

# PONTE SULLO STRETTO DI MESSINA




## PROGETTO DEFINITIVO ALTERNATIVE AI SITI DI DEPOSITO

(Richieste CTVA del 22/12/2011 Prot. CTVA/2011/4534 e del 16/03/2012 Prot. CTVA/2012/1012)

### EUROLINK S.C.p.A.

IMPREGILO S.p.A.  
SOCIETÀ ITALIANA PER CONDOTTE D'ACQUA S.p.A.  
COOPERATIVA MURATORI E CEMENTISTI - C.M.C. DI RAVENNA SOC. COOP. A.R.L.  
SACYR S.A.U.  
ISHIKAWAJIMA - HARIMA HEAVY INDUSTRIES CO. LTD  
A.C.I. S.C.P.A. - CONSORZIO STABILE

|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
| <p><b>IL PROGETTISTA</b></p> <p>Prof. Ing. G. Umiltà<br/>Ordine Ing. Palermo n°1729</p> <hr/>  <p>Ing. E. Pagani<br/>Ordine Ing. Milano n°15408</p> | <p><b>IL CONTRAENTE GENERALE<br/>PROJECT MANAGER</b><br/>(Ing. P.P. Marcheselli)</p> | <p><b>STRETTO DI MESSINA</b><br/>Direttore Generale<br/>Ing. G. Fiammenghi</p> | <p><b>STRETTO DI MESSINA</b><br/>Amministratore Delegato<br/>Dott. P. Ciucci</p> |
|--|--|--|--|

Firmato digitalmente ai sensi dell' "Art.21 del D.Lgs. 82/2005"

|   |                                   |                   |
|---|-----------------------------------|-------------------|
|   |                                   | <b>CZV0852_F0</b> |
| <i>Unità Funzionale</i>                       | COLLEGAMENTI VERSANTE SICILIA     |                   |
| <i>Tipo di sistema</i>                        | CANTIERI                          |                   |
| <i>Raggruppamento di opere/attività</i>       | SITI DI RECUPERO AMBIENTALE       |                   |
| <i>Opera - tratto d'opera - parte d'opera</i> | SITO SRA6                         |                   |
| <i>Titolo del documento</i>                   | RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA |                   |

CODICE

C G 0 0 0 0 P R I V S C Z C 4 S D 7 2 0 0 0 0 0 1 F 0

| REV | DATA       | DESCRIZIONE      | REDATTO  | VERIFICATO | APPROVATO |
|-----|------------|------------------|----------|------------|-----------|
| F0  | 08/06/2012 | Emissione finale | E. FAZIO | P. COSENZA | G. UMITA' |
|     |            |                  |          |            |           |

NOME DEL FILE: CZV0852\_F0

revisione interna: \_\_



|   |   |  |                           |
|---|---|--|---------------------------|
|  |  | <p align="center"><b>Ponte sullo Stretto di Messina</b><br/> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b><br/>         Variante siti alternativi di deposito</p> |                           |
| <b>SRA6 – RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</b>                                    | <i>Codice documento</i><br>CZV0852_F0   | <i>Rev</i><br>F0   | <i>Data</i><br>31/05/2012 |

## INDICE

|  |    |
|--|----|
| INDICE .....   | 3  |
| Premessa .....                                       | 5  |
| 1 Descrizione delle opere in progetto .....          | 5  |
| 2 Analisi Idrologica.....                            | 6  |
| 2.1 Caratteristiche del bacino in studio .....       | 6  |
| 2.2 Inquadramento Pluviometrico dell'Area .....      | 7  |
| 2.2.1 Determinazione delle altezze di pioggia.....   | 7  |
| 2.2.2 Determinazione del tempo di corrivazione ..... | 9  |
| 2.3 Determinazione delle Portate di calcolo.....     | 10 |
| 3 Dimensionamento della rete di drenaggio .....      | 11 |
| 3.1 Sezioni Tipo.....                                | 11 |
| 3.2 Verifica idraulica dei canali di drenaggio.....  | 13 |
| 4 Compatibilità con il PAI vigente.....              | 27 |



|   |   |  |                           |
|---|---|--|---------------------------|
|  |  | <b>Ponte sullo Stretto di Messina</b><br><b>PROGETTO DEFINITIVO</b><br>Variante siti alternativi di deposito |                           |
| <b>SRA6 – RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</b>                                    | <i>Codice documento</i><br>CZV0852_F0   | <i>Rev</i><br>F0   | <i>Data</i><br>31/05/2012 |

## Premessa

La presente relazione riferisce in merito al dimensionamento delle opere idrauliche per il drenaggio delle acque meteoriche ricadenti nel sito di recupero denominato SRA6.

L'area oggetto d'interesse ricade nel territorio comunale di Valdina, e dal punto di vista idrologico interessa il bacino idrografico del Torrente Caracciolo.

Nel seguito, dopo una breve descrizione delle opere idrauliche in progetto, si illustra:

- l'analisi idrologica preliminare finalizzata alla determinazione delle altezze di pioggia e le portate di progetto per vari tempi di ritorno;
- la verifica idraulica delle opere di regimazione delle acque superficiali.

### 1 Descrizione delle opere in progetto

Il sito di deposito SRA6 ha una capacità complessiva (in condizioni definitive), pari a circa 640.000 m<sup>3</sup>.

Il sito SRA6 ricade nel bacino idrografico del Torrente Caracciolo, ed il relativo sottobacino di calcolo ha un'estensione pari a circa 70.000 m<sup>2</sup>.

Data la sistemazione dei pendii, che prevede un dislivello di circa 57 m in soli 200 m, si è previsto l'inserimento di canali secondari trasversali, da ubicare sul corpo del sito, che consentono l'intercettazione delle acque meteoriche, ed il trasporto ai canali principali posti all'esterno dell'area da sistemare.

Nel caso in esame, i canali principali sono stati ubicati all'esterno del sito, appoggiandoli al terreno in posto le cui pendenze sono inferiori rispetto a quelle del pendio da sistemare.

I canali di estremità permetteranno il trasporto delle acque nella parte valliva dell'area e quindi, mediante un tombino di attraversamento della strada di collegamento in progetto, consentiranno il raggiungimento della cassa d'espansione prevista sul Torrente Caracciolo.

la rete di drenaggio si compone di:

- **Canali di gronda**, posti a monte del sito, atti ad intercettare le acque provenienti dal versante montano del sottobacino e quindi evitare l'ingresso di queste acque all'interno dell'area di deposito;
- **Canali secondari**, direttamente ubicati all'interno del sito, che intercettano le acque di scorrimento sul corpo della discarica;

|   |   |  |                           |
|---|---|--|---------------------------|
|  |  | <b>Ponte sullo Stretto di Messina</b><br><b>PROGETTO DEFINITIVO</b><br>Variante siti alternativi di deposito |                           |
| <b>SRA6 – RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</b>                                    | <i>Codice documento</i><br>CZV0852_F0   | <i>Rev</i><br>F0   | <i>Data</i><br>31/05/2012 |

- **Canali principali**, che si sviluppano parallelamente al sito di recupero (a monte ed a valle), nei quali vengono destinate le acque provenienti dai canali secondari e/o di gronda.

La rete di drenaggio così schematizzata consente, nel suo complesso, d'intercettare tutte le acque meteoriche ricadenti nel relativo bacino di calcolo e di trasportarle al corpo idrico ricettore finale.

Nel caso specifico, il rilascio delle acque avverrà subito a monte della cassa di espansione, la cui realizzazione è prevista in linea sul torrente Caracciolo.

Per quanto attiene alla descrizione delle opere di regimazione del Torrente Caracciolo e della cassa di espansione in progetto, si rimanda alla specifica relazione nella quale sono riportati tutti i dettagli del caso.

## 2 Analisi Idrologica

Il dimensionamento del reticolo di regimazione delle acque superficiali necessita dello studio delle caratteristiche idrologiche dell'area, e quindi della determinazione delle portate di calcolo.

Per la determinazione delle curve di probabilità pluviometrica, si è fatto riferimento allo studio idrologico condotto per la sistemazione del Torrente Caracciolo, che contiene tutte le grandezze significative allo scopo.

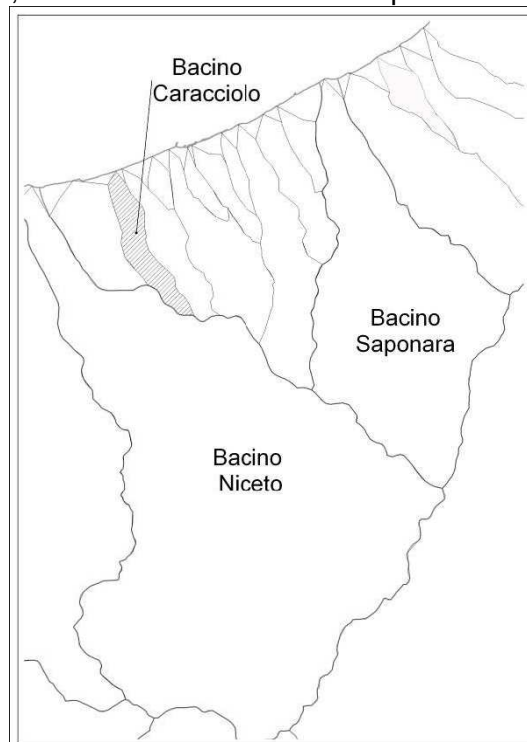
Sulla base delle caratteristiche morfometriche del bacino, e determinate le curve di probabilità pluviometrica, si è proceduto al calcolo delle portate di piena per vari tempi di ritorno.

### 2.1 Caratteristiche del bacino in studio

Il bacino idrografico d'interesse è quello del Torrente Caracciolo, le cui caratteristiche principali sono illustrate nel seguito.

Il torrente Caracciolo si sviluppa per una lunghezza di circa 4.9 km all'interno di un bacino con estensione pari 2.43 km<sup>2</sup> (quota massima dell'asta circa 275 m s.l.m.m.).

Il bacino fa parte di un gruppo di bacini delimitati a nord dal bacino del torrente Saponara e a sud dal bacino del torrente Niceto.



|   |   |  |                           |  |
|---|---|--|---------------------------|--|
|  |  | <b>Ponte sullo Stretto di Messina</b><br><b>PROGETTO DEFINITIVO</b><br>Variante siti alternativi di deposito |                           |  |
| <b>SRA6 – RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</b>                                    | <i>Codice documento</i><br>CZV0852_F0   | <i>Rev</i><br>F0   | <i>Data</i><br>31/05/2012 |  |

Nel tratto vallivo del bacino sono presenti vari insediamenti urbani e sono presenti, inoltre, importanti infrastrutture viarie: l'asta principale è attraversata dai ponti della S.S. 113, della linea ferroviaria ME-PA, dell'autostrada A20 ME-PA.

In questa fase di studio si è proceduto ad effettuare numerosi sopralluoghi di dettaglio per rilevare i principali attraversamenti presenti lungo l'asta principale e valutare le condizioni attuali del sistema idrografico.

## 2.2 Inquadramento Pluviometrico dell'Area

### 2.2.1 Determinazione delle altezze di pioggia

Le stazioni pluviometriche in prossimità del bacino, per cui si dispone di serie di dati di lunghezza significativa sono Milazzo, Monforte S. G. e Calvaruso (Rete Osservatorio delle Acque). Da un'analisi dell'influenza di tali stazioni (tramite il metodo Inverse Distance Weighted) sull'area d'interesse, si è ricavato che la stazione di Milazzo ha peso trascurabile. E' stata quindi effettuata un'analisi delle precipitazioni intense delle stazioni pluviometriche Monforte S. G. e Calvaruso.

Di tali stazioni si hanno a disposizione le serie dei massimi annuali di precipitazione per le durate 1, 3, 6, 12 e 24 ore, per i periodi riportati nella Tabella 2.I.

Tabella 2.I. Stazioni pluviometriche considerate.

| Codice ODA | Nome           | Quota [m s.m.m.] | Attiva | Anno inizio | Anno fine | N° Oss. |
|------------|----------------|------------------|--------|-------------|-----------|---------|
| 10         | Calvaruso      | 135              | no     | 1972        | 2002      | 16      |
| 40         | Monforte S. G. | 320              | no     | 1971        | 2002      | 31      |

A tali serie di dati sono stati adattati vari modelli probabilistici (Gumbel, Generalized Extreme Value, Gumbel Scala Invariante Modello e GEV Scala Invariante). In particolare, alla luce dei tempi di corrivazione ridotti, l'invarianza di scala è stata ipotizzata per l'intervallo di durata 1-6 ore.

Il modello GEV Scala Invariante è quello che meglio si presta ad interpretare i dati, come risulta dai test statistici applicati e dai grafici di Figura 2.1.

|   |   |  |                                       |                  |
|---|---|--|---------------------------------------|------------------|
|  |  | <b>Ponte sullo Stretto di Messina</b><br><b>PROGETTO DEFINITIVO</b><br>Variante siti alternativi di deposito |                                       |                  |
|   |   | <b>SRA6 – RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</b>   | <i>Codice documento</i><br>CZV0852_F0 | <i>Rev</i><br>F0 |

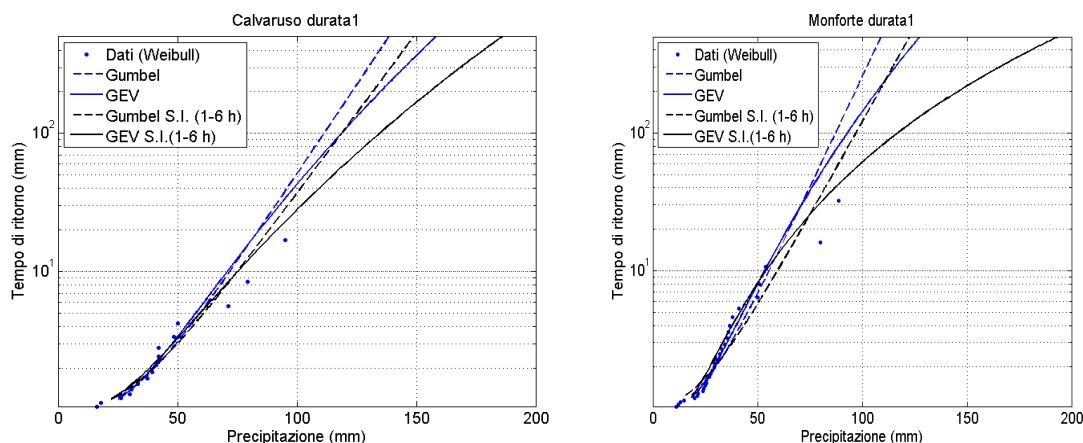


Figura 2.1 Bontà di adattamento di varie distribuzioni ai massimi annuali di durata un'ora.

Per le curve di probabilità pluviometrica è stata utilizzata l'espressione monomia

$$h=at^n$$

essendo  $h$  l'altezza di pioggia in mm,  $t$  la durata in ore e  $a$  ed  $n$  parametri dipendenti dal tempo di ritorno.

Dal modello GEV Scala Invariante risultano i valori del parametro  $a$  delle curve di probabilità pluviometrica riportati in Tabella 2.II, per vari tempi di ritorno. Per il calcolo delle portate al colmo è stato impiegato il valore di media pesata tra le precipitazioni relative alle singole stazioni, secondo i pesi (determinati tramite spazializzazione IDW) riportati nella stessa tabella.

Tabella 2.II. Parametro  $a$  delle curve di probabilità pluviometrica per vari tempi di ritorno

| Stazione            | PESO | Tempo di ritorno (anni) |              |              |              |               |               |               |               |
|---------------------|------|-------------------------|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|                     |      | 2                       | 10           | 20           | 30           | 50            | 100           | 200           | 300           |
| Calvaruso           | 0.44 | 38.19                   | 75.23        | 91.70        | 101.83       | 115.20        | 134.58        | 155.54        | 168.60        |
| Monforte S.G.       | 0.56 | 27.27                   | 54.15        | 69.05        | 79.16        | 93.66         | 117.06        | 145.68        | 165.31        |
| <b>Media pesata</b> |      | <b>32.07</b>            | <b>63.43</b> | <b>79.02</b> | <b>89.13</b> | <b>103.14</b> | <b>124.77</b> | <b>150.02</b> | <b>166.76</b> |

Come emerge dai paragrafi seguenti, il tempo di corrivazione del sottobacino SRA6 (la cui superficie è pari a circa 0.08 km<sup>2</sup>) è inferiore all'ora, pertanto per una corretta stima dell'altezza di pioggia sarà necessario adottare la nota formula di Bell:



|   |   |  |                           |
|---|---|--|---------------------------|
|  |  | <b>Ponte sullo Stretto di Messina</b><br><b>PROGETTO DEFINITIVO</b><br>Variante siti alternativi di deposito |                           |
| <b>SRA6 – RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</b>                                    | <i>Codice documento</i><br>CZV0852_F0   | <i>Rev</i><br>F0   | <i>Data</i><br>31/05/2012 |

$$h_{t,Tr} = h_{60,Tr} \cdot (t/60)^s$$

in cui:

- $h_{t,T}$  è l'altezza di pioggia associata ad un evento meteorico di durata inferiore all'ora pari a  $t$ , ed al tempo di ritorno  $Tr$ ;
- $h_{60,T}$  è l'altezza di pioggia oraria per dato tempo di ritorno  $Tr$ ;
- $s$  è un coefficiente variabile, che per la Sicilia assume il valore pari a 0,386 (Vito Ferro)

### 2.2.2 Determinazione del tempo di corrivazione

La stima del tempo di corrivazione ( $t_c$ ) è strettamente dipendente dalle caratteristiche morfologiche del bacino, e per la sua determinazione sono state adottate diverse espressioni tutte tarate per bacini di piccole dimensioni.

In particolare si è proceduto all'impiego delle seguenti espressioni, con ovvio significato dei simboli:

- Kirpich  $tc = 0.066 \frac{L^{0.77}}{i^{0.385}}$
- Pezzoli  $tc = 0.055 \frac{L}{i^{0.5}}$
- Viparelli  $tc = \frac{L}{v}$  "v" è la velocità fittizia pari a 1.2 m/s
- Pasini  $tc = 0.108 \frac{(AL)^{1/3}}{i^{0.5}}$
- Ventura  $tc = 0.1272 \frac{A^{0.5}}{i^{0.5}}$
- Di Stefano e Ferro  $tc = 0.3716A^{0.6}$

Dall'applicazione delle suddette espressioni sono stati ricavati i valori del tempo di corrivazione ( $t_c$ ), e quindi si è assunto il valore medio quale parametro da porre a base dei calcoli idraulici.

|   |   |  |                           |
|---|---|--|---------------------------|
|  |  | <b>Ponte sullo Stretto di Messina</b><br><b>PROGETTO DEFINITIVO</b><br>Variante siti alternativi di deposito |                           |
| <b>SRA6 – RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</b>                                    | <i>Codice documento</i><br>CZV0852_F0   | <i>Rev</i><br>F0   | <i>Data</i><br>31/05/2012 |

|                               |            |                     |                         |
|-------------------------------|------------|---------------------|-------------------------|
| <b>Tempo di corrivazione:</b> |            |                     |                         |
| Pasini                        | tc=        | 3.63 minuti         | 0.06 ore                |
| Kirpich                       | tc=        | 2.76 minuti         | 0.05 ore                |
| Viparelli: Velocità=          | 1.20 m/sec | tc=                 | 4.31 minuti<br>0.07 ore |
| Pezzoli                       | tc=        | 2.05 minuti         | 0.03 ore                |
| Ventura                       | tc=        | 4.05 minuti         | 0.07 ore                |
| Di Stefano e Ferro            | tc=        | 4.52 minuti         | 0.08 ore                |
| <b>MEDIA</b>                  | <b>tc=</b> | <b>3.55 minuti</b>  | <b>0.06 ore</b>         |
| <b>SI ADOTTA</b>              | <b>tc=</b> | <b>10.00 minuti</b> | <b>0.17 ore</b>         |

*Tempo di corrivazione del sottobacino SRA6*

Il tempo di corrivazione calcolato è pari ad 3,55 minuti, ai fini della determinazione delle portate di piena si è assunto un valore pari a 10 minuti.

### 2.3 Determinazione delle Portate di calcolo

Sulla base dei parametri sopra determinati, per il calcolo delle portate di progetto si è adottata la nota formula razionale, che ben si presta per i piccoli bacini.

$$Q_{\max,T} = \frac{\Phi \cdot A \cdot h_{Tr}}{360 \cdot t_c}$$

Essendo:

- A l'area del bacino in ha;
- $h_{Tr}$  l'altezza di pioggia in mm di durata pari al tempo di corrivazione, per il tempo di ritorno  $T_r$ ;
- $t_c$  il tempo di corrivazione espresso in ore;
- $\Phi$  il coefficiente di deflusso (assunto pari a 0.70).

Nella seguente tabella si riportano i valori delle portate di piena, al variare del tempo di ritorno  $T_r$ :

|   |   |  |                                       |                  |
|---|---|--|---------------------------------------|------------------|
|  |  | <b>Ponte sullo Stretto di Messina</b><br><b>PROGETTO DEFINITIVO</b><br>Variante siti alternativi di deposito |                                       |                  |
|   |   | <b>SRA6 – RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</b>   | <i>Codice documento</i><br>CZV0852_F0 | <i>Rev</i><br>F0 |

| Deflusso  | C= <b>0.70</b> |               | MEDIA       |              |               |                     | Coeff. Udometrico                      |
|-----------|----------------|---------------|-------------|--------------|---------------|---------------------|--|
|           | a              | n             | tc          | h            | ic            | Q                   | Coeff. Udom.                           |
| Tr        | [mm]           | --            | [h]         | [mm]         | [mm/h]        | [m <sup>3</sup> /s] | [m <sup>3</sup> /s x km <sup>2</sup> ] |
| 10        | 54.15          | 0.3860        | 0.17        | 27.12        | 162.70        | <b>2.21</b>         | 31.64                                  |
| 20        | 69.05          | 0.3860        | 0.17        | 34.58        | 207.47        | <b>2.82</b>         | 40.34                                  |
| <b>50</b> | <b>93.66</b>   | <b>0.3860</b> | <b>0.17</b> | <b>46.90</b> | <b>281.41</b> | <b>3.83</b>         | <b>54.72</b>                           |
| 100       | 117.06         | 0.3860        | 0.17        | 58.62        | 351.72        | <b>4.79</b>         | 68.39                                  |
| 200       | 145.68         | 0.3860        | 0.17        | 72.95        | 437.71        | <b>5.96</b>         | 85.11                                  |
| 300       | 165.31         | 0.3860        | 0.17        | 82.78        | 496.69        | <b>6.76</b>         | 96.58                                  |

*Portate di Piena*

Ai fini del dimensionamento della rete di drenaggio si è adottato un valore del tempo di ritorno pari a 50 anni.

Inoltre, la suddetta tabella riporta il coefficiente udometrico (portata di piena sull'unità di superficie) che è stato adottato per la determinazione delle portate di calcolo relative a ciascun lato della rete dei canali di drenaggio.

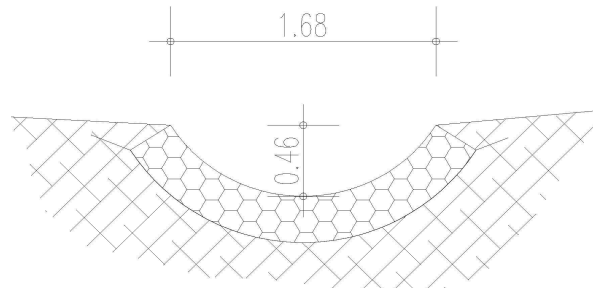
### 3 Dimensionamento della rete di drenaggio

#### 3.1 Sezioni Tipo

Come chiaramente illustrato negli elaborati grafici, il sistema di drenaggio contempla 3 tipologie di sezioni differenti.

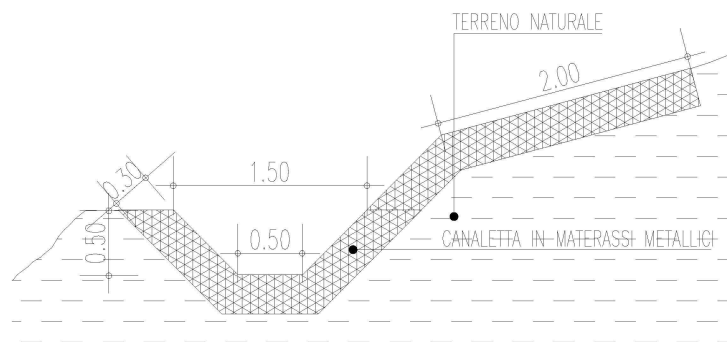
- **Sezione tipo "1"** - Cunetta di intercettazione primaria delle acque superficiali. Si tratta di una struttura con sezione semiellittica, costituita da elementi di materasso tipo "Reno" adagiati in uno scavo di alloggiamento minimo. La lunghezza, misurata sull'arco, è pari a quella del materasso (2.0m). La profondità non supera i 50 cm. La struttura, separata dall'incavo di appoggio mediante la posa di un materasso bentonitico dello spessore di 30 mm, consente il deflusso ipodermico delle portate ordinarie e medie, che avviene con velocità assai contenute, trovandosi l'acqua a scorrere nel labirinto costituito dai ciottoli di riempimento del materasso "Reno". La sagoma comunque assicura la disponibilità di una sezione "libera" che viene percorsa dalle acque qualora queste, data l'entità delle portate, non riescano a raggiungere la zona di deflusso ipodermico

|   |   |  |                         |                                  |
|---|---|--|-------------------------|----------------------------------|
|  |  | <b>Ponte sullo Stretto di Messina</b><br><b>PROGETTO DEFINITIVO</b><br>Variante siti alternativi di deposito |                         |                                  |
| <b>SRA6 – RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</b>                                    |   | <i>Codice documento</i><br><b>CZV0852_F0</b>   | <i>Rev</i><br><b>F0</b> | <i>Data</i><br><b>31/05/2012</b> |



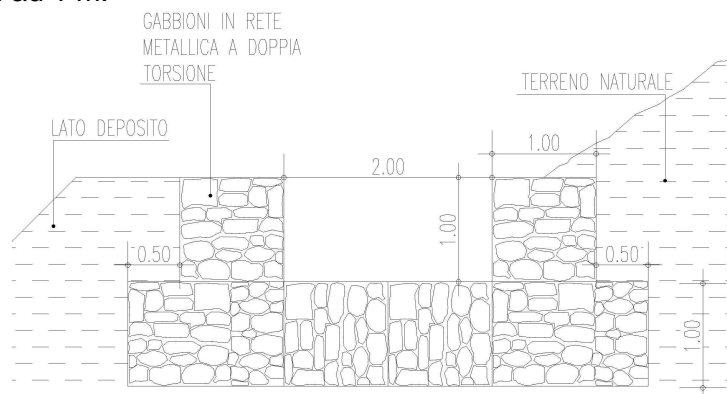
Sezione Tipo 1

- **Sezione tipo “2”** - Si tratta di una cunetta a sezione trapezia realizzata in materassi tipo “Reno”, con larghezza del fondo pari a 0.50 m



Sezione Tipo 2

- **Sezione tipo “3”** - Si tratta di una cunetta realizzata in materassi tipo “Reno”, con larghezza del fondo pari a 2m (dimensione materasso), e sezione rettangolare con altezza massima pari ad 1 m.



Sezione Tipo 3

|   |   |  |                           |
|---|---|--|---------------------------|
|  |  | <b>Ponte sullo Stretto di Messina</b><br><b>PROGETTO DEFINITIVO</b><br>Variante siti alternativi di deposito |                           |
| <b>SRA6 – RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</b>                                    | <i>Codice documento</i><br>CZV0852_F0   | <i>Rev</i><br>F0   | <i>Data</i><br>31/05/2012 |

### 3.2 Verifica idraulica dei canali di drenaggio

La verifica idraulica dei canali è stata condotta con riferimenti ai tratti più svantaggiati, considerando: la portata di piena, e la pendenza longitudinale dell'opera.

La portata di pioggia che confluisce ad ogni canale è stata calcolata come il prodotto tra il coefficiente udometrico (sopra richiamato) e l'area della superficie scolante pertinente al canale in esame:

$$Q_i = u \cdot S_i$$

La verifica idraulica è stata condotta in condizioni di moto uniforme adottando la relazione di Chezy nella forma:

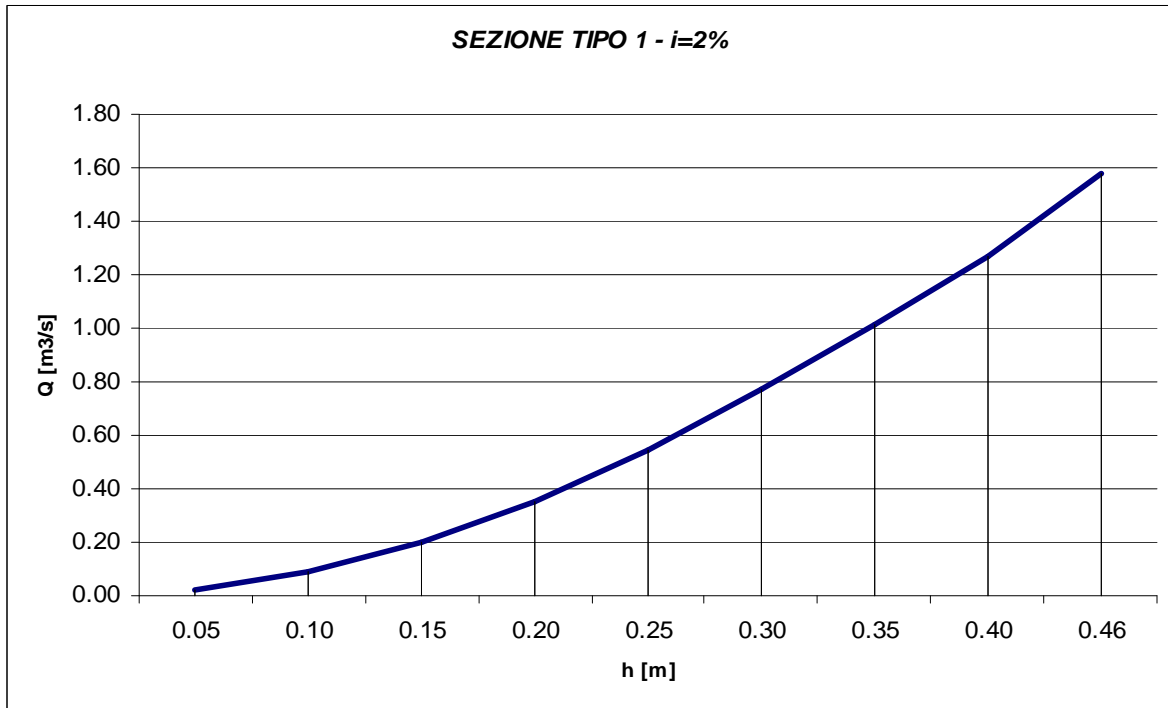
$$Q_i = K_s \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2} \cdot A$$

nella quale:

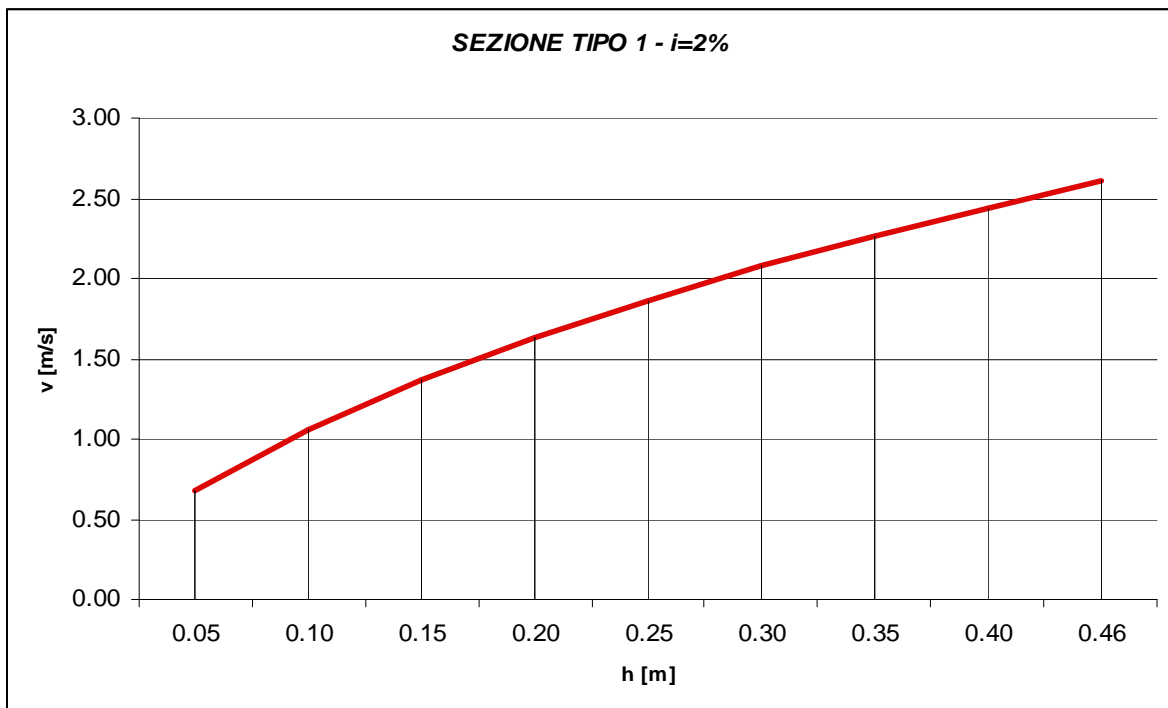
- $K_s$  è il coefficiente di resistenza secondo Gauckler Strickler pari a 40 m<sup>1/3</sup>/s;
- $R$  il raggio idraulico (m);
- $A$  l'area della sezione bagnata (m<sup>2</sup>);
- $i$  la pendenza longitudinale del canale (%). I valori limite imposti sono lo 1,5% ed il 15%.  
Ove necessario, per garantire il rispetto di tali condizioni, si è prevista l'interposizione di salti di fondo da realizzare in gabbioni.

Mediante la suddetta espressione di Chezy, si è proceduto al tracciamento delle curve ***h-Q*** (tirante idraulico – portata di deflusso), e ***h-v*** (tirante idraulico – velocità della corrente), al variare della pendenza longitudinale del canale.

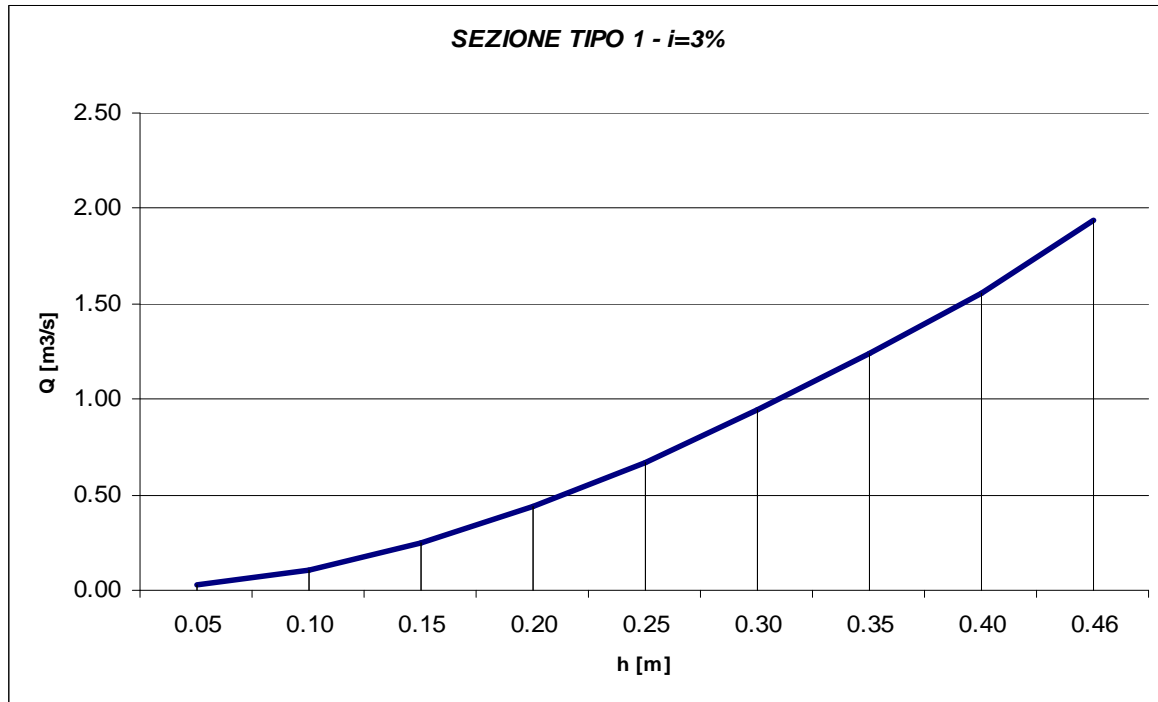
Nei seguenti diagrammi si riportano le suddette curve per le sezioni tipo impiegate.



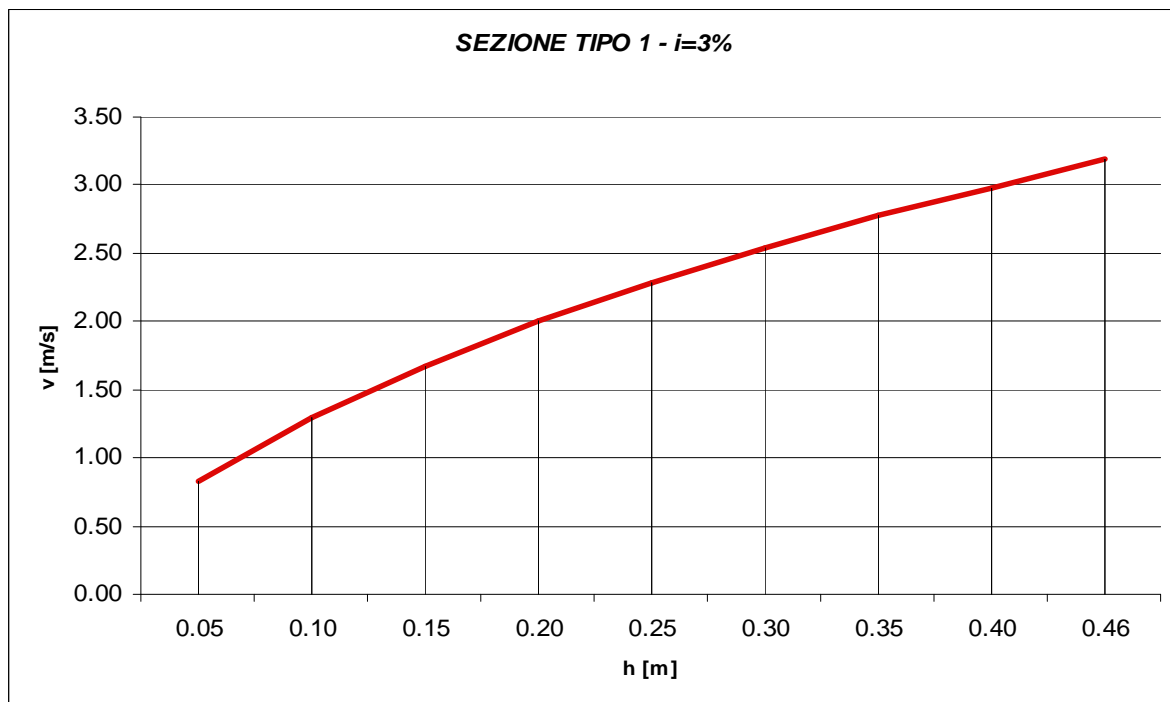
Sezione Tipo 1 –  $i=2\%$  - Scala delle Portate



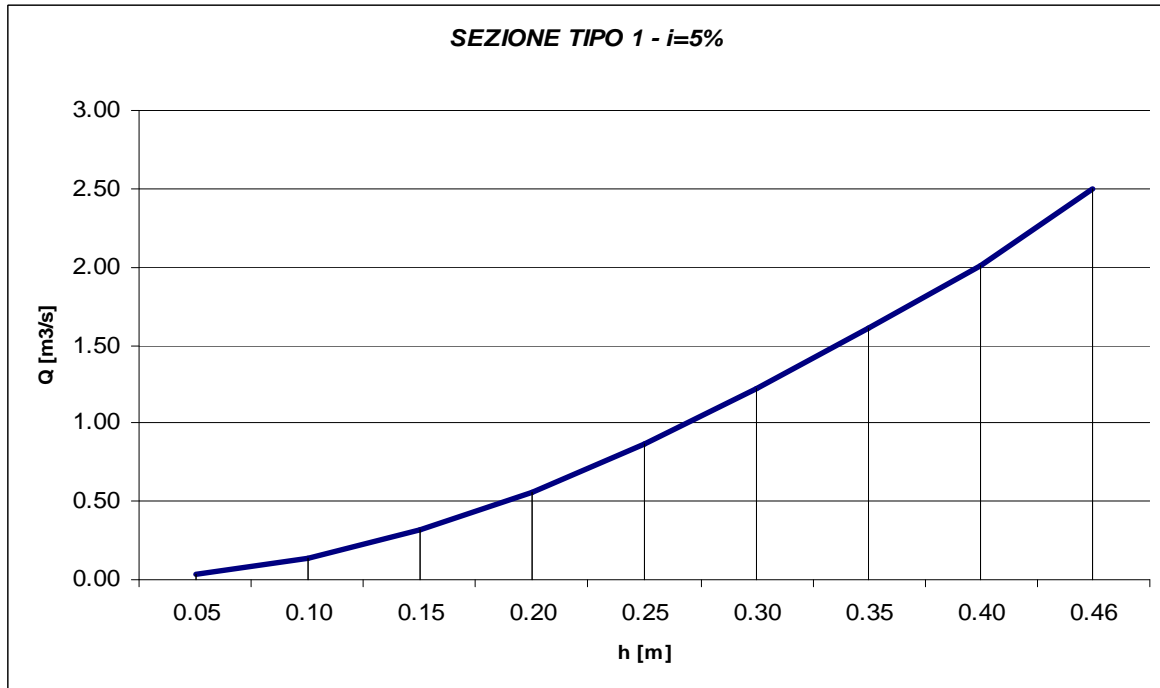
Sezione Tipo 1 –  $i=2\%$  - Scala delle Velocità



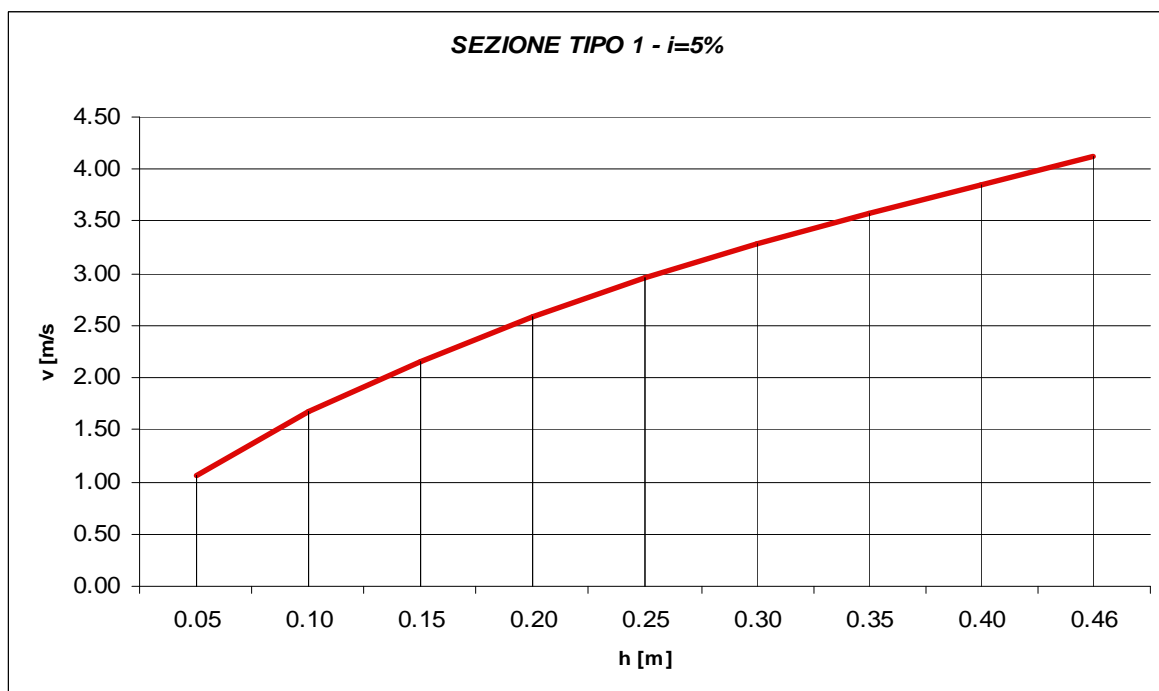
Sezione Tipo 1 –  $i=3\%$  - Scala delle Portate



Sezione Tipo 1 –  $i=3\%$  - Scala delle Velocità

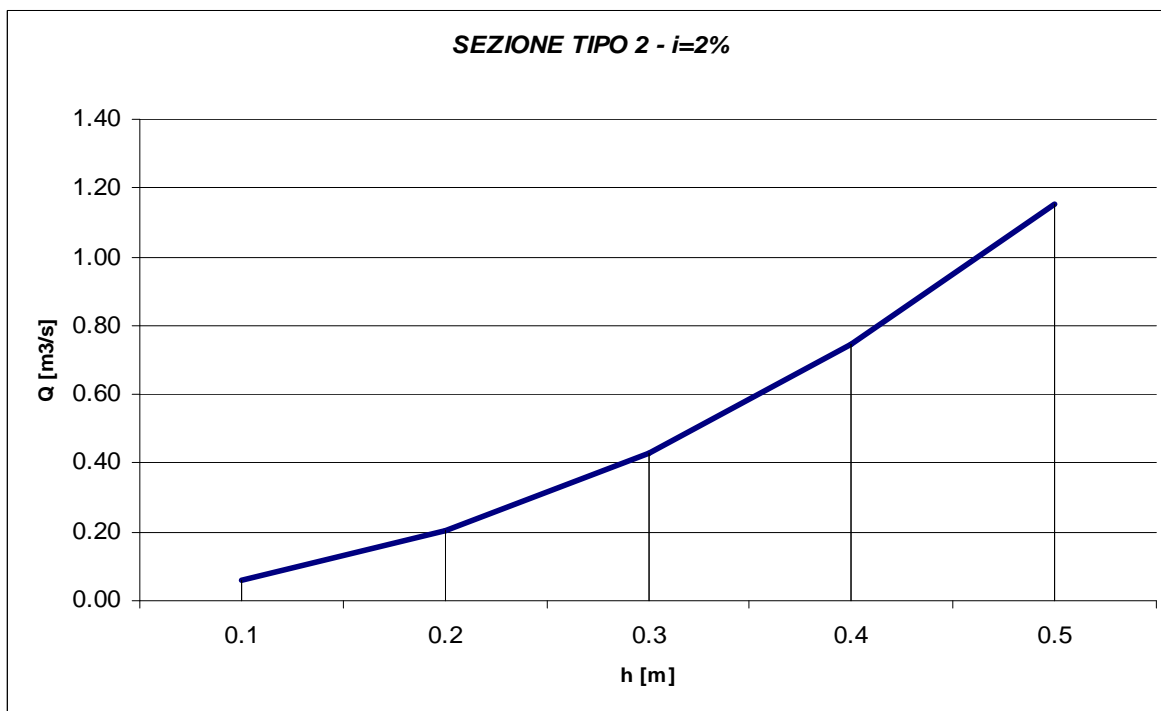


Sezione Tipo 1 – i= 5% - Scala delle Portate

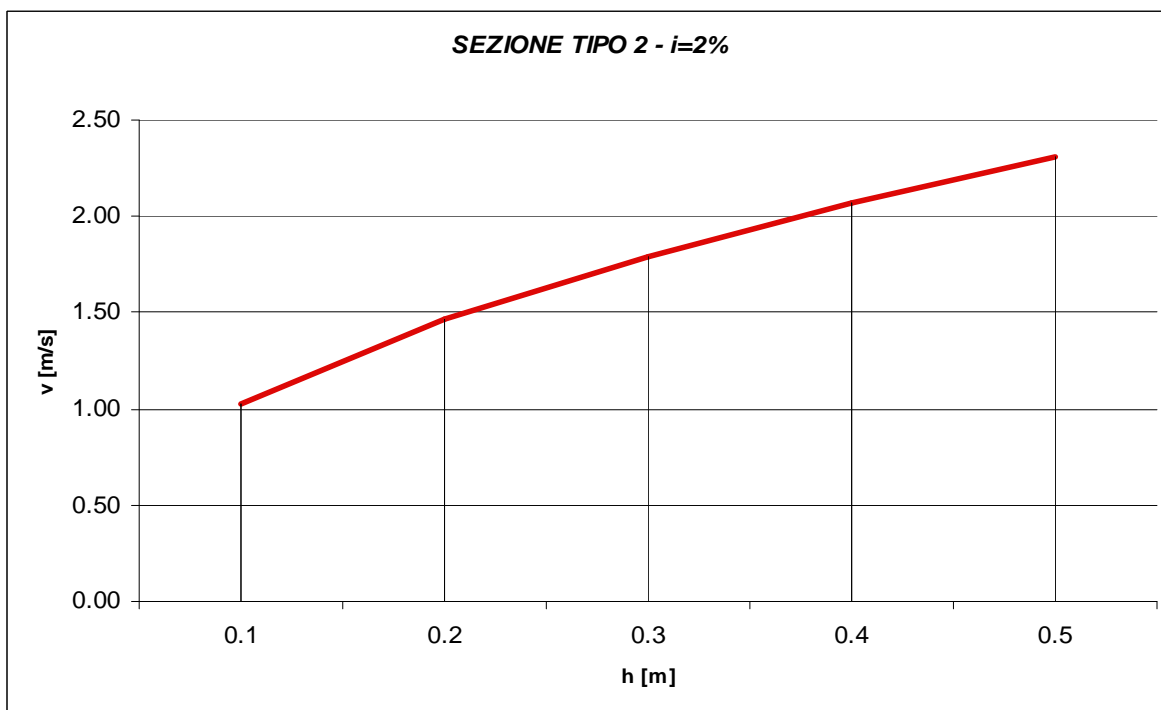


Sezione Tipo 1 – i= 5% - Scala delle Velocità

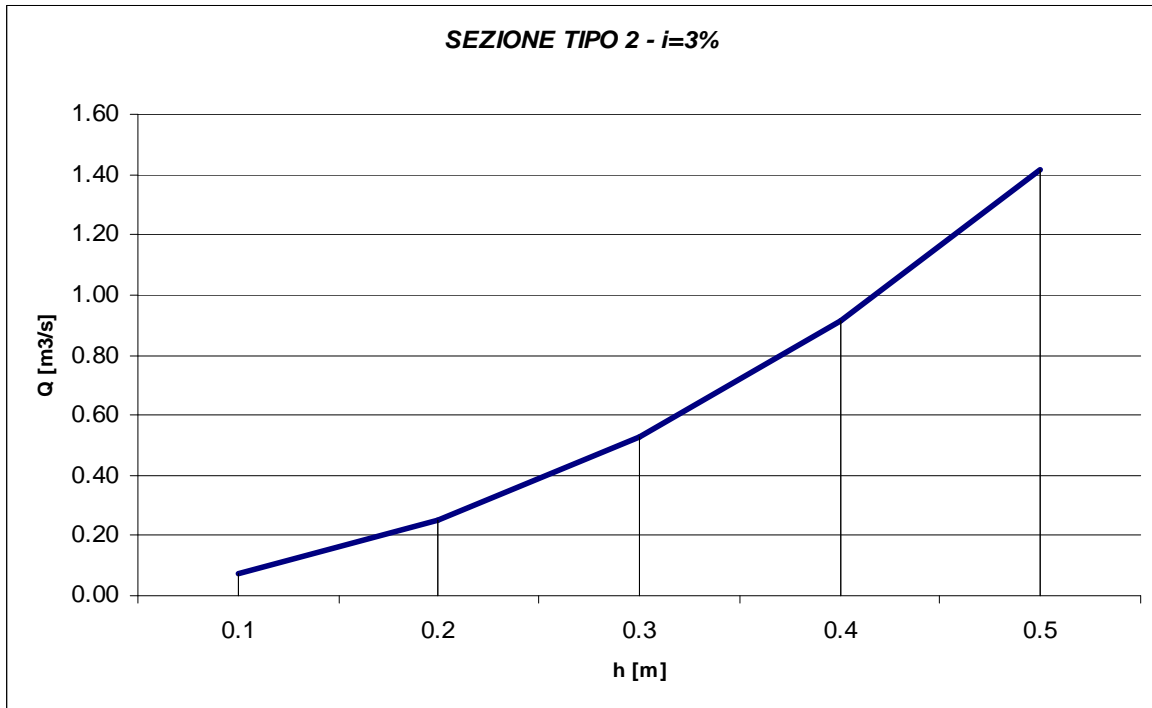




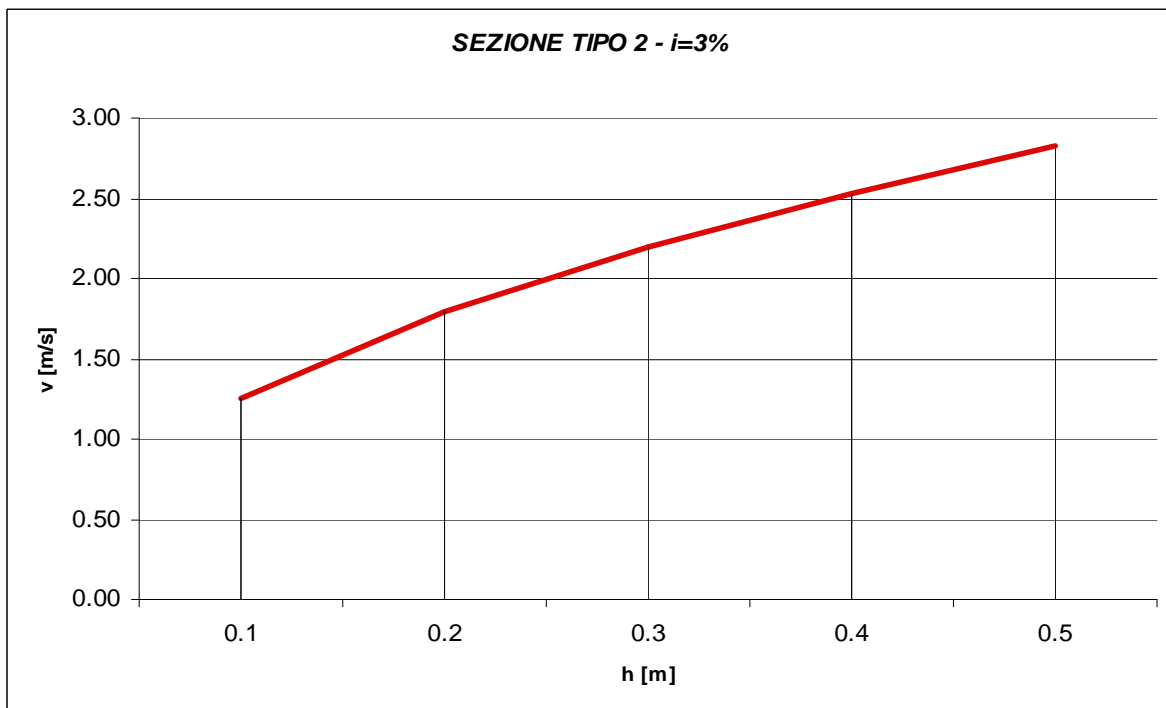
Sezione Tipo 2 –  $i=2\%$  - Scala delle Portate



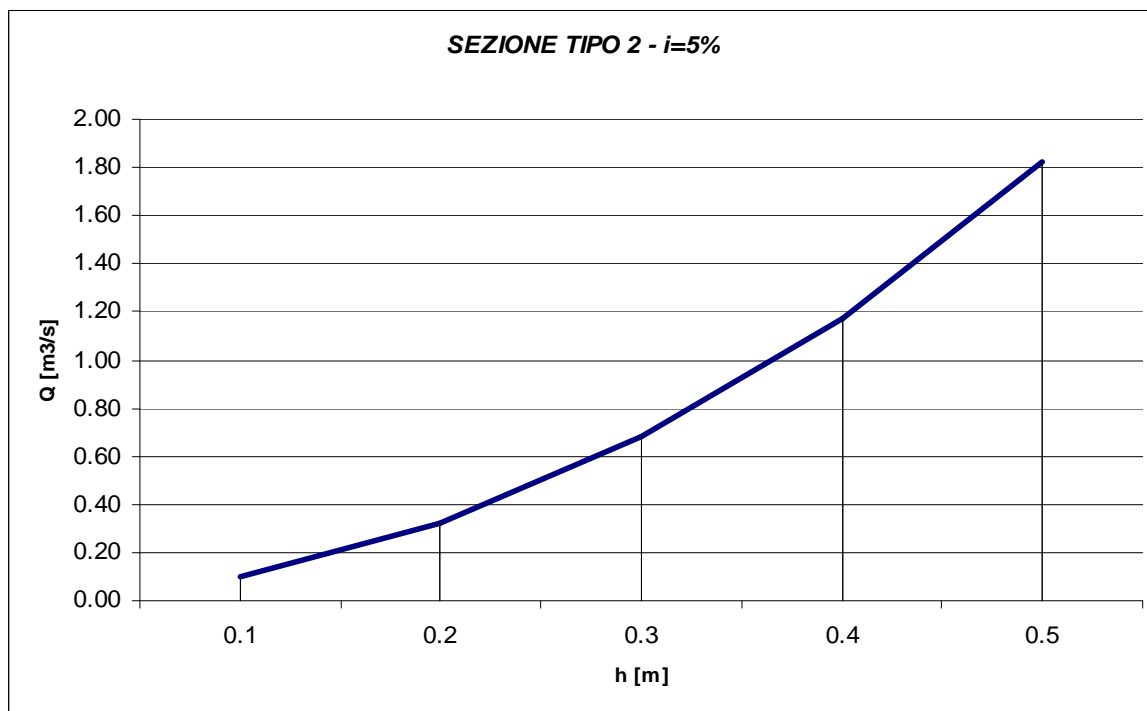
Sezione Tipo 2 –  $i=2\%$  - Scala delle Velocità



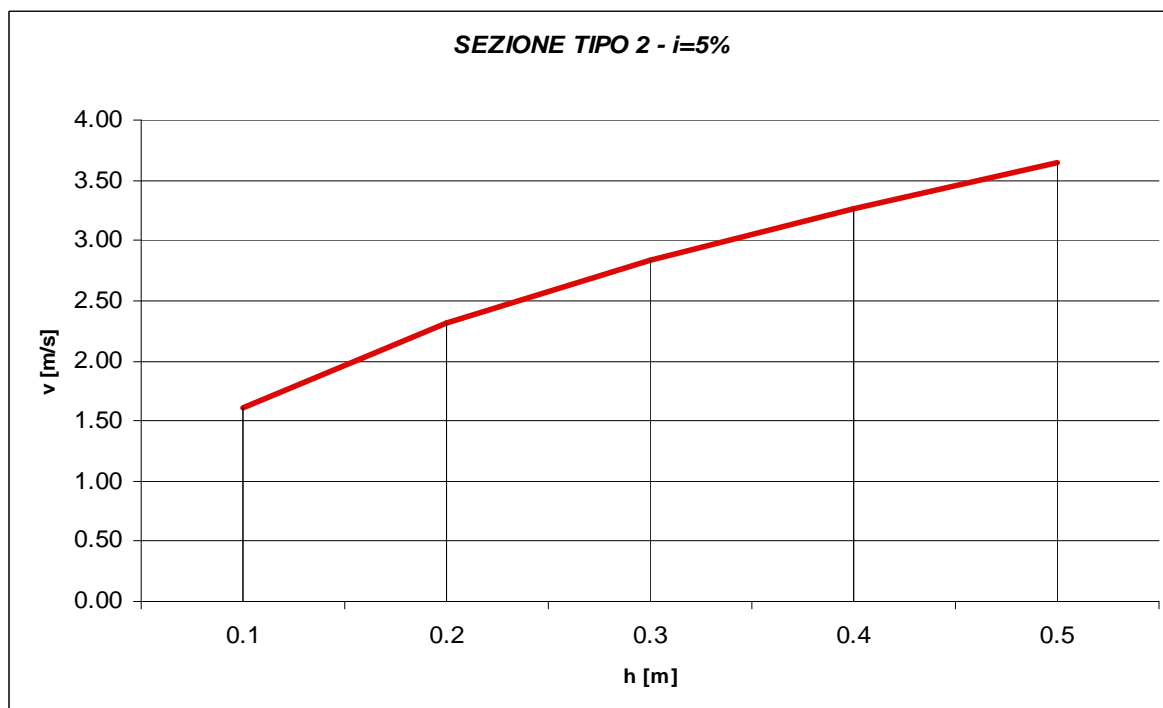
Sezione Tipo 2 –  $i=3\%$  - Scala delle Portate



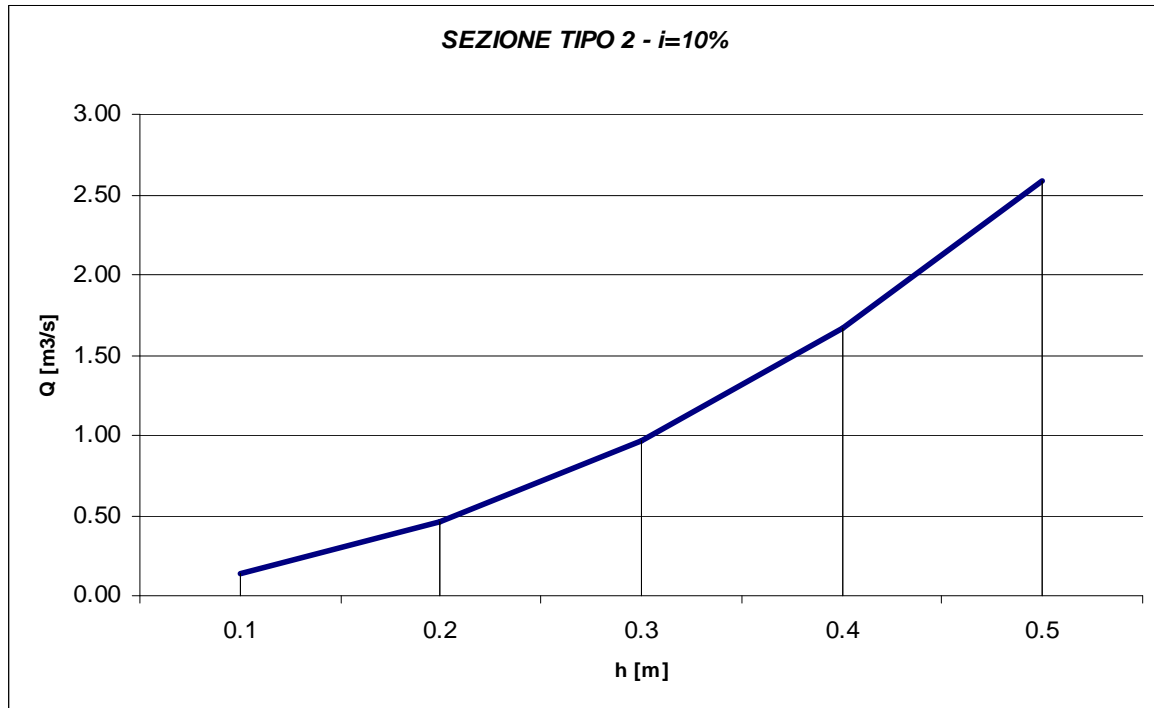
Sezione Tipo 2 –  $i=3\%$  - Scala delle Velocità



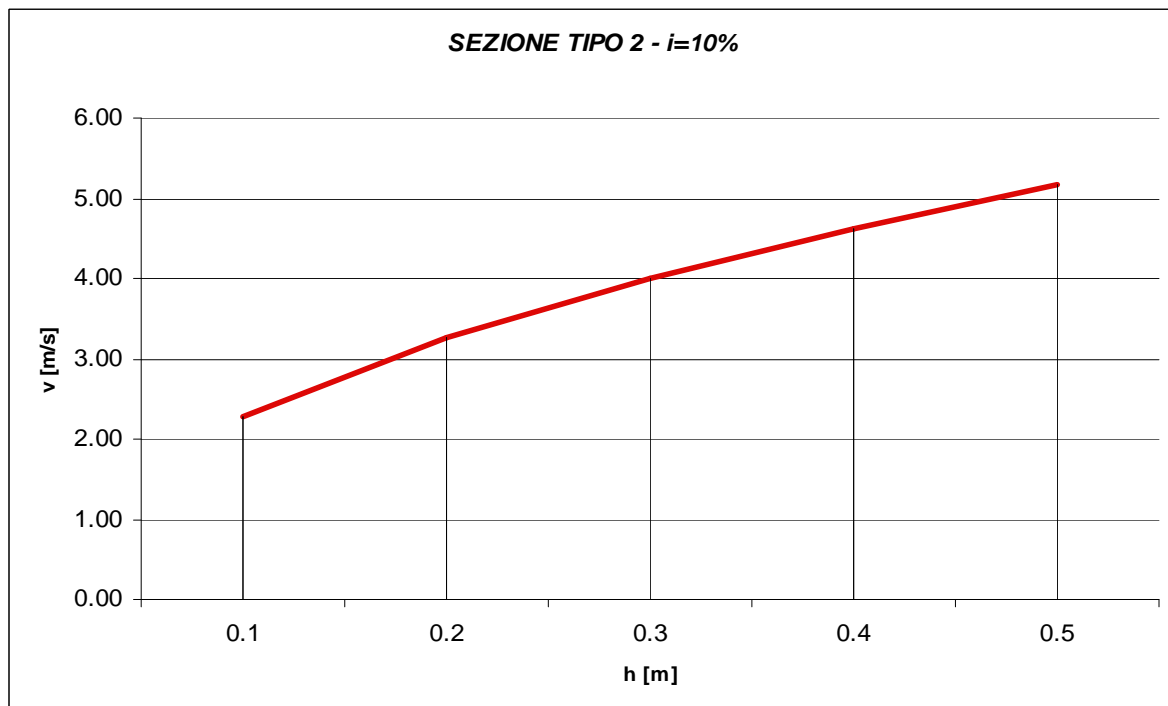
Sezione Tipo 2 –  $i=5\%$  - Scala delle Portate



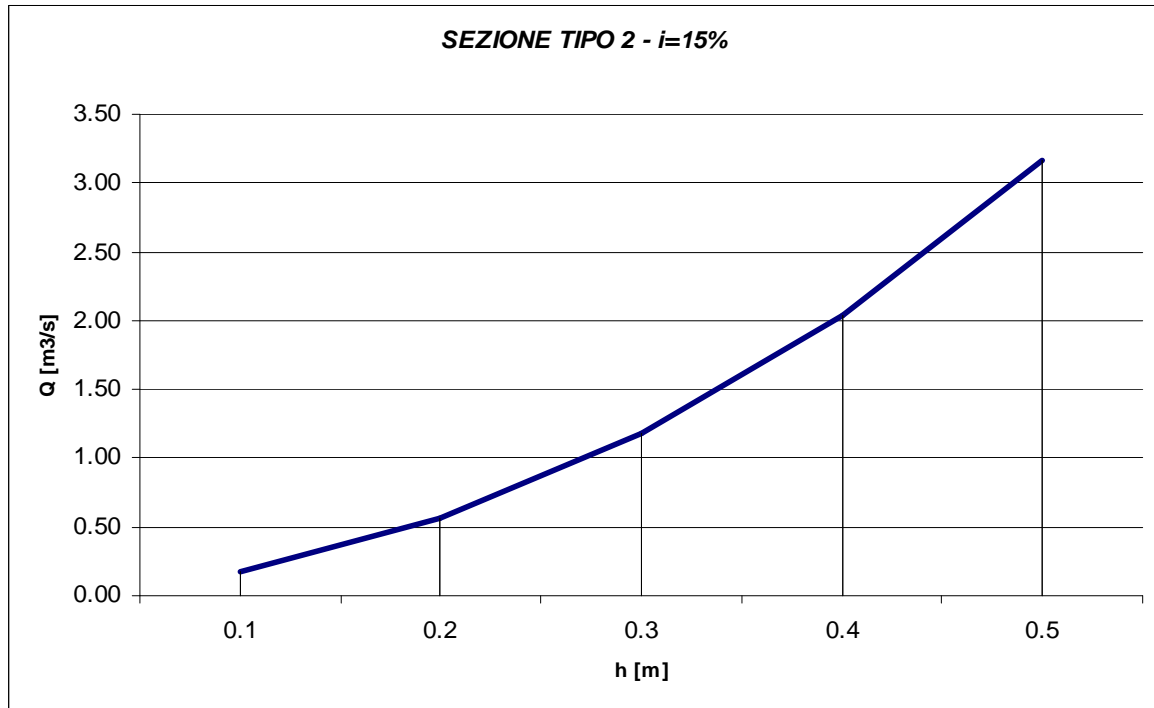
Sezione Tipo 2 –  $i=5\%$  - Scala delle Velocità



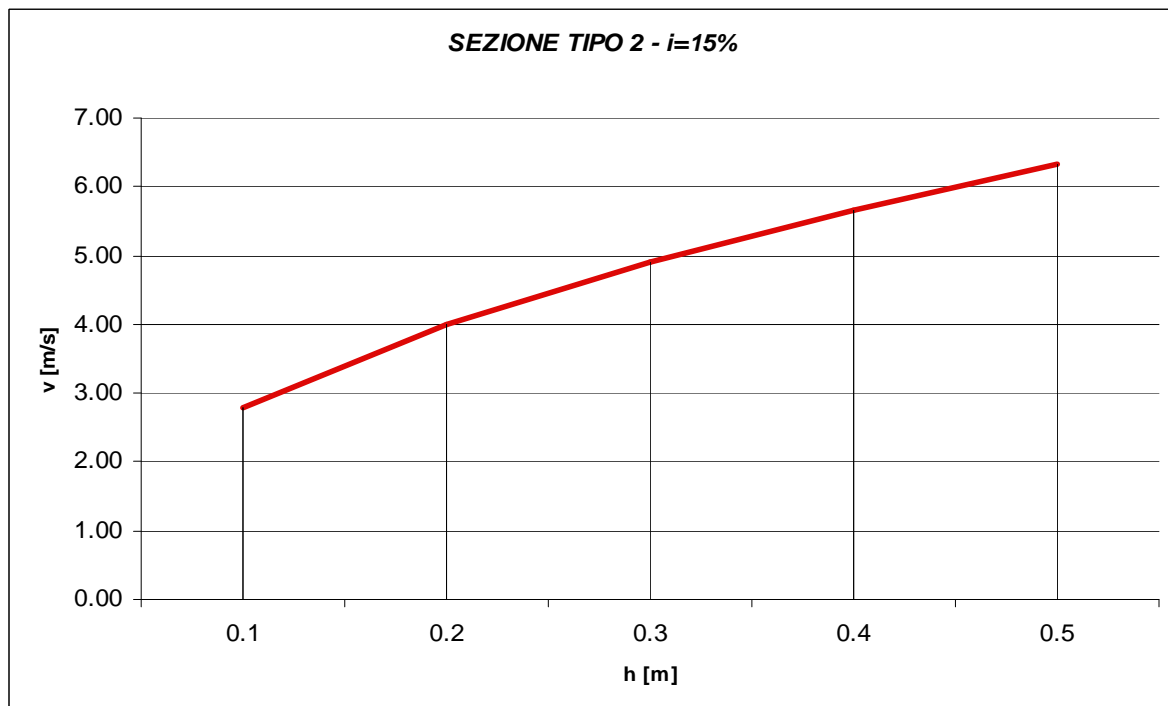
Sezione Tipo 2 –  $i= 10\%$  - Scala delle Portate



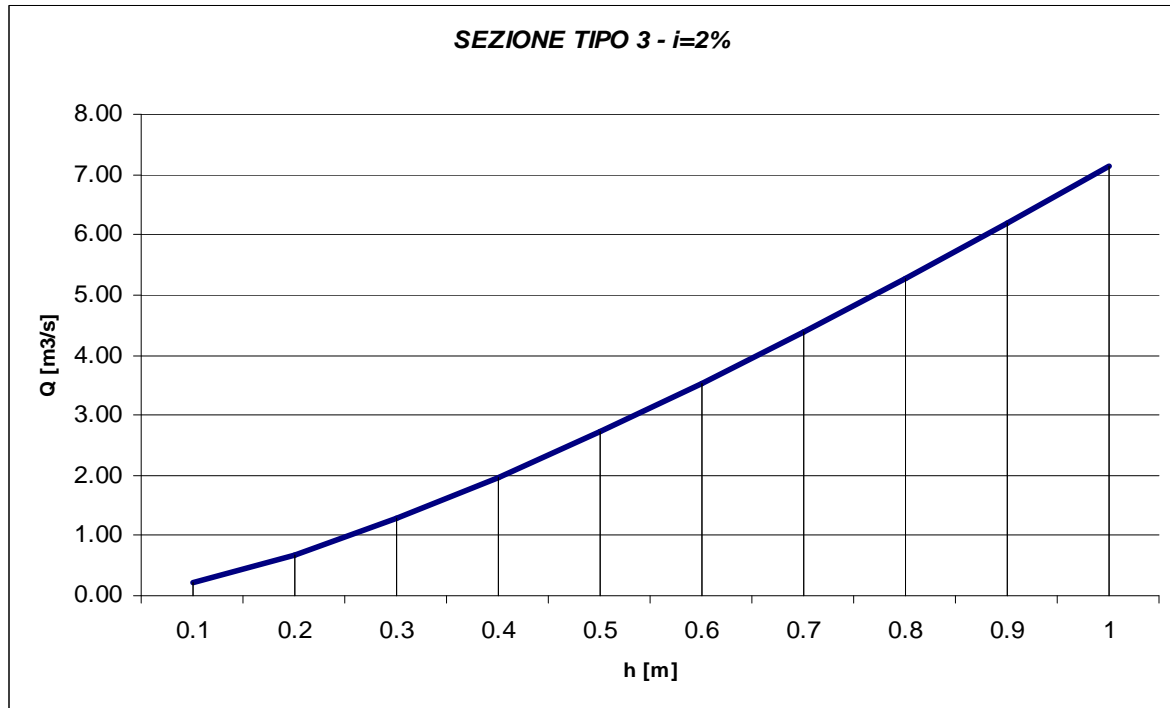
Sezione Tipo 2 –  $i= 10\%$  - Scala delle Velocità



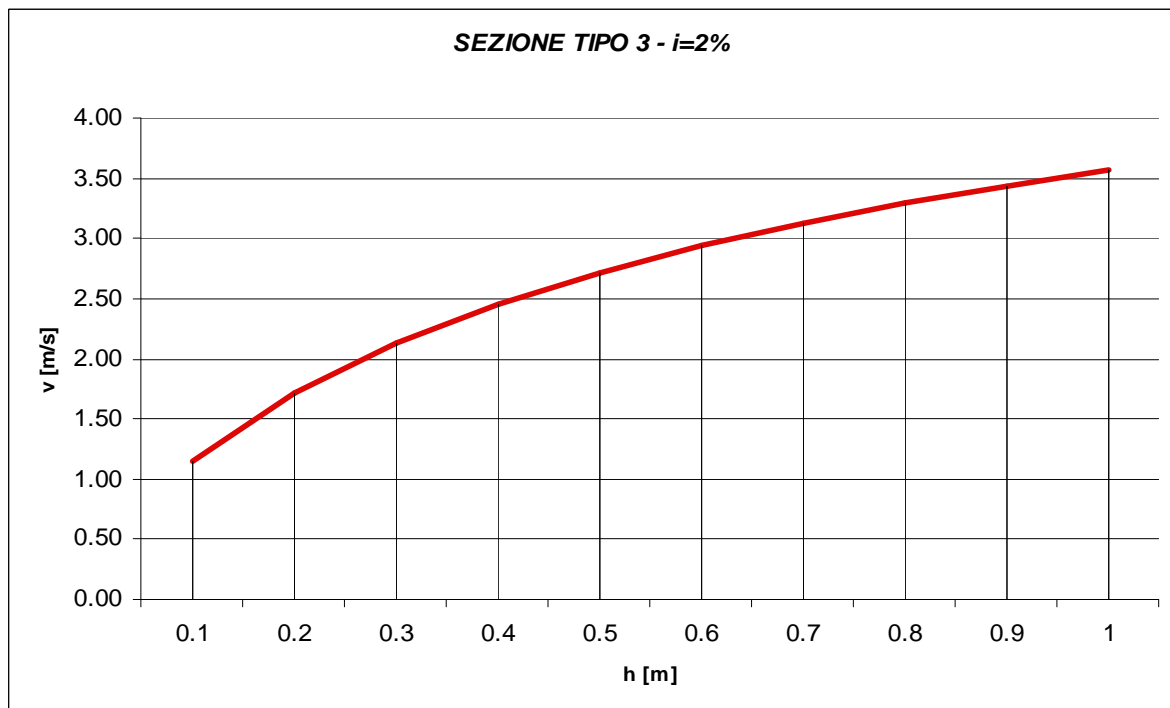
Sezione Tipo 2 –  $i= 15\%$  - Scala delle Portate



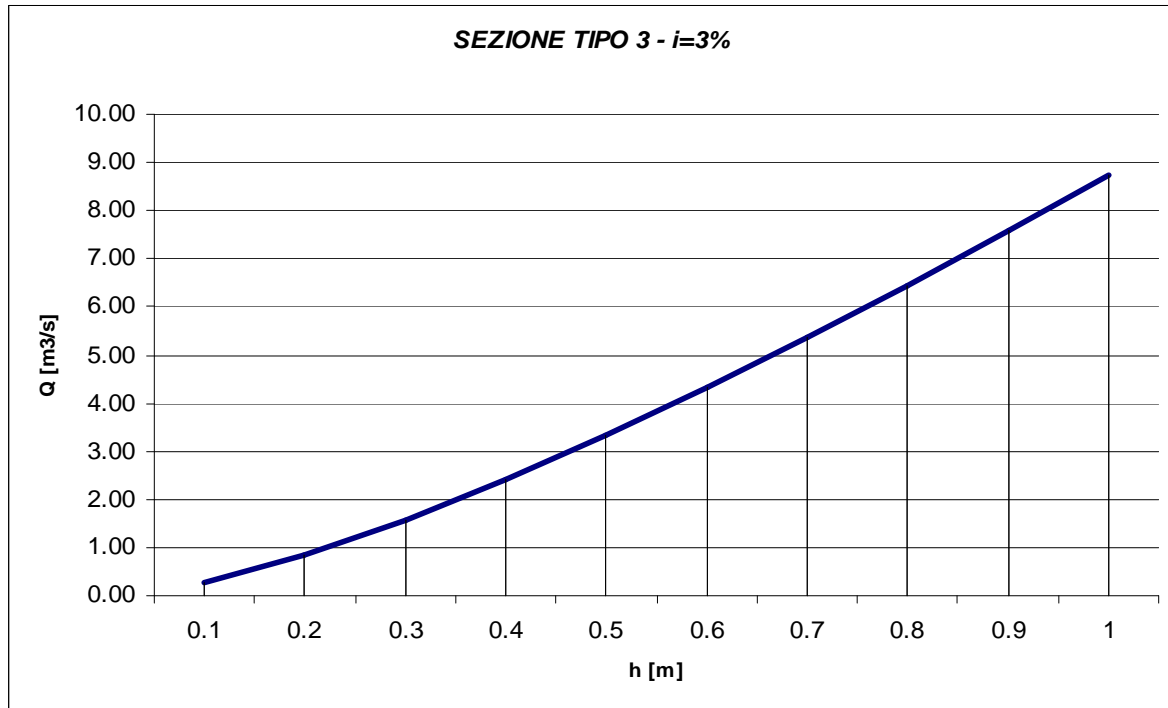
Sezione Tipo 2 –  $i= 15\%$  - Scala delle Velocità



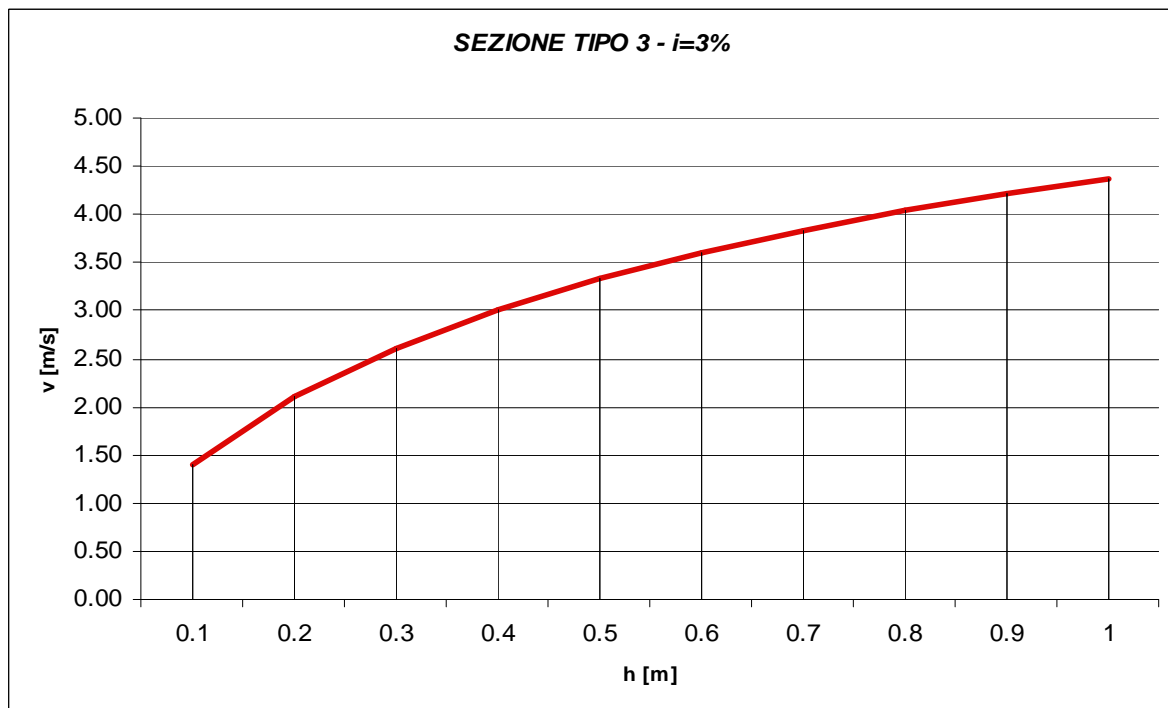
Sezione Tipo 3 –  $i=2\%$  - Scala delle Portate



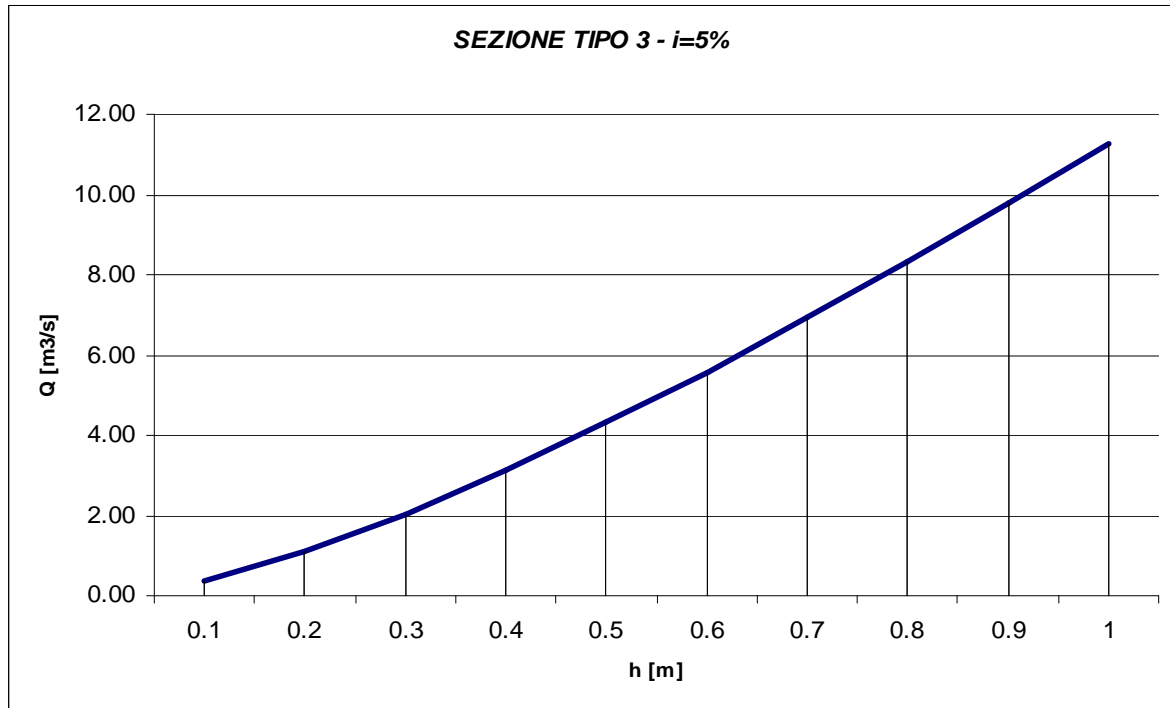
Sezione Tipo 3 –  $i=2\%$  - Scala delle Velocità



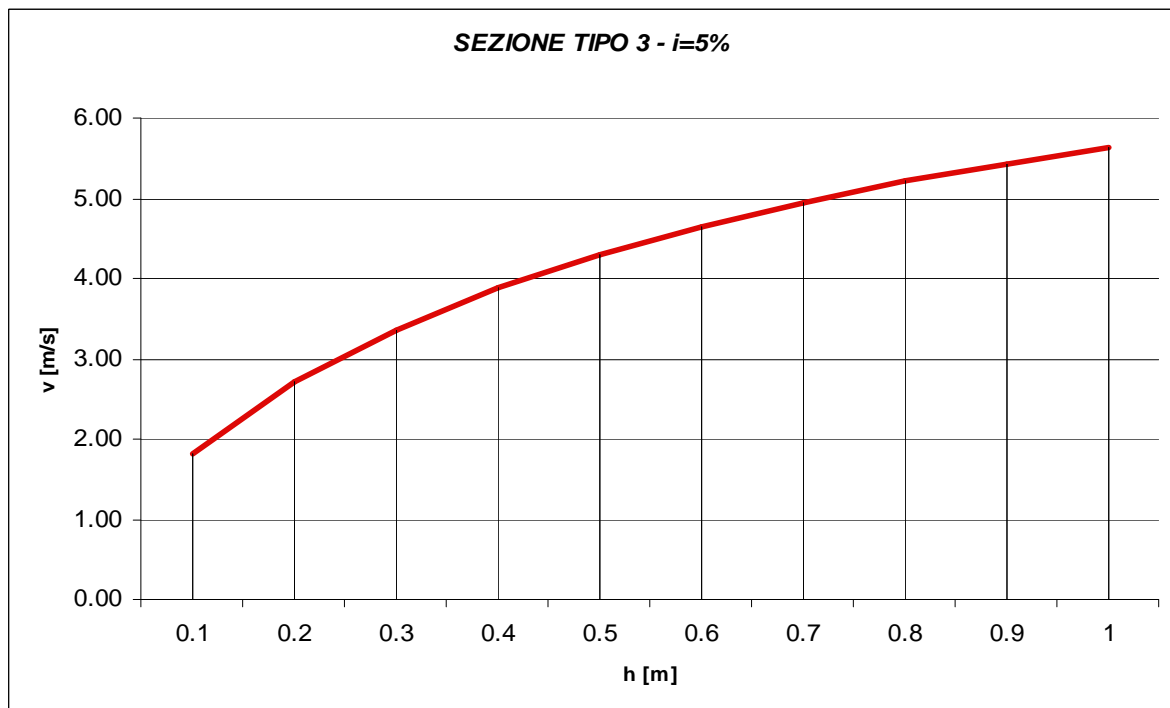
Sezione Tipo 3 –  $i=3\%$  - Scala delle Portate



Sezione Tipo 3 –  $i=3\%$  - Scala delle Velocità

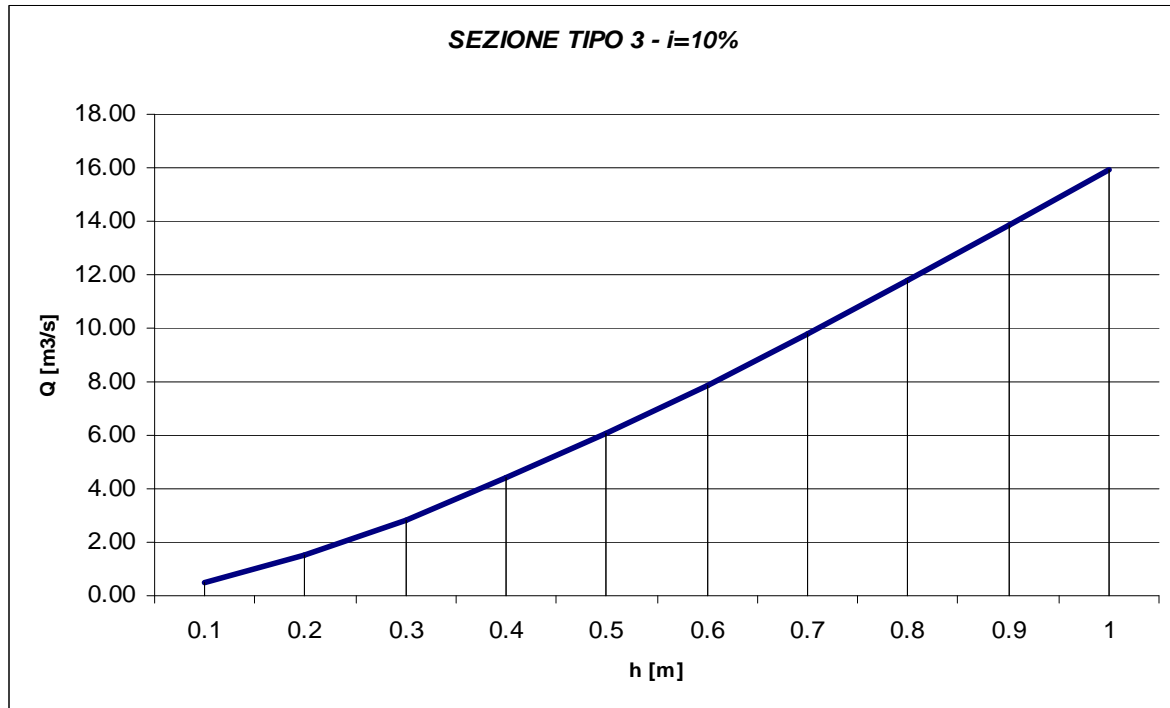


Sezione Tipo 3 – i= 5% - Scala delle Portate

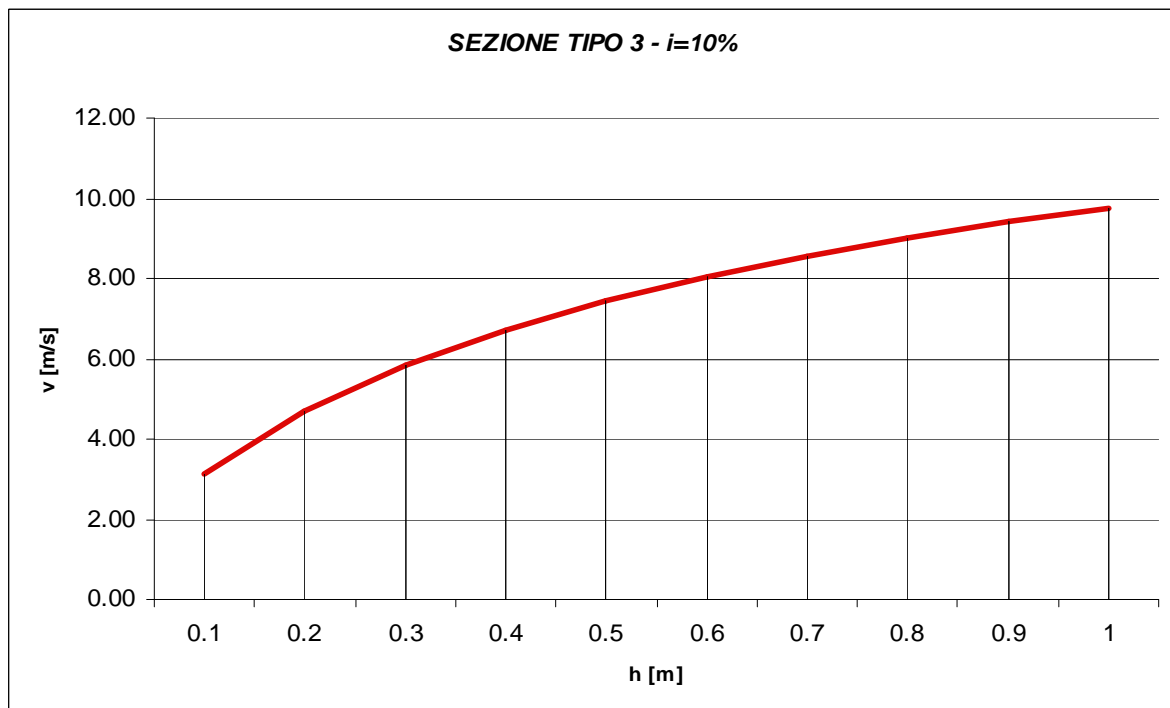


Sezione Tipo 3 – i= 5% - Scala delle Velocità

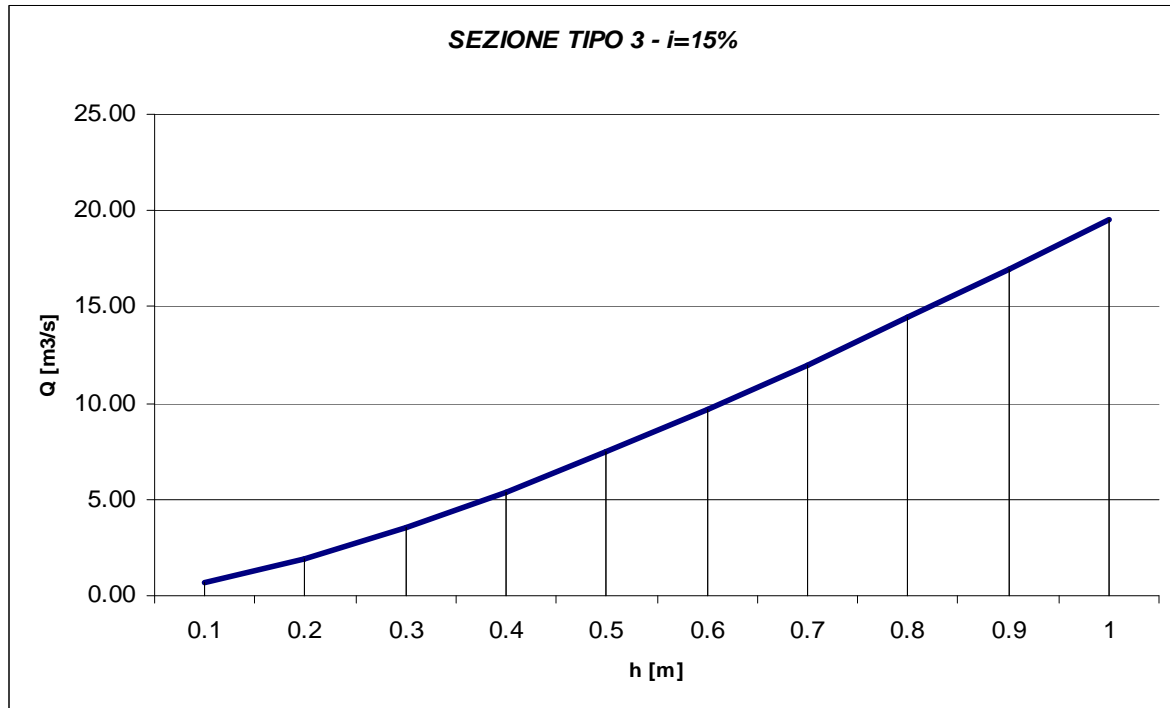




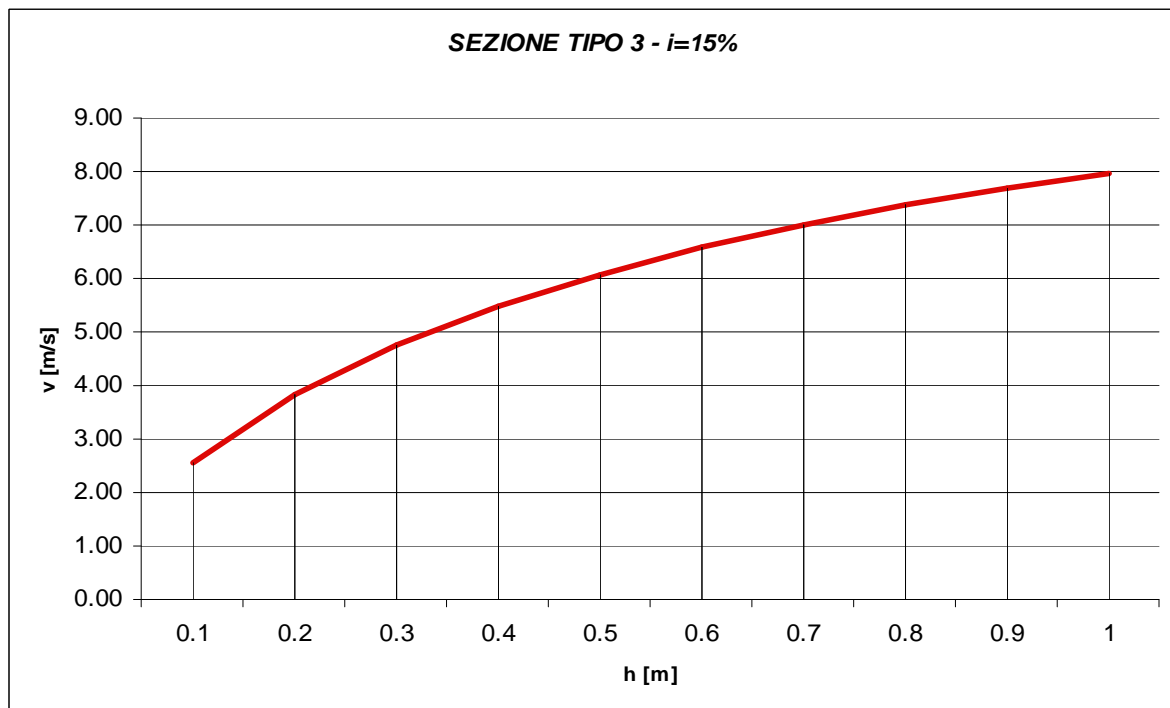
Sezione Tipo 3 –  $i= 10\%$  - Scala delle Portate



Sezione Tipo 3 –  $i= 10\%$  - Scala delle Velocità



Sezione Tipo 3 –  $i= 15\%$  - Scala delle Portate



Sezione Tipo 3 –  $i= 15\%$  - Scala delle Velocità

|   |   |  |                                       |                  |
|---|---|--|---------------------------------------|------------------|
|  |  | <b>Ponte sullo Stretto di Messina</b><br><b>PROGETTO DEFINITIVO</b><br>Variante siti alternativi di deposito |                                       |                  |
|   |   | <b>SRA6 – RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</b>   | <i>Codice documento</i><br>CZV0852_F0 | <i>Rev</i><br>F0 |

Sulla base della capacità di trasporto dei canali di progetto, illustrata in forma grafica nelle immagini precedenti, si è proceduto alla verifica di ciascun tratto della rete di drenaggio.

Nelle seguenti tabelle si riportano i calcoli di verifica effettuati, dalle quali si evince che le verifiche sono pienamente soddisfatte.

| SEZIONE TIPO "2" |                |                    |          |      |       |                     |       |       |         |
|------------------|----------------|--------------------|----------|------|-------|---------------------|-------|-------|---------|
| Tratto           | Superficie     | Portata di Calcolo | Pendenza | H    | B [m] | A [m <sup>2</sup> ] | P [m] | R [m] | v [m/s] |
|                  | m <sup>2</sup> | m <sup>3</sup> /s  | %        | [m]  | [m]   | m <sup>2</sup>      | [m]   | [m]   | [m/s]   |
| A3-A4            | 12 372         | 0.68               | 15.00%   | 0.21 | 0.92  | 0.15                | 1.09  | 0.14  | 4.59    |
| A7-A6            | 22 663         | 1.24               | 2.00%    | 0.49 | 1.48  | 0.48                | 1.88  | 0.26  | 2.57    |
| A4-A5            | 15 832         | 0.87               | 6.00%    | 0.31 | 1.11  | 0.25                | 1.36  | 0.18  | 3.52    |

| SEZIONE TIPO "3" |                |                    |          |      |       |                     |       |       |         |
|------------------|----------------|--------------------|----------|------|-------|---------------------|-------|-------|---------|
| Tratto           | Superficie     | Portata di Calcolo | Pendenza | H    | B [m] | A [m <sup>2</sup> ] | P [m] | R [m] | v [m/s] |
|                  | m <sup>2</sup> | m <sup>3</sup> /s  | %        | [m]  | [m]   | m <sup>2</sup>      | [m]   | [m]   | [m/s]   |
| A5-A6            | 42 494         | 2.33               | 1.50%    | 0.50 | 2.00  | 0.99                | 2.99  | 0.33  | 2.35    |

## 4 Compatibilità con il PAI vigente

Il torrente Caracciolo è compreso fra il bacino del torrente Senia ed il bacino della fiumara Niceto. Il piano stralcio di bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI) della regione Sicilia, nel tratto oggetto d'interesse, ha preso in studio i seguenti bacini:

1. Bacino idrografico del Torrente Saponara – Area territoriale tra i bacini Torrente Saponara e Fiumara Niceto;
2. Bacino idrografico della Fiumara Niceto e centro abitato di Rometta.

Per quanto sopra, il PAI non ha predisposto uno specifico studio a livello di bacino per il torrente Caracciolo, e le informazioni relative alle criticità riscontrate sono illustrate nel PAI relativo "Area territoriale tra i bacini Torrente Saponara e Fiumara Niceto".

Come emerge dal suddetto documento, con specifico riferimento al Bacino del T. Caracciolo, è stato individuato un sito di attenzione denominato "003-E05" in corrispondenza del centro abitato di Torregrotta, ove a causa dell'antropizzazione dell'area le acque del sovrastante versante si riversano sulle strade pavimentate.

|   |   |  |                           |
|---|---|--|---------------------------|
|  |  | <b>Ponte sullo Stretto di Messina</b><br><b>PROGETTO DEFINITIVO</b><br>Variante siti alternativi di deposito |                           |
| <b>SRA6 – RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</b>                                    | <i>Codice documento</i><br>CZV0852_F0   | <i>Rev</i><br>F0   | <i>Data</i><br>31/05/2012 |



L'immagine precedente illustra chiaramente il versante le cui acque insistono direttamente sulle pavimentazioni stradali.

Come si evince dal seguente stralcio planimetrico estratto dal PAI, il sito di attenzione "003-E05" è lontano dalle aree oggetto d'intervento, che non interferiscono con l'attuale condizione del sito.

Inoltre, si evidenzia che il sistema proposto sul T. Caracciolo prevede la realizzazione di una cassa di espansione che riduce notevolmente i rischi di esondazione nelle aree urbane.

