

AUTOSTRADA (A1) : MILANO NAPOLI

AMPLIAMENTO ALLA QUARTA CORSIA  
DEL TRATTO MILANO SUD (Tang. Ovest) – LODI

## PROGETTO DEFINITIVO

### CORPO AUTOSTRADALE

IDROLOGIA E IDRAULICA  
SISTEMA DI DRENAGGIO CORPO AUTOSTRADALE

RELAZIONE IDRAULICA DI PIATTAFORMA

<b>IL RESPONSABILE PROGETTAZIONE SPECIALISTICA</b> Ing. Paolo De Paoli Ord. Ingg. Pavia N.1739 <b>RESPONSABILE DISCIPLINA IDR</b>	<b>IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE</b> Ing. Federica Ferrari Ord. Ingg. Milano N. 21082 <b>PROJECT ENGINEER</b>	<b>IL DIRETTORE TECNICO</b> Ing. Orlando Mazza Ord. Ingg. Pavia N. 1496 <b>RESPONSABILE PROGETTAZIONE NUOVE OPERE AUTOSTRADALI</b>
--	--	---

WBS	RIFERIMENTO ELABORATO						DATA: LUGLIO 2016	REVISIONE	
	DIRETTORIO			FILE				n.	data
-	codice	commessa	N.Prog.	ufficio/unità	n. progressivo	Rev.			
-	1	1015901	1	IDRO	100	--	SCALA: -		

 gruppo Atlantia			ELABORAZIONE GRAFICA A CURA DI :	-
			ELABORAZIONE PROGETTUALE A CURA DI :	-
CONSULENZA A CURA DI :	-	IL RESPONSABILE UNITA' PIA	Ing. Gianluca Salvatore Spinazzola O.I. Milano N. 26796	

	<b>VISTO DEL COMMITTENTE</b>  Ing. Stefano Storoni	<b>VISTO DEL CONCEDENTE</b>  Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti DIPARTIMENTO PER LE INFRASTRUTTURE, GLI AFFARI GENERALI ED IL PERSONALE STRUTTURA DI VIGILANZA SULLE CONCESSIONARIE AUTOSTRADALI
--	---	---

**AUTOSTRADA A1 – MILANO – NAPOLI**  
**AMPLIAMENTO ALLA 4° CORSIA**  
**TRATTO MILANO SUD (TANGENZIALE OVEST) – LODI**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**CORPO AUTOSTRADALE**

**IDROLOGIA E IDRAULICA**

**SISTEMA DI DRENAGGIO CORPO AUTOSTRADALE**

**RELAZIONE IDROLOGIO IDRAULICA**

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA.....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>INQUADRAMENTO NORMATIVO .....</b>	<b>3</b>
2.1	<b>NORMATIVA NAZIONALE .....</b>	<b>4</b>
2.1.1	<i>Normativa regionale .....</i>	<i>6</i>
2.1.2	<i>Autorità di Bacino.....</i>	<i>6</i>
2.1.3	<i>Altri strumenti di pianificazione territoriale.....</i>	<i>6</i>
<b>3</b>	<b>IDROLOGIA .....</b>	<b>8</b>
3.1	<b>BASE DI DATI UTILIZZATA .....</b>	<b>8</b>
3.1.1	<i>Pluviometria.....</i>	<i>8</i>
3.1.2	<i>Idrometria .....</i>	<i>8</i>
3.2	<b>LEGGI DI VARIAZIONE DEI COEFFICIENTI DI CRESCITA CON IL PERIODO DI RITORNO. 8</b>	
3.2.1	<i>Pluviometria.....</i>	<i>8</i>
3.2.1	<i>Idrometria .....</i>	<i>13</i>
3.3	<b>STIMA DEL VALOR MEDIO .....</b>	<b>14</b>
3.4	<b>APPLICAZIONE.....</b>	<b>16</b>
<b>4</b>	<b>SCHEMA DI DRENAGGIO .....</b>	<b>19</b>
4.1	<b>METODOLOGIA PROGETTUALE .....</b>	<b>19</b>
4.1.1	<i>Dimensionamento degli elementi di raccolta.....</i>	<i>19</i>
4.1.2	<i>Dimensionamento degli elementi di convogliamento.....</i>	<i>20</i>
4.2	<b>ELEMENTI DI RACCOLTA .....</b>	<b>21</b>
4.2.1	<i>Canaletta grigliata .....</i>	<i>21</i>
4.2.2	<i>Sistema in rilevato - Embrici.....</i>	<i>22</i>
4.2.3	<i>Canala in calcestruzzo .....</i>	<i>23</i>
4.2.4	<i>Drenaggio dai viadotti .....</i>	<i>23</i>
4.3	<b>ELEMENTI DI CONVOGLIAMENTO .....</b>	<b>24</b>
4.3.1	<i>Collettori circolari in PEAD e PP.....</i>	<i>24</i>
4.3.1	<i>Fossi di guardia .....</i>	<i>26</i>
4.4	<b>PRESIDI IDRAULICI .....</b>	<b>28</b>
4.4.1	<i>Manufatti disoletaori.....</i>	<i>28</i>
<b>5</b>	<b>APPENDICE A: VERIFICA DEI COLLETTORI .....</b>	<b>29</b>
5.1	<b>Collettori di raccolta carreggiata Nord .....</b>	<b>29</b>
5.2	<b>Collettori di raccolta carreggiata Sud.....</b>	<b>32</b>
<b>6</b>	<b>APPENDICE B: VERIFICHE DEI FOSSI DI GUARDIA .....</b>	<b>35</b>
6.1	<b>Fossi di guardia in carreggiata Nord .....</b>	<b>35</b>
6.2	<b>Fossi di guardia in carreggiata Sud.....</b>	<b>38</b>

## 1 PREMESSA

La presente relazione idrologica ed idraulica è inerente al Progetto Definitivo per l'Ampliamento alla 4a corsia dell'Autostrada A1 Milano – Napoli, nel tratto Milano sud (tangenziale ovest) – Lodi. Il tratto autostradale preso in esame si sviluppa dalla progressiva 4+882 (in corrispondenza della Tangenziale Ovest di Milano - A50) fino alla progressiva 21+922 ad esclusione della barriera di Milano Sud (dalla progr. Km 8+665 alla progr km 9+548), per uno sviluppo complessivo di 16.457 km.

Sia per il tratto iniziale tra la tangenziale ovest e la barriera di Milano sud che per il tratto successivo dalla barriera allo svincolo di Lodi si prevede l'ampliamento alla 4° corsia della sede stradale. Il tratto corrispondente alla barriera di Milano Sud non necessita di intervento in quanto la sezione stradale è di larghezza idonea per raccordarsi con gli interventi di ampliamento alla quarta corsia a monte e a valle.

La zona interessata dall'intervento è quella tipica della media pianura padana lombarda, ovvero di un'area pianeggiante di origine alluvionale altamente sfruttata a scopo agricolo e solcata da numerosi cavi irrigui.

Per questo nel progetto si devono prevedere interventi di sistemazione dei corsi d'acqua esistenti quali ad esempio deviazioni, inserimento di nuovi tombini e simili, per garantire la continuità idraulica del reticolo irriguo.

La normativa nazionale, in riferimento agli scarichi idraulici, rimanda alle normative regionali; nella normativa della Regione Lombardia le acque di piattaforma non sono considerate scarico ai sensi del regolamento regionale n.4 del 24 Marzo 2006 in attuazione alla legge regionale n.26 del 12 Dicembre 2003, nonostante questo, al fine di preservare le aree più sensibili è stato previsto, in queste zone, un sistema di disoleazione a monte dei ricettori

Le acque di piattaforma vengono recapitate nel reticolo esistente attraverso dei fossi siti al piede del rilevato stradale, mantenendo pressoché immutata la attuale modalità di scarico.

Il tracciato di progetto risulta diviso dall'interferenza principale con il fiume Lambro, tributario in sinistra del fiume Po', data quindi la sua importanza all'interno del comprensorio irriguo della pianura Padana si è deciso di tutelarla maggiormente rispetto ad altri eventuali ricettori, il sistema di fossi che scaricheranno in prossimità di esso verranno rivestiti in calcestruzzo e agli scarichi sarà prevista una lama disoleatrice, è stato quindi studiato un sistema di tipo chiuso, ovvero un sistema che prevede il trattamento qualitativo delle acque a monte dello scarico.

Da una attenta analisi degli strumenti urbanistici comunali vigenti è emersa la presenza di più pozzi idropotabili in prossimità del tracciato, per essi viene definita una fascia di rispetto di 200 m all'interno della quale non è possibile effettuare lo scarico diretto delle acque di dilavamento nel terreno, dato che potrebbero contaminare le acque di emungimento dei pozzi stessi.

Anche in questi casi quindi si sono previsti dei fossi rivestiti di calcestruzzo e si è dotato lo scarico di un manufatto con lama disoleatrice.

## 2 INQUADRAMENTO NORMATIVO

In questo capitolo vengono descritti 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, in modo da verificare la compatibilità degli interventi di ampliamento della sede autostradale previsti con le prescrizioni dei suddetti strumenti di legge.

## 2.1 NORMATIVA NAZIONALE

Di seguito vengono riportate le principali leggi nazionali in materia ambientale e di difesa del suolo, accompagnate da un breve stralcio descrittivo.

RD 25/07/1904 n° 523

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

Regio Decreto Legislativo 30/12/1923, n° 3267

Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani. La legge introduce il vincolo idrogeologico.

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. 64/74

Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.

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. 431/85 (Legge Galasso)

Conversione in legge con modificazioni del decreto legge 27 giugno 1985, n. 312 concernente disposizioni urgenti per la tutela delle zone di particolare interesse ambientale.

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 (art. 1 comma 1).

Vengono inoltre individuate le attività di pianificazione, di programmazione e di attuazione (art. 3); vengono istituiti il Comitato Nazionale per la difesa del suolo (art. 6) e l'Autorità di Bacino (art. 12). Vengono individuati i bacini idrografici di rilievo nazionale, interregionale e regionale (artt. 13, 14, 15, 16) e date le prime indicazioni per la redazione dei Piani di Bacino (artt. 17, 18, 19).

L. 142/90

Ordinamento delle autonomie locali.

DL 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

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 (punto 2) e gli indirizzi per la definizione delle norme di salvaguardia (punto 3).

#### 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 (art. 1).

#### DL 152/99

“Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole”.

#### DL 258/00

Disposizioni correttive e integrative del DL 152/99.

#### 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 (art. 1); individua la procedura per l'adozione dei progetti di Piano Stralcio (art. 1-bis); prevede un'attività straordinaria di polizia idraulica e di controllo sul territorio (art. 2).

#### DL 152/06

riprende integralmente il 258/00.

L'articolo 39 del succitato decreto legislativo stabilisce, inoltre, che “...le regioni disciplinano:....b) i casi in cui può essere richiesto che le immissioni delle acque di dilavamento ...siano sottoposte a particolari prescrizioni...”, art.39 comma 1, e che “... i casi in cui può essere richiesto ... siano convogliate e opportunamente trattate...”, art. 39 comma 3.

### **2.1.1 Normativa regionale**

Tale legge disciplina, tra l'altro, l'utilizzo del sottosuolo e le risorse idriche e costituisce il testo di riordino delle leggi regionali nelle predette materie.

#### Regolamento regionale 24 marzo 2006, n.4

Disciplina lo smaltimento delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne, in attuazione dell'articolo 52, comma 1, lettera a) della legge regionale 12 dicembre 2003 n.26.

#### L.R. 8 agosto 2006 n.18

Conferimento di funzioni agli enti locali in materia di servizi locali di interesse economico generale. Modifiche alla legge regionale 12 dicembre 2003, n. 26 "Disciplina dei servizi locali di interesse economico generale. Norme in materia di gestione dei rifiuti, di energia, di utilizzo del sottosuolo e di risorse idriche".

#### D.g.r. 21 giugno 2006 n .8/2772

Direttiva per l'accertamento dell'inquinamento delle acque di seconda pioggia in attuazione dell'art. 14 comma 2 del regolamento regionale 24.03.06 n. 4.

#### Dgr 5 aprile 2006 n.8/2318

Norme tecniche regionali in materia di trattamento degli scarichi di acque reflue in attuazione dell'art. 3, comma 1 del regolamento 3/2006.

#### R.R. 2 del 24 marzo 2006

Disciplina dell'uso delle acque superficiali e sotterranee, dell'utilizzo delle acque a uso domestico, del risparmio idrico e del riutilizzo dell'acqua in attuazione dell'articolo 52, comma 1, lettera c) della legge regionale 12 dicembre 2003, n. 26.

#### R.R. 3 del 24 marzo 2006

Disciplina e regime autorizzatorio degli scarichi di acque reflue domestiche e di reti fognarie, in attuazione dell'art. 52 comma 1 lettera a) della l.r. 12 dicembre 2003 n. 26.

#### D.g.r. 25 gennaio 2002 n.7/7868

Determinazione del reticolo idrico principale. Trasferimento delle funzioni relative alla polizia idraulica concernenti il reticolo idrico minore come indicato dall'art. 3 comma 114 della l.r.1/2000 – Determinazione dei canoni regionali di polizia idraulica.

### **2.1.2 Autorità di Bacino**

L'autorità di bacino competente per territorio è l'Autorità di Bacino del Fiume Po, istituita, come per altri bacini idrografici di rilievo nazionale, con la legge 183/89 "Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo", (art.12). La pubblicazione, sulla Gazzetta Ufficiale n. 183 dell'8 agosto 2001, del Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 24 maggio 2001, ha sancito l'entrata in vigore del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico - brevemente denominato PAI - adottato con Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 18 del 26 aprile 2001.

### **2.1.3 Altri strumenti di pianificazione territoriale**

A scala regionale, uno strumento di pianificazione territoriale non trascurabile e strettamente legato agli interventi previsti in progetto è il *Programma di Tutela ed Uso delle Acque* (L.R. 12 dicembre

2003, n. 26, art. 45, comma 3 - D.Lgs 11 maggio 1999, n.152, art. 44 Titolo IV, Capo I). Si tratta di uno strumento per la pianificazione della tutela e dell'uso delle acque.

Un altro strumento di cui tenere conto nello sviluppo delle successive fasi progettuali è il *Piano Territoriale Regionale (PTR)* di cui, per ora, la Giunta Regionale della Lombardia ha approvato la proposta di Piano con DGR n. 6447 del 16 gennaio 2008.

### 3 IDROLOGIA

Per la determinazione del regime pluviometrico della zona di interesse si è fatto riferimento ai risultati ricavati nell'ambito dello studio *“La valutazione delle piene nel Bacino Padano e nella Liguria Tirrenica”* (C. De Michele, R. Rosso, 1999) di seguito descritto.

Lo studio citato ha come oggetto la particolarizzazione del Metodo VAPI-piogge al territorio appartenente al bacino del fiume Po e Liguria Tirrenica.

I modelli regionali VAPI si basano sull'ipotesi di esistenza di regioni compatte e idrologicamente omogenee all'interno delle quali le portate di colmo normalizzate rispetto ad una portata di riferimento – la portata indice – siano descrivibili da una stessa distribuzione di probabilità, denominata curva di crescita.

#### 3.1 BASE DI DATI UTILIZZATA

##### 3.1.1 Pluviometria

Sono stati utilizzati i dati osservati nelle stazioni di misura pluviometriche e pluviografiche del SIMN fino al 1986. Dopo un'analisi di qualità dell'informazione contenuta nelle serie storiche registrate, è stato ottenuto un data base comprendente 366 stazioni di misura (di cui 270 nel bacino Padano) con almeno 20 anni di registrazione e numerosità media di 34 anni.

##### 3.1.2 Idrometria

Sono stati utilizzati i dati osservati nelle stazioni di misura idrometriche del SIMN fino al 1986. Dopo uno studio ulteriore ad hoc sono state selezionate 74 stazioni di misura idrometriche (di cui 57 nel bacino Padano) con numerosità variabile da 9 a 60 anni, e valor medio di 23 anni. Sono state poi considerate alcune serie storiche relative a stazioni idrometriche ricadenti in bacini limitrofi all'area di interesse, ubicate in Emilia Romagna e Trentino Alto Adige.

#### 3.2 LEGGI DI VARIAZIONE DEI COEFFICIENTI DI CRESCITA CON IL PERIODO DI RITORNO

##### 3.2.1 Pluviometria

Le altezze di precipitazione vanno analizzate come una variabile casuale che deve essere stimata in relazione ad un livello di probabilità “P” che essa ha di non essere superata, relazionandola ad un periodo di tempo T (detto tempo di ritorno) che intercorre mediamente tra due eventi nei quali il valore di tale portata è superato.

Il metodo prevede la valutazione della distribuzione della probabilità cumulata (DPC) per ogni stazione in relazione all'ipotesi di invarianza di scala [Burlando, Rosso, 1996] utilizzando la distribuzione generalizzata del valore estremo (GEV).

Nel caso in oggetto il tempo di ritorno scelto è stato pari a 25 anni.

Per una stazione presa in esame resta univocamente determinata la relazione fra periodo di ritorno  $T$  e valore del coefficiente di crescita  $K_T$ :

$$T = \frac{1}{1 - F_K(K)} = \frac{1}{1 - \exp \left\{ - \left[ 1 - \frac{k}{\alpha} (K - \varepsilon) \right]^{1/k} \right\}}$$

dove:

- $k$  è il parametro di forma,
- $\alpha$  è il parametro di scala,
- $\varepsilon$  è il parametro di posizione;

dalla quale si deduce quindi che

$$K_T = \varepsilon + \frac{\alpha}{k} \left( 1 - e^{-ky_T} \right)$$

Dove  $y_t$  indica la variabile ridotta di Gumbel, pari a

$$y_T = - \ln \left( \ln \frac{T}{T-1} \right)$$

L'altezza di pioggia cumulata con periodo di ritorno  $T$  va quindi valutata come:

$$h_T(d) = m(d)K_T$$

Dove  $m(d)$  è il valore atteso dell'altezza di pioggia massima annuale caduta in  $d$  ore consecutive. Riportiamo di seguito le mappe relative ai parametri di forma, di scala e di posizione della DPC dei massimi annuali delle piogge da 1 a 24 ore consecutive, con indicazione delle 366 stazioni di misura pluviografiche considerate.

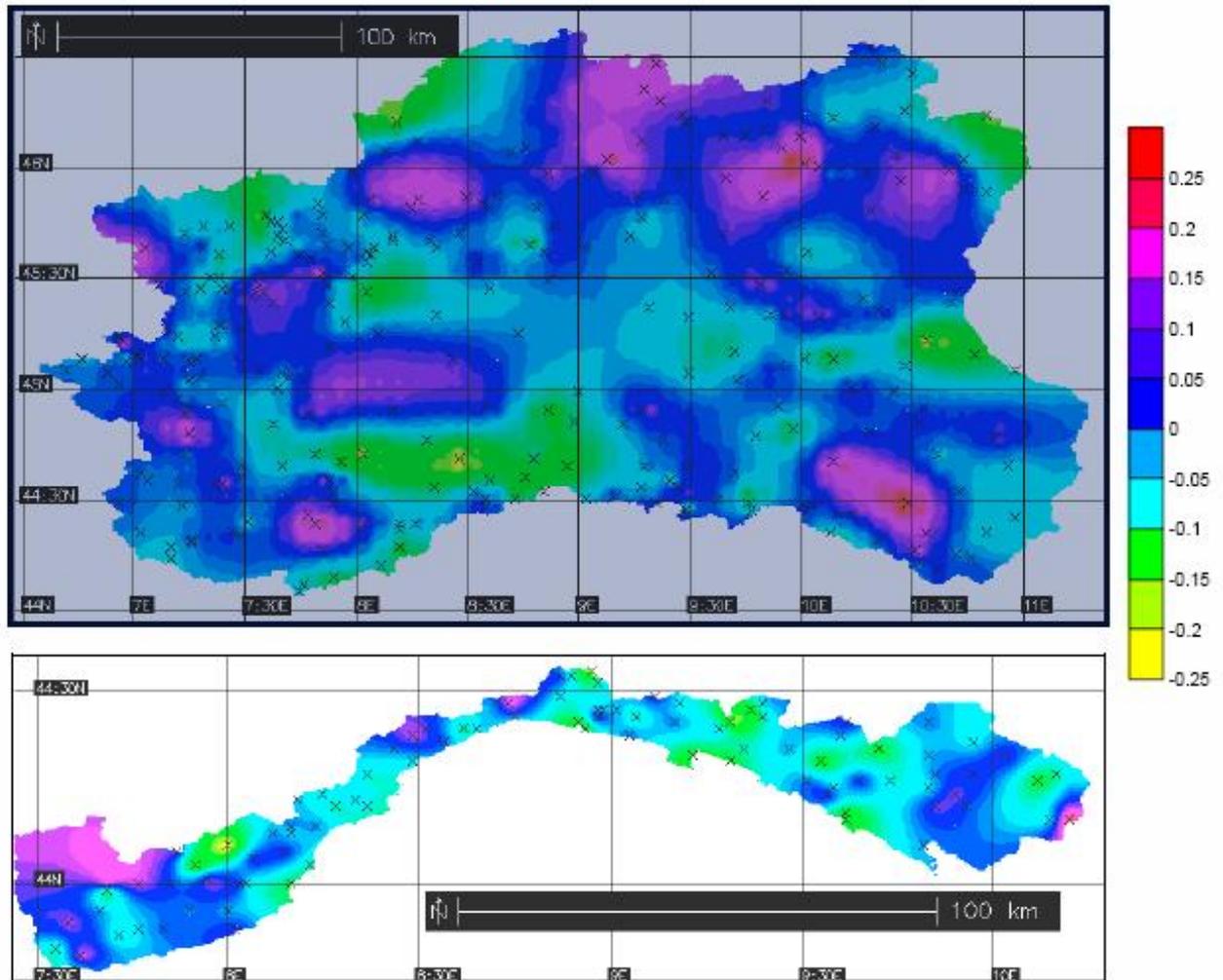


Figura 1 Parametro  $k$  di forma

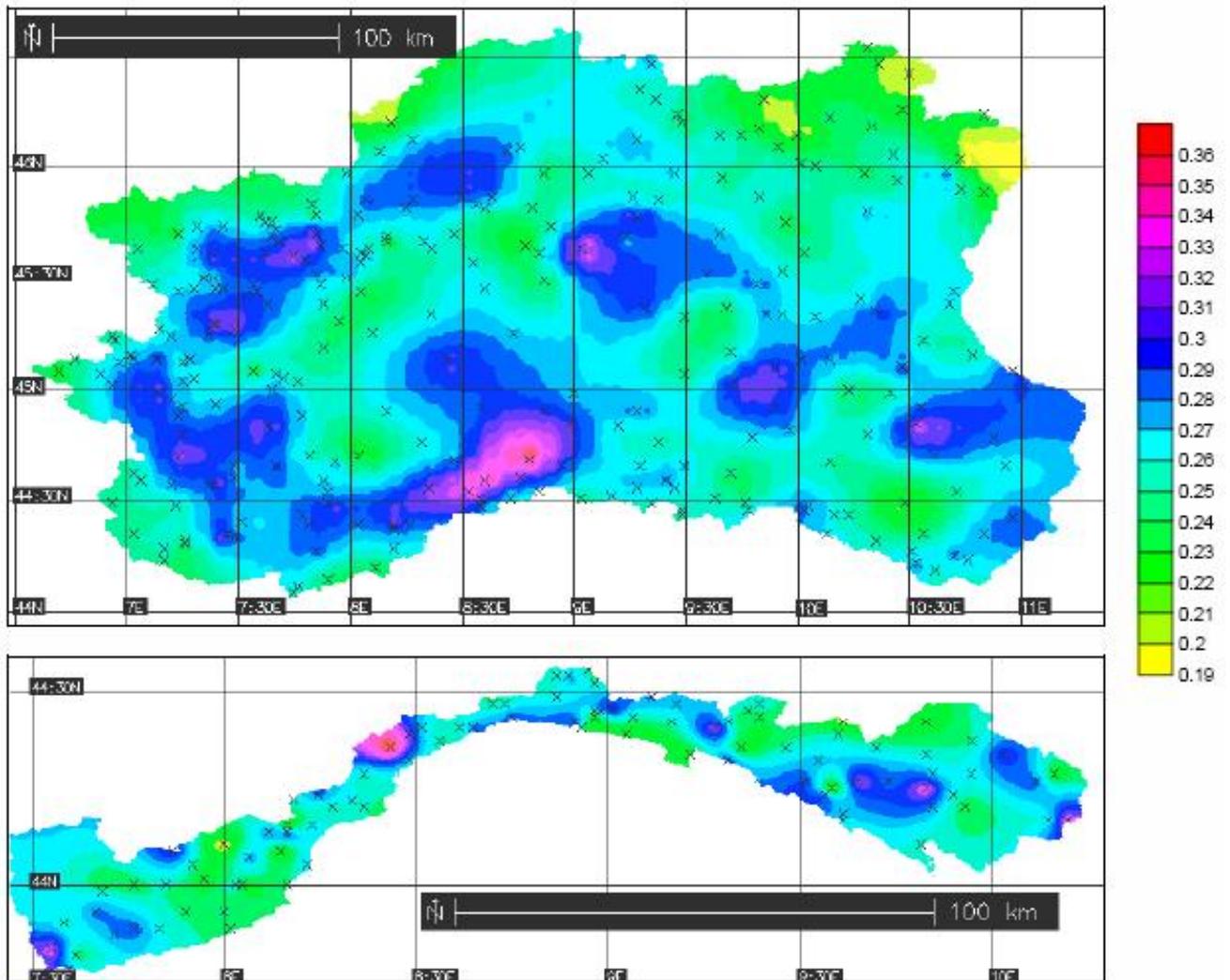


Figura 2 Parametro a di scala

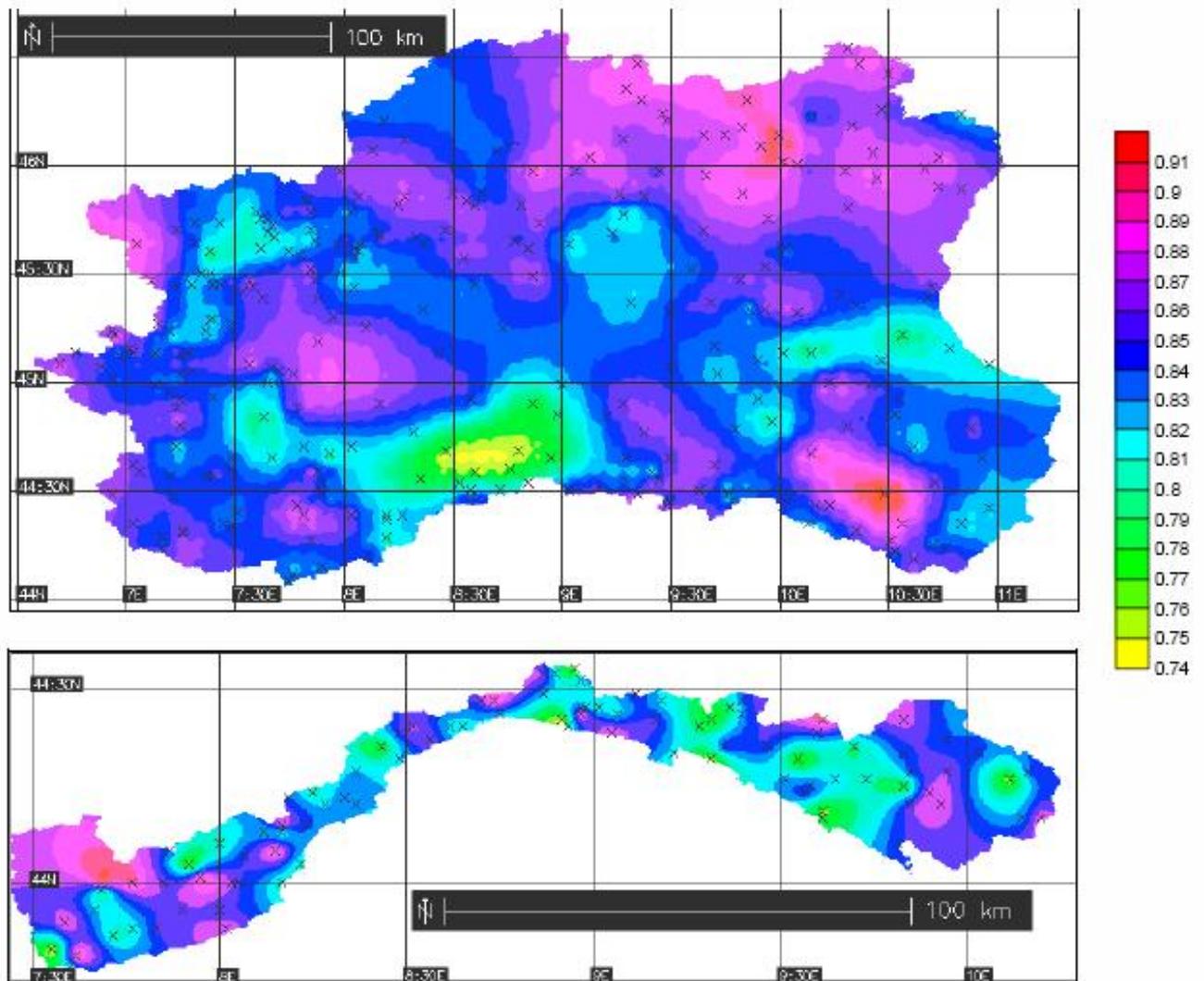


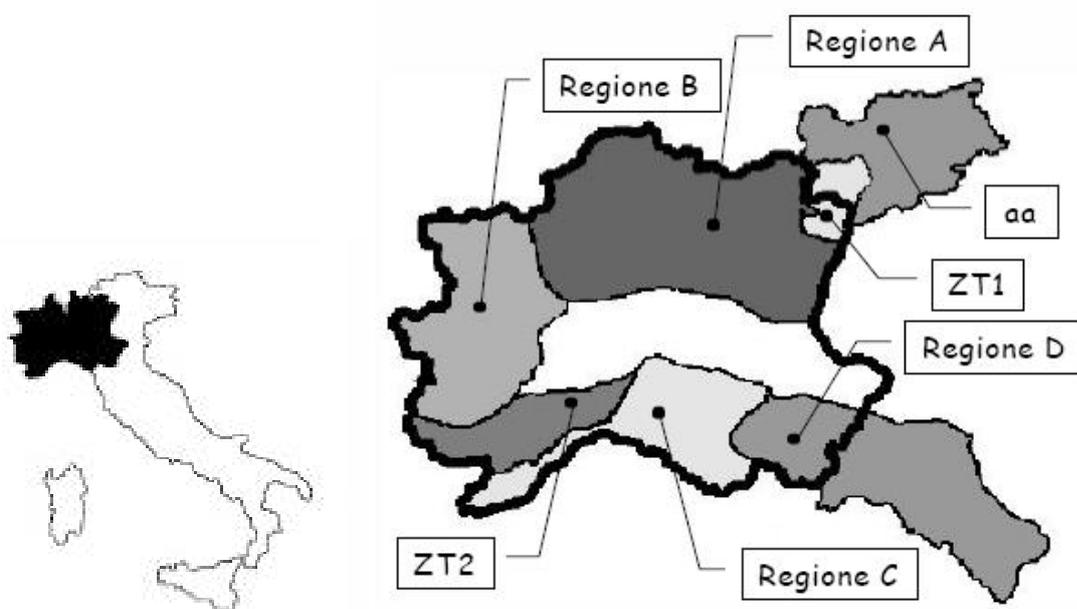
Figura 3 Parametro e di posizione

### 3.2.1 Idrometria

L'area oggetto di studio è stata suddivisa in 5 zone omogenee più tre di transizione, per le quali è statisticamente confutabile l'ipotesi di omogeneità. Di seguito riportiamo le aree omogenee considerate e loro campo di validità in funzione dell'area A del bacino idrografico sotteso.

**Tabella 1** Zone omogenee di piena Italia Nord Occidentale

	Zona	Confini	A [Kmq]
A	Alpi e prealpi Centrali	Abbraccia i bacini Padani dal Chiese al Sesia	40÷2500
B	Alpi e prealpi Occidentali	Comprende i bacini padani dalla Dora Baltea a torrente Grana	40÷1900
C	Appennino Nord occidentale e bacini Tirrenici	Abbraccia i bacini liguri con foce al litorale tiorrenico ed i bacini padani dallo Scrivia al Taro	15÷1500
D	Appennino Nord Orientale	Comprende i bacini padani dal Torrente Parma al Panaro (compresi i bacini adriatici dal Reno al Conca)	6÷1300
aa	Alto Adige e suoi affluenti	Comprende i bacini in sponda destra del Rienza all'Avisio, in sponda sinistra dal Rio Riva al Rio Valsura	90÷2700
ZT1	Zona disomogenea dell'Alto Garda: transizione tra zona A e Alto Adige	Comprende i tributari del lago di Garda e il bacino del Noce	20÷1100
ZT2	Zona disomogenea delle Alpi Marittime: transizione tra la Zona B e	Comprende il bacino Tanaro e i suoi affluenti	50÷1500



**Figura 4** Zone omogenee di piena Italia Nord Occidentale

Quale distribuzione di probabilità cumulata (DPC) del coefficiente di crescita del massimo annuale delle portate al colmo di piena, indicato sempre col simbolo  $K$ , è stata adottata la GEV ed i parametri ottenuti dall'analisi sono riportati nella tabella sottostante.

**Tabella 2** Parametri della distribuzione GEV del coefficiente  $K_T$

	<b>Zona</b>	$N$	$\alpha$	$\varepsilon$	$k$
A	Alpi e Prealpi Centrali	316	0.365	0.745	-0.110
B	Alpi e Prealpi Occidentali	347	0.352	0.635	-0.320
C	Appennino NW & Bacini Tirrenici	753	0.377	0.643	-0.276
D	Appennino NE	439	0.334	0.775	-0.089
aa	Alto Adige e suoi affluenti	467	0.292	0.804	-0.088

### 3.3 STIMA DEL VALOR MEDIO

Le leggi di pioggia pluviometriche definiscono come varia la media del massimo annuale dell'altezza di pioggia su una durata  $d$ ,  $m[h(d)]$ , con la durata stessa.

Per la zona in esame è stata adottata una espressione del tipo:

$$m[h(d)] = a_1 d^n$$

I parametri dell precedente espressione sono stati valutati con regressione ai minimi quadrati delle 366 stazioni di misura pluviografiche presenti sul territorio esaminato. Di seguito vengono fornite le mappe isoparametriche di  $a_1$  ed  $n$  per l'intero territorio, con indicazione delle 366 stazioni di misura pluviometro grafiche considerate.

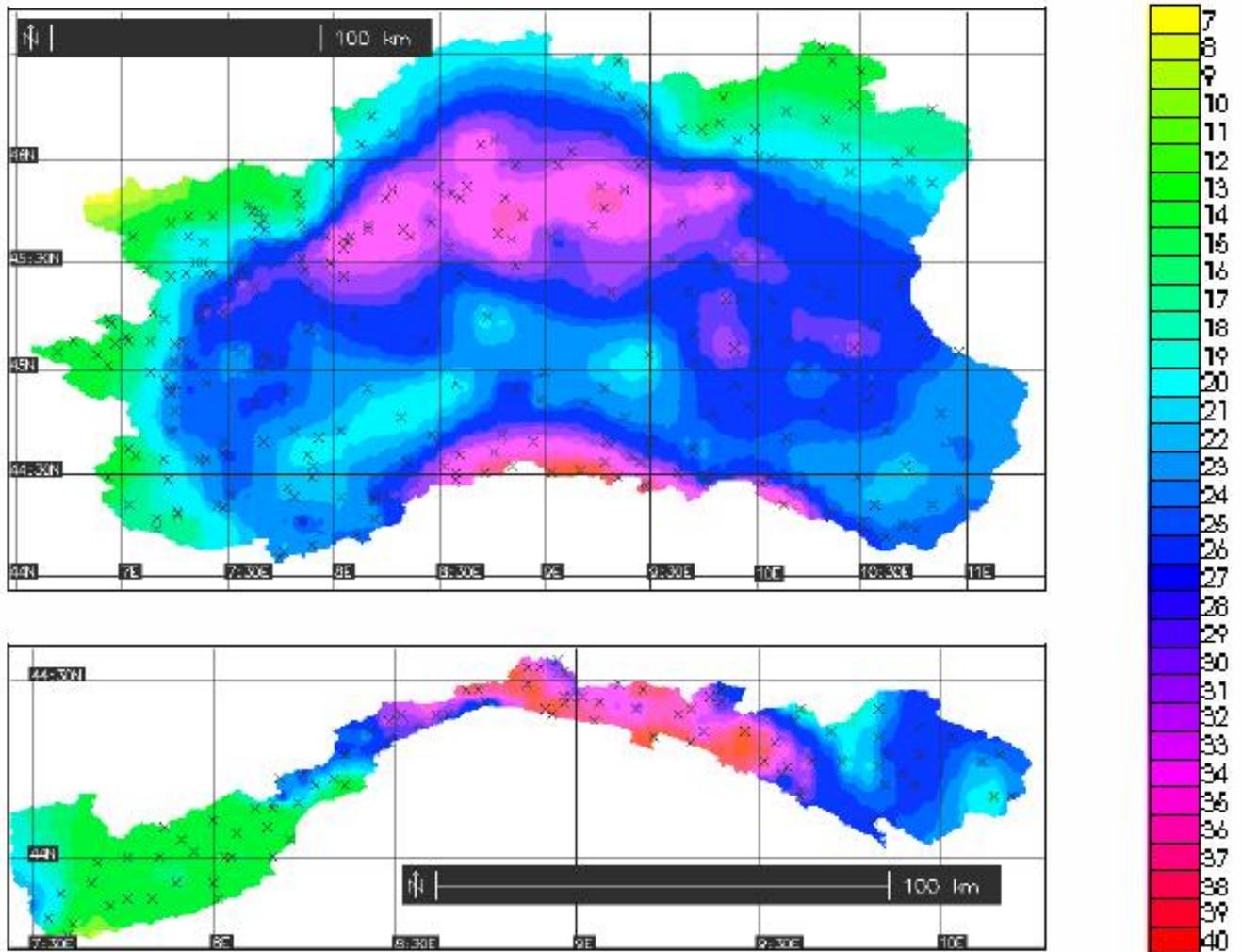


Figura 5 Mappa del coefficiente pluviometrico orario  $a_1$

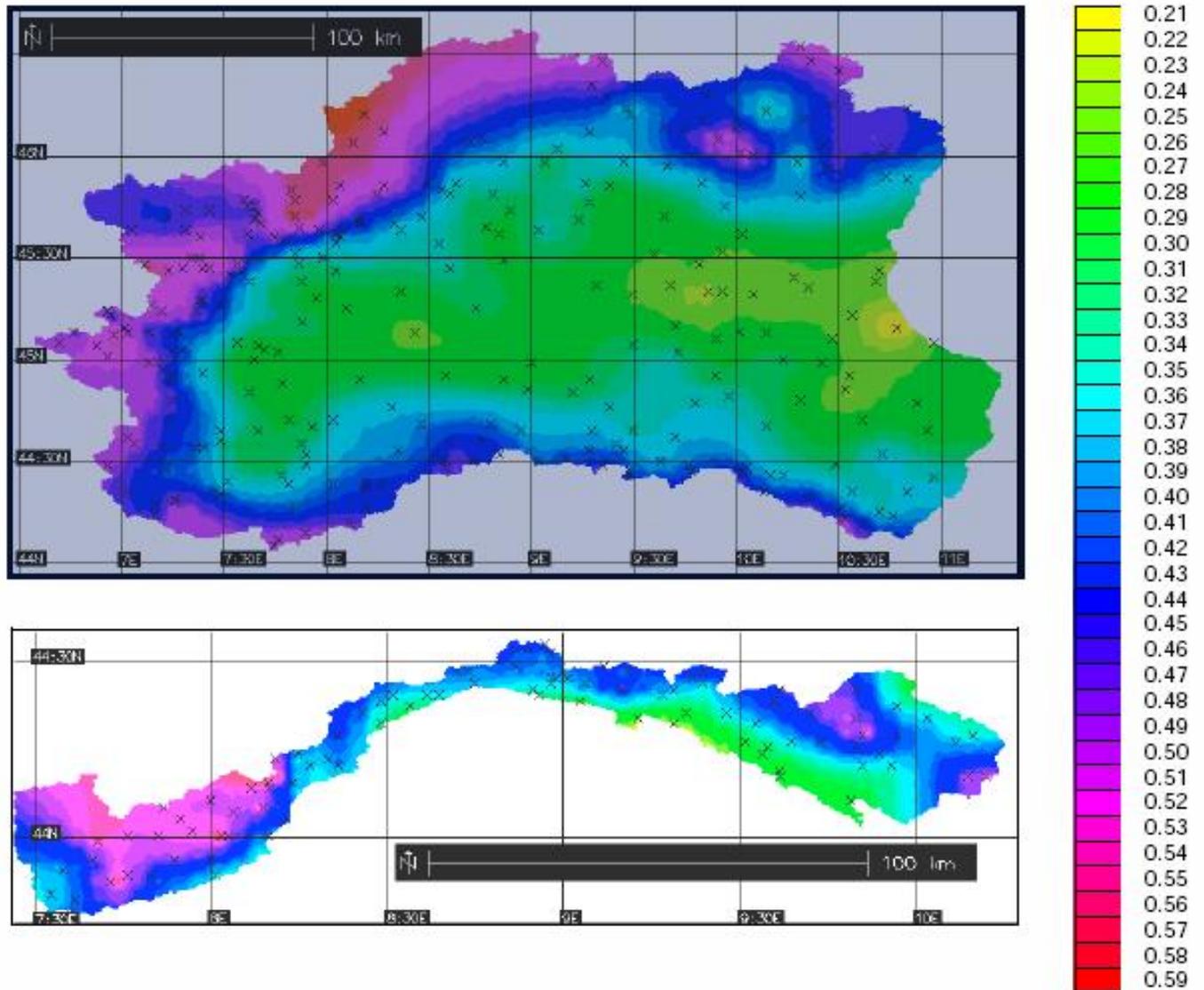


Figura 6 Mappa dell'esponente di scala n

### 3.4 APPLICAZIONE

Riassumendo quanto esplicito nella trattazione esposta ai paragrafi precedenti

$$h_T(d) = m(d)K_T$$

$$m[h(d)] = a_1 d^n$$

$$K_T = \varepsilon + \frac{\alpha}{k} \left( 1 - e^{-ky_T} \right)$$

$$y_T = -\ln\left(\ln\frac{T}{T-1}\right)$$

Verificando dalle mappature relative a tutti i coefficienti delle suddette formule, i dati relativi alla zona oggetto di esame si sono calcolati i parametri a e n delle LSPP, utilizzati per le verifiche idrauliche.

**Tabella 3** Coefficienti ottenuti dalle mappature del metodo VAPI

	T <sub>R</sub> =25 anni
K	-0.15
<b>a</b>	0.3
<b>e</b>	0.82
a <sub>1</sub>	25
n	0.26
y <sub>t</sub>	3.19
K <sub>T</sub>	2.051
h <sub>t</sub>	51.29

**Tabella 4** Valori dei parametri delle LSPP per diversi TR

Parametro a				Parametro n
25 anni	50 anni	100 anni	200 anni	>1h
51.29	60.28	70.18	81.15	0.26

Le leggi di pioggia calcolate sono valide per tempi di corrivazione superiori all'ora; per determinare leggi di pioggia valide per eventi di breve durata si è utilizzato lo studio di Piga e altri (1990) basato su un campione di 17 anni di dati di pioggia registrati al pluviografo di Milano Monviso. Questo studio evidenzia come il rapporto tra l'altezza di pioggia relativa ad una determinata durata e quella oraria sia pressoché costante in tutta Italia.

**Tabella 5** Rapporti sperimentali metodo Piga

d [min]	5	10	15	30	45	60
r <sub>d</sub> =h <sub>d</sub> /h <sub>1</sub>	0.322	0.489	0.601	0.811	0.913	1

Dove h<sub>d</sub> rappresenta il valore medio della massima altezza di pioggia annua e h<sub>1</sub> il valor medio della massima altezza annua oraria.

Le relazioni altezza di pioggia - durata calcolate per tempi di pioggia superiori e inferiori all'ora devono fornire la stessa altezza di pioggia per eventi di pioggia con durate pari a un'ora, le due

curve devono quindi intersecarsi in  $t = 1$  ora. Si è quindi proceduto a imporre il passaggio per un'ora nelle curve.

Il secondo passo è stato il calcolo dello scarto quadratico medio tra le altezze di pioggia ottenute al variare del tempo in funzione dei dati ottenuti sperimentalmente e quelle ottenute empiricamente col metodo VAPI.

Si è infine cercata la soluzione che minimizza lo scarto quadratico medio al variare del parametro  $n$  e si è trovato il valore di  $n < 1h$  pari a 0.40.

Riassumendo:

Parametro $n > 1h$	Parametro $n < 1h$
0.26	0.4

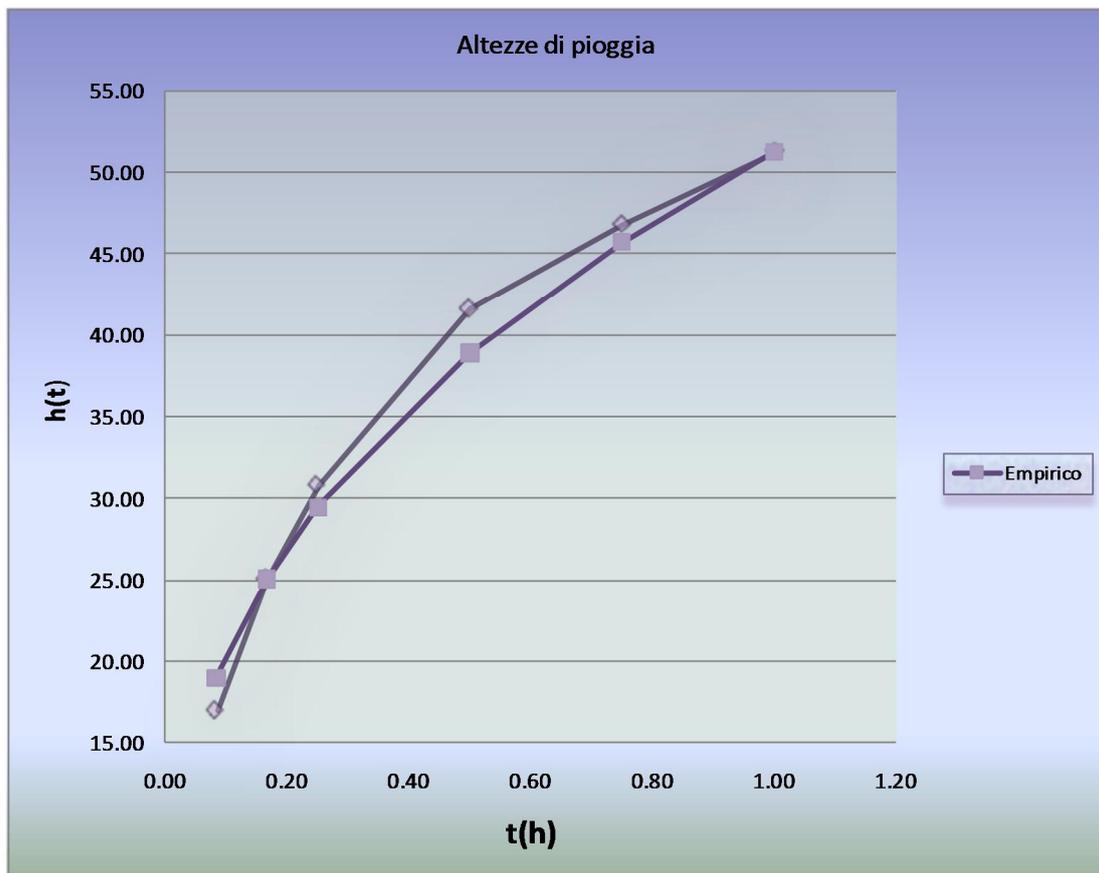


Figura 7 Altezza di pioggia

## 4 SCHEMA DI DRENAGGIO

Il sistema di drenaggio deve consentire la raccolta delle acque meteoriche cadute sulla superficie stradale e sulle superfici ad esso afferenti ed il trasferimento dei deflussi fino al recapito; quest'ultimo è costituito da rami di qualsivoglia ordine della rete idrografica naturale o artificiale, purché compatibili quantitativamente.

Gli elementi utilizzati per il sistema di drenaggio possono essere suddivisi in base alla loro funzione; in particolare si ha:

**Tabella 6** Quadro riassuntivo sistema di drenaggio

Funzione	Componente	Tipologia	T <sub>R</sub> progetto
Raccolta	elementi idraulici marginali	embrici caditoie canalette grigliate cunette triangolari	25 anni
Convogliamento	canalizzazioni	fossi di guardia collettori presidi idraulici	25 anni
Recapito	ricettori diretti o presidiati	presidi idraulici	25 anni

L'elemento di drenaggio da inserire sull'infrastruttura dipende strettamente dal tipo di sezione su cui è posto. Questi si possono suddividere in due macro categorie: sezione corrente dell'infrastruttura e sezioni singolari (aree di servizio, di esazione, ecc.).

La sezione corrente dell'infrastruttura si divide a sua volta, per caratteri costruttivi, in:

- sezione in rilevato;
- sezione in trincea;
- sezione in viadotto;

sezione in galleria artificiale o naturale.

Nei paragrafi seguenti vengono descritti gli aspetti legati alle tipologie previste per le fasi di raccolta, laminazione e trasferimento. Il sistema in cui il recapito delle acque di piattaforma avviene direttamente nei ricettori finali è denominato "sistema aperto".

### 4.1 METODOLOGIA PROGETTUALE

La metodologia di dimensionamento idraulico si differenzia se stiamo considerando gli elementi di raccolta o quelli di convogliamento.

#### 4.1.1 Dimensionamento degli elementi di raccolta

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

Il dimensionamento avviene in maniera diversa se si stanno considerando gli elementi di raccolta continui (longitudinali alla carreggiata) o quelli discontinui (elementi puntuali). Nel primo caso si dimensionano gli interassi dei pozzetti di scarico calcolando la portata massima smaltibile e la massima portata defluente dalla falda piana (superficie autostradale scolante) per unità di lunghezza.

Quest'ultima è data dalla formula:

$$q_0 = \varphi b i = \varphi b a t^{n-1}$$

con b larghezza della falda,  $\varphi$  coefficiente di deflusso ed i intensità di pioggia.

Il coefficiente di deflusso è stato posto pari ad 1 per le superfici pavimentate e pari a 0.5 per le trincee, i rilevati ed il terreno.

In base alla teoria dell'onda cinematica 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 è pari al tempo di afflusso da una falda piana che è dato dalla seguente formula:

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

dove:

$$j = \sqrt{j_l^2 + j_t^2}$$

pendenza della strada lungo la linea di corrente ( $j_l$  pendenza longitudinale;  $j_t$  pendenza trasversale);

$$L_{eff} = b \left[ 1 + \left( \frac{j_l}{j_t} \right)^2 \right]^{1/2}$$

lunghezza del percorso dell'acqua prima di raggiungere le canalizzazioni a lato della carreggiata.

Si è comunque imposto un tempo di corrivazione minimo pari a 3 minuti poiché per tempi molto brevi la curva dell'intensità di pioggia a due parametri tende all'infinito, fornendo quindi dati non realistici.

Il rapporto tra la massima portata convogliabile nell'elemento e la massima portata defluente per unità di larghezza definisce l'interasse massimo tra i pozzetti di scarico.

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, e la massima portata defluente dalla falda piana per unità di larghezza ( $q_0$ ).

#### 4.1.2 Dimensionamento degli elementi di convogliamento

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;

$v_i$  = velocità nel tronco i-esimo.

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:

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

dove:

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

$k = 1/n$  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);

$$\mathfrak{R} = \frac{A}{C}$$

raggio idraulico (m).

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

## 4.2 ELEMENTI DI RACCOLTA

### 4.2.1 Canaletta grigliata

La canaletta grigliata viene utilizzata per raccogliere l'acqua di piattaforma dell'autostrada sul lato spartitraffico e sul lato esterno laddove non è possibile inserire il sistema con embrici e fosso al piede del rilevato, ad esempio in corrispondenza delle spalle dei viadotti o dei muri di sostegno.

Nel presente progetto in realtà tra le progressive 9+700 e 9+850 la canaletta grigliata è stata prevista anche in corrispondenza di una trincea; in questo tratto infatti è presente una duna fonoassorbente in terra, la quale crea una trincea sul bordo autostradale.

La scelta di questo elemento marginale è dovuta al fatto che la duna fonoassorbente precede un tratto in cui l'elemento marginale è costituito da canaletta grigliata, elemento disassato rispetto alla canaletta triangolare. Data la presenza di un vicino cavalcavia, la sezione in trincea è stata dotata di barriera bordo laterale, bisognerebbe quindi prevedere una zona di transizione in cui la barriera si possa avvicinare al ciglio stradale in maniera da mettersi in asse alla barriera disposta dietro il cordolo in conglomerato bituminoso, disponendosi in diagonale secondo un angolo dettato dalle norme di sicurezza stradale. Si verrebbe quindi a verificare la necessità di infiggere i montanti stessi della barriera all'interno della canaletta triangolare.

Per evitare tutto questo si è quindi deciso di uniformare il tratto in trincea al successivo tratto dotato di canaletta grigliata.

Lo scarico dalla canaletta grigliata al collettore sottostante avviene tramite un discendente DN160 in PEAD.

La canaletta è prefabbricata e realizzata in PEAD. Per le dimensioni della canaletta si rimanda alle tavole dei particolari idraulici.

Per il dimensionamento si è posto un riempimento massimo di 20 cm sui 25 totali (80%). Con tale riempimento si ha che:

$$A = 0,0396 m^2 \quad C = 0,5744 m$$

La portata massima transitante nella canaletta grigliata è stata calcolata con la formula di Chézy avendo posto come parametro di Strickler il valore di 80 ( $n = 0.0125$ ).

Si ottiene quindi una portata specifica pari a:  $Q_{sp} = 0,5326 m^3 / s$

Il tratto massimo di autostrada che la canaletta riesce a drenare è quindi dato dal rapporto tra la massima portata smaltibile (riportata in figura 8 in funzione della pendenza longitudinale) e la massima portata defluente dalla falda piana per unità di larghezza ( $q_0$ ).

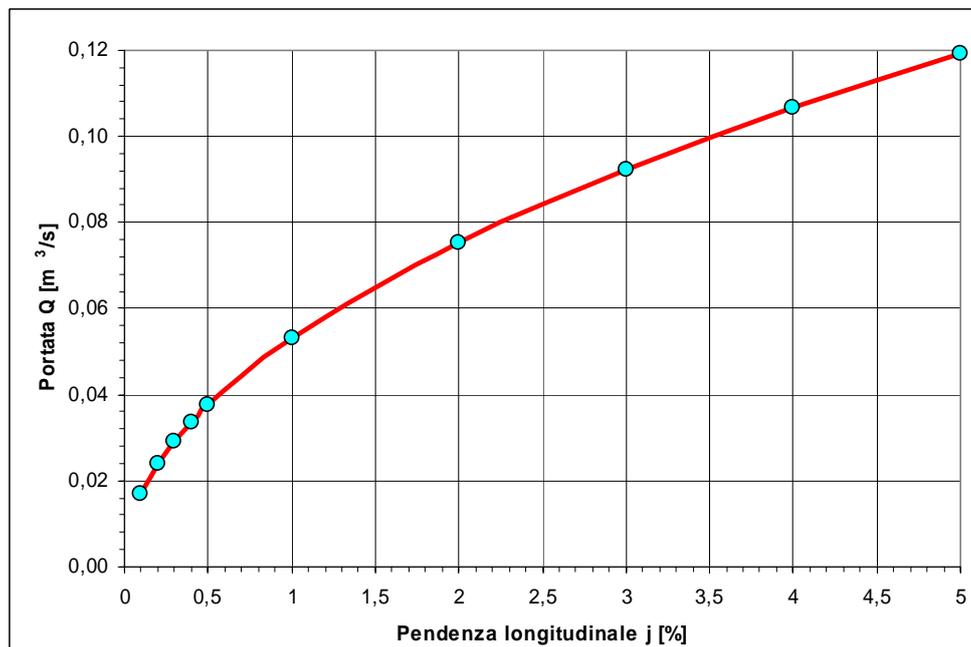


Figura 8– Portata massima transitante per canaletta grigliata in funzione della pendenza longitudinale

La portata massima che può portare il discendente può essere calcolata con la formula del funzionamento sotto battente:

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

Essendo  $C_q = 0.6$ ,  $A$  l'area del discendente e  $h$  il carico sulla sezione contratta.

Considerando  $h$  pari a 20 cm si ottiene che il discendente DN160, avente diametro interno pari a 137 mm, è in grado di smaltire una portata pari a 17,5 l/s. Si è quindi posto l'interesse dei discendenti in modo che questo valore non venga superato.

#### 4.2.2 Sistema in rilevato - Embrici

Nei tratti in rilevato delle viabilità secondarie, in cui il sistema di drenaggio è di tipo aperto, si utilizzano gli embrici.

Il dimensionamento di questi elementi consiste nello stabilire l'interasse massimo in modo che l'acqua presente sulla strada transiti in un tratto limitato di banchina delimitata dall'arginello.

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

Si ha:

$$A = \frac{B^2 j_t}{2}$$

$$C = B \left[ j_t + \frac{1}{\cos(\arctg j_t)} \right]$$

Come ampiezza massima di impegno si è considerata tutta la corsia di emergenza.

### 4.2.3 Canala in calcestruzzo

Nei tratti in rilevato in cui è presente la barriera antifonica non è possibile prevedere lo scarico diretto sugli embrici che risulterebbero interrotti dalla fondazione della barriera stessa. Si è quindi previsto un elemento marginale ad hoc costituito da una canaletta rettangolare in cls avente dimensioni interne 50x50 cm, disposta immediatamente prima della barriera, a cui l'acqua viene convogliata con gli stessi inviti predisposti per gli embrici.

Sono presenti poi dei pozzetti ad interasse dimensionato in funzione dell'efficienza della canaletta rettangolare, che scaricano l'acqua attraverso un tubo in PVC Dn 315 che attraversa la fondazione della barriera per scaricare le acque di piattaforma nei fossi al piede del rilevato; si deve ovviamente prestare attenzione a porre il tubo in PVC in maniera tale da non interferire con eventuali tirafondi della barriera.

Essendo la canaletta al di fuori della piattaforma stradale e oltre la barriera metallica si è deciso di non munirla di griglia sovrastante, non essendoci pericolo che i mezzi possano transitare nelle immediate vicinanze, in questa maniera si evitano eventuali ostruzioni della griglia, lasciando l'acqua libera di defluire e allontanarsi dalla piattaforma stradale.

Per un maggior dettaglio vedere gli elaborati dei particolari idraulici.

Per il dimensionamento degli interassi dei pozzetti si è posto un riempimento massimo all'interno della canaletta dell'80%. Con tale riempimento si ha che:

$$A = 0,175 \text{ m}^2 \qquad C = 1,2 \text{ m}$$

La portata massima transitante nella canaletta rettangolare è stata calcolata con la formula di Chézy avendo posto come parametro di Strickler il valore di 60 ( $n = 0.0166$ ).

La portata massima transitante, considerando una pendenza longitudinale pari a 0.2% è

$$Q_{\max} = 0,130 \text{ m}^3 / \text{s}$$

La portata massima che può portare invece la tubazione in PVC di scarico del pozzetto può essere calcolata con la formula del funzionamento sotto battente:

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

Essendo  $C_q = 0.6$ ,  $A$  l'area del tubo in PVC e  $h$  il carico sulla sezione contratta.

In condizioni di regime in cui la canaletta rettangolare porta esattamente la sua portata massima ammissibile, bisogna verificare che il DN 315 non scarichi meno di questa portata; si è quindi calcolato per quale altezza sopra battente venga garantita una portata di scarico del tubo di almeno 130 l/s, e si è trovata una altezza pari a 69 cm circa, valore che è sempre garantito nel pozzetto di scarico della canaletta rettangolare, infatti l'altezza di questo a sua volta dipende dall'altezza del muro al di sotto della barriera fono assorbente; essa ha come valore minimo 1,20 m al netto di 30 cm di spessori del fondo, dei centimetri a cui si trova il fondo scorrevole del tubo rispetto al fondo del pozzetto e del magrone sopra la ciabatta, garantisce sempre i 69 cm.

Verificato questo si può affermare quindi che il tratto massimo di autostrada che la canaletta riesce a drenare è dato dal rapporto tra la massima portata smaltibile e la massima portata defluente dalla falda piana per unità di larghezza ( $q_0$ ).

### 4.2.4 Drenaggio dai viadotti

Nel tratto stradale preso in esame è presente un unico viadotto sul fiume Lambro che subirà un allargamento simmetrico.

Il sistema di drenaggio utilizzato è di tipo chiuso. L'acqua viene intercettata sul ciglio pavimentato tramite delle bocche di lupo rivestite in acciaio che scaricano su un discendente DN160 e da questo nel collettore in PRFV che corre appeso in corrispondenza del marciapiede del viadotto. Il dimensionamento del passo delle caditoie è stato fatto in modo analogo a quanto già detto per il dimensionamento del passo degli embrici. Per quanto riguarda i collettori in PRFV si è posto come parametro di Strickler il valore di 80 ( $n = 0.0125$ ).

## 4.3 ELEMENTI DI CONVOGLIAMENTO

### 4.3.1 Collettori circolari in PEAD e PP

Quando gli elementi di raccolta raggiungono il riempimento massimo, essi scaricano nei collettori sottostanti. Si utilizzano collettori in PEAD (Polietilene ad alta densità) SN 8 kN/m<sup>2</sup> conformi alla norma UNI 10968 (Pr EN 13476-1) per i tubi che viaggiano longitudinalmente alla viabilità, mentre collettori in PP (Polipropilene) SN 16 kN/m<sup>2</sup> secondo EN ISO 9969, conformi alla norma UNI 10968, per gli attraversamenti trasversali.

Per il dimensionamento si è considerato il diametro interno (riportato nella tabella 6), che risulta identico per le due tipologie di tubi visti in precedenza, ed un coefficiente di scabrezza di Manning pari a 0,0125.

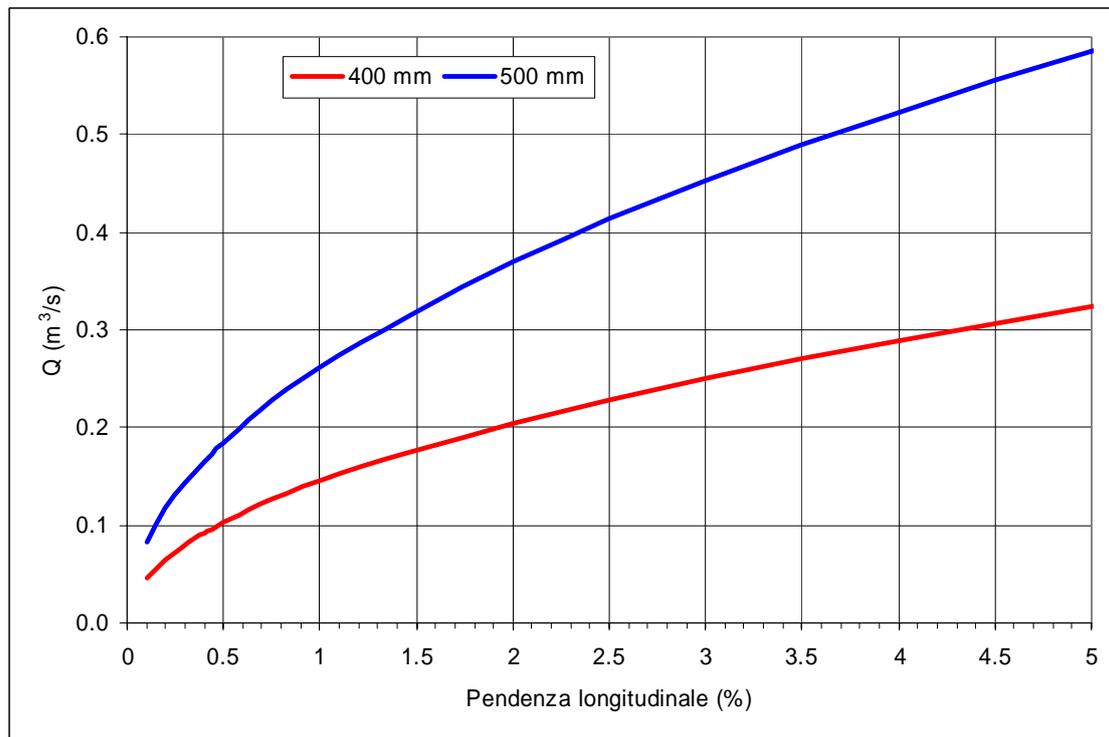
**Tabella 7:** Diametri interni dei collettori in PEAD SN 8 kN/m<sup>2</sup> e in PP SN 16 kN/m<sup>2</sup>

<b>DN</b>	<b>Spessore</b>	<b>Raggio interno</b>
<i>(mm)</i>	<i>(mm)</i>	<i>(mm)</i>
400	26.5	173.5
500	33.5	216.5
630	47.5	267.5
800	61	339

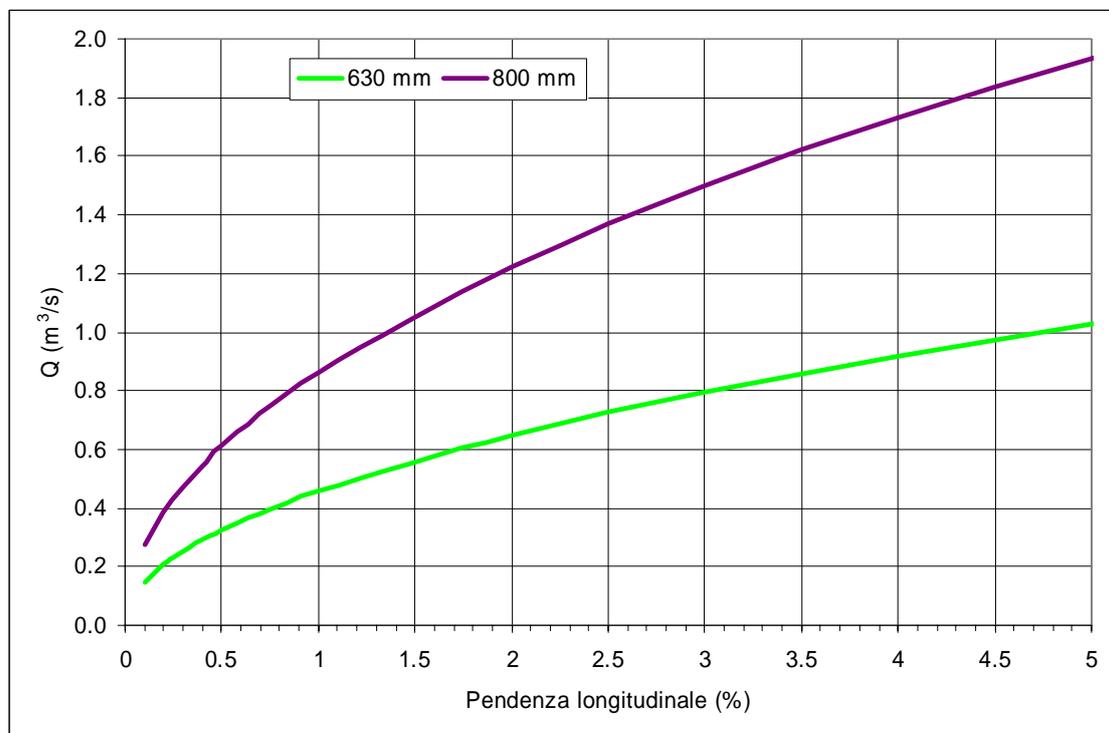
Nel dimensionamento dei collettori si è utilizzata la pendenza stradale. Per i tratti molto pianeggianti e nel caso in cui il collettore è in contropendenza rispetto alla livelletta stradale si è posta una pendenza minima dello 0,20% e una velocità minima di 0,5 m/s per consentire una velocità minima dell'acqua che sia in grado di portare via eventuali sedimenti accumulatisi nel tempo.

Per evitare che i collettori vadano in pressione, si è considerato un riempimento massimo dell'80% con la portata di progetto avente tempo di ritorno di 25 anni.

Nelle figure sottostanti sono riportate le portate massime smaltibili dai collettori in PEAD ed in PP considerando il riempimento massimo detto in precedenza.



**Figura 9** Portata massima transitante per collettori circolari in PEAD e PP di diametro 400 e 500 mm



**Figura 10** Portata massima transitante per collettori circolari in PEAD e PP di diametro 630 e 800 mm

Per consentire un'agevole manutenzione e pulizia dei tratti di collettore, si è posto pari a 50 m l'interasse massimo tra due pozzetti.

Nella tabella sottostante vengono riportati i risultati dei calcoli specifici.

#### 4.3.1 Fossi di guardia

I fossi di guardia sono sia di forma trapezia che rettangolare, essi assurgono alla funzione di elemento di convogliamento verso il recapito.

I fossi possono essere in terra di forma trapezia (FI1,2...) nella maggioranza dei casi, in cls di forma trapezia (FC1), utilizzati nelle fasce di rispetto dei pozzi idropotabili ed in prossimità del fiume Lambro per i quali bisogna garantire un controllo qualitativo, ed in cls di forma rettangolare (FRett 1).

Il sistema di scarico tramite fossi prevede che l'acqua della piattaforma autostradale sia indirizzata direttamente al fosso al piede del rilevato tramite embrici. Nel punto di scarico dell'embrice si deve quindi rivestire il fosso in CLS per evitare l'erosione, qualora questo fosse in terra.

I fossi conducono l'acqua allo scarico, rappresentato dal reticolo idrografico esistente; nei casi di sistema chiuso è presente allo scarico un manufatto di restituzione in calcestruzzo dotato di lama disoleatrice.

I fossi sono quindi stati dimensionati in maniera tale che possano garantire il trasporto della portata in arrivo dalla piattaforma stradale.

Il tempo di ritorno di progetto per tutti i fossi è di 25 anni.

L'area drenata relativa ad ogni fosso sarà costituita dalla porzione di piattaforma afferente il fosso maggiorata della area di ingombro del fosso stesso che, a favore di sicurezza, verrà comunque computata come area impermeabile.

Il moto all'interno del fosso 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 ( $m^3/s$ );

$k = 1/n$  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);

$$\mathfrak{R} = \frac{A}{C}$$

raggio idraulico (m).

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

Nel dimensionamento dei fossi si è utilizzata una pendenza media di 0.2% data la natura pianeggiante del terreno in cui è calato il tratto in progetto.

Nel dimensionamento è stato considerato un riempimento massimo dell'80%.

Nella tabella di seguito riportiamo le dimensioni dei fossi utilizzati nel presente progetto.

**Tabella 8** Tabella dimensione fossi

TABELLA DIMENSIONI (in cm)				Largh.	Area 80%
FI e FC	A	B	C	m	mq
1	75	50	50	2.00	0.440
2	112.5	75	75	3.00	0.990
F Rett	L	h			
1	200	75	2.00	1.200	

Nelle figure sottostanti sono riportate le portate massime smaltibili dai fossi considerando il riempimento massimo detto in precedenza.

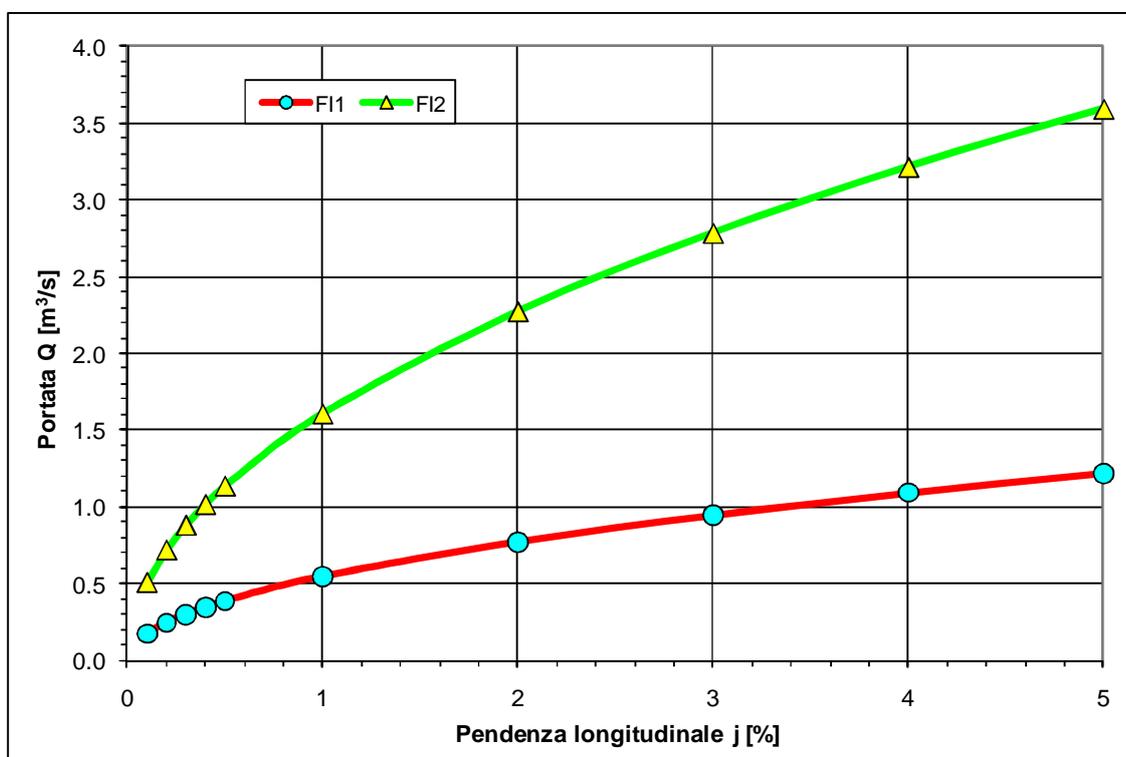


Figura 11 Portata massima transitante per fossi F11 ed F12 inerbiti

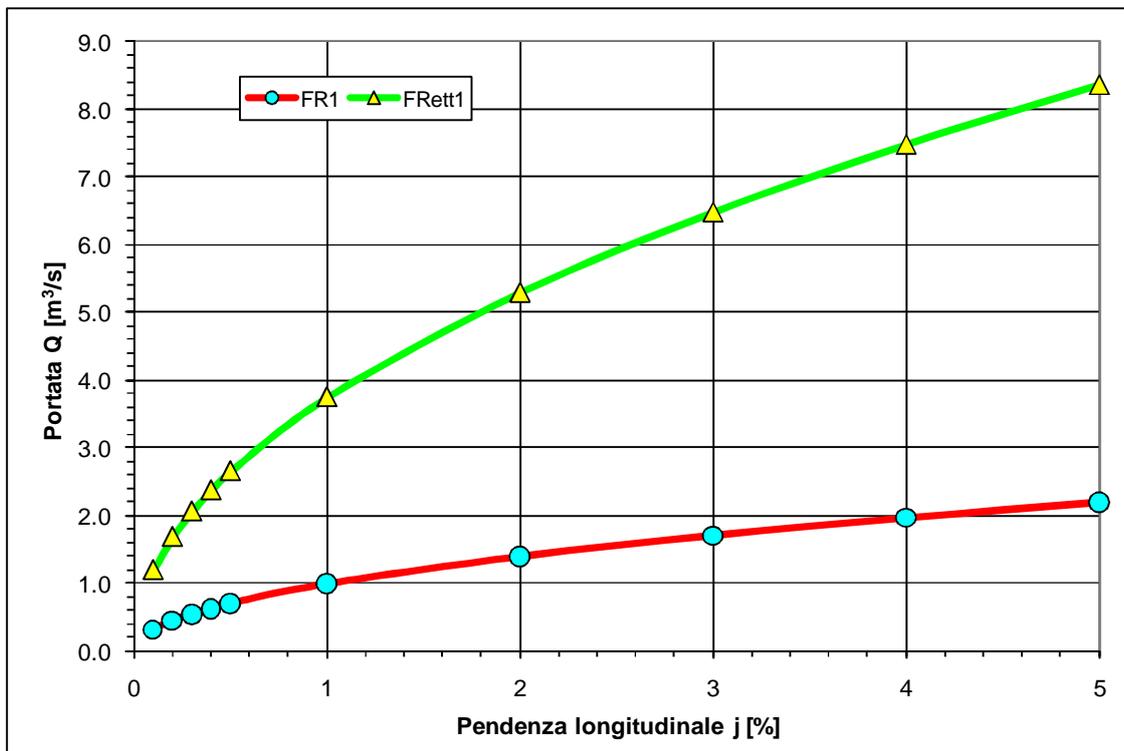


Figura 12 Portata massima transitante per fossi FR1 ed FRRetr1 rivestiti i cls

## 4.4 PRESIDI IDRAULICI

### 4.4.1 Manufatti disoleatori

In prossimità dello scarico dei fossi, nell'ambito del tratto di sistema chiuso, ovvero nelle aree sensibili in cui si è deciso di garantire un livello di controllo qualitativo maggiore che negli altri casi, sono presenti dei manufatti disoleatori in calcestruzzo.

Il manufatto è stato studiato in maniera tale da essere suddiviso in due parti.

Un primo pozzetto delle dimensioni di 2,30x2,00x1,35 m, per il trattamento qualitativo delle acque di scarico, e di un secondo manufatto di dimensioni massime di 1,60x2,00x1,35 m di sbocco al recapito, per proteggere le sponde del recapito stesso.

Il pozzetto disoleatore è dotato di un setto ferma rifiuti dell'altezza di 45 cm e di una lama disoleatrice in cls.

Il setto consente di trattenere gli elementi grossolani che possono essere trasportati attraverso il fosso fino al pozzetto (rami e simili), in maniera tale da non ostruire la luce di scarico disposta più a valle.

La lama disoleatrice è costituita in maniera tale da avere una apertutra di 30 cm sul fondo: quando il livello sale sopra i 30 cm gli oli, più leggeri dell'acqua, si dispongono al livello massimo, rimanendo trattenuti dal setto; quando il livello è più basso dei 30 cm gli oli passano attraverso il fondo del setto ma non riescono a fuoriuscire dalla soglia sul fondo che è oculatamente posizionata ad una quota più alta (45 cm), restando quindi trattenuti nel secondo vano del manufatto di restituzione.

E' evidente che questi pozzetti vanno periodicamente puliti da sedimenti di varia natura, elementi medio grossolani che non vengono trattenuti dal setto ferma rifiuti e dagli oli depositati sul fondo del secondo vano.

## APPENDICE A: VERIFICA DEI COLLETTORI

Riportiamo in questo capitolo i tabulati relativi al dimensionamento dei collettori di scarico in piattaforma riportati nella planimetria idraulica di progetto.

### 4.5 Collettori di raccolta carreggiata Nord

Pozzetto	PK iniziale	PK finale	Lunghezza collettore	Diametro	Pendenza collettore	Area ridotta	ta	intensità	Portata	Grado di riempimento	Velocità
Carreggiata Nord			[m]	[mm]	[ % ]	[m <sup>2</sup> ]	[min]	[mm/h]	[m <sup>3</sup> /s]	[ % ]	[m/s]
N21	20822	20872	50.00	400	0.230	1,000.00	5.99	204.90	0.06	67.65	0.84
N22	20872	20972	100.00	500	0.350	3,000.00	7.35	181.14	0.15	78.08	1.22
N23	20972	21110	138.00	630	0.300	5,760.00	8.99	160.52	0.26	75.80	1.40
N24	20642	20692	50.00	400	0.205	1,000.00	6.04	203.92	0.06	70.49	0.80
N25	20692	20734.6	42.60	500	0.205	1,852.00	6.81	189.63	0.10	67.96	0.92
N26	20580	20642	62.00	400	0.230	1,240.00	6.20	200.74	0.07	79.58	0.86
N27	20168	20082	86.00	400	0.450	1,720.00	6.19	200.77	0.10	78.94	1.20
N28	20082	19998	84.00	400	0.420	1,680.00	6.21	200.55	0.09	79.72	1.16
N29	19998	19925	73.00	400	0.320	1,460.00	6.19	200.80	0.08	79.47	1.01
N30	19896	19925	29.00	400	0.200	580.00	5.67	211.69	0.03	50.85	0.71
N31	19925	scarico	2.50	500	0.200	2,040.00	6.24	199.93	0.11	77.56	0.92
N32	19808	19852	44.00	400	0.205	880.00	5.93	206.06	0.05	64.69	0.78
N33	19852	19896	44.00	500	0.205	1,760.00	6.74	190.83	0.09	65.88	0.91
N34	19518	19568	50.00	400	0.200	1,000.00	6.04	203.73	0.06	71.05	0.79
N35	19568	19596	28.00	500	0.300	1,560.00	6.49	195.22	0.08	54.51	1.03
N36	19402	19458	56.00	400	0.200	1,120.00	6.16	201.46	0.06	77.45	0.80
N37	19458	19514	56.00	500	0.200	2,240.00	7.17	183.90	0.11	78.29	0.93
N38	19235	19290	55.00	500	0.247	1,760.00	6.16	201.49	0.10	64.06	0.99
N39	19290	19345	55.00	500	0.350	2,970.00	6.91	188.06	0.16	80.22	1.23
N40	19345	19402	57.00	630	0.200	4,180.00	7.80	174.83	0.20	78.99	1.07
N41	19402	attr.	22.00	630	0.320	5,434.00	8.07	171.27	0.26	79.52	1.35
N43	18379	18315	64.00	400	0.330	1,536.00	6.50	195.01	0.08	79.96	1.03
N45	18118	18168	50.00	400	0.200	1,000.00	6.05	203.71	0.06	71.04	0.79
N46	18168	18218	50.00	500	0.200	2,000.00	6.96	187.26	0.10	72.09	0.92
N47	18218	18268	50.00	630	0.200	3,000.00	7.78	175.07	0.15	61.27	1.01
N48	18268	18305	37.00	630	0.200	3,740.00	8.37	167.55	0.17	69.38	1.05
N50	17900	17953	53.00	400	0.200	1,060.00	6.10	202.67	0.06	74.17	0.79
N51	17953	18006	53.00	500	0.200	2,120.00	7.06	185.65	0.11	75.12	0.92
N52	18006	18058	52.00	630	0.200	3,160.00	7.91	173.38	0.15	63.04	1.02
N53	17863	17909	46.00	400	0.200	920.00	5.97	205.23	0.05	67.11	0.78
N58	17528	17580	52.00	400	0.200	1,040.00	6.08	203.04	0.06	73.12	0.79
N59	16220	16255	35.00	400	0.200	700.00	5.78	209.37	0.04	56.64	0.74
N60	16255	16290	35.00	400	0.300	1,400.00	6.37	197.34	0.08	77.43	0.98
N61	15610	15666	56.00	400	0.200	1,120.00	6.16	201.49	0.06	77.46	0.80
N62	13774	13817	43.00	400	0.203	860.00	5.92	206.39	0.05	63.88	0.77

Pozzetto	PK iniziale	PK finale	Lunghezza collettore	Diametro	Pendenza collettore	Area ridotta	ta	intensità	Portata	Grado di riempimento	Velocità
Carreggiata Nord			[m]	[mm]	[ % ]	[m <sup>2</sup> ]	[min]	[mm/h]	[m <sup>3</sup> /s]	[ % ]	[m/s]
N63	13817	13860	43.00	500	0.203	1,720.00	6.71	191.32	0.09	65.08	0.90
N64	13565	13615	50.00	400	0.200	1,000.00	5.38	218.47	0.06	75.24	0.80
N65	13615	13665	50.00	500	0.200	2,000.00	6.29	199.01	0.11	75.86	0.92
N66	13665	13720	55.00	500	0.380	3,100.00	7.00	186.49	0.16	79.68	1.28
N67	13565	13515	50.00	400	0.320	1,000.00	5.19	223.17	0.06	63.97	0.97
N68	13515	13465	50.00	500	0.320	2,000.00	5.93	206.05	0.11	64.99	1.13
N69	13465	13405	60.00	500	0.430	3,200.00	6.67	192.06	0.17	79.63	1.36
N70	13405	13365	40.00	400	0.220	800.00	5.17	223.84	0.05	62.55	0.80
N71	13365	13325	40.00	500	0.220	1,600.00	5.88	207.05	0.09	63.61	0.93
N72	13275	13325	50.00	400	0.200	1,000.00	5.38	218.46	0.06	75.24	0.80
N73	13325	attr.	22.00	500	0.310	2,600.00	6.20	200.60	0.14	79.59	1.15
N74	13275	13230	45.00	400	0.220	900.00	5.25	221.67	0.06	67.47	0.82
N75	13230	13185	45.00	500	0.220	1,800.00	6.04	203.76	0.10	68.39	0.95
N76	13185	13138	47.00	500	0.330	2,740.00	6.70	191.47	0.15	77.66	1.19
N77	13138	13088	50.00	400	0.204	1,000.00	5.37	218.68	0.06	74.67	0.80
N78	13088	13038	50.00	500	0.204	2,000.00	6.27	199.34	0.11	75.32	0.93
N79	13038	12995	43.00	500	0.330	2,860.00	6.87	188.65	0.15	79.80	1.19
N80	12995	12945	50.00	400	0.204	1,000.00	5.37	218.68	0.06	74.67	0.80
N81	12945	12895	50.00	500	0.204	2,000.00	6.27	199.34	0.11	75.32	0.93
N82	12895	12852	43.00	500	0.330	2,860.00	6.87	188.65	0.15	79.80	1.19
N83	12852	12793	59.00	400	0.250	1,180.00	5.43	217.18	0.07	78.61	0.89
N84	12793	12734	59.00	500	0.250	2,360.00	6.39	197.14	0.13	79.06	1.03
N85	12734	12675	59.00	630	0.200	3,540.00	7.32	181.57	0.18	70.74	1.05
N86	12675	12625	50.00	400	0.200	1,000.00	5.38	218.51	0.06	75.25	0.80
N87	12625	12575	50.00	500	0.200	2,000.00	6.28	199.06	0.11	75.88	0.92
N88	12575	12530	45.00	630	0.200	2,900.00	7.02	186.21	0.15	62.42	1.02
N89	12530	attr.	20.00	630	0.400	5,800.00	7.57	177.94	0.29	78.88	1.51
N90	12530	12470	60.00	400	0.250	1,200.00	5.45	216.75	0.07	79.77	0.89
N91	12470	12410	60.00	500	0.250	2,400.00	6.42	196.53	0.13	80.15	1.04
N92	12360	12410	50.00	400	0.200	1,000.00	5.38	218.48	0.06	75.24	0.80
N93	12410	attr.	20.00	500	0.500	3,400.00	6.65	192.45	0.18	78.63	1.46
N94	11800	11884	84.00	400	0.250	1,680.00	6.43	196.22	0.09	70.54	0.97
N95	11800	11720	80.00	400	0.250	1,600.00	6.38	197.31	0.09	68.27	0.96
N96	9822	9864	42.00	400	0.200	1,039.50	5.43	217.38	0.06	77.56	0.80
N97	9864	9900	36.00	500	0.200	1,813.50	6.08	203.01	0.10	71.12	0.91

Pozzetto	PK iniziale	PK finale	Lunghezza collettore	Diametro	Pendenza collettore	Area ridotta	ta	intensità	Portata	Grado di riempimento	Velocità
Carreggiata Nord			[m]	[mm]	[ % ]	[m <sup>2</sup> ]	[min]	[mm/h]	[m <sup>3</sup> /s]	[ % ]	[m/s]
N98	9736.81	9745.2	8.39	500	0.200	1,457.47	4.68	237.47	0.10	67.87	0.91
N99	9745.2	9783.6	38.40	630	0.200	2,407.87	5.38	218.60	0.15	61.73	1.01
N100	9783.6	9822	38.40	630	0.200	3,358.27	6.00	204.72	0.19	75.39	1.06
N101	9822	attr.	21.50	630	0.200	3,358.27	6.34	198.05	0.18	73.32	1.06
N102	8357	8407	50.00	400	0.250	1,350.00	6.73	191.02	0.07	79.09	0.89
N103	8407	8457	50.00	500	0.270	2,700.00	7.50	178.91	0.13	78.99	1.08
N104	8497	8457	40.00	400	0.200	1,080.00	6.64	192.58	0.06	72.22	0.79
N105	8497	8547	50.00	400	0.250	1,350.00	6.73	191.02	0.07	79.09	0.89
N106	8547	8597	50.00	500	0.270	2,700.00	7.50	178.91	0.13	78.99	1.08
N107	8597	8637	40.00	630	0.200	3,780.00	8.14	170.38	0.18	70.86	1.05
N108	8457	attr.	22.00	630	0.200	3,780.00	7.85	174.10	0.18	72.07	1.05
N109	8066	8114	48.00	400	0.240	1,080.00	6.22	200.19	0.06	69.34	0.86
N110	7965	8025	60.00	400	0.220	1,200.00	6.18	201.00	0.07	78.86	0.84
N111	7714	7673	41.00	400	0.200	820.00	5.88	207.06	0.05	62.31	0.76
N112	7570	7510	60.00	400	0.220	1,200.00	6.18	200.99	0.07	78.86	0.84
N113	6875	6832	43.00	400	0.200	946.00	6.15	201.62	0.05	67.60	0.78
N114	6040	6088	48.00	400	0.200	960.00	6.00	204.68	0.05	69.11	0.78
N115	14919	14969	50.00	400	0.200	900.00	5.80	208.78	0.05	66.87	0.78
N116	19514	attr.	22.00	500	0.260	2,240.00	7.47	179.40	0.11	68.58	1.03
N117	14969	15069	100.00	500	0.300	2,700.00	7.28	182.21	0.14	76.49	1.13
N118	15069	15119	50.00	400	0.200	900.00	5.80	208.78	0.05	66.87	0.78
N119	15119	15184	65.00	500	0.200	2,070.00	6.98	186.82	0.11	74.01	0.92
N120	15069	attr.	45.00	500	0.300	2,700.00	7.95	172.85	0.13	73.11	1.12
N121	15184	attr.	45.00	500	0.200	2,070.00	7.81	174.70	0.10	70.15	0.91
N122	10250	10365	115.00	400	0.200	924.00	7.02	186.14	0.05	62.86	0.76
N123	19596	attr.	22.00	500	0.200	1,560.00	6.89	188.38	0.08	60.58	0.87
N124	19596	19646	50.00	400	0.200	1,000.00	6.04	203.73	0.06	71.05	0.79
N125	19646	19696	50.00	500	0.200	2,000.00	6.96	187.15	0.10	72.06	0.92
N126	19696	attr.	22.00	500	0.200	2,000.00	7.37	180.88	0.10	70.28	0.91

#### 4.6 Collettori di raccolta carreggiata Sud

Pozzetto	PK iniziale	PK finale	Lunghezza collettore	Diametro	Pendenza collettore	Area ridotta	ta	intensità	Portata	Grado di riempimento	Velocità
Carreggiata Sud			[m]	[mm]	[ % ]	[m <sup>2</sup> ]	[min]	[mm/h]	[m <sup>3</sup> /s]	[ % ]	[m/s]
S27	19690	attr.	22.00	500	0.200	2,000.00	7.77	175.16	0.10	68.48	0.91
S30	19596	attr.	22.00	630	0.200	1,560.00	7.31	181.76	0.08	42.39	0.87
S33	19514	attr.	22.00	500	0.260	2,240.00	7.83	174.45	0.11	67.19	1.03
S56	17528	17580	52.00	400	0.200	1,040.00	6.08	203.04	0.06	73.12	0.79
S57	16220	16255	35.00	400	0.200	700.00	5.78	209.37	0.04	56.64	0.74
S58	16255	16290	35.00	400	0.300	1,400.00	6.37	197.34	0.08	77.43	0.98
S59	15640	15598	42.00	400	0.200	840.00	5.90	206.64	0.05	63.26	0.76
S60	13774	13814	40.00	400	0.203	800.00	5.86	207.49	0.05	61.05	0.76
S61	13255	13291	36.00	400	0.200	792.00	5.33	219.79	0.05	63.38	0.77
S62	13291	13334	43.00	500	0.200	1,652.00	6.13	202.10	0.09	66.13	0.90
S63	13138	13196.5	58.50	400	0.280	1,287.00	5.58	213.80	0.08	79.74	0.95
S64	13014	12960	54.00	400	0.240	1,080.00	5.37	218.79	0.07	74.42	0.87
S65	12960	12906	54.00	500	0.240	2,160.00	6.26	199.46	0.12	75.08	1.01
S66	12906	12852	54.00	630	0.240	3,240.00	7.07	185.48	0.17	63.09	1.12
S67	12852	12808	44.00	400	0.210	880.00	5.25	221.70	0.05	67.51	0.80
S68	12808	12764	44.00	500	0.210	1,760.00	6.04	203.81	0.10	68.44	0.93
S69	12764	12720	44.00	630	0.210	2,640.00	6.76	190.50	0.14	58.62	1.02
S70	12720	12675	45.00	630	0.210	3,540.00	7.46	179.53	0.18	68.85	1.07
S71	12675	12625	50.00	400	0.200	1,000.00	5.38	218.51	0.06	75.25	0.80
S72	12625	12575	50.00	500	0.200	2,000.00	6.28	199.06	0.11	75.88	0.92
S73	12575	12530	45.00	630	0.200	2,900.00	7.02	186.21	0.15	62.42	1.02
S74	12530	attr.	20.00	630	0.200	2,900.00	7.35	181.14	0.15	61.28	1.01
S75	12530	12490	40.00	400	0.200	800.00	5.20	223.03	0.05	64.47	0.77
S76	11800	11884	84.00	400	0.250	1,680.00	6.43	196.22	0.09	70.54	0.97
S77	11800	11720	80.00	400	0.250	1,600.00	6.38	197.31	0.09	68.27	0.96
S78	11080	11100	20.00	400	1.040	1,200.00	4.53	242.33	0.08	52.01	1.63
S79	11040	11020	20.00	400	0.250	400.00	4.78	234.52	0.03	40.94	0.72
S80	10947	10983	36.00	400	0.870	720.00	4.77	234.89	0.05	40.18	1.32
S81	10983	11020	37.00	400	0.870	1,460.00	5.17	223.91	0.09	59.12	1.56
S82	11020	attr.	20.00	500	0.200	1,860.00	5.53	215.00	0.11	76.18	0.92
S83	10887	10947	60.00	400	0.870	1,200.00	4.98	228.77	0.08	53.01	1.50
S84	10692	10742	50.00	400	0.200	1,000.00	5.35	219.31	0.06	75.49	0.80
S85	10742	10792	50.00	500	0.200	2,000.00	6.25	199.68	0.11	76.09	0.92
S86	10792	10842	50.00	630	0.200	3,000.00	7.06	185.50	0.15	63.71	1.02
S87	10842	10887	45.00	630	0.200	3,900.00	7.77	175.15	0.19	74.31	1.06

Pozzetto	PK iniziale	PK finale	Lunghezza collettore	Diametro	Pendenza collettore	Area ridotta	ta	intensità	Portata	Grado di riempimento	Velocità
Carreggiata Sud			[m]	[mm]	[ % ]	[m <sup>2</sup> ]	[min]	[mm/h]	[m <sup>3</sup> /s]	[ % ]	[m/s]
S88	10652	10692	40.00	400	0.200	800.00	5.17	223.93	0.05	64.65	0.77
S89	10514	10564	50.00	400	0.200	1,000.00	5.35	219.31	0.06	75.49	0.80
S90	10564	10614	50.00	500	0.200	2,000.00	6.25	199.68	0.11	76.09	0.92
S91	10614	10652	38.00	500	0.310	2,760.00	6.80	189.82	0.15	79.95	1.15
S92	10365	10415	50.00	400	0.200	1,000.00	5.35	219.31	0.06	75.49	0.80
S93	10415	10465	50.00	500	0.200	2,000.00	6.25	199.68	0.11	76.09	0.92
S94	10465	10514	49.00	500	0.350	2,980.00	6.92	187.88	0.16	80.42	1.23
S95	10181	10231	50.00	400	0.200	1,000.00	5.35	219.31	0.06	75.49	0.80
S96	10231	10281	50.00	500	0.200	2,000.00	6.25	199.68	0.11	76.09	0.92
S97	10281	10331	50.00	630	0.200	3,000.00	7.06	185.50	0.15	63.71	1.02
S98	10331	10365	34.00	630	0.200	3,680.00	7.60	177.50	0.18	71.64	1.05
S99	9975	10025	50.00	400	0.200	1,000.00	5.35	219.31	0.06	75.49	0.80
S100	10025	10075	50.00	500	0.200	2,000.00	6.25	199.68	0.11	76.09	0.92
S101	10075	10125	50.00	630	0.200	3,000.00	7.06	185.50	0.15	63.71	1.02
S102	10125	10181	56.00	630	0.200	4,120.00	7.94	172.90	0.20	77.10	1.06
S103	9910	9975	65.00	400	0.300	1,300.00	5.41	217.85	0.08	79.29	0.98
S104	9822	9866	44.00	400	0.200	880.00	5.24	222.07	0.05	68.83	0.78
S105	9866	9910	44.00	500	0.200	1,760.00	6.04	203.77	0.10	69.70	0.91
S106	9680	9730	50.00	400	0.200	1,000.00	5.35	219.31	0.06	75.49	0.80
S107	9730	9780	50.00	500	0.200	2,000.00	6.25	199.68	0.11	76.09	0.92
S108	9780	9822	42.00	630	0.200	2,840.00	6.94	187.45	0.15	61.83	1.01
S109	9822	attr.	20.00	630	0.500	6,198.27	7.14	184.31	0.32	78.13	1.68
S110	9606	9643	37.00	400	0.200	888.00	5.08	226.07	0.06	70.24	0.79
S111	9643	9680	37.00	500	0.200	1,776.00	5.76	209.79	0.10	71.80	0.91
S112	9442	9497	55.00	400	0.220	1,100.00	5.39	218.16	0.07	78.47	0.84
S113	9497	9552	55.00	500	0.220	2,200.00	6.34	198.00	0.12	78.92	0.97
S114	9552	9606	54.00	630	0.200	3,280.00	7.21	183.32	0.17	67.29	1.04
S115	8357	8407	50.00	400	0.250	1,350.00	6.73	191.02	0.07	79.09	0.89
S116	8407	8457	50.00	500	0.270	2,700.00	7.50	178.91	0.13	78.99	1.08
S117	8457	8507	50.00	630	0.200	4,050.00	8.29	168.50	0.19	74.25	1.06
S118	8507	8540	33.00	630	0.250	4,941.00	8.75	163.09	0.22	77.95	1.19
S119	8050	8100	50.00	400	0.240	1,125.00	6.26	199.53	0.06	71.37	0.86
S120	7714	7662	52.00	400	0.200	1,040.00	6.08	203.04	0.06	73.12	0.79
S121	6875	6832	43.00	400	0.200	946.00	6.15	201.62	0.05	67.60	0.78
S122	6040	6088	48.00	400	0.200	960.00	6.01	204.46	0.05	69.05	0.78

Pozzetto	PK iniziale	PK finale	Lunghezza collettore	Diametro	Pendenza collettore	Area ridotta	ta	intensità	Portata	Grado di riempimento	Velocità
Carreggiata Sud			[m]	[mm]	[ % ]	[m <sup>2</sup> ]	[min]	[mm/h]	[m <sup>3</sup> /s]	[ % ]	[m/s]
S123	5158	5208	50.00	400	0.200	1,162.50	6.42	196.47	0.06	78.34	0.80
S124	5208	5258	50.00	500	0.200	2,325.00	7.32	181.57	0.12	80.21	0.93
S125	5258	5308	50.00	400	0.200	1,162.50	6.42	196.47	0.06	78.34	0.80
S126	5308	5358	50.00	500	0.200	2,325.00	7.32	181.57	0.12	80.21	0.93
S127	4800	4854	54.00	400	0.220	1,255.50	6.45	195.91	0.07	80.43	0.84
S128	4854	4908	54.00	500	0.240	2,511.00	7.34	181.31	0.13	78.96	1.01
S129	4908	4962	54.00	630	0.200	3,766.50	8.20	169.65	0.18	70.42	1.05
S130	4962	5016	54.00	630	0.250	5,022.00	8.95	160.90	0.22	78.15	1.19
S131	5016	5071	55.00	400	0.230	1,278.75	6.45	195.99	0.07	80.14	0.86
S132	5071	5126	55.00	500	0.240	2,557.50	7.35	181.14	0.13	80.36	1.01
S133	5158	5126	32.00	400	0.200	744.00	6.10	202.70	0.04	57.67	0.74
S134	5126	attr.	50.00	630	0.200	3,301.50	8.16	170.06	0.16	64.10	1.02
S135	15185	15300	115.00	500	0.300	2,300.00	6.71	191.35	0.12	69.80	1.11
S136	15300	15346	46.00	400	0.200	920.00	5.97	205.19	0.05	67.09	0.78
S137	15300	attr.	45.00	630	0.200	3,220.00	7.44	179.87	0.16	65.51	1.03
S138	13014	13064	50.00	400	0.250	1,100.00	5.49	215.98	0.07	73.58	0.88
S139	13064	13100	36.00	500	0.250	1,892.00	6.08	203.02	0.11	67.56	1.01

## 5 APPENDICE B: VERIFICHE DEI FOSSI DI GUARDIA

Riportiamo in questo capitolo i tabulati relativi al dimensionamento dei fossi di laminazione al piede della scarpata riportati nella planimetria idraulica di progetto. Per le dimensioni dei fossi utilizzati si rimanda agli elaborati specifici.

### 5.1 Fossi di guardia in carreggiata Nord

Nome	Largh. Ante [m]	Largh. Post [m]	Lungh. Strada [m]	Lunghezza fosso [m]	q <sub>ingresso</sub> [mc/s]	Fosso
FN001	19.50	24.50	300	300	0.270	FI2
FN002	16.00	22.00	473	473	0.387	FI2
FN003	16.00	20.00	525	227	0.366	FRett1
FN004	16.00	20.00	156	77	0.107	FRett1
FN005	16.00	20.00	409	409	0.308	FI2
FN006	16.00	20.00	69	77	0.050	FI1
FN007	16.00	20.00	93	37	0.063	FI1
FN008	16.00	20.00	81	81	0.058	FI1
FN009	16.00	20.00	97	70	0.068	FRett1
FN010	16.00	20.00	88	72	0.062	FRett1
FN011	16.00	22.00	121	121	0.095	FI1
FN012	16.00	22.00	447	447	0.366	FI2
FN013	16.00	22.00	138	138	0.108	FI1
FN014	16.00	20.00	120	120	0.086	FI1
FN015	16.00	20.00	80	73	0.057	FRett1
FN016	16.00	20.00	261	195	0.184	FI1
FN017	16.00	20.00	60	60	0.043	FI1
FN018	16.00	20.00	153	153	0.110	FI1
FN019	16.00	20.00	141	141	0.102	FRett1
FN020	16.00	20.00	228	189	0.162	FI1
FN021	16.00	20.00	209	209	0.150	FI1
FN022	16.00	20.00	143	143	0.103	FI1
FN023	16.00	20.00	173	173	0.125	FI1
FN024	16.00	20.00	487	487	0.367	FI2
FN025	16.00	20.00	296	228	0.209	FI1
FN026	16.00	20.00	380	380	0.286	FI2
FN027	16.00	20.00	230	175	0.162	FI1
FN028	18.00	23.00	210	210	0.172	FI1
FN029	16.00	23.00	132	132	0.108	FI1
FN030	16.00	21.00	179	179	0.135	FI1

Nome	Largh. Ante [m]	Largh. Post [m]	Lungh. Strada [m]	Lunghezza fosso [m]	q <sub>ingresso</sub> [mc/s]	Fosso
FN031	16.00	20.00	189	189	0.136	FI1
FN032	16.00	20.00	357	271	0.260	FI2
FN033	16.00	20.00	115	115	0.083	FI1
FN034	16.00	20.00	180	180	0.130	FI1
FN035	16.00	20.00	289	241	0.205	FI1
FN036	16.00	20.00	137	80	0.095	FC1
FN037	16.00	20.00	469	469	0.338	FC1
FN038	32.00	40.00	141	141	0.194	FRett1
FN039	16.00	20.00	245	245	0.176	FC1
FN040	16.00	20.00	235	235	0.169	FC1
FN041	16.00	20.00	101	101	0.073	FC1
FN042	16.00	20.00	144	60	0.098	FC1
FN043	16.00	20.00	180	101	0.124	FC1
FN044	16.00	20.00	235	235	0.169	FC1
FN045	16.00	20.00	119	119	0.086	FC1
FN046	16.00	20.00	30	30	0.022	FC1
FN047	16.00	20.00	248	169	0.173	FC1
FN048	16.00	20.00	39	39	0.028	FI1
FN049	16.00	20.00	60	60	0.043	FI1
FN050	16.00	20.00	195	195	0.140	FC1
FN051	16.00	20.00	40	40	0.029	FC1
FN052	16.00	20.00	138	138	0.099	FC1
FN053	16.00	20.80	149	149	0.111	FI1
FN054	16.00	22.00	185	114	0.141	FI1
FN055	16.00	22.00	205	222	0.162	FRett1
FN056	16.00	23.50	156	80	0.125	FRett1
FN057	16.00	26.00	77	77	0.071	FI1
FN058	16.00	20.00	309	282	0.221	FI1
FN059	27.00	27.00	275	275	0.270	FI2
FN060	24.00	27.50	27	27	0.026	FI1

Nome	Largh. Ante [m]	Largh. Post [m]	Lungh. Strada [m]	Lunghezza fosso [m]	q <sub>ingresso</sub> [mc/s]	Fosso
FN061	24.80	24.80	86	86	0.075	FI1
FN062	22.50	22.50	123	123	0.099	FI1
FN063	22.50	23.00	101	101	0.083	FI1
FN064	16.00	23.00	129	129	0.106	FI1
FN065	16.00	20.00	122	122	0.088	FI1
FN066	16.00	20.00	204	105	0.140	FI1
FN067	20.00	26.00	105	105	0.096	FI1
FN068	17.00	23.25	244	244	0.202	FI1
FN069	16.00	23.25	96	96	0.079	FI1
FN070	16.00	20.00	204	204	0.147	FI1
FN071	16.00	20.00	202	164	0.143	FI1
FN072	16.00	20.00	223	223	0.161	FI1
FN073	16.00	20.00	410	360	0.304	FI2
FN074	16.80	22.00	593	563	0.482	FI2
FN075	24.88	32.48	280	262	0.323	FRett1
FN076	41.57	49.42	150	150	0.257	FRett1
FN077	41.34	41.34	179	179	0.260	FRett1
FN078	14.90	23.25	31.95	31.95	0.026	FI1
FN079	16.35	23.25	133	114	0.109	FI1
FN080	28.00	40.30	127	127	0.176	FRett1
FN081	19.16	23.60	92	67	0.075	FI1

## 5.2 Fossi di guardia in carreggiata Sud

Nome	Largh. Ante	Largh. Post	Lungh. Strada	Lunghezza fosso	q <sub>ingresso</sub>	Fosso
	[m]	[m]	[m]	[m]	[mc/s]	
FS001	19.50	29.00	300	300	0.314	FI2
FS002	17.00	24.00	473	473	0.418	FI2
FS003	16.00	20.00	525	525	0.395	FI2
FS004	16.00	20.00	156	156	0.112	FI1
FS005	16.00	20.00	409	409	0.308	FI2
FS006	16.00	20.00	162	162	0.117	FI1
FS007	23.50	24.00	81	81	0.069	FRett1
FS008	16.00	20.00	109	109	0.078	FI1
FS009	16.00	20.00	86.5	60	0.061	FI1
FS010	16.00	20.00	121	121	0.087	FI1
FS011	32.00	41.00	93	93	0.131	FI1
FS012	32.00	41.00	178	178	0.256	FI2
FS013	24.83	31.59	810	810	0.937	FRett1
FS014	16.00	20.00	138	138	0.099	FI1
FS015	16.00	20.00	155	155	0.112	FI1
FS016	16.00	20.00	293	293	0.211	FI1
FS017	16.00	20.00	214	214	0.154	FI1
FS018	16.00	20.00	141	141	0.102	FI1
FS019	16.00	20.00	228	189	0.162	FI1
FS020	16.00	20.00	209	209	0.150	FI1
FS021	16.00	20.00	143	143	0.103	FI1
FS022	16.00	20.00	173	173	0.125	FI1
FS023	16.00	20.00	120	120	0.086	FI1
FS024	16.00	20.00	367	367	0.276	FI2
FS025	16.00	20.00	296	228	0.209	FI1
FS026	16.00	20.00	380	380	0.286	FI2
FS027	16.00	20.00	200	200	0.144	FI1
FS028	18.00	25.00	237	197	0.207	FI1
FS029	16.00	21.00	132	132	0.099	FI1
FS030	16.00	20.00	179	179	0.129	FI1

Nome	Largh. Ante [m]	Largh. Post [m]	Lungh. Strada [m]	Lunghezza fosso [m]	q <sub>ingresso</sub> [mc/s]	Fosso
FS031	16.00	20.00	189	189	0.136	FI1
FS032	16.00	20.00	357	317	0.265	FI2
FS033	16.00	20.00	115	115	0.083	FI1
FS034	16.00	20.00	182	182	0.131	FI1
FS035	16.00	21.00	307	222	0.226	FI1
FS036	16.00	22.00	117	57	0.088	FRett1
FS037	16.00	20.50	469	469	0.361	FRett1
FS038	16.00	20.00	250	200	0.177	FC1
FS039	16.00	20.00	70	70	0.050	FC1
FS040	16.00	20.00	165	165	0.119	FC1
FS041	16.00	20.00	127	127	0.091	FC1
FS042	16.00	20.00	118	48	0.080	FC1
FS043	16.00	20.00	180	101	0.124	FC1
FS044	16.00	20.00	235	235	0.169	FC1
FS045	16.00	20.00	119	119	0.086	FC1
FS046	16.00	20.00	30	30	0.022	FC1
FS047	16.00	20.00	196	120	0.136	FC1
FS048	16.00	20.00	86	86	0.062	FI1
FS049	16.00	20.00	60	60	0.043	FI1
FS050	16.00	20.00	195	195	0.140	FI1
FS051	16.00	20.00	40	40	0.029	FI1
FS052	16.00	20.00	138	138	0.099	FI1
FS053	16.00	20.00	149	149	0.107	FI1
FS054	16.00	20.00	187	149	0.132	FI1
FS055	16.00	20.00	203	203	0.146	FI1
FS056	16.00	20.00	156	93	0.108	FI1
FS057	32.00	41.50	142	160	0.203	FI1
FS058	16.00	24.00	77	77	0.066	FI1
FS059	16.00	20.00	309	282	0.221	FI1
FS060	27.00	27.00	275	198	0.262	FRett1

Nome	Largh. Ante [m]	Largh. Post [m]	Lungh. Strada [m]	Lunghezza fosso [m]	q <sub>ingresso</sub> [mc/s]	Fosso
FS061	23.50	27.50	27	27	0.026	FI1
FS062	23.50	27.00	26	26	0.025	FI1
FS063	22.50	22.50	146	146	0.117	FI1
FS064	22.50	22.50	80	80	0.064	FI1
FS065	16.00	20.00	134	134	0.096	FI1
FS066	16.00	20.00	119	119	0.086	FI1
FS067	16.00	20.00	314	231	0.221	FI1
FS068	24.50	29.00	28	28	0.028	FI1
FS069	16.75	23.25	215	215	0.178	FI1
FS070	16.75	23.25	96	96	0.079	FI1
FS071	16.75	23.25	204	204	0.169	FI1
FS072	16.00	20.00	207	169	0.147	FI1
FS073	16.00	20.00	218	218	0.157	FI1
FS074	16.00	20.00	410	360	0.304	FI2
FS075	16.00	20.00	561	561	0.422	FI2
FS076	17.80	22.50	33	33	0.026	FI1
FS077	17.80	23.25	177	78	0.140	FRett1
FS078	16.80	23.25	31.95	31.95	0.026	FI1
FS079	16.80	23.25	133	114	0.109	FI1
FS080	31.35	40.00	263	263	0.370	FRett1
FS081	17.00	23.20	45	45	0.037	FI1