

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><br>Ing. Maurizio Torresi<br>Ord. Ingg. Milano N. 16492<br><b>RESPONSABILE UFFICIO IDR</b> | <b>IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE</b><br>Ing. Massimiliano Giacobbi<br>Ord. Ingg. Milano N. 20746<br><b>RESPONSABILE AREA DI PROGETTO MILANO</b> | <b>IL DIRETTORE TECNICO</b><br>Ing. Maurizio Torresi<br>Ord. Ingg. Milano N. 16492<br><b>RESPONSABILE FUNZIONE STP</b> |
|--|---|--|

| WBS | RIFERIMENTO ELABORATO |         |           |                | DATA:<br>APRILE 2011 | REVISIONE |             |
|-----|-----------------------|---------|-----------|----------------|----------------------|-----------|-------------|
|     | DIRETTORIO            |         | FILE      |                |                      | n.        | data        |
|     | codice commessa       | N.Prog. | unita'    | n. progressivo |                      | 01        | MAGGIO 2011 |
|     | 11015901              |         | IDR0100-2 |                | SCALA:               | 02        | MAGGIO 2011 |

|  |  |   |                         |
|--|--|---|-------------------------|
|  | <b>COORDINATORE OPERATIVO DI PROGETTO</b><br>Ing. Federica Ferrari | ELABORAZIONE GRAFICA<br>A CURA DI :     | Ing. Alessandra Frongia |
|  |  | ELABORAZIONE PROGETTUALE<br>A CURA DI : |                         |
| CONSULENZA A CURA DI :   |  | IL RESPONSABILE UFFICIO/UNITA'          |                         |

|   |   |  |
|---|---|--|
| <b>VISTO DEL COORDINATORE GENERALE SPEA</b><br>DIREZIONE OPERATIVA<br>PROGETTAZIONE ED ESECUZIONE LAVORI ASPI<br>Ing. Alberto Selleri | <b>VISTO DEL COMMITTENTE</b><br> | <b>VISTO DEL CONCEDENTE</b><br> |
|---|---|--|

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

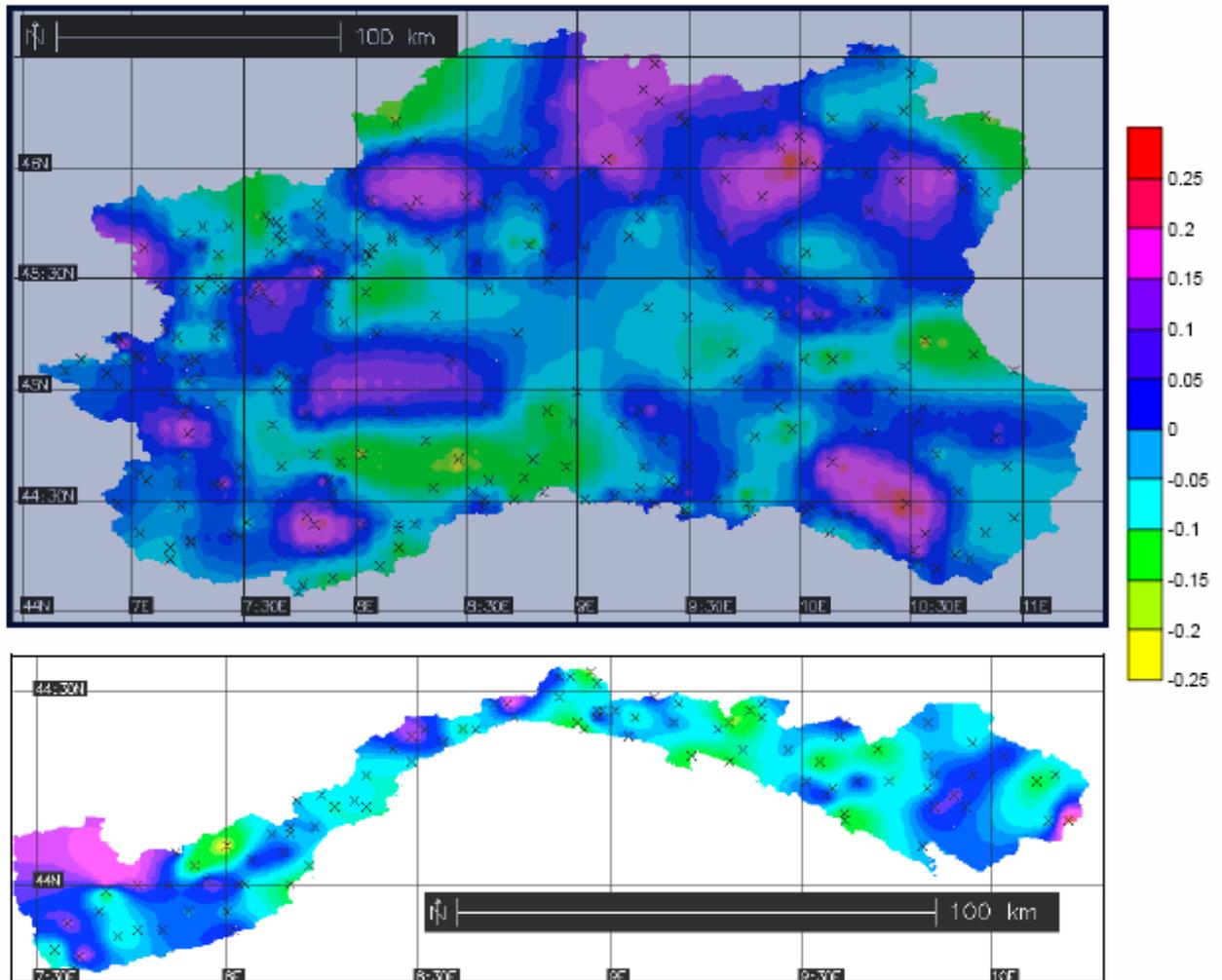


Figura 1 Parametro k di forma

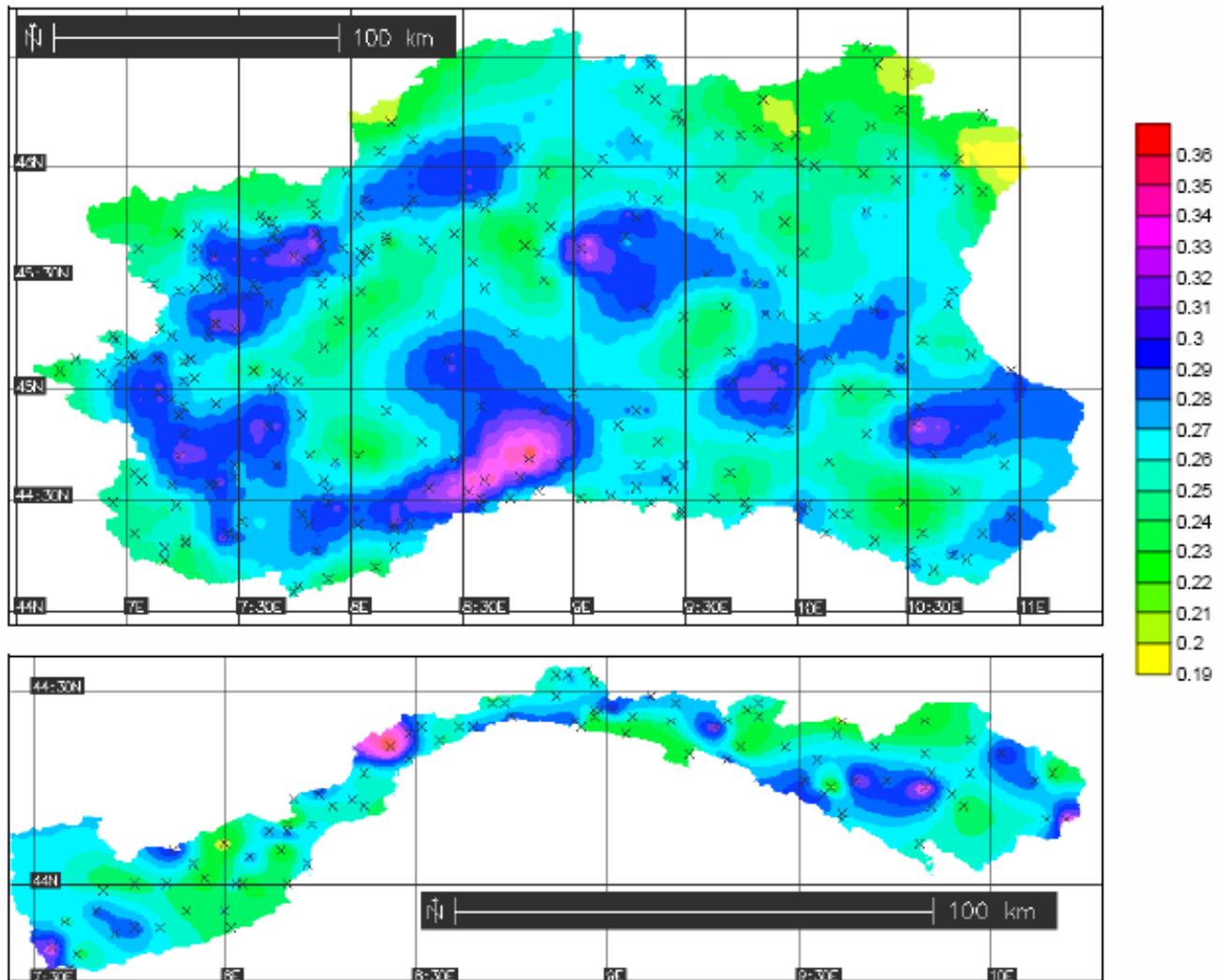


Figura 2 Parametro  $\alpha$  di scala

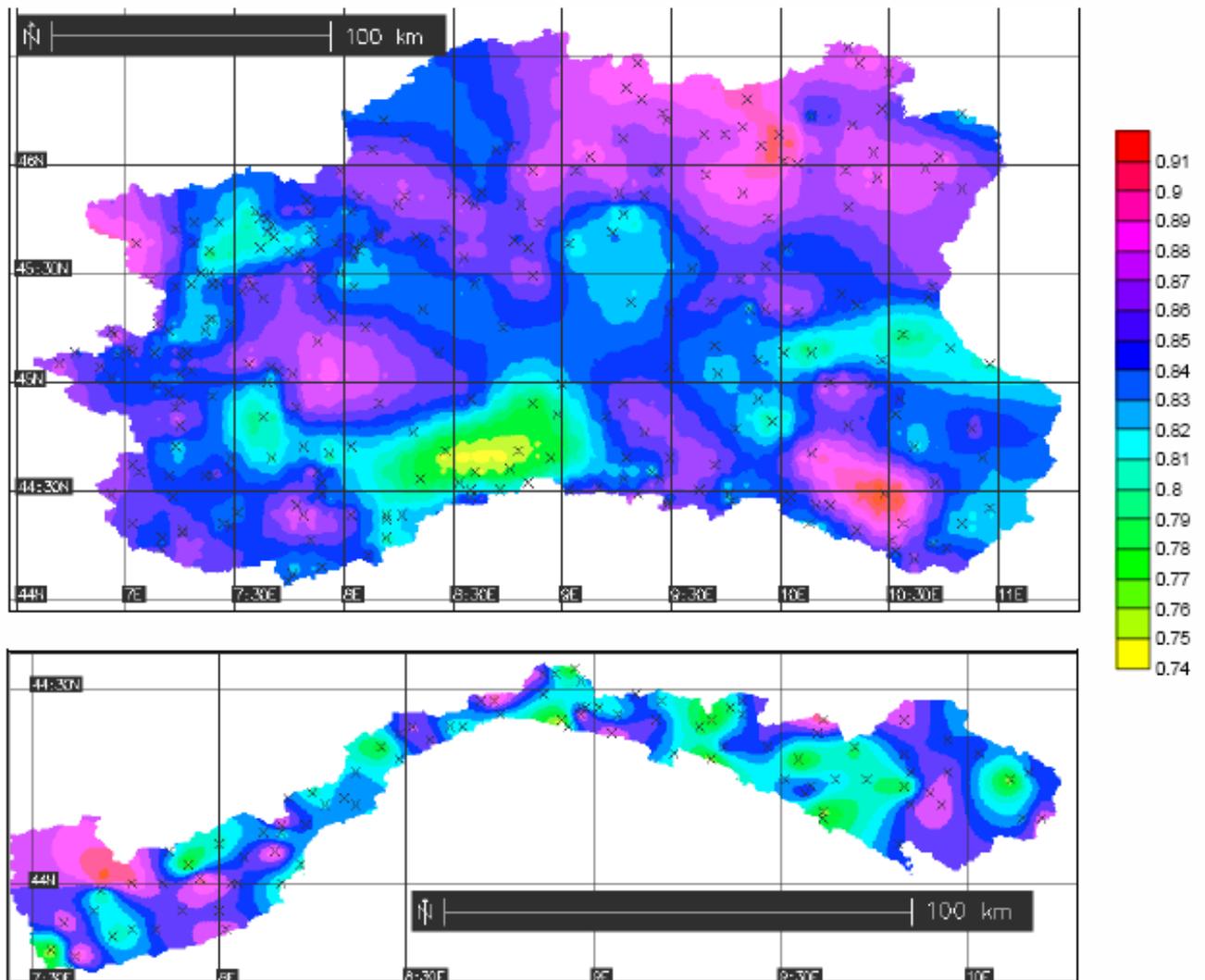


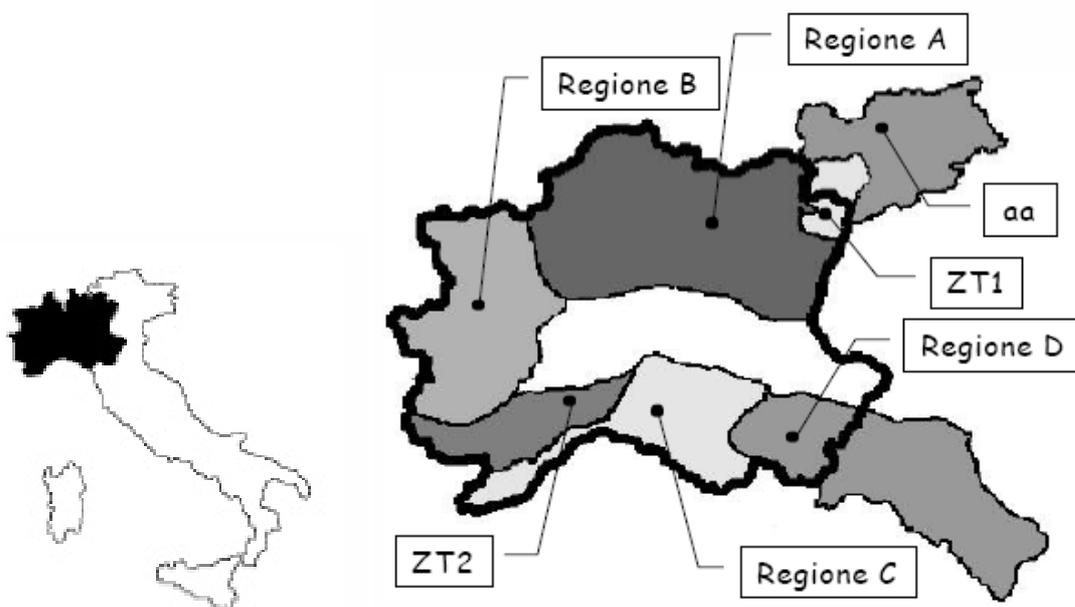
Figura 3 Parametro  $\varepsilon$  di posizione

### 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] |
|------------|---|---|---------|
| <b>A</b>   | Alpi e prealpi Centrali   | Abbraccia i bacini Padani dal Chiese al Sesia   | 40÷2500 |
| <b>B</b>   | Alpi e prealpi Occidentali  | Comprende i bacini padani dalla Dora Baltea a torrente Grana  | 40÷1900 |
| <b>C</b>   | 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 |
| <b>D</b>   | Appennino Nord Orientale  | Comprende i bacini padani dal Torrente Parma al Panaro (compresi i bacini adriatici dal Reno al Conca)    | 6÷1300  |
| <b>aa</b>  | 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 |
| <b>ZT1</b> | 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 |
| <b>ZT2</b> | 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>                     | $N$ | $\alpha$ | $\epsilon$ | $k$    |
|----|---------------------------------|-----|----------|------------|--------|
| 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 pluviometriche considerate.

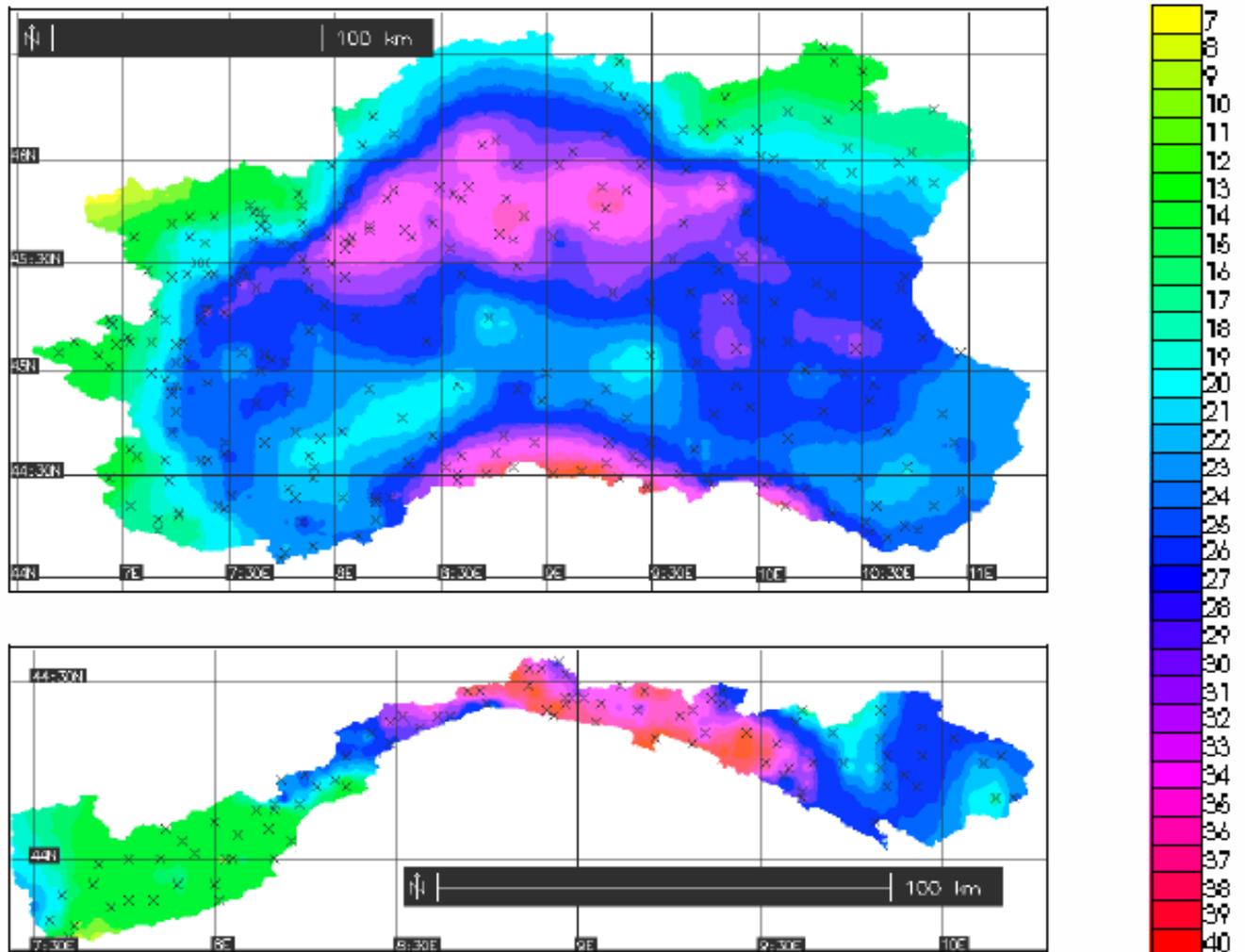


Figura 5 Mappa del coefficiente pluviometrico orario  $a_1$

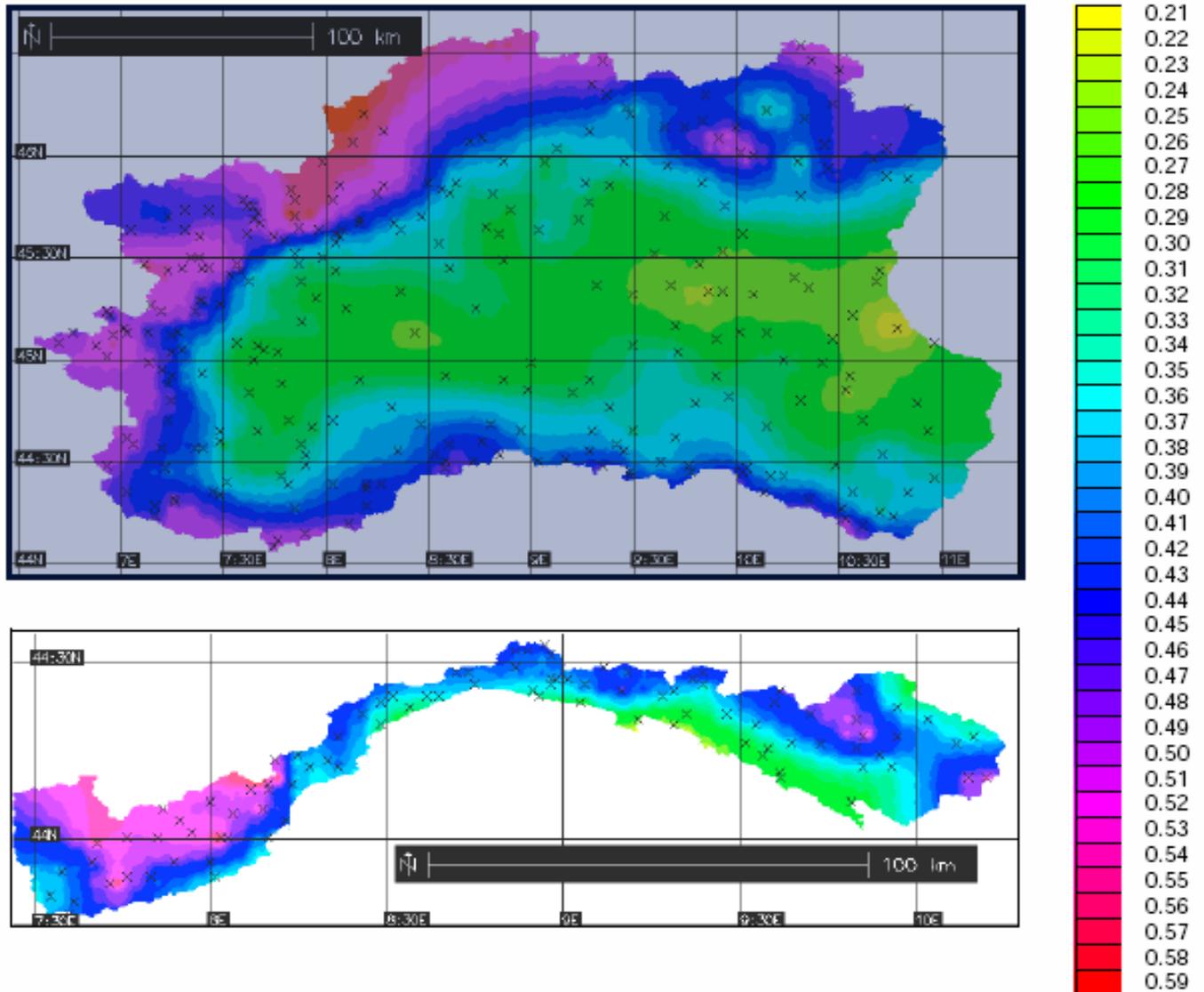


Figura 6 Mappa dell'esponente di scala n

### 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

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

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

| <b>Parametro a</b> |                |                 |                 | <b>Parametro n</b> |
|--------------------|----------------|-----------------|-----------------|--------------------|
| <b>25 anni</b>     | <b>50 anni</b> | <b>100 anni</b> | <b>200 anni</b> | <b>&gt;1h</b>      |
| 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

|  |       |       |       |       |       |    |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|----|
| <b>δ [min]</b>                                   | 5     | 10    | 15    | 30    | 45    | 60 |
| <b>r<sub>δ</sub>=h<sub>d</sub>/h<sub>1</sub></b> | 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                |

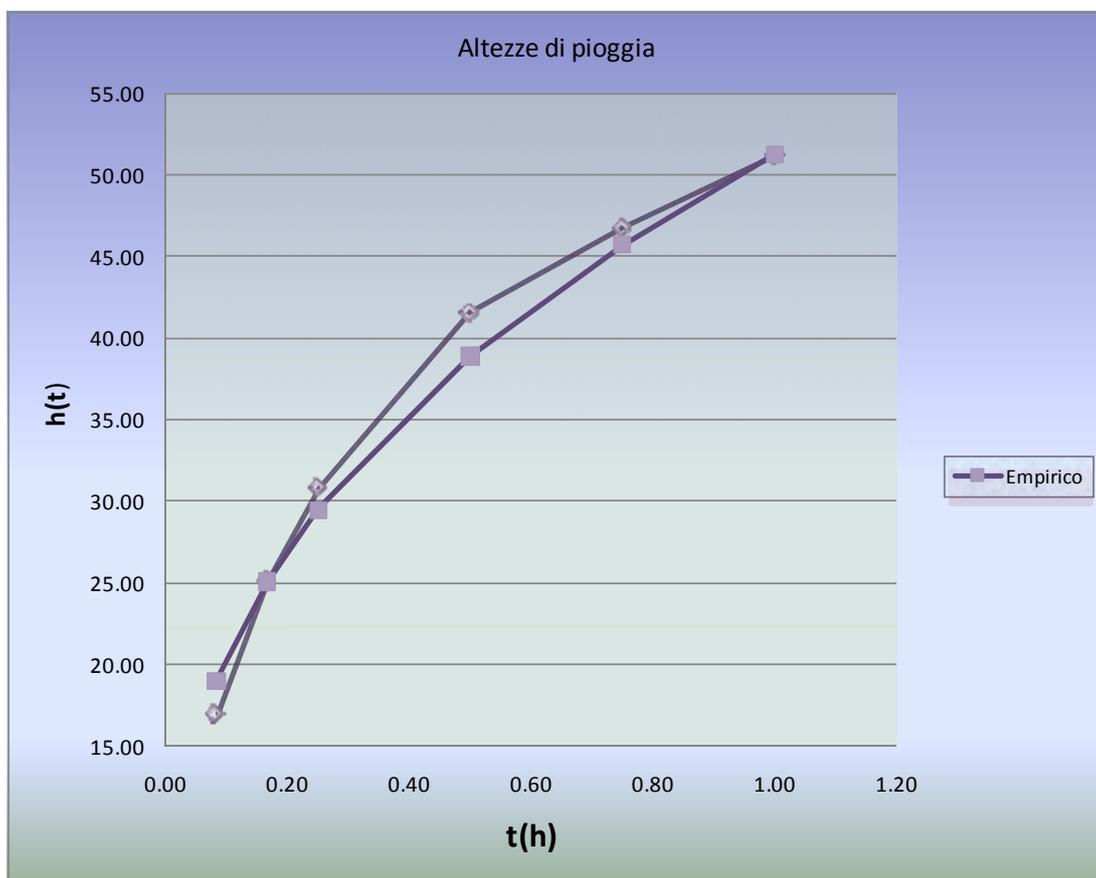


Figura 7 Altezza di pioggia

## 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<br>caditoie<br>canalette grigliate<br>cunette triangolari | 25 anni                 |
| Convogliamento | canalizzazioni                 | fossi di guardia<br>collettori<br>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 (jl pendenza longitudinale; jt 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 ( $q_0$ ).

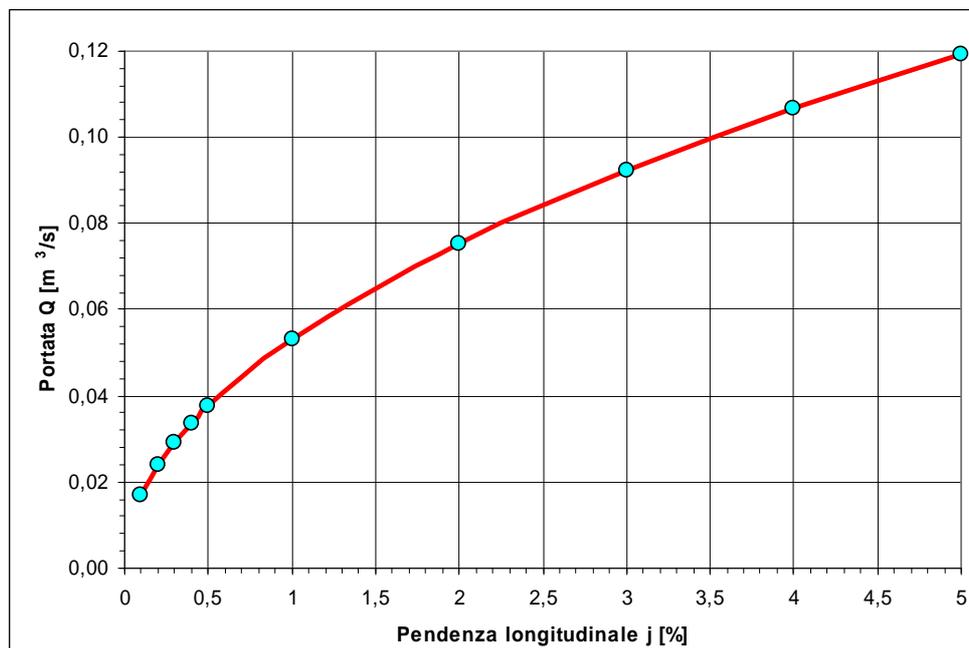


Figura 8– Portata massima transitante per canaletta grigliata in funzione della pendenza longitudinale

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.

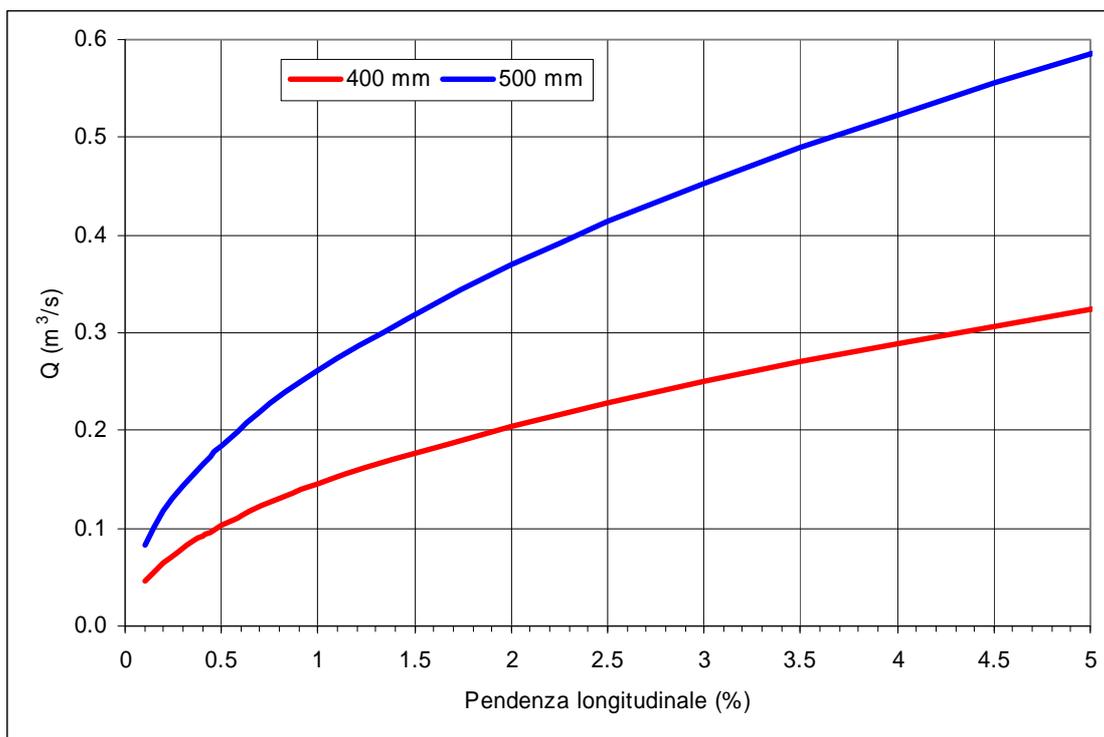
**Tabella 7:** Diametri interni dei collettori in PEAD SN 8 kN/m<sup>2</sup> e in PP SN 16 kN/m<sup>2</sup>

| <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                   |

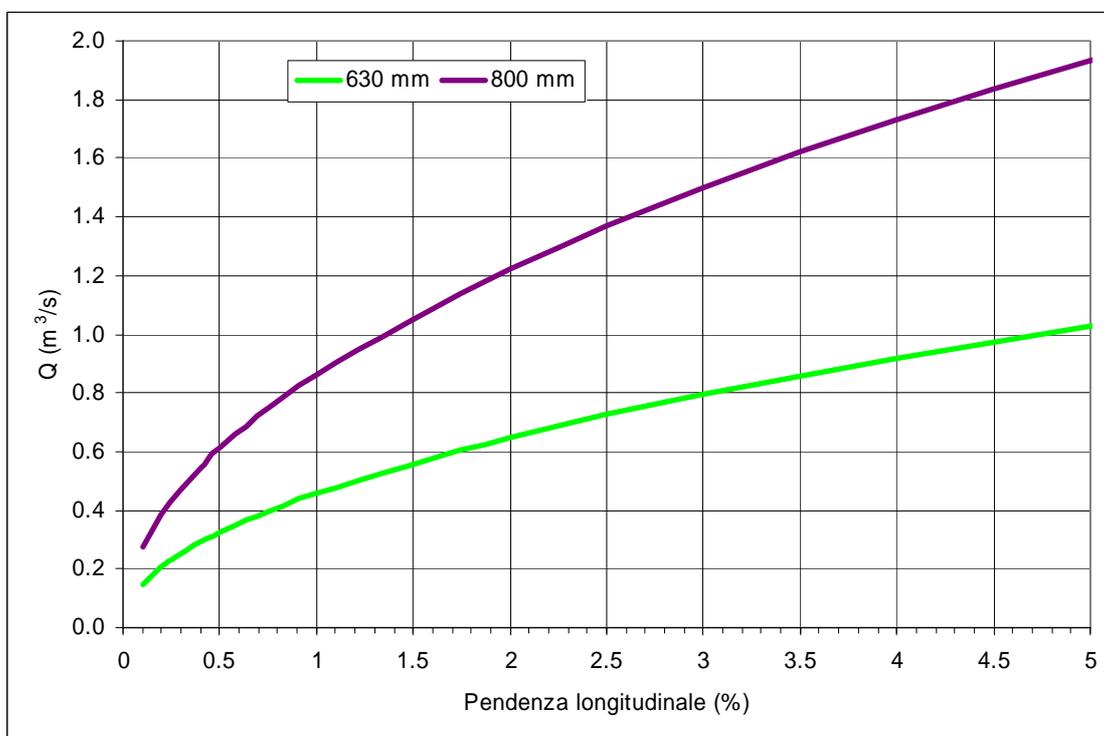
Nel dimensionamento dei collettori si è utilizzata la pendenza stradale. Per i tratti molto pianeggianti e nel caso in cui il collettore è in contropendenza rispetto alla livelletta stradale si è posta una pendenza minima dello 0,20% e una velocità minima di 0,5 m/s per consentire una velocità minima 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    |
| FRett                      | L     | h  |    | m      | mq       |
| 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.

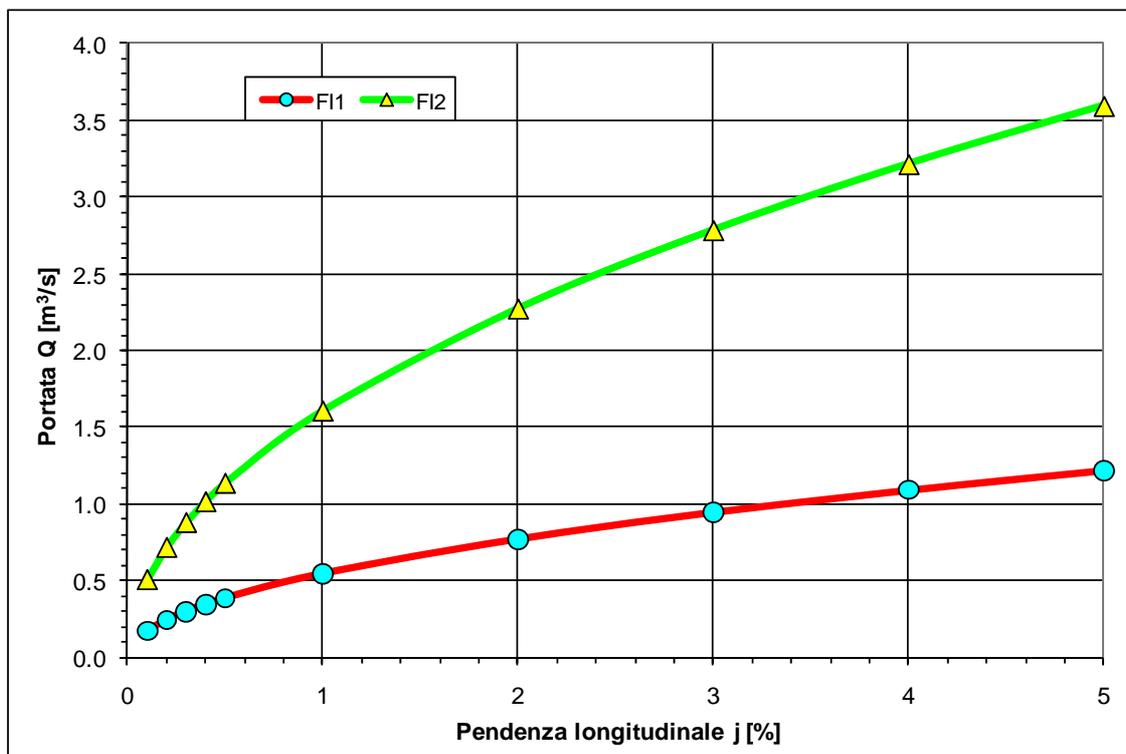


Figura 11 Portata massima transigente per fossi F11 ed F12 inerbiti

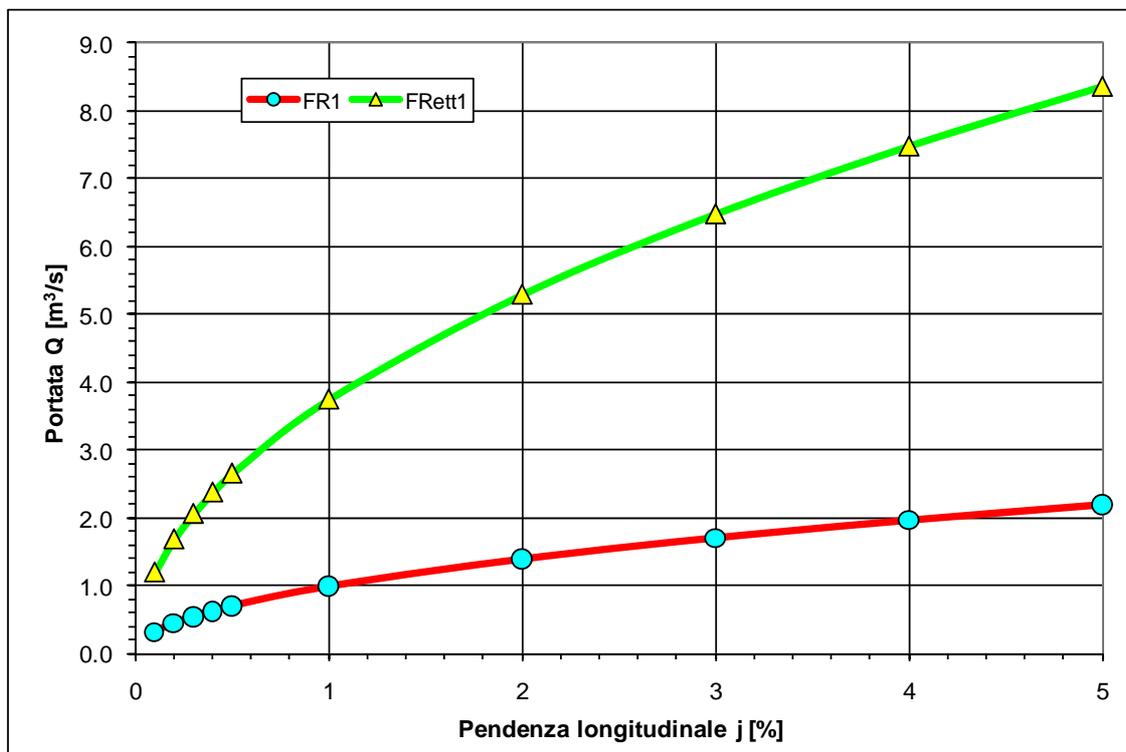


Figura 12 Portata massima transitante per fossi FR1 ed FRRetr1 rivestiti i cls

## 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<br>[m] | Largh. Post<br>[m] | Lungh. Strada<br>[m] | Lunghezza fosso<br>[m] | q <sub>ingresso</sub><br>[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<br>[m] | Largh. Post<br>[m] | Lungh. Strada<br>[m] | Lunghezza fosso<br>[m] | q <sub>ingresso</sub><br>[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<br>[m] | Largh. Post<br>[m] | Lungh. Strada<br>[m] | Lunghezza fosso<br>[m] | q <sub>ingresso</sub><br>[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<br>[m] | Largh. Post<br>[m] | Lungh. Strada<br>[m] | Lunghezza fosso<br>[m] | q <sub>ingresso</sub><br>[mc/s] | Fosso  |
|-------|--------------------|--------------------|----------------------|------------------------|---------------------------------|--------|
| 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<br>[m] | Largh. Post<br>[m] | Lungh. Strada<br>[m] | Lunghezza fosso<br>[m] | q <sub>ingresso</sub><br>[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<br>[m] | Largh. Post<br>[m] | Lungh. Strada<br>[m] | Lunghezza fosso<br>[m] | q <sub>ingresso</sub><br>[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    |