delle gallerie.

La raccolta degli sversamenti è fatta tramite la canaletta delimitata dal manto stradale e dal profilo ridirettivo e tramite i pozzetti in cls. I collettori saranno in PVC con un diametro minimo di 315 mm.

Le tubazioni sono ispezionabili in corrispondenza dei pozzetti sifonati rompitratta. I liquidi normalmente raccolti sono convogliati verso l'uscita della galleria, dove ci sarà l'innesto sulla tubazione delle acque di piattaforma stradale. La tubazione è poi collegata a valle all'impianto di trattamento più vicino dove l'eventuale sversamento alla vasca di onda nera sarà trattenuto e isolato dall'ambiente esterno in vista di un suo successivo e corretto smaltimento a mezzo di autocisterna ogni qualvolta si verifichi uno sversamento accidentale.

Le gallerie sono dotate inoltre di tubazioni di drenaggio microfessurate che raccolgono le acque di percolazione che corrono lungo l'impremeabilizzazione esterna della canna e le convogliano in un collettore DN315 che le convoglia all'esterno. anche le acque di percolazione che possono finire nel punto di minimo dell'arco rovescio sono drenate da una tubazione microfessurata in PCV e convogliate all'esterno. I collettori che raccolgono le acque di stillicidio all'interno della galleria non sono collegati a trattamento. Una volta all'esterno andranno nel più vicino recapito naturale o nel fosso di guardia.

In particolare la galleria naturale "Serre", che presenta uno sviluppo di 924 m dal punto di colmo a pk 2+513 a pk 1+589 punto di minima, dove defluiscono le acque di tutti i collettori

Opera L0703	Tratto 212	Settore E	CEE 03	WBS 010000	Id. doc. REL	N. prog. 03	Rev. G	Pag. di Pag. 37 di 46
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	--------------------------

## **ALLEGATO**

### **“ELEMENTI DI CONVOGLIAMENTO COLLETTORI E FOSSI DI GUARDIA”**



## RELAZIONE IDRAULICA DI PIATTAFORMA

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.progr.	REV.	Pag. di Pag.
L0703	211	E	03	01000	REL	03	D	39 di 46

Elementi di convogliamento dimensionamento Collettori e Fossi di guardia																Tab.2
Carreggiata	Elemento	Pk iniziale	Pk finale	Lunghezza	Pendenza media	Base pavimentata	Base verde	Area pavimentata	Area verde	Area ridotta parziale	Area ridotta totale	Tempo di concentrazione	intensità di progetto Tr-25 anni	Portata di progetto	Velocità	Riempimento
sx/dx	Tipo	km	km	[m]	[m/m]	[m]	[m]	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[ore]	[mm/h]	[m <sup>3</sup> /s]	[m/s]	[%]
dx	F0	0+987.45	1+032.00	44.6	0.003	0.00	100.00	0	4460	2230	2227.5	5.00	184.55	0.114	0.93	77
sx	F1	1+250.00	1+113.00	137	0.031	0.00	20.00	0	2740	1370	1370	5.00	184.55	0.070	1.76	14
sx	F1	1+085.00	0+885.00	200	0.057	0.00	20.00	0	4000	2000	3370	6.22	165.58	0.155	2.92	18
dx	F1	1+250.00	1+113.00	137	0.033	0.00	25.00	0	3425	1713	1712.5	5.00	184.55	0.088	1.89	16
dx	F1	1+092.00	1+030.00	62	0.144	0.00	60.00	0	3720	1860	3572.5	5.26	179.96	0.179	3.85	16
dx	F1 ***	1+250.00	1+445.00	195	0.066	0.00	80.00	0	15600	7800.0	7800	61.25	53.15	0.115	4.19	15
sx	F1 ***	1+250.00	1+445.00	195	0.078	0.00	30.00	0	5850	2925	2925	5.00	184.55	0.150	4.08	16
dx	F1 ***	1+590.00	1+490.00	100	0.121	0.00	20.00	0	2000	1000	1000	5.00	184.55	0.051	2.37	8
sx	F1 ***	1+590.00	1+490.00	100	0.114	0.00	40.00	0	4000	2000	2000	5.00	184.55	0.103	3.05	12
dx	315 ***	2+607.00	2+513.00	94	0.015	14.00	0.00	1316	0	1184	1184.4	5.00	158.36	0.052	3.00	43
sx	315 ***	2+550.00	2+513.00	37	0.015	8.00	0.00	296	0	266	266.4	5.00	158.36	0.012	3.00	18
dx	315	2+610.00	2+710.00	100	0.005	11.00	0.00	1100	0	990	990	5.00	158.44	0.0436	1.06	52
dx viabilità	F1	2+865.00	2+760.00	105	0.076	3.50	150.00	367.5	15750	8206	8205.75	5.00	184.55	0.421	4.50	29
dx	315	2+830.00	2+750.00	80	0.064	11.00	5.00	880	400	992	992	5.00	158.44	0.0437	2.67	26
dx	F1	2+760.00	2+690.00	70	0.120	11.00	150.00	770	10500	5943	15140.75	5.19	181.16	0.762	6.20	36
dx	Vasca 4	2+709.00														
sx	F1 #	2+829.00	2+765	64	0.046	0.00	20.00	0	1280	640.0	640	5.00	184.55	0.033	1.34	9
sx	F1 #	2+829.00	2+875	48	0.001	0.00	10.00	0	480	240.0	880	6.67	159.93	0.039	0.53	24
dx	F1 #	2+800.00	2+875	77	0.005	0.00	20.00	0	1540	770.0	770	5.00	184.55	0.039	0.79	17
dx	F1 #	3+025.00	2+875	148	0.033	0.00	30.00	0	4440	2220.0	2220	5.00	184.55	0.114	2.14	18
dx	315	3+080.00	2+880	200	0.014	5.50	5.00	1100	1000	1490.0	1490	5.00	158.44	0.0656	1.74	48
sx	F1	2+950.00	2877	73	0.024	5.50	5.00	401.5	365	543.9	543.85	5.00	184.55	0.028	1.14	9
sx	Vasca 5	2+878.00														
	F1 ###	Esito nel tombino dn1500 a pk 2+875														
	F1 ***-315 ***	Esito nella Galleria Serre e nell'invalveazione del Ponte della Storta														















2.1.1 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE – Lotto funzionale del Sub Lotto 2.1 Tratto Fabriano-Matelica Nord								
RELAZIONE IDRAULICA DI PIATTAFORMA								
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.progr.	REV.	Pag.diPag.
L0703	211	E	03	01000	REL	03	D	46 di 46

### Legenda Tabelle

<b>Carreggiata</b>	Carreggiata Stradale (destra/sinistra)
<b>Elemento</b>	Fosso tipo / Diametro collettore
<b>PK in.</b>	progressiva iniziale
<b>PK fin.</b>	progressiva finale
<b>Lungh. (m)</b>	lunghezza elemento
<b>Pendenza longitudinale (%)</b>	pendenza longitudinale dell'elemento
<b>Area rid. (m<sup>2</sup>)</b>	Area ridotta totale (=Area pavimentata*0.9+Area scarpate*0.5+Area rid. Monte)
<b>T<sub>c</sub> (min)</b>	Tempo di corrivazione
<b>i (mm/h)</b>	Intensità di pioggia
<b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>	Portata transitante
<b>v (m/s)</b>	Velocità
<b>Riempimento (%)</b>	Riempimento elemento