

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



### INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N. 443/01

**LINEA A.V. /A.C. TORINO – VENEZIA      Tratta MILANO – VERONA**  
**Lotto funzionale Brescia-Verona**

### PROGETTO ESECUTIVO

**SLA9 – SOTTOPASSO PODERALE PK 107+896,000**

### RELAZIONE IDRAULICA

|  |                         |
|--|-------------------------|
| GENERAL CONTRACTOR                               | DIRETTORE LAVORI        |
| Consorzio<br><b>Cepav due</b><br><br>Data: _____ | <br><br><br>Data: _____ |

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA/DISCIPLINA | PROGR | REV |
|----------|-------|------|------|----------|------------------|-------|-----|
| I N O R  | 1 2   | E    | E 2  | R I      | S L A 9 0 6      | 0 0 1 | A   |

| PROGETTAZIONE |             |                               |          |                         |          |                         |          |
|---------------|-------------|-------------------------------|----------|-------------------------|----------|-------------------------|----------|
| Rev.          | Descrizione | Redatto                       | Data     | Verificato              | Data     | Progettista Integratore | Data     |
| A             | Emissione   | ZIFFERERO<br><i>Zifferero</i> | 30/04/20 | AIELLO<br><i>Aiello</i> | 30/04/20 | LIANI                   | 30/04/20 |
| B             |             |                               |          |                         |          |                         |          |
| C             |             |                               |          |                         |          |                         |          |

ORDINE INGEGNERI VERONA PROVINCIA VERONA  
 ALBO PROVINCIALE INGEGNERI VERONA  
 #45533  
 Data: 30/04/20

CIG. 751447334A File: INOR12EE2RISLA906001A\_10.docx



Progetto cofinanziato dalla Unione Europea

CUP: F81H9100000008

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
12

Codifica Documento  
E E2 RI SLA9 06 001

Rev.  
A

Foglio  
2 di 30

## INDICE

|   |    |
|---|----|
| 1. PREMESSA.....  | 3  |
| 2. SCOPO DEL DOCUMENTO .....  | 4  |
| 3. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....                                    | 4  |
| 3.1. DOCUMENTI REFERENZIATI.....                                    | 4  |
| 4. DESCRIZIONE DEL SISTEMA.....                                     | 5  |
| 4.1. VIABILITÀ IN PROGETTO .....                                    | 5  |
| 4.2. RETE DI DRENAGGIO .....  | 5  |
| 5. AFFLUSSI – DEFLUSSI E VERIFICA IDRAULICA RETE DI DRENAGGIO ..... | 6  |
| 5.1. ELABORAZIONE ED INTEGRAZIONE DATI PAI.....                     | 6  |
| 5.2. IDROLOGIA.....   | 7  |
| 5.3. CALCOLO DELLA PORTATA DI MASSIMA PIOGGIA.....                  | 8  |
| 5.4. COEFFICIENTE DI DEFLUSSO.....                                  | 9  |
| 5.5. ANALISI IDRAULICA RETE FOGNARIA .....                          | 10 |
| 5.6. DIMENSIONAMENTO VASCA DI ACCUMULO E RILANCIO .....             | 17 |
| 6. IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO .....                                   | 22 |
| 7. VERIFICA DEL RECAPITO FINALE.....                                | 26 |
| 7.1. INQUADRAMENTO E SINTESI DEI RISULTATI .....                    | 26 |
| 7.2. METODOLOGIA .....  | 26 |



## 1. PREMESSA

La presente relazione riguarda l'intervento di realizzazione della nuova strada di progetto poderale posta alla prog. Km 107+896,000 del Collegamento tra il Quadruplicamento Brescia Est e la linea AV/AC Torino-Venezia Tratta Milano – Verona Lotto funzionale Brescia Est-Verona.

L'intervento rientra all'interno del Comune di Calcinato in Provincia di Brescia, ed è motivato dall'esigenza di garantire la continuità territoriale di Via Campagna, altrimenti interrotta dalla linea ferroviaria di progetto, costituita dal collegamento tra il Quadruplicamento BS Est e la linea AV/AC.

Il progetto esecutivo viene sviluppato sulla base delle soluzioni e delle scelte già individuate in sede di progettazione definitiva, previa verifica e aggiornamento dei dati al contorno effettuata in coordinamento con i tecnici incaricati della progettazione. Opportuni aggiornamenti progettuali, rispetto alla fase precedente, sono stati introdotti a risposta delle eventuali necessità occorse, dettate da variazioni geometriche apportate alle strutture.

La presente relazione riporta le premesse, le modalità realizzative e le conclusioni dello studio idraulico realizzato nel tratto in oggetto, al fine di valutare l'efficacia degli interventi proposti in progetto nella loro globalità.

In particolare, per gli aspetti idraulici, sono stati assunti i dati elaborati nel Progetto Definitivo e facenti riferimento ad un evento con tempo di ritorno di 25 anni, relativamente allo smaltimento delle acque di piattaforma stradale (Rif. [7] e Rif. [8]).

In merito alle tubazioni della rete fognaria, il posizionamento dei pozzetti in corrispondenza di ogni cambio di direzione e/o confluenza consente di smorzare eventuali sovralti idrici localizzati, in quanto il maggior volume dei pozzetti stessi esercita una azione di laminazione e quindi di contenimento dei livelli. Il calcolo in moto uniforme adottato per la rete fognaria risulta quindi idoneo.

La pendenza delle tubazioni inferiore a 0,3% è garantita in fase esecutiva dal controllo della quota di scorrimento della tubazione mediante strumentazione topografica.

## **2. SCOPO DEL DOCUMENTO**

Le finalità del presente documento sono sostanzialmente due: il dimensionamento del sistema di raccolta e le modalità di smaltimento delle acque meteoriche che insistono sulla carreggiata stradale in trincea dell'opera in progetto.

Si riporta nel seguito:

- descrizione del sistema di drenaggio;
- dati meteo climatici di riferimento;
- criteri di dimensionamento della rete di drenaggio, della vasca volano, dell'impianto di pompaggio e del sistema di smaltimento delle acque meteoriche.

## **3. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO**

### **3.1. Documenti Referenziati**

Nella presente relazione, si è fatto riferimento ai seguenti documenti del progetto esecutivo:

Rif. [1] IN0R12EE2P9SLA906001 - PLANIMETRIA DI DRENAGGIO ACQUE DI PIATTAFORMA

Rif. [2] IN0R12EE2P8SLA900001 - PLANIMETRIA DI PROGETTO E TRACCIAMENTO

Rif. [3] IN0R12EE2F8SLA900001 - PROFILO LONGITUDINALE

Rif. [4] IN0R12EE2WZSLA900001 - SEZIONI TIPO

Rif. [5] IN0R12EE2BBSLA9C0001 - CARPENTERIA - VASCA DI SOLLEVAMENTO ACQUE

Rif. [6] IN0R12EE2BZSLA9C9001 - PARTICOLARI IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO ACQUE

E del progetto definitivo:

Rif. [7] IN0500DE2RGID00010012 - RELAZIONE IDROLOGICA

Rif. [8] IN0500DE2RGID00020053 - REL IDROLOG-IDRAULICA PER SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE

## 4. DESCRIZIONE DEL SISTEMA

### 4.1. Viabilità in progetto

L'intervento in esame prevede la ricucitura del ramo nord di Via Campagna, mentre l'intervento INZ5 prevede la il collegamento con il ramo sud. L'inizio dell'intervento in esame è ubicato a sud della linea ferroviaria di progetto. Il tracciato, mediante una prima curva sinistrorsa, devia in direzione Nord-Est portandosi su un allineamento ortogonale alla linea ferroviaria. In corrispondenza della prima curva, è inoltre presente l'innesto dell'intervento INZ5 (per ulteriori dettagli, si rimanda agli specifici elaborati). Il tracciato, dopo aver sottopassato i binari del collegamento tra il Quadruplicamento BS Est e la linea AV/AC, si porta su un allineamento parallelo alla linea ferroviaria mediante una curva destrorsa e una sinistrorsa. Il tracciato prosegue per circa 50m in direzione parallela alla linea ferroviaria, e infine, mediante una curva sinistrorsa, si raccorda alla sede esistente di Via Campagna, in prossimità di una cascina esistente.

Sul tratto parallelo alla linea ferroviaria, è inoltre presente un raccordo ad una strada privata che conduce ad una cascina esistente.

Per consentire il sottopassaggio della strada podere alla linea ferroviaria, il progetto prevede la realizzazione di un nuovo manufatto scatolare e di muri ad U gettati in opera. L'estensione complessiva del tracciato è pari a 300 m.

### 4.2. Rete di drenaggio

Per il tratto di viabilità in trincea, le acque di piattaforma vengono raccolte da caditoie poste ad interasse variabile sui lati della carreggiata, e convogliate mediante tubazioni in PVC di opportuno diametro sino ad una vasca di raccolta, posizionata a sud della linea ferroviaria di progetto.

Nei tratti in rettilineo si prevedono pozzetti caditoia per la captazione delle acque meteoriche su entrambi i lati, mentre per i tratti in curva solo sul lato interno. L'interasse tra le caditoie è sempre inferiore a 20 m circa nei tratti in rettilineo e inferiore a 12 m circa nei tratti in curva.

La rampa sud, essendo in rettilineo, presenta quindi per l'intero sviluppo due dorsali; la dorsale sul ciglio sinistro attraversa la piattaforma (tratto C9-C7) e confluisce nel pozzetto C7 dal quale viene recapitata alla vasca di sollevamento. L'ultimo tratto della rete relativa alla rampa sud (tratto C8-C9 e C6-C7), posto tra l'imbocco lato sud al sottopasso e la vasca (concio 4), scorre in contropendenza rispetto alla livelletta stradale.

La rampa nord, essendo in curva, presenta una sola dorsale, posta sul lato interno alla curva. Anche le acque della rampa nord confluiscono nel pozzetto C7, e da questo nella vasca di sollevamento.

Per un approfondimento dello schema descritto si rimanda alla PLANIMETRIA DI DRENAGGIO ACQUE DI PIATTAFORMA (Rif. [1]).

Le tubazioni sono in PVC diametro DE 200 mm, 250mm e 315 mm.

I pozzetti caditoia ubicati lungo le rampe sono realizzati in c.a. con griglia in ghisa sferoidale classe C250 dimensioni 50x50 cm secondo norma UNI EN 124. Le tubazioni in PVC verranno posate in bauletto di calcestruzzo (Rck25) rinforzato superiormente e lateralmente da rete elettrosaldata Ø 8 mm maglia 15 x 15 cm, rispettando un ricoprimento minimo, al di sopra dell'estradosso della tubazione, pari a 29 cm e un franco minimo sull'estradosso fondazione pari a 10 cm.

Due pompe (di cui una di riserva) inviano le acque alla vasca drenante.

Lo scarico finale nella vasca drenante avviene previo scarico del pompaggio in pozzetto di calma in cls prefabbricato collegato alla vasca mediante tubazione in PVC DE 200 mm (vedi Rif. [6]).

## **5. AFFLUSSI – DEFLUSSI E VERIFICA IDRAULICA RETE DI DRENAGGIO**

### **5.1. Elaborazione ed integrazione dati PAI**

L'11 maggio 1999 il Comitato Istituzionale del fiume Po ha adottato il “Progetto di Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico”. In seguito sono state avviate le attività relative alla pubblicazione e osservazione da parte degli Enti territorialmente interessati.

La legge 365/2000 ha introdotto una nuova procedura per l’adozione di Piano Stralcio, che ha assegnato alle Conferenze programmatiche, convocate dalle Regioni e organizzate in ambiti e sub ambiti provinciali, l’espressione del parere sul progetto di PAI. Ogni Regione ha stabilito modalità, criteri e atti per tali adempimenti, trasmettendo gli esiti del lavoro all’Autorità di bacino.

Delle determinazioni assunte in sede di Conferenze programmatiche ha tenuto conto il Comitato Istituzionale che, nella seduta del 26 aprile 2001, ha adottato il “Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico”, che è stato poi approvato il 24 maggio 2001 ed è divenuto esecutivo dalla pubblicazione sulla Gazzetta Ufficiale l’8 agosto 2001.

Nel PAI sono state aggregate e portate a sistema tutte le determinazioni per contrastare il rischio idraulico e idrogeologico precedentemente assunte dall’Autorità di bacino del fiume Po e, in particolare, quanto contenuto nel Piano stralcio per la realizzazione degli interventi necessari al ripristino dell’assetto idraulico, all’eliminazione delle situazioni di dissesto idrogeologico e alla prevenzione di rischi idrogeologici, nonché al ripristino delle aree di esondazione nel Piano stralcio delle fasce fluviali e nel Piano Straordinario per le aree a rischio idrogeologico molto elevato.

Il PAI ha lo scopo di assicurare, attraverso la programmazione di opere strutturali, vincoli e direttive, la difesa del suolo rispetto al dissesto di natura idraulica e idrogeologica e la tutela degli aspetti a esso connessi, in coerenza con le finalità generali stabilite dalla legge 183 del 18 maggio 1989.

Obiettivi generali sono:

- garantire un livello di sicurezza adeguato sul territorio;
- conseguire un recupero della funzionalità dei sistemi naturali (anche tramite la riduzione dell’artificialità conseguente alle opere di difesa), il ripristino, la riqualificazione e la tutela delle caratteristiche ambientali del territorio, il recupero delle aree fluviali a utilizzi ricreativi;
- conseguire il recupero degli ambiti fluviali e del sistema idrico quale elementi centrali dell’assetto territoriale del bacino;
- raggiungere condizioni di uso del suolo compatibili con le caratteristiche dei sistemi idrografici e dei versanti, funzionali a conseguire effetti di stabilizzazione e consolidamento dei terreni e di riduzione dei deflussi di piena.

## 5.2. Idrologia

La previsione quantitativa delle piogge nell'area di interesse è stata realizzata attraverso la determinazione della curva di possibilità pluviometrica individuante la relazione che intercorre tra il tempo di pioggia (t) e l'altezza d'acqua piovuta (h), secondo la seguente formulazione:

$$h(t) = a \cdot t^n$$

nella quale i termini a ed n sono parametri dipendenti dal tempo di ritorno specificato.

Per quanto riguarda la distribuzione spaziale delle precipitazioni intense, è stata condotta, negli elaborati PAI, un'interpolazione spaziale con il metodo di Kriging dei parametri a e n delle linee segnalatrici, discretizzate in base ad un reticolo di 2 km di lato. Grazie a questa elaborazione si consente il calcolo delle linee segnalatrici in ciascun punto del bacino per tempi di ritorno di 20, 100, 200 e 500 anni, identificando la localizzazione sulla corografia. In analogia al Progetto Definitivo, il tempo di ritorno utilizzato come riferimento è  $T_R = 20$  anni, in linea con quanto già eseguito ed approvato in fase di PD relativamente al drenaggio di viabilità stradale in rilevato,  $T_R = 25$  anni per il tratto di viabilità in trincea afferente ai sottopassi.

La cella di riferimento per il tratto interessato dalla viabilità in progetto è la EX82, che fornisce i seguenti valori per i parametri di pioggia relativi a un tempo di ritorno  $T_r = 25$  anni:

$$a = 46.19 \text{ mm/h}^n$$

$$n = 0.258$$

Dovendo tuttavia trattare nella presente relazione di aree scolanti di dimensioni molto limitate, relative alla sola piattaforma impermeabilizzata e alle pertinenze nelle immediate vicinanze, è necessario indagare gli afflussi relativi a transitori molto contenuti, largamente inferiori all'ora (Tempi di concentrazione pari a 10 minuti). È stato necessario quindi integrare i parametri di afflusso su scala geografica con la valutazione di  $n'$ , (da usare nella formula classica  $h=at^{n'}$ ).

Per il calcolo dell'altezza di pioggia su tempi inferiori all'ora è stato utilizzato il metodo di Bell: in relazione alla modesta variazione dei rapporti di intensità durata correlata al tempo di ritorno, si adotta la seguente relazione

$$\frac{P_T^t}{h_T^{60}} = (0.54t^{0.25} - 0.50)$$

applicabile per  $5 \leq t \leq 120$  dove:

- $P_T^t$  indica l'altezza di pioggia relativa ad un evento pari al tempo t riferita al periodo di ritorno T
- $h_T^{60}$  è l'altezza di pioggia relativa ad un evento di durata pari ad un'ora riferita al periodo di ritorno T
- t è il tempo di pioggia espresso in minuti

La relazione può essere scritta anche forma seguente:

$$P_T^t = \beta t^* a$$

dove:

- $\beta t = (0.54 t^{0.25} - 0.50)$
- $a = h_T^{60}$

Nota l'altezza di pioggia  $h_t$  relativa all'evento di durata  $t$ , passando ai logaritmi, le coppie *altezza di pioggia-durata* vengono regolarizzate con l'equazione di una retta dove il termine noto indica il parametro  $a$  e il coefficiente angolare rappresenta il parametro  $n'$ .

Applicando il metodo di Bell si ricavano i valori di  $\beta$  al variare del tempo di pioggia:

| $\beta$ t=5 | $\beta$ t=10 | $\beta$ t=20 | $\beta$ t=30 | $\beta$ t=40 | $\beta$ t=50 |
|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 0.307       | 0.460        | 0.642        | 0.764        | 0.858        | 0.936        |

Da cui si possono ricavare i valori di  $n'$  tramite la seguente relazione:

$$n'(t) = \frac{\ln(\beta(t) \cdot t_{60}^n)}{\ln(t)}$$

Per la cella EX82 e per un tempo di pioggia pari a  $t=10$  minuti, dalla formula sopra citata, si ricava un valore di  $n'=0,388$ .

Per le elaborazioni che seguono è stata pertanto considerata la seguente combinazione di parametri:

| a(mm) Tr25 | n Tr25 | n' Tr25 |
|------------|--------|---------|
| 46,19      | 0,258  | 0,388   |

### 5.3. Calcolo della portata di massima pioggia

La massima portata meteorica defluente è valutata col metodo razionale, il quale fornisce la seguente espressione:

$$Q_{\max} = \frac{\varphi \cdot S \cdot h \cdot 106}{3600 \cdot T_c}$$

con:  $S$  = superficie del sottobacino [ $\text{km}^2$ ];

$h$  = altezza di pioggia [m];

$T_c$  = tempo di corrivazione/concentrazione [ore];

$\varphi$  = coefficiente medio di deflusso.

Tale metodo si basa sulle seguenti ipotesi:

- gocce di pioggia cadute contemporaneamente in luoghi diversi del bacino arrivano alla sezione di chiusura in tempi diversi;
- il contributo di ogni singolo punto del bacino alla portata di piena è direttamente proporzionale all'intensità di pioggia caduta in quel punto per il tempo necessario al raggiungimento della sezione di chiusura da parte del contributo stesso;
- tale tempo è caratteristico di ogni singolo punto e rimane costante per tutta la durata del fenomeno pluviometrico.

- Ne consegue che le portate massime si ottengono per tempi di pioggia non inferiori al tempo di corrivazione/concentrazione determinati alla sezione di chiusura in esame.

Per una fognatura urbana il tempo di concentrazione  $T_c$  si determina in riferimento al percorso idraulico più lungo della rete stessa fino alla sezione di chiusura (Paoletti et al. – Sistemi di fognatura, 2004). In particolare, una volta individuata la rete e i sottobacini afferenti, il  $T_c$  si determina mediante:

$$T_c = t_a + t_r$$

dove:  $t_a$  = tempo di accesso alla rete relativo al sottobacino drenato dal condotto fognario posto all'estremità di monte del percorso idraulico più lungo. Normalmente assunto pari a 5 minuti;

$t_r$  = tempo di rete, dato dalla somma dei tempi di percorrenza di ogni singola canalizzazione seguendo il percorso più lungo della rete fognaria, secondo la relazione  $t_r = \sum_i \frac{L_i}{V_i}$ , dove  $L_i$  è la lunghezza dei singoli tratti e  $V_i$  la velocità della corrente all'interno di essi.

#### 5.4. Coefficiente di deflusso

La riduzione dell'afflusso ( $\varphi$ ) alle rete si considera dovuta principalmente a impermeabilità e ritardo, che variano a seconda della densità delle costruzioni e della topografia della zona.

Se esistono bacini tributari di area  $A_i$  sarà:

$$\varphi = \frac{\sum \varphi A_i}{\sum A_i}$$

Nel caso in esame si utilizza un coefficiente di deflusso  $\varphi = 1$  per le aree stradali pavimentate,  $\varphi = 0.4$  per le scarpate dei rilevati in terra e  $\varphi = 0.7$  per le scarpate in terra afferenti ai tratti in trincea.

### 5.5. Analisi idraulica rete fognaria

L'analisi idraulica viene eseguita mediante valutazione del deflusso della corrente a pelo libero in condizioni di moto uniforme.

La rete di deflusso nei tratti in rettilineo è costituita da una coppia di collettori sotto il ciglio esterno della carreggiata, ognuno dei quali drena il 50% della piattaforma carrabile (la sagoma trasversale è a schiena d'asino); nei tratti in curva il collettore è posizionato in corrispondenza del ciglio interno alla curva e drena l'intera piattaforma stradale.

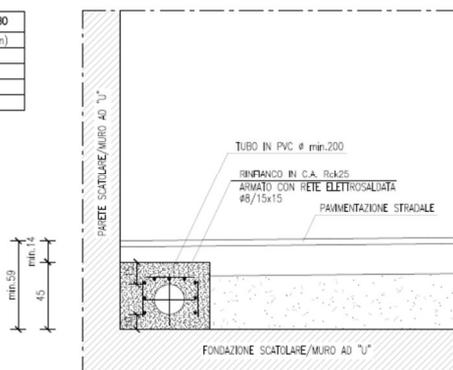
La pendenza dei collettori segue la pendenza longitudinale del profilo altimetrico della livelletta stradale.

All'interno dello scatolare la pendenza è pari allo 0,18%, mentre in corrispondenza del concio 5 la pendenza delle tubazioni è pari allo 0,30%. Le tubazioni di attraversamento sotto la piattaforma (C9-C7) e di recapito nella vasca di sollevamento hanno la pendenza dello 1,0%.

#### RINFIANCO TUBI

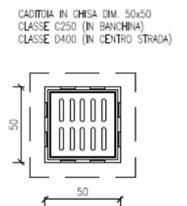
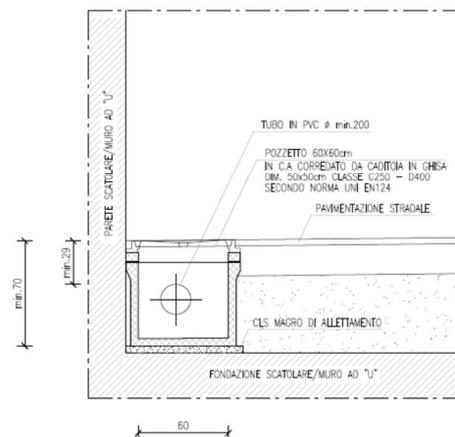
SCALA 1:25

| Ø TUBO (mm) | H tot (mm) |
|-------------|------------|
| 200         | 590        |
| 250         | 640        |
| 315         | 705        |
| 400         | 790        |



#### POZZETTO CON CADITOIA

SCALA 1:25



Il bacino afferente a ciascun collettore viene calcolato per ogni singolo tratto e la portata del collettore si ottiene dalla somma della portata che arriva dalla rete a monte e di quella relativa al bacino afferente al tratto stesso.

La massima intensità di pioggia (estrapolata sulla durata di un'ora) viene così ad essere pari a 211,35 mm/h, che corrisponde ad un coefficiente udometrico di 588 l/s/ha. Si tratta ovviamente di un valore molto elevato, ma viene tuttavia considerato per la verifica del massimo riempimento della rete fognaria, a titolo prudenziale.

Per la verifica dei collettori viene utilizzata la formula di Chézy:

$$Q = A \left[ \left( \frac{1}{n} \right) R^{1/6} \right] \sqrt{R * J}$$

dove:

Q=portata [m<sup>3</sup>/s]

A=area liquida [m<sup>2</sup>]

N=coefficiente di scabrezza di Manning [m<sup>1/3</sup>/s] (0,013 per le condotte in PVC)

R=raggio idraulico [m]

J=pendenza longitudinale [m/m]

Le tubazioni vengono verificate con riempimento massimo pari al 70%.

Le formulazioni e le risultanze del calcolo per i collettori sono riportati nelle tabelle seguenti.

Tr = 25 anni tempo di ritorno  
 a = 46,19 mm coefficienti c.p.p. max  
 n = 0,388 - coefficienti c.p.p. max

tc = 5 minuti tempo di corrivazione  
 0,08 ore

h = 17,61 mm altezza di pioggia  
 i = 211,35 mm/ora intensità di pioggia  
 0,21 m/ora

$\phi$  = 1 - coefficiente afflusso  
 $\varepsilon$  = 1 - coefficiente laminazione  
 u = 0,588 m<sup>3</sup>/s/ha coefficiente udometrico

S = 589,80 mq superficie drenata  
 0,05898 ha

Q = 0,0347 m<sup>3</sup>/s portata affluente

**Q = 34,65 l/s portata affluente**

|            | TRATTO          | Lcollettore (m) | Laff (m) | B (m) | S (m <sup>2</sup> ) | u (m <sup>3</sup> /s/ha) | Q (l/s) | p min (%) | DE (mm) | R (%) | Q scorr. iniziale (m) | Q scorr. finale (m) |
|------------|-----------------|-----------------|----------|-------|---------------------|--------------------------|---------|-----------|---------|-------|-----------------------|---------------------|
| RAMPA NORD | C1-C2           | 11,10           | 21,50    | 5,00  | 159,30              | 0,588                    | 9,36    | 10,99     | 200     | 21    | 136,62                | 135,40              |
| RAMPA NORD | C2-C3           | 11,10           | 12,20    | 5,00  | 220,30              | 0,588                    | 12,94   | 8,56      | 200     | 25    | 135,38                | 134,43              |
| RAMPA NORD | C3-C4           | 5,10            | 12,20    | 5,00  | 281,30              | 0,588                    | 16,53   | 2,16      | 200     | 42    | 134,41                | 134,30              |
| RAMPA NORD | C4-C6           | 27,00           | 6,10     | 5,00  | 311,80              | 0,588                    | 18,32   | 0,36      | 250     | 69    | 134,28                | 134,18              |
| RAMPA SUD  | C6-C7           | 7,30            | 7,60     | 2,50  | 311,80              | 0,588                    | 18,32   | 0,30      | 250     | 56    | 134,17                | 134,15              |
| RAMPA SUD  | C8-C9           | 7,30            | 7,60     | 2,50  | 19,00               | 0,588                    | 1,12    | 0,55      | 200     | 15    | 134,26                | 134,22              |
| RAMPA SUD  | C10-C11         | 12,20           | 18,00    | 2,50  | 62,50               | 0,588                    | 3,67    | 10,00     | 200     | 13    | 136,53                | 135,31              |
| RAMPA SUD  | C11-C9          | 10,40           | 12,20    | 2,50  | 93,00               | 0,588                    | 5,46    | 9,52      | 200     | 15    | 135,29                | 134,30              |
| RAMPA SUD  | C12-C13         | 12,20           | 19,10    | 2,50  | 65,25               | 0,588                    | 3,83    | 10,00     | 200     | 13    | 136,53                | 135,31              |
| RAMPA SUD  | C13-C7          | 10,40           | 12,20    | 2,50  | 95,75               | 0,588                    | 5,63    | 9,52      | 200     | 17    | 135,29                | 134,30              |
| ATTRAV     | C9-C7           | 4,40            | 37,50    | 2,50  | 138,00              | 0,588                    | 8,11    | 1,00      | 200     | 34    | 134,20                | 134,16              |
|            | <b>C7-Vasca</b> | 0,70            |          |       | 589,80              | 0,588                    | 34,65   | 1,43      | 315     | 37    | 134,14                | <b>134,13</b>       |

Assegnata la pendenza di progetto al singolo collettore, si calcola la portata defluente al variare dell'altezza idrica fino a trovare il valore di h corrispondente alla portata di progetto; il rapporto tra tale valore di h e il diametro del tubo ci fornisce il grado di riempimento. Se il grado di riempimento supera il 70% si passa ad un diametro successivo e si ripete la verifica.

Di seguito si riportano le tabelle di verifica per ciascun tratto.

Il collettore C5-C6 viene escluso dalle verifiche in quanto la portata dell'intera rampa nord viene affidata al collettore C6-C7. Il collettore C5-C6 è stato inserito per cautela in quanto a nord del sottopasso, in corrispondenza del concio 6, prima della curva è presente un breve tratto in rettilineo di lunghezza pari a circa 1.5m.

**TRATTO C8-C9 (DORSALE CIGLIO SX) – DE200**

| alfa | h<br>m | Area idr.<br>mq | Rg idr<br>m | V<br>m/s | Q<br>mc/s      |   |
|------|--------|-----------------|-------------|----------|----------------|---|
| 1,00 | 0,0116 | 0,001           | 0,008       | 0,22     | <b>0,00016</b> | Verifica deflussi in condotta circolare   |
| 1,10 | 0,0140 | 0,001           | 0,009       | 0,25     | <b>0,00023</b> | Dati:                                     |
| 1,20 | 0,0166 | 0,001           | 0,011       | 0,28     | <b>0,00033</b> | Portata <b>1,12</b> l/s                   |
| 1,30 | 0,0194 | 0,002           | 0,012       | 0,30     | <b>0,00046</b> | Pendenza longitudinale <b>0,55</b> %      |
| 1,40 | 0,0224 | 0,002           | 0,014       | 0,33     | <b>0,00062</b> | diametro <b>190,2</b> mm                  |
| 1,50 | 0,0255 | 0,002           | 0,016       | 0,36     | <b>0,00082</b> | n Manning <b>0,013</b> s/m <sup>1/3</sup> |
| 1,60 | 0,0288 | 0,003           | 0,018       | 0,39     | <b>0,00106</b> | risultati:                                |
| 1,70 | 0,0323 | 0,003           | 0,020       | 0,42     | <b>0,00134</b> | <b>h idrica = 0,03 m</b>                  |
| 1,80 | 0,0360 | 0,004           | 0,022       | 0,45     | <b>0,00166</b> | <b>R raggio idraulico = 0,02 m</b>        |
| 1,90 | 0,0398 | 0,004           | 0,024       | 0,47     | <b>0,00204</b> | <b>V velocità = 0,39 m/s</b>              |
| 2,00 | 0,0437 | 0,005           | 0,026       | 0,50     | <b>0,00247</b> | <b>% riempimento = 15 %</b>               |

**TRATTO C10-C11 (DORSALE CIGLIO SX) – DE200**

| alfa | h<br>m | Area idr.<br>mq | Rg idr<br>m | V<br>m/s | Q<br>mc/s      |   |
|------|--------|-----------------|-------------|----------|----------------|---|
| 1,00 | 0,0116 | 0,001           | 0,008       | 0,94     | <b>0,00067</b> | Verifica deflussi in condotta circolare   |
| 1,10 | 0,0140 | 0,001           | 0,009       | 1,05     | <b>0,00100</b> | Dati:                                     |
| 1,20 | 0,0166 | 0,001           | 0,011       | 1,18     | <b>0,00142</b> | Portata <b>3,67</b> l/s                   |
| 1,30 | 0,0194 | 0,002           | 0,012       | 1,30     | <b>0,00197</b> | Pendenza longitudinale <b>10</b> %        |
| 1,40 | 0,0224 | 0,002           | 0,014       | 1,42     | <b>0,00266</b> | diametro <b>190,2</b> mm                  |
| 1,50 | 0,0255 | 0,002           | 0,016       | 1,54     | <b>0,00350</b> | n Manning <b>0,013</b> s/m <sup>1/3</sup> |
| 1,60 | 0,0288 | 0,003           | 0,018       | 1,66     | <b>0,00451</b> | risultati:                                |
| 1,70 | 0,0323 | 0,003           | 0,020       | 1,78     | <b>0,00570</b> | <b>h idrica = 0,03 m</b>                  |
| 1,80 | 0,0360 | 0,004           | 0,022       | 1,90     | <b>0,00710</b> | <b>R raggio idraulico = 0,02 m</b>        |
| 1,90 | 0,0398 | 0,004           | 0,024       | 2,02     | <b>0,00870</b> | <b>V velocità = 1,54 m/s</b>              |
| 2,00 | 0,0437 | 0,005           | 0,026       | 2,13     | <b>0,01051</b> | <b>% riempimento = 13 %</b>               |

**TRATTO C11-C9 (DORSALE CIGLIO SX) – DE200**

| alfa | h<br>m | Area idr.<br>mq | Rg idr<br>m | V<br>m/s | Q<br>mc/s      |   |
|------|--------|-----------------|-------------|----------|----------------|---|
| 1,00 | 0,0116 | 0,001           | 0,008       | 0,91     | <b>0,00065</b> | Verifica deflussi in condotta circolare   |
| 1,10 | 0,0140 | 0,001           | 0,009       | 1,03     | <b>0,00097</b> | Dati:                                     |
| 1,20 | 0,0166 | 0,001           | 0,011       | 1,15     | <b>0,00139</b> | Portata <b>5,46</b> l/s                   |
| 1,30 | 0,0194 | 0,002           | 0,012       | 1,27     | <b>0,00192</b> | Pendenza longitudinale <b>9,52</b> %      |
| 1,40 | 0,0224 | 0,002           | 0,014       | 1,38     | <b>0,00259</b> | diametro <b>190,2</b> mm                  |
| 1,50 | 0,0255 | 0,002           | 0,016       | 1,50     | <b>0,00341</b> | n Manning <b>0,013</b> s/m <sup>1/3</sup> |
| 1,60 | 0,0288 | 0,003           | 0,018       | 1,62     | <b>0,00440</b> | risultati:                                |
| 1,70 | 0,0323 | 0,003           | 0,020       | 1,74     | <b>0,00557</b> | <b>h idrica = 0,03 m</b>                  |
| 1,80 | 0,0360 | 0,004           | 0,022       | 1,85     | <b>0,00692</b> | <b>R raggio idraulico = 0,02 m</b>        |
| 1,90 | 0,0398 | 0,004           | 0,024       | 1,97     | <b>0,00849</b> | <b>V velocità = 1,62 m/s</b>              |
| 2,00 | 0,0437 | 0,005           | 0,026       | 2,08     | <b>0,01026</b> | <b>% riempimento = 15 %</b>               |

**TRATTO C12-C13 (DORSALE CIGLIO DX) – DE200**

| alfa | h<br>m | Area idr.<br>mq | Rg idr<br>m | V<br>m/s | Q<br>mc/s      |   |
|------|--------|-----------------|-------------|----------|----------------|---|
| 1,00 | 0,0116 | 0,001           | 0,008       | 0,94     | <b>0,00067</b> | Verifica deflussi in condotta circolare   |
| 1,10 | 0,0140 | 0,001           | 0,009       | 1,05     | <b>0,00100</b> | Dati:                                     |
| 1,20 | 0,0166 | 0,001           | 0,011       | 1,18     | <b>0,00142</b> | Portata <b>3,83</b> l/s                   |
| 1,30 | 0,0194 | 0,002           | 0,012       | 1,30     | <b>0,00197</b> | Pendenza longitudinale <b>10</b> %        |
| 1,40 | 0,0224 | 0,002           | 0,014       | 1,42     | <b>0,00266</b> | diametro <b>190,2</b> mm                  |
| 1,50 | 0,0255 | 0,002           | 0,016       | 1,54     | <b>0,00350</b> | n Manning <b>0,013</b> s/m <sup>1/3</sup> |
| 1,60 | 0,0288 | 0,003           | 0,018       | 1,66     | <b>0,00451</b> | risultati:                                |
| 1,70 | 0,0323 | 0,003           | 0,020       | 1,78     | <b>0,00570</b> | <b>h idrica = 0,03 m</b>                  |
| 1,80 | 0,0360 | 0,004           | 0,022       | 1,90     | <b>0,00710</b> | <b>R raggio idraulico = 0,02 m</b>        |
| 1,90 | 0,0398 | 0,004           | 0,024       | 2,02     | <b>0,00870</b> | <b>V velocità = 1,54 m/s</b>              |
| 2,00 | 0,0437 | 0,005           | 0,026       | 2,13     | <b>0,01051</b> | <b>% riempimento = 13 %</b>               |

**TRATTO C13-C7 (DORSALE CIGLIO DX) – DE200**

| alfa | h<br>m | Area idr.<br>mq | Rg idr<br>m | V<br>m/s | Q<br>mc/s      |   |
|------|--------|-----------------|-------------|----------|----------------|---|
| 1,00 | 0,0116 | 0,001           | 0,008       | 0,91     | <b>0,00065</b> | Verifica deflussi in condotta circolare   |
| 1,10 | 0,0140 | 0,001           | 0,009       | 1,03     | <b>0,00097</b> | Dati:                                     |
| 1,20 | 0,0166 | 0,001           | 0,011       | 1,15     | <b>0,00139</b> | Portata <b>5,63</b> l/s                   |
| 1,30 | 0,0194 | 0,002           | 0,012       | 1,27     | <b>0,00192</b> | Pendenza longitudinale <b>9,52</b> %      |
| 1,40 | 0,0224 | 0,002           | 0,014       | 1,38     | <b>0,00259</b> | diametro <b>190,2</b> mm                  |
| 1,50 | 0,0255 | 0,002           | 0,016       | 1,50     | <b>0,00341</b> | n Manning <b>0,013</b> s/m <sup>1/3</sup> |
| 1,60 | 0,0288 | 0,003           | 0,018       | 1,62     | <b>0,00440</b> | risultati:                                |
| 1,70 | 0,0323 | 0,003           | 0,020       | 1,74     | <b>0,00557</b> | <b>h idrica = 0,03 m</b>                  |
| 1,80 | 0,0360 | 0,004           | 0,022       | 1,85     | <b>0,00692</b> | <b>R raggio idraulico = 0,02 m</b>        |
| 1,90 | 0,0398 | 0,004           | 0,024       | 1,97     | <b>0,00849</b> | <b>V velocità = 1,74 m/s</b>              |
| 2,00 | 0,0437 | 0,005           | 0,026       | 2,08     | <b>0,01026</b> | <b>% riempimento = 17 %</b>               |

**TRATTO C9-C7 (ATTRAVERSAMENTO) – DE200**

| alfa | h<br>m | Area idr.<br>mq | Rg idr<br>m | V<br>m/s | Q<br>mc/s      |   |
|------|--------|-----------------|-------------|----------|----------------|---|
| 1,00 | 0,0116 | 0,001           | 0,008       | 0,30     | <b>0,00021</b> | Verifica deflussi in condotta circolare   |
| 1,10 | 0,0140 | 0,001           | 0,009       | 0,33     | <b>0,00031</b> | Dati:                                     |
| 1,20 | 0,0166 | 0,001           | 0,011       | 0,37     | <b>0,00045</b> | Portata <b>8,11</b> l/s                   |
| 1,30 | 0,0194 | 0,002           | 0,012       | 0,41     | <b>0,00062</b> | Pendenza longitudinale <b>1</b> %         |
| 1,40 | 0,0224 | 0,002           | 0,014       | 0,45     | <b>0,00084</b> | diametro <b>190,2</b> mm                  |
| 1,50 | 0,0255 | 0,002           | 0,016       | 0,49     | <b>0,00111</b> | n Manning <b>0,013</b> s/m <sup>1/3</sup> |
| 1,60 | 0,0288 | 0,003           | 0,018       | 0,53     | <b>0,00143</b> | risultati:                                |
| 1,70 | 0,0323 | 0,003           | 0,020       | 0,56     | <b>0,00180</b> | <b>h idrica = 0,07 m</b>                  |
| 1,80 | 0,0360 | 0,004           | 0,022       | 0,60     | <b>0,00224</b> | <b>R raggio idraulico = 0,04 m</b>        |
| 1,90 | 0,0398 | 0,004           | 0,024       | 0,64     | <b>0,00275</b> | <b>V velocità = 0,84 m/s</b>              |
| 2,00 | 0,0437 | 0,005           | 0,026       | 0,67     | <b>0,00332</b> | <b>% riempimento = 34 %</b>               |
| 2,10 | 0,0478 | 0,006           | 0,028       | 0,71     | <b>0,00397</b> |   |
| 2,20 | 0,0520 | 0,006           | 0,030       | 0,74     | <b>0,00468</b> |   |
| 2,30 | 0,0563 | 0,007           | 0,032       | 0,78     | <b>0,00546</b> |   |
| 2,40 | 0,0606 | 0,008           | 0,034       | 0,81     | <b>0,00632</b> |   |
| 2,50 | 0,0651 | 0,009           | 0,036       | 0,84     | <b>0,00723</b> |   |
| 2,60 | 0,0697 | 0,009           | 0,038       | 0,87     | <b>0,00821</b> |   |



Doc. N.

Progetto  
INORLotto  
12Codifica Documento  
E E2 RI SLA9 06 001Rev.  
AFoglio  
14 di 30**TRATTO C1-C2 (DORSALE CIGLIO DX) – DE200**

| alfa | h<br>m | Area idr.<br>mq | Rg idr<br>m | V<br>m/s | Q<br>mc/s      |   |
|------|--------|-----------------|-------------|----------|----------------|---|
| 1,00 | 0,0116 | 0,001           | 0,008       | 0,98     | <b>0,00070</b> | Verifica deflussi in condotta circolare   |
| 1,10 | 0,0140 | 0,001           | 0,009       | 1,11     | <b>0,00104</b> | Dati:                                     |
| 1,20 | 0,0166 | 0,001           | 0,011       | 1,23     | <b>0,00149</b> | Portata <b>9,36</b> l/s                   |
| 1,30 | 0,0194 | 0,002           | 0,012       | 1,36     | <b>0,00207</b> | Pendenza longitudinale <b>10,99</b> %     |
| 1,40 | 0,0224 | 0,002           | 0,014       | 1,49     | <b>0,00279</b> | diametro <b>190,2</b> mm                  |
| 1,50 | 0,0255 | 0,002           | 0,016       | 1,61     | <b>0,00367</b> | n Manning <b>0,013</b> s/m <sup>1/3</sup> |
| 1,60 | 0,0288 | 0,003           | 0,018       | 1,74     | <b>0,00473</b> | risultati:                                |
| 1,70 | 0,0323 | 0,003           | 0,020       | 1,87     | <b>0,00598</b> | <b>h idrica = 0,04 m</b>                  |
| 1,80 | 0,0360 | 0,004           | 0,022       | 1,99     | <b>0,00744</b> | <b>R raggio idraulico = 0,02 m</b>        |
| 1,90 | 0,0398 | 0,004           | 0,024       | 2,11     | <b>0,00912</b> | <b>V velocità = 2,11 m/s</b>              |
| 2,00 | 0,0437 | 0,005           | 0,026       | 2,23     | <b>0,01102</b> | <b>% riempimento = 21 %</b>               |

**TRATTO C2-C3 (DORSALE CIGLIO DX) – DE200**

| alfa | h<br>m | Area idr.<br>mq | Rg idr<br>m | V<br>m/s | Q<br>mc/s      |   |
|------|--------|-----------------|-------------|----------|----------------|---|
| 1,00 | 0,0116 | 0,001           | 0,008       | 0,87     | <b>0,00062</b> | Verifica deflussi in condotta circolare   |
| 1,10 | 0,0140 | 0,001           | 0,009       | 0,98     | <b>0,00092</b> | Dati:                                     |
| 1,20 | 0,0166 | 0,001           | 0,011       | 1,09     | <b>0,00132</b> | Portata <b>12,94</b> l/s                  |
| 1,30 | 0,0194 | 0,002           | 0,012       | 1,20     | <b>0,00183</b> | Pendenza longitudinale <b>8,56</b> %      |
| 1,40 | 0,0224 | 0,002           | 0,014       | 1,31     | <b>0,00246</b> | diametro <b>190,2</b> mm                  |
| 1,50 | 0,0255 | 0,002           | 0,016       | 1,42     | <b>0,00324</b> | n Manning <b>0,013</b> s/m <sup>1/3</sup> |
| 1,60 | 0,0288 | 0,003           | 0,018       | 1,54     | <b>0,00417</b> | risultati:                                |
| 1,70 | 0,0323 | 0,003           | 0,020       | 1,65     | <b>0,00528</b> | <b>h idrica = 0,05 m</b>                  |
| 1,80 | 0,0360 | 0,004           | 0,022       | 1,76     | <b>0,00657</b> | <b>R raggio idraulico = 0,03 m</b>        |
| 1,90 | 0,0398 | 0,004           | 0,024       | 1,87     | <b>0,00805</b> | <b>V velocità = 2,08 m/s</b>              |
| 2,00 | 0,0437 | 0,005           | 0,026       | 1,97     | <b>0,00972</b> | <b>% riempimento = 25 %</b>               |
| 2,10 | 0,0478 | 0,006           | 0,028       | 2,08     | <b>0,01161</b> |   |
| 2,20 | 0,0520 | 0,006           | 0,030       | 2,18     | <b>0,01370</b> |   |

**TRATTO C3-C4 (DORSALE CIGLIO DX) – DE200**

| alfa | h<br>m | Area idr.<br>mq | Rg idr<br>m | V<br>m/s | Q<br>mc/s      |   |
|------|--------|-----------------|-------------|----------|----------------|---|
| 1,00 | 0,0116 | 0,001           | 0,008       | 0,43     | <b>0,00031</b> | Verifica deflussi in condotta circolare   |
| 1,10 | 0,0140 | 0,001           | 0,009       | 0,49     | <b>0,00046</b> | Dati:                                     |
| 1,20 | 0,0166 | 0,001           | 0,011       | 0,55     | <b>0,00066</b> | Portata <b>16,53</b> l/s                  |
| 1,30 | 0,0194 | 0,002           | 0,012       | 0,60     | <b>0,00092</b> | Pendenza longitudinale <b>2,16</b> %      |
| 1,40 | 0,0224 | 0,002           | 0,014       | 0,66     | <b>0,00124</b> | diametro <b>190,2</b> mm                  |
| 1,50 | 0,0255 | 0,002           | 0,016       | 0,72     | <b>0,00163</b> | n Manning <b>0,013</b> s/m <sup>1/3</sup> |
| 1,60 | 0,0288 | 0,003           | 0,018       | 0,77     | <b>0,00210</b> | risultati:                                |
| 1,70 | 0,0323 | 0,003           | 0,020       | 0,83     | <b>0,00265</b> | <b>h idrica = 0,08 m</b>                  |
| 1,80 | 0,0360 | 0,004           | 0,022       | 0,88     | <b>0,00330</b> | <b>R raggio idraulico = 0,04 m</b>        |
| 1,90 | 0,0398 | 0,004           | 0,024       | 0,94     | <b>0,00404</b> | <b>V velocità = 1,36 m/s</b>              |
| 2,00 | 0,0437 | 0,005           | 0,026       | 0,99     | <b>0,00489</b> | <b>% riempimento = 42 %</b>               |
| 2,10 | 0,0478 | 0,006           | 0,028       | 1,04     | <b>0,00583</b> |   |
| 2,20 | 0,0520 | 0,006           | 0,030       | 1,09     | <b>0,00688</b> |   |
| 2,30 | 0,0563 | 0,007           | 0,032       | 1,14     | <b>0,00803</b> |   |
| 2,40 | 0,0606 | 0,008           | 0,034       | 1,19     | <b>0,00928</b> |   |
| 2,50 | 0,0651 | 0,009           | 0,036       | 1,24     | <b>0,01063</b> |   |
| 2,60 | 0,0697 | 0,009           | 0,038       | 1,28     | <b>0,01207</b> |   |
| 2,70 | 0,0743 | 0,010           | 0,040       | 1,32     | <b>0,01359</b> |   |
| 2,80 | 0,0789 | 0,011           | 0,042       | 1,36     | <b>0,01519</b> |   |
| 2,90 | 0,0836 | 0,012           | 0,044       | 1,40     | <b>0,01686</b> |   |

**TRATTO C4-C6 (DORSALE CIGLIO DX) – DE250**

| alfa | h<br>m | Area idr.<br>mq | Rg idr<br>m | V<br>m/s | Q<br>mc/s      |   |
|------|--------|-----------------|-------------|----------|----------------|---|
| 1,00 | 0,0145 | 0,001           | 0,009       | 0,15     | <b>0,00016</b> | Verifica deflussi in condotta circolare   |
| 1,10 | 0,0175 | 0,001           | 0,011       | 0,16     | <b>0,00024</b> | Dati:                                     |
| 1,20 | 0,0208 | 0,002           | 0,013       | 0,18     | <b>0,00035</b> | Portata <b>18,32</b> l/s                  |
| 1,30 | 0,0242 | 0,002           | 0,015       | 0,20     | <b>0,00048</b> | Pendenza longitudinale <b>0,18</b> %      |
| 1,40 | 0,0279 | 0,003           | 0,018       | 0,22     | <b>0,00065</b> | diametro <b>237,6</b> mm                  |
| 1,50 | 0,0319 | 0,004           | 0,020       | 0,24     | <b>0,00085</b> | n Manning <b>0,013</b> s/m <sup>1/3</sup> |
| 1,60 | 0,0360 | 0,004           | 0,022       | 0,26     | <b>0,00110</b> | risultati:                                |
| 1,70 | 0,0404 | 0,005           | 0,025       | 0,28     | <b>0,00139</b> | <b>h idrica = 0,16 m</b>                  |
| 1,80 | 0,0450 | 0,006           | 0,027       | 0,30     | <b>0,00172</b> | <b>R raggio idraulico = 0,07 m</b>        |
| 1,90 | 0,0497 | 0,007           | 0,030       | 0,31     | <b>0,00211</b> | <b>V velocità = 0,55 m/s</b>              |
| 2,00 | 0,0546 | 0,008           | 0,032       | 0,33     | <b>0,00255</b> | <b>% riempimento = 69 %</b>               |
| 2,10 | 0,0597 | 0,009           | 0,035       | 0,35     | <b>0,00305</b> |   |
| 2,20 | 0,0649 | 0,010           | 0,038       | 0,37     | <b>0,00359</b> |   |
| 2,30 | 0,0703 | 0,011           | 0,040       | 0,38     | <b>0,00420</b> |   |
| 2,40 | 0,0758 | 0,012           | 0,043       | 0,40     | <b>0,00485</b> |   |
| 2,50 | 0,0813 | 0,013           | 0,045       | 0,41     | <b>0,00556</b> |   |
| 2,60 | 0,0870 | 0,015           | 0,048       | 0,43     | <b>0,00631</b> |   |
| 2,70 | 0,0928 | 0,016           | 0,050       | 0,44     | <b>0,00710</b> |   |
| 2,80 | 0,0986 | 0,017           | 0,052       | 0,46     | <b>0,00794</b> |   |
| 2,90 | 0,1045 | 0,019           | 0,054       | 0,47     | <b>0,00881</b> |   |
| 3,00 | 0,1104 | 0,020           | 0,057       | 0,48     | <b>0,00971</b> |   |
| 3,10 | 0,1163 | 0,022           | 0,059       | 0,49     | <b>0,01063</b> |   |
| 3,20 | 0,1223 | 0,023           | 0,060       | 0,50     | <b>0,01156</b> |   |
| 3,30 | 0,1282 | 0,024           | 0,062       | 0,51     | <b>0,01251</b> |   |
| 3,40 | 0,1341 | 0,026           | 0,064       | 0,52     | <b>0,01345</b> |   |
| 3,50 | 0,1400 | 0,027           | 0,065       | 0,53     | <b>0,01439</b> |   |
| 3,60 | 0,1458 | 0,029           | 0,067       | 0,54     | <b>0,01531</b> |   |
| 3,70 | 0,1515 | 0,030           | 0,068       | 0,54     | <b>0,01621</b> |   |
| 3,80 | 0,1572 | 0,031           | 0,069       | 0,55     | <b>0,01709</b> |   |
| 3,90 | 0,1628 | 0,032           | 0,070       | 0,55     | <b>0,01792</b> |   |
| 4,00 | 0,1682 | 0,034           | 0,071       | 0,56     | <b>0,01872</b> |   |
| 4,10 | 0,1736 | 0,035           | 0,071       | 0,56     | <b>0,01947</b> |   |
| 4,20 | 0,1788 | 0,036           | 0,072       | 0,56     | <b>0,02016</b> |   |

**TRATTO C6-C7 (DORSALE CIGLIO DX) – DE250**

| alfa | h<br>m | Area idr.<br>mq | Rg idr<br>m | V<br>m/s | Q<br>mc/s      |   |
|------|--------|-----------------|-------------|----------|----------------|---|
| 1,00 | 0,0145 | 0,001           | 0,009       | 0,19     | <b>0,00021</b> | Verifica deflussi in condotta circolare   |
| 1,10 | 0,0175 | 0,001           | 0,011       | 0,21     | <b>0,00031</b> | Dati:                                     |
| 1,20 | 0,0208 | 0,002           | 0,013       | 0,24     | <b>0,00045</b> | Portata <b>18,32</b> l/s                  |
| 1,30 | 0,0242 | 0,002           | 0,015       | 0,26     | <b>0,00062</b> | Pendenza longitudinale <b>0,3</b> %       |
| 1,40 | 0,0279 | 0,003           | 0,018       | 0,28     | <b>0,00083</b> | diametro <b>237,6</b> mm                  |
| 1,50 | 0,0319 | 0,004           | 0,020       | 0,31     | <b>0,00110</b> | n Manning <b>0,013</b> s/m <sup>1/3</sup> |
| 1,60 | 0,0360 | 0,004           | 0,022       | 0,33     | <b>0,00141</b> | risultati:                                |
| 1,70 | 0,0404 | 0,005           | 0,025       | 0,36     | <b>0,00179</b> | <b>h idrica = 0,13 m</b>                  |
| 1,80 | 0,0450 | 0,006           | 0,027       | 0,38     | <b>0,00222</b> | <b>R raggio idraulico = 0,06 m</b>        |
| 1,90 | 0,0497 | 0,007           | 0,030       | 0,41     | <b>0,00273</b> | <b>V velocità = 0,67 m/s</b>              |
| 2,00 | 0,0546 | 0,008           | 0,032       | 0,43     | <b>0,00330</b> | <b>% riempimento = 56 %</b>               |
| 2,10 | 0,0597 | 0,009           | 0,035       | 0,45     | <b>0,00393</b> |   |
| 2,20 | 0,0649 | 0,010           | 0,038       | 0,47     | <b>0,00464</b> |   |
| 2,30 | 0,0703 | 0,011           | 0,040       | 0,49     | <b>0,00542</b> |   |
| 2,40 | 0,0758 | 0,012           | 0,043       | 0,51     | <b>0,00626</b> |   |
| 2,50 | 0,0813 | 0,013           | 0,045       | 0,53     | <b>0,00717</b> |   |
| 2,60 | 0,0870 | 0,015           | 0,048       | 0,55     | <b>0,00814</b> |   |
| 2,70 | 0,0928 | 0,016           | 0,050       | 0,57     | <b>0,00917</b> |   |
| 2,80 | 0,0986 | 0,017           | 0,052       | 0,59     | <b>0,01025</b> |   |
| 2,90 | 0,1045 | 0,019           | 0,054       | 0,61     | <b>0,01137</b> |   |
| 3,00 | 0,1104 | 0,020           | 0,057       | 0,62     | <b>0,01253</b> |   |
| 3,10 | 0,1163 | 0,022           | 0,059       | 0,64     | <b>0,01372</b> |   |
| 3,20 | 0,1223 | 0,023           | 0,060       | 0,65     | <b>0,01493</b> |   |
| 3,30 | 0,1282 | 0,024           | 0,062       | 0,66     | <b>0,01615</b> |   |
| 3,40 | 0,1341 | 0,026           | 0,064       | 0,67     | <b>0,01737</b> |   |
| 3,50 | 0,1400 | 0,027           | 0,065       | 0,68     | <b>0,01858</b> |   |

**TRATTO C7-VASCA – DE315**

| alfa | h<br>m | Area idr.<br>mq | Rg idr<br>m | V<br>m/s | Q<br>mc/s      |   |
|------|--------|-----------------|-------------|----------|----------------|---|
| 1,00 | 0,0183 | 0,002           | 0,012       | 0,48     | <b>0,00085</b> | Verifica deflussi in condotta circolare   |
| 1,10 | 0,0221 | 0,002           | 0,014       | 0,54     | <b>0,00126</b> | Dati:                                     |
| 1,20 | 0,0262 | 0,003           | 0,017       | 0,60     | <b>0,00181</b> | Portata <b>34,65</b> l/s                  |
| 1,30 | 0,0305 | 0,004           | 0,019       | 0,66     | <b>0,00251</b> | Pendenza longitudinale <b>1,43</b> %      |
| 1,40 | 0,0352 | 0,005           | 0,022       | 0,73     | <b>0,00338</b> | diametro <b>299,6</b> mm                  |
| 1,50 | 0,0402 | 0,006           | 0,025       | 0,79     | <b>0,00445</b> | n Manning <b>0,013</b> s/m <sup>1/3</sup> |
| 1,60 | 0,0454 | 0,007           | 0,028       | 0,85     | <b>0,00573</b> | risultati:                                |
| 1,70 | 0,0509 | 0,008           | 0,031       | 0,91     | <b>0,00725</b> | <b>h idrica = 0,11 m</b>                  |
| 1,80 | 0,0567 | 0,009           | 0,034       | 0,97     | <b>0,00901</b> | <b>R raggio idraulico = 0,06 m</b>        |
| 1,90 | 0,0627 | 0,011           | 0,038       | 1,03     | <b>0,01105</b> | <b>V velocità = 1,41 m/s</b>              |
| 2,00 | 0,0689 | 0,012           | 0,041       | 1,09     | <b>0,01335</b> | <b>% riempimento = 37 %</b>               |
| 2,10 | 0,0753 | 0,014           | 0,044       | 1,15     | <b>0,01594</b> |   |
| 2,20 | 0,0819 | 0,016           | 0,047       | 1,20     | <b>0,01880</b> |   |
| 2,30 | 0,0886 | 0,017           | 0,051       | 1,26     | <b>0,02195</b> |   |
| 2,40 | 0,0955 | 0,019           | 0,054       | 1,31     | <b>0,02537</b> |   |
| 2,50 | 0,1026 | 0,021           | 0,057       | 1,36     | <b>0,02906</b> |   |
| 2,60 | 0,1097 | 0,023           | 0,060       | 1,41     | <b>0,03299</b> |   |
| 2,70 | 0,1170 | 0,025           | 0,063       | 1,46     | <b>0,03715</b> |   |
| 2,80 | 0,1243 | 0,028           | 0,066       | 1,50     | <b>0,04152</b> |   |

## 5.6. Dimensionamento vasca di accumulo e rilancio

La vasca in oggetto serve a rilanciare le acque meteoriche alla quota di piano campagna nella vasca drenante.

All'interno della vasca due pompe, che funzionano una alla volta alternativamente, rilanciano l'acqua alla vasca drenante; queste pompe si avviano con un timer che ritarda lo svuotamento della vasca di 12 ore per permettere all'evento meteorico di esaurirsi, garantendo però che dopo 24 ore la vasca sia vuota per poter ricevere le acque di un nuovo evento.

La presenza di una coppia di pompe, collegate anche ad un gruppo elettrogeno, garantisce il continuo funzionamento della stazione di rilancio, senza necessità quindi di prevedere un volume di accumulo legato al disfunzionamento delle pompe. Se infatti una delle due pompe non si avvia entra automaticamente in funzione l'altra; in caso di mancanza di corrente le pompe vengono alimentate dal gruppo elettrogeno.

La vasca viene posizionata a Sud del manufatto di attraversamento della ferrovia, in corrispondenza del concio 4.

La volumetria della vasca deve essere tale da consentire l'accumulo della portata in ingresso eccedente il massimo scaricabile dalla pompe, limitando il numero di attacchi/stacchi orari dell'impianto di sollevamento.

La capacità della vasca volano è stata calcolata secondo la metodologia della "laminazione ottimale" che conduce all'individuazione del volume minimo da assegnare alla vasca nell'ipotesi di portata uscente costante.

In particolare sono state stimate diverse onde di piena, corrispondenti a diverse durate di pioggia, secondo il modello cinematico, e, posta la portata uscente costante e pari alla portata delle pompe, si è ricavata la durata di pioggia che massimizza il volume invasato ed il relativo valore del volume minimo da assegnare alla vasca.

La relazione che regola il processo di riempimento della vasca è la seguente:

$$W = \varphi A a \vartheta^n + T_c Q_u^2 \frac{\vartheta^{1-n}}{\varphi A a} - Q_u \vartheta - Q_u T_c$$

dove le variabili in gioco sono:

- A area scolante;
- a, n parametri della curva di possibilità climatica della zona di intervento per un tempo di ritorno di 25 anni;
- Tc tempo di corrivazione;
- Qu portata uscente
- $\theta$  durata critica che massimizza il volume della vasca, ottenuta derivando l'equazione rispetto al tempo.

Nel caso in esame:

- A=589,80 m<sup>2</sup>;
- a=46,19, n=0,258;
- Tc=10 minuti;
- Qu=1,2 l/s;
- $\theta$ =2 ore;

si ottiene un volume massimo da invasare pari a 26,20 m<sup>3</sup>.

|                   |
|-------------------|
| Portata affluente |
|-------------------|

|   |   |               |
|---|---|---------------|
| Equazione di continuità   | $(Q_{in} - Q_{out}) \times dt = dW$                 |               |
| dt - passo temporale di calcolo   |   | 60 [sec]      |
| a - coeff curva h=atn   |   | 46,19 [mm]    |
| n' - coeff curva h=atn per tempi inferiori all'ora                            |   | 0,388 [-]     |
| n - coeff curva h=atn   |   | 0,258 [-]     |
| Superficie bacino sversante "S"   |   | 589,80 [mq]   |
| Tc - tempo di concentrazione  |   | 0,167 [ore]   |
| Htc - altezza di pioggia caduta nel Tc  |   | 23,05 [mm]    |
| coefficiente di deflusso $\varphi$  |   | 1 [-]         |
| i(dt) - intensità di pioggia oraria in Tc (ietogr. rettangolare)              |   | 138,29 [mm/h] |
| h(dt) - altezza di pioggia in mm relativa al passo di tempo dt - vedi tabella |   |               |
| Qin - portata in ingresso in vasca  | $Q_{in} = \frac{h(dt) \times S \times \varphi}{dt}$ |               |

|                   |
|-------------------|
| Portata in uscita |
|-------------------|

|  |               |
|--|---------------|
|  | pompa 1       |
| Qout - portata sollevata in uscita dalla vasca | 0,0012 [mc/s] |

|  |
|--|
| Verifica dell'intervallo tra inneschi successivi |
|--|

|                                   |   |
|-----------------------------------|---|
|                                   | pompa 1   |
| A - Superficie vasca              | 16,32 [mq]  |
| H1 - altezza attacco pompa        | 0,5 [m]   |
| H2 - altezza stacco pompa         | 2,2 [m]   |
| Hmax - altezza max utile in vasca | 1,7 [m]   |
| Wmax - massimo volume vasca       | 27,7 [mc]   |
| Verifica inneschi successivi      | $T_{innesco} = \frac{2 \times (H1 - H2) \times A}{Q_{out}}$ 770,67 [minuti] |

|                       |
|-----------------------|
| Risultati simulazione |
|-----------------------|

|   |           |
|---|-----------|
| Capacità della vasca                            | 27,7 [mc] |
| Massimo volume idrico in vasca                  | 26,2 [mc] |
| Rapporto tra riempimento e capacità della vasca | 94% [%]   |

La vasca misura in pianta 3,20 m x 5,10 m, per una superficie di 16,32 m<sup>2</sup>. Per ottenere quindi il volume di invaso richiesto l'altezza utile nella vasca deve essere minimo di 1,70 m, garantendo un riempimento massimo del 94%. La verifica agli inneschi successivi fornisce un valore del tempo di innesco pari a 771 minuti ed è quindi ampiamente soddisfatta.

Di seguito si riporta uno stralcio della simulazione dell'andamento dei volumi nella vasca per un evento meteorico di durata pari a 2 ore, durata che in questo caso massimizza il volume da invasare.

| Durata di pioggia |                         | 2,00                               | ore                           |                                | Hpioggia               |                     | 55,23              |                       |  |
|-------------------|-------------------------|------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|------------------------|---------------------|--------------------|-----------------------|--|
| Passo di calcolo  |                         | 60                                 | sec                           |                                | Max vol in vasca       |                     | 26,17              | [mc]                  |  |
| Tempo             | Intensità pioggia i(dt) | H pioggia nel passo di tempo h(dt) | Portata entrante in vasca Qin | Volume afflusso istantaneo Win | Volume in vasca Wvasca | Altezza acqua vasca | Portata pompa Qout | Volume sollevato Wout |  |
| [ore]             | [mm/h]                  | [mm]                               | [l/s]                         | [mc]                           | [mc]                   | [m]                 | [mc/s]             | [mc]                  |  |
| 0                 | 27,62                   | 0,46                               | 4,52                          | 0,27                           | 0                      | 0                   | 0                  | 0                     |  |
| 0,017             | 27,62                   | 0,46                               | 4,52                          | 0,27                           | 0,27                   | 0,017               | 0                  | 0                     |  |
| 0,033             | 27,62                   | 0,46                               | 4,52                          | 0,27                           | 0,54                   | 0,033               | 0                  | 0                     |  |
| 0,050             | 27,62                   | 0,46                               | 4,52                          | 0,27                           | 0,81                   | 0,050               | 0                  | 0                     |  |
| 0,067             | 27,62                   | 0,46                               | 4,52                          | 0,27                           | 1,09                   | 0,067               | 0                  | 0                     |  |
| 0,083             | 27,62                   | 0,46                               | 4,52                          | 0,27                           | 1,36                   | 0,083               | 0                  | 0                     |  |
| 0,100             | 27,62                   | 0,46                               | 4,52                          | 0,27                           | 1,63                   | 0,100               | 0                  | 0                     |  |
| 0,117             | 27,62                   | 0,46                               | 4,52                          | 0,27                           | 1,90                   | 0,116               | 0                  | 0                     |  |
| 0,133             | 27,62                   | 0,46                               | 4,52                          | 0,27                           | 2,17                   | 0,133               | 0                  | 0                     |  |
| 0,150             | 27,62                   | 0,46                               | 4,52                          | 0,27                           | 2,44                   | 0,150               | 0                  | 0                     |  |
| 0,167             | 27,62                   | 0,46                               | 4,52                          | 0,27                           | 2,71                   | 0,166               | 0                  | 0                     |  |
| 0,183             | 27,62                   | 0,46                               | 4,52                          | 0,27                           | 2,99                   | 0,183               | 0                  | 0                     |  |
| 0,200             | 27,62                   | 0,46                               | 4,52                          | 0,27                           | 3,26                   | 0,200               | 0                  | 0                     |  |
| 0,217             | 27,62                   | 0,46                               | 4,52                          | 0,27                           | 3,53                   | 0,216               | 0                  | 0                     |  |
| 0,233             | 27,62                   | 0,46                               | 4,52                          | 0,27                           | 3,80                   | 0,233               | 0                  | 0                     |  |
| 0,250             | 27,62                   | 0,46                               | 4,52                          | 0,27                           | 4,07                   | 0,250               | 0                  | 0                     |  |
| 0,267             | 27,62                   | 0,46                               | 4,52                          | 0,27                           | 4,34                   | 0,266               | 0                  | 0                     |  |
| 0,283             | 27,62                   | 0,46                               | 4,52                          | 0,27                           | 4,62                   | 0,283               | 0                  | 0                     |  |
| 0,300             | 27,62                   | 0,46                               | 4,52                          | 0,27                           | 4,89                   | 0,299               | 0                  | 0                     |  |
| 0,317             | 27,62                   | 0,46                               | 4,52                          | 0,27                           | 5,16                   | 0,316               | 0                  | 0                     |  |
| 0,333             | 27,62                   | 0,46                               | 4,52                          | 0,27                           | 5,43                   | 0,333               | 0                  | 0                     |  |
| 0,350             | 27,62                   | 0,46                               | 4,52                          | 0,27                           | 5,70                   | 0,349               | 0                  | 0                     |  |
| 0,367             | 27,62                   | 0,46                               | 4,52                          | 0,27                           | 5,97                   | 0,366               | 0                  | 0                     |  |
| 0,383             | 27,62                   | 0,46                               | 4,52                          | 0,27                           | 6,24                   | 0,383               | 0                  | 0                     |  |
| 0,400             | 27,62                   | 0,46                               | 4,52                          | 0,27                           | 6,52                   | 0,399               | 0                  | 0                     |  |
| 0,417             | 27,62                   | 0,46                               | 4,52                          | 0,27                           | 6,79                   | 0,416               | 0                  | 0                     |  |
| 0,433             | 27,62                   | 0,46                               | 4,52                          | 0,27                           | 7,06                   | 0,433               | 0                  | 0                     |  |
| 0,450             | 27,62                   | 0,46                               | 4,52                          | 0,27                           | 7,33                   | 0,449               | 0                  | 0                     |  |
| 0,467             | 27,62                   | 0,46                               | 4,52                          | 0,27                           | 7,60                   | 0,466               | 0                  | 0                     |  |
| 0,483             | 27,62                   | 0,46                               | 4,52                          | 0,27                           | 7,87                   | 0,482               | 0                  | 0                     |  |
| 0,500             | 27,62                   | 0,46                               | 4,52                          | 0,27                           | 8,14                   | 0,499               | 0                  | 0                     |  |
| 0,517             | 27,62                   | 0,46                               | 4,52                          | 0,27                           | 8,42                   | 0,516               | 0,0012             | 0                     |  |
| 0,533             | 27,62                   | 0,46                               | 4,52                          | 0,27                           | 8,62                   | 0,528               | 0,0012             | 0,072                 |  |
| 0,550             | 27,62                   | 0,46                               | 4,52                          | 0,27                           | 8,81                   | 0,540               | 0,0012             | 0,072                 |  |
| 0,567             | 27,62                   | 0,46                               | 4,52                          | 0,27                           | 9,01                   | 0,552               | 0,0012             | 0,072                 |  |
| 0,583             | 27,62                   | 0,46                               | 4,52                          | 0,27                           | 9,21                   | 0,565               | 0,0012             | 0,072                 |  |
| 0,600             | 27,62                   | 0,46                               | 4,52                          | 0,27                           | 9,41                   | 0,577               | 0,0012             | 0,072                 |  |
| 0,617             | 27,62                   | 0,46                               | 4,52                          | 0,27                           | 9,61                   | 0,589               | 0,0012             | 0,072                 |  |
| 0,633             | 27,62                   | 0,46                               | 4,52                          | 0,27                           | 9,81                   | 0,601               | 0,0012             | 0,072                 |  |
| 0,650             | 27,62                   | 0,46                               | 4,52                          | 0,27                           | 10,01                  | 0,613               | 0,0012             | 0,072                 |  |
| 0,667             | 27,62                   | 0,46                               | 4,52                          | 0,27                           | 10,21                  | 0,626               | 0,0012             | 0,072                 |  |
| 0,683             | 27,62                   | 0,46                               | 4,52                          | 0,27                           | 10,41                  | 0,638               | 0,0012             | 0,072                 |  |
| 0,700             | 27,62                   | 0,46                               | 4,52                          | 0,27                           | 10,61                  | 0,650               | 0,0012             | 0,072                 |  |
| 0,717             | 27,62                   | 0,46                               | 4,52                          | 0,27                           | 10,81                  | 0,662               | 0,0012             | 0,072                 |  |
| 0,733             | 27,62                   | 0,46                               | 4,52                          | 0,27                           | 11,01                  | 0,675               | 0,0012             | 0,072                 |  |
| 0,750             | 27,62                   | 0,46                               | 4,52                          | 0,27                           | 11,21                  | 0,687               | 0,0012             | 0,072                 |  |

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

Doc. N.

Progetto  
INORLotto  
12Codifica Documento  
E E2 RI SLA9 06 001Rev.  
AFoglio  
20 di 30

|       |       |      |      |      |       |       |        |       |
|-------|-------|------|------|------|-------|-------|--------|-------|
| 0,767 | 27,62 | 0,46 | 4,52 | 0,27 | 11,41 | 0,699 | 0,0012 | 0,072 |
| 0,783 | 27,62 | 0,46 | 4,52 | 0,27 | 11,61 | 0,711 | 0,0012 | 0,072 |
| 0,800 | 27,62 | 0,46 | 4,52 | 0,27 | 11,81 | 0,723 | 0,0012 | 0,072 |
| 0,817 | 27,62 | 0,46 | 4,52 | 0,27 | 12,01 | 0,736 | 0,0012 | 0,072 |
| 0,833 | 27,62 | 0,46 | 4,52 | 0,27 | 12,21 | 0,748 | 0,0012 | 0,072 |
| 0,850 | 27,62 | 0,46 | 4,52 | 0,27 | 12,41 | 0,760 | 0,0012 | 0,072 |
| 0,867 | 27,62 | 0,46 | 4,52 | 0,27 | 12,60 | 0,772 | 0,0012 | 0,072 |
| 0,883 | 27,62 | 0,46 | 4,52 | 0,27 | 12,80 | 0,785 | 0,0012 | 0,072 |
| 0,900 | 27,62 | 0,46 | 4,52 | 0,27 | 13,00 | 0,797 | 0,0012 | 0,072 |
| 0,917 | 27,62 | 0,46 | 4,52 | 0,27 | 13,20 | 0,809 | 0,0012 | 0,072 |
| 0,933 | 27,62 | 0,46 | 4,52 | 0,27 | 13,40 | 0,821 | 0,0012 | 0,072 |
| 0,950 | 27,62 | 0,46 | 4,52 | 0,27 | 13,60 | 0,833 | 0,0012 | 0,072 |
| 0,967 | 27,62 | 0,46 | 4,52 | 0,27 | 13,80 | 0,846 | 0,0012 | 0,072 |
| 0,983 | 27,62 | 0,46 | 4,52 | 0,27 | 14,00 | 0,858 | 0,0012 | 0,072 |
| 1,000 | 27,62 | 0,46 | 4,52 | 0,27 | 14,20 | 0,870 | 0,0012 | 0,072 |
| 1,017 | 27,62 | 0,46 | 4,52 | 0,27 | 14,40 | 0,882 | 0,0012 | 0,072 |
| 1,033 | 27,62 | 0,46 | 4,52 | 0,27 | 14,60 | 0,895 | 0,0012 | 0,072 |
| 1,050 | 27,62 | 0,46 | 4,52 | 0,27 | 14,80 | 0,907 | 0,0012 | 0,072 |
| 1,067 | 27,62 | 0,46 | 4,52 | 0,27 | 15,00 | 0,919 | 0,0012 | 0,072 |
| 1,083 | 27,62 | 0,46 | 4,52 | 0,27 | 15,20 | 0,931 | 0,0012 | 0,072 |
| 1,100 | 27,62 | 0,46 | 4,52 | 0,27 | 15,40 | 0,943 | 0,0012 | 0,072 |
| 1,117 | 27,62 | 0,46 | 4,52 | 0,27 | 15,60 | 0,956 | 0,0012 | 0,072 |
| 1,133 | 27,62 | 0,46 | 4,52 | 0,27 | 15,80 | 0,968 | 0,0012 | 0,072 |
| 1,150 | 27,62 | 0,46 | 4,52 | 0,27 | 16,00 | 0,980 | 0,0012 | 0,072 |
| 1,167 | 27,62 | 0,46 | 4,52 | 0,27 | 16,20 | 0,992 | 0,0012 | 0,072 |
| 1,183 | 27,62 | 0,46 | 4,52 | 0,27 | 16,40 | 1,005 | 0,0012 | 0,072 |
| 1,200 | 27,62 | 0,46 | 4,52 | 0,27 | 16,59 | 1,017 | 0,0012 | 0,072 |
| 1,217 | 27,62 | 0,46 | 4,52 | 0,27 | 16,79 | 1,029 | 0,0012 | 0,072 |
| 1,233 | 27,62 | 0,46 | 4,52 | 0,27 | 16,99 | 1,041 | 0,0012 | 0,072 |
| 1,250 | 27,62 | 0,46 | 4,52 | 0,27 | 17,19 | 1,053 | 0,0012 | 0,072 |
| 1,267 | 27,62 | 0,46 | 4,52 | 0,27 | 17,39 | 1,066 | 0,0012 | 0,072 |
| 1,283 | 27,62 | 0,46 | 4,52 | 0,27 | 17,59 | 1,078 | 0,0012 | 0,072 |
| 1,300 | 27,62 | 0,46 | 4,52 | 0,27 | 17,79 | 1,090 | 0,0012 | 0,072 |
| 1,317 | 27,62 | 0,46 | 4,52 | 0,27 | 17,99 | 1,102 | 0,0012 | 0,072 |
| 1,333 | 27,62 | 0,46 | 4,52 | 0,27 | 18,19 | 1,115 | 0,0012 | 0,072 |
| 1,350 | 27,62 | 0,46 | 4,52 | 0,27 | 18,39 | 1,127 | 0,0012 | 0,072 |
| 1,367 | 27,62 | 0,46 | 4,52 | 0,27 | 18,59 | 1,139 | 0,0012 | 0,072 |
| 1,383 | 27,62 | 0,46 | 4,52 | 0,27 | 18,79 | 1,151 | 0,0012 | 0,072 |
| 1,400 | 27,62 | 0,46 | 4,52 | 0,27 | 18,99 | 1,163 | 0,0012 | 0,072 |
| 1,417 | 27,62 | 0,46 | 4,52 | 0,27 | 19,19 | 1,176 | 0,0012 | 0,072 |
| 1,433 | 27,62 | 0,46 | 4,52 | 0,27 | 19,39 | 1,188 | 0,0012 | 0,072 |
| 1,450 | 27,62 | 0,46 | 4,52 | 0,27 | 19,59 | 1,200 | 0,0012 | 0,072 |
| 1,467 | 27,62 | 0,46 | 4,52 | 0,27 | 19,79 | 1,212 | 0,0012 | 0,072 |
| 1,483 | 27,62 | 0,46 | 4,52 | 0,27 | 19,99 | 1,225 | 0,0012 | 0,072 |
| 1,500 | 27,62 | 0,46 | 4,52 | 0,27 | 20,19 | 1,237 | 0,0012 | 0,072 |
| 1,517 | 27,62 | 0,46 | 4,52 | 0,27 | 20,38 | 1,249 | 0,0012 | 0,072 |
| 1,533 | 27,62 | 0,46 | 4,52 | 0,27 | 20,58 | 1,261 | 0,0012 | 0,072 |
| 1,550 | 27,62 | 0,46 | 4,52 | 0,27 | 20,78 | 1,274 | 0,0012 | 0,072 |
| 1,567 | 27,62 | 0,46 | 4,52 | 0,27 | 20,98 | 1,286 | 0,0012 | 0,072 |
| 1,583 | 27,62 | 0,46 | 4,52 | 0,27 | 21,18 | 1,298 | 0,0012 | 0,072 |
| 1,600 | 27,62 | 0,46 | 4,52 | 0,27 | 21,38 | 1,310 | 0,0012 | 0,072 |
| 1,617 | 27,62 | 0,46 | 4,52 | 0,27 | 21,58 | 1,322 | 0,0012 | 0,072 |

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

Doc. N.

Progetto  
INORLotto  
12Codifica Documento  
E E2 RI SLA9 06 001Rev.  
AFoglio  
21 di 30

|       |       |      |      |      |       |       |        |       |
|-------|-------|------|------|------|-------|-------|--------|-------|
| 1,633 | 27,62 | 0,46 | 4,52 | 0,27 | 21,78 | 1,335 | 0,0012 | 0,072 |
| 1,650 | 27,62 | 0,46 | 4,52 | 0,27 | 21,98 | 1,347 | 0,0012 | 0,072 |
| 1,667 | 27,62 | 0,46 | 4,52 | 0,27 | 22,18 | 1,359 | 0,0012 | 0,072 |
| 1,683 | 27,62 | 0,46 | 4,52 | 0,27 | 22,38 | 1,371 | 0,0012 | 0,072 |
| 1,700 | 27,62 | 0,46 | 4,52 | 0,27 | 22,58 | 1,384 | 0,0012 | 0,072 |
| 1,717 | 27,62 | 0,46 | 4,52 | 0,27 | 22,78 | 1,396 | 0,0012 | 0,072 |
| 1,733 | 27,62 | 0,46 | 4,52 | 0,27 | 22,98 | 1,408 | 0,0012 | 0,072 |
| 1,750 | 27,62 | 0,46 | 4,52 | 0,27 | 23,18 | 1,420 | 0,0012 | 0,072 |
| 1,767 | 27,62 | 0,46 | 4,52 | 0,27 | 23,38 | 1,432 | 0,0012 | 0,072 |
| 1,783 | 27,62 | 0,46 | 4,52 | 0,27 | 23,58 | 1,445 | 0,0012 | 0,072 |
| 1,800 | 27,62 | 0,46 | 4,52 | 0,27 | 23,78 | 1,457 | 0,0012 | 0,072 |
| 1,817 | 27,62 | 0,46 | 4,52 | 0,27 | 23,98 | 1,469 | 0,0012 | 0,072 |
| 1,833 | 27,62 | 0,46 | 4,52 | 0,27 | 24,17 | 1,481 | 0,0012 | 0,072 |
| 1,850 | 27,62 | 0,46 | 4,52 | 0,27 | 24,37 | 1,494 | 0,0012 | 0,072 |
| 1,867 | 27,62 | 0,46 | 4,52 | 0,27 | 24,57 | 1,506 | 0,0012 | 0,072 |
| 1,883 | 27,62 | 0,46 | 4,52 | 0,27 | 24,77 | 1,518 | 0,0012 | 0,072 |
| 1,900 | 27,62 | 0,46 | 4,52 | 0,27 | 24,97 | 1,530 | 0,0012 | 0,072 |
| 1,917 | 27,62 | 0,46 | 4,52 | 0,27 | 25,17 | 1,542 | 0,0012 | 0,072 |
| 1,933 | 27,62 | 0,46 | 4,52 | 0,27 | 25,37 | 1,555 | 0,0012 | 0,072 |
| 1,950 | 27,62 | 0,46 | 4,52 | 0,27 | 25,57 | 1,567 | 0,0012 | 0,072 |
| 1,967 | 27,62 | 0,46 | 4,52 | 0,27 | 25,77 | 1,579 | 0,0012 | 0,072 |
| 1,983 | 27,62 | 0,46 | 4,52 | 0,27 | 25,97 | 1,591 | 0,0012 | 0,072 |
| 2,000 | 27,62 | 0,46 | 4,52 | 0,27 | 26,17 | 1,604 | 0,0012 | 0,072 |
| 2,017 | 27,62 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 26,10 | 1,599 | 0,0012 | 0,072 |
| 2,033 | 27,62 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 26,03 | 1,595 | 0,0012 | 0,072 |
| 2,050 | 27,62 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 25,95 | 1,590 | 0,0012 | 0,072 |
| 2,067 | 27,62 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 25,88 | 1,586 | 0,0012 | 0,072 |
| 2,083 | 27,62 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 25,81 | 1,581 | 0,0012 | 0,072 |
| 2,100 | 27,62 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 25,74 | 1,577 | 0,0012 | 0,072 |
| 2,117 | 27,62 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 25,67 | 1,573 | 0,0012 | 0,072 |
| 2,133 | 27,62 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 25,59 | 1,568 | 0,0012 | 0,072 |
| 2,150 | 27,62 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 25,52 | 1,564 | 0,0012 | 0,072 |
| 2,167 | 27,62 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 25,45 | 1,559 | 0,0012 | 0,072 |
| 2,183 | 27,62 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 25,38 | 1,555 | 0,0012 | 0,072 |
| 2,200 | 27,62 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 25,31 | 1,551 | 0,0012 | 0,072 |
| 2,217 | 27,62 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 25,23 | 1,546 | 0,0012 | 0,072 |
| 2,233 | 27,62 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 25,16 | 1,542 | 0,0012 | 0,072 |
| 2,250 | 27,62 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 25,09 | 1,537 | 0,0012 | 0,072 |
| 2,267 | 27,62 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 25,02 | 1,533 | 0,0012 | 0,072 |
| 2,283 | 27,62 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 24,95 | 1,529 | 0,0012 | 0,072 |
| 2,300 | 27,62 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 24,87 | 1,524 | 0,0012 | 0,072 |
| 2,317 | 27,62 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 24,80 | 1,520 | 0,0012 | 0,072 |
| 2,333 | 27,62 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 24,73 | 1,515 | 0,0012 | 0,072 |
| 2,350 | 27,62 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 24,66 | 1,511 | 0,0012 | 0,072 |
| 2,367 | 27,62 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 24,59 | 1,506 | 0,0012 | 0,072 |
| 2,383 | 27,62 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 24,51 | 1,502 | 0,0012 | 0,072 |
| 2,400 | 27,62 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 24,44 | 1,498 | 0,0012 | 0,072 |
| 2,417 | 27,62 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 24,37 | 1,493 | 0,0012 | 0,072 |
| 2,433 | 27,62 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 24,30 | 1,489 | 0,0012 | 0,072 |
| 2,450 | 27,62 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 24,23 | 1,484 | 0,0012 | 0,072 |
| 2,467 | 27,62 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 24,15 | 1,480 | 0,0012 | 0,072 |
| 2,483 | 27,62 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 24,08 | 1,476 | 0,0012 | 0,072 |

## 6. IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO

Per conformità con il progetto definitivo si è scelto di adottare pompe con portata pari a 1,2 l/s.

Il dislivello geodetico è di circa 7,0 m; considerando cautelativamente delle perdite di carico distribuite e localizzate per un totale di 1,5 m si ottiene una prevalenza delle pompe pari a 8,5 m.

Considerate le caratteristiche idrauliche e geometriche del sistema, ciascuna delle pompe dell'impianto risulta caratterizzata dal seguente punto di lavoro:

- portata di progetto 1,2 l/s,
- prevalenza totale 8,5 m.

Per ciascuna delle 2 pompe dell'impianto (di cui una di riserva attiva) si utilizzano quindi pompe tipo Flygt CP 3045 HT 3 ~ 252 con portata di progetto 1,20 l/s.

La condotta di mandata (DN 50 mm) ha uno sviluppo di 9 m circa, sino al recapito nel pozzetto di collegamento con la vasca drenante.

### Configurazione

|   |   |
|---|---|
| <b>Motor number</b><br>C3045.181 12-08-2BB-W<br>1.2KW | <b>Installazione</b><br>P - Installazione<br>semipermanete sommersa |
| <b>Diametro girante</b><br>90 mm                      | <b>Diametro mandata</b><br>50 mm                                    |

### Informazioni pompa

|  |
|--|
| <b>Diametro girante</b><br>90 mm           |
| <b>Diametro mandata</b><br>50 mm           |
| <b>Inlet diameter</b><br>50 mm             |
| <b>Maximum operating speed</b><br>2785 rpm |
| <b>Number of blades</b><br>1               |
| <b>Throughlet diameter</b><br>44 mm        |
| <b>Max. temperatura fluido</b><br>40 °C    |

### Materials

|  |
|--|
| <b>Girante</b><br>POLIAMMIDE e 66              |
| <b>Stator housing material</b><br>Ghisa grigia |

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto  
INORLotto  
12Codifica Documento  
E E2 RI SLA9 06 001Rev.  
AFoglio  
23 di 30

## CP 3045 HT 3~ 252

### Technical specification



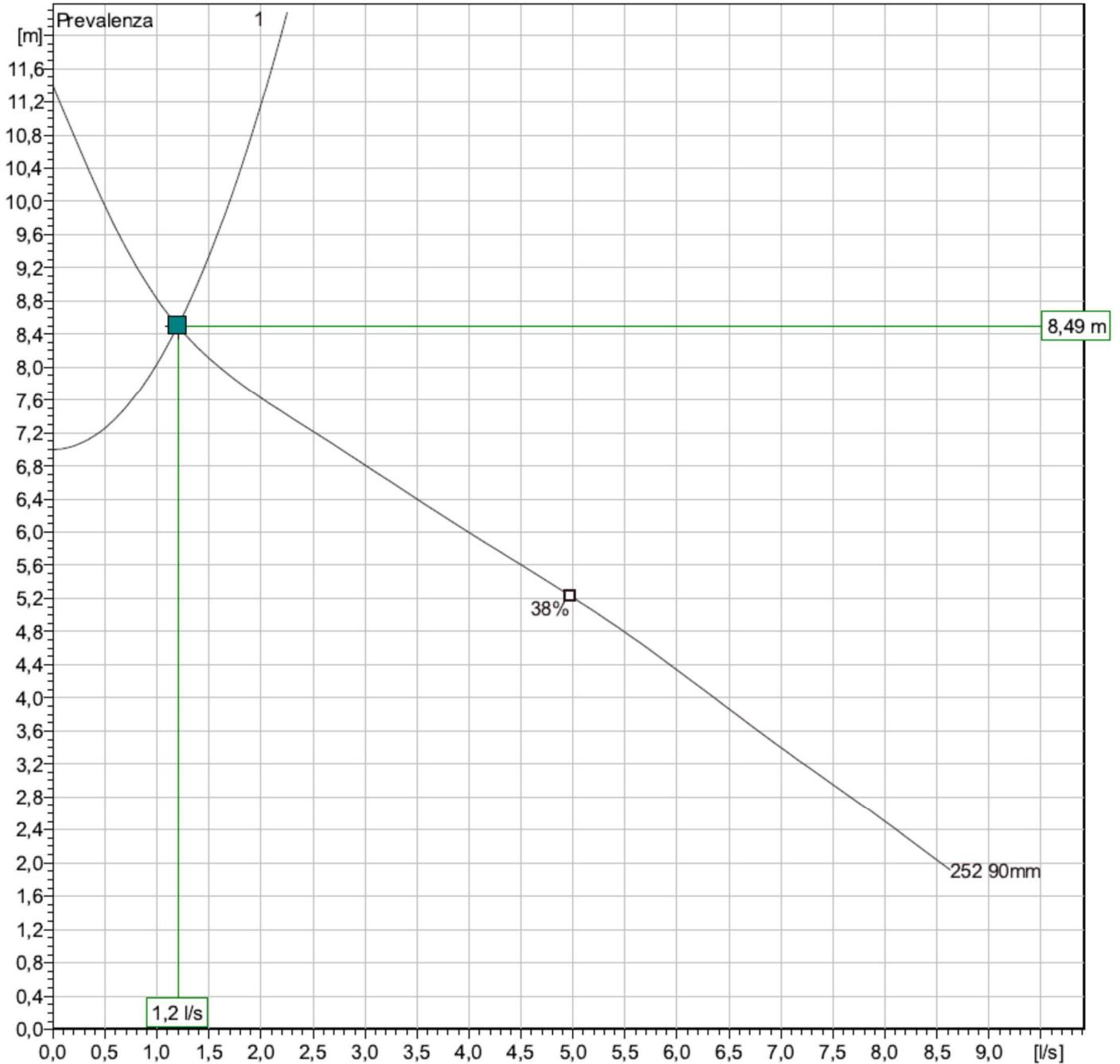
#### Motor - General

|   |                                   |                                      |                                   |
|---|-----------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|
| <b>Motor number</b><br>C3045.181 12-08-2BB-W<br>1.2KW | <b>Fasi</b><br>3~                 | <b>Velocità nominale</b><br>2785 rpm | <b>Potenza nominale</b><br>1,2 kW |
| <b>Approvato ATEX</b><br>No                           | <b>Numero di poli</b><br>2        | <b>Corrente nominale</b><br>5,8 A    | <b>Variante statore</b><br>6      |
| <b>Frequenza</b><br>50 Hz                             | <b>Tensione nominale</b><br>190 V | <b>Classe di isolamento</b><br>F     | <b>Tipo di servizio</b><br>S1     |
| <b>Version code</b><br>181                            |                                   |                                      |                                   |

#### Motor - Technical

|  |   |  |                                |
|--|---|--|--------------------------------|
| <b>Fattore di potenza - 1/1 Load</b><br>0,80 | <b>Rendimento motore - 1/1 Load</b><br>78,5 % | <b>Total moment of inertia</b><br>0,0013 kg m <sup>2</sup> | <b>Avviamenti/h max.</b><br>15 |
| <b>Fattore di potenza - 3/4 Load</b><br>0,70 | <b>Rendimento motore - 3/4 Load</b><br>79,5 % | <b>Corrente di spunto , diretta avviante</b><br>36 A       |                                |
| <b>Fattore di potenza - 1/2 Load</b><br>0,56 | <b>Rendimento motore - 1/2 Load</b><br>77,5 % | <b>Corrente di spunto, stella-triangolo</b><br>12 A        |                                |

Curves according to: Acqua, pulita [100%]; 4°C; 999,9kg/m<sup>3</sup>; 1,569mm<sup>2</sup>/s



**Operating characteristics**

| Pumps / Systems | Portata | Prevalenza | Potenza assorbita | Portata | Prevalenza | Potenza assorbita | Rend. idr. | Energia specifica        | NPSHre |
|-----------------|---------|------------|-------------------|---------|------------|-------------------|------------|--------------------------|--------|
| 1               | 1,2 l/s | 8,5 m      | 0,516 kW          | 1,2 l/s | 8,5 m      | 0,516 kW          | 19,4 %     | 0,156 kWh/m <sup>3</sup> |        |

Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
12

Codifica Documento  
E E2 RI SLA9 06 001

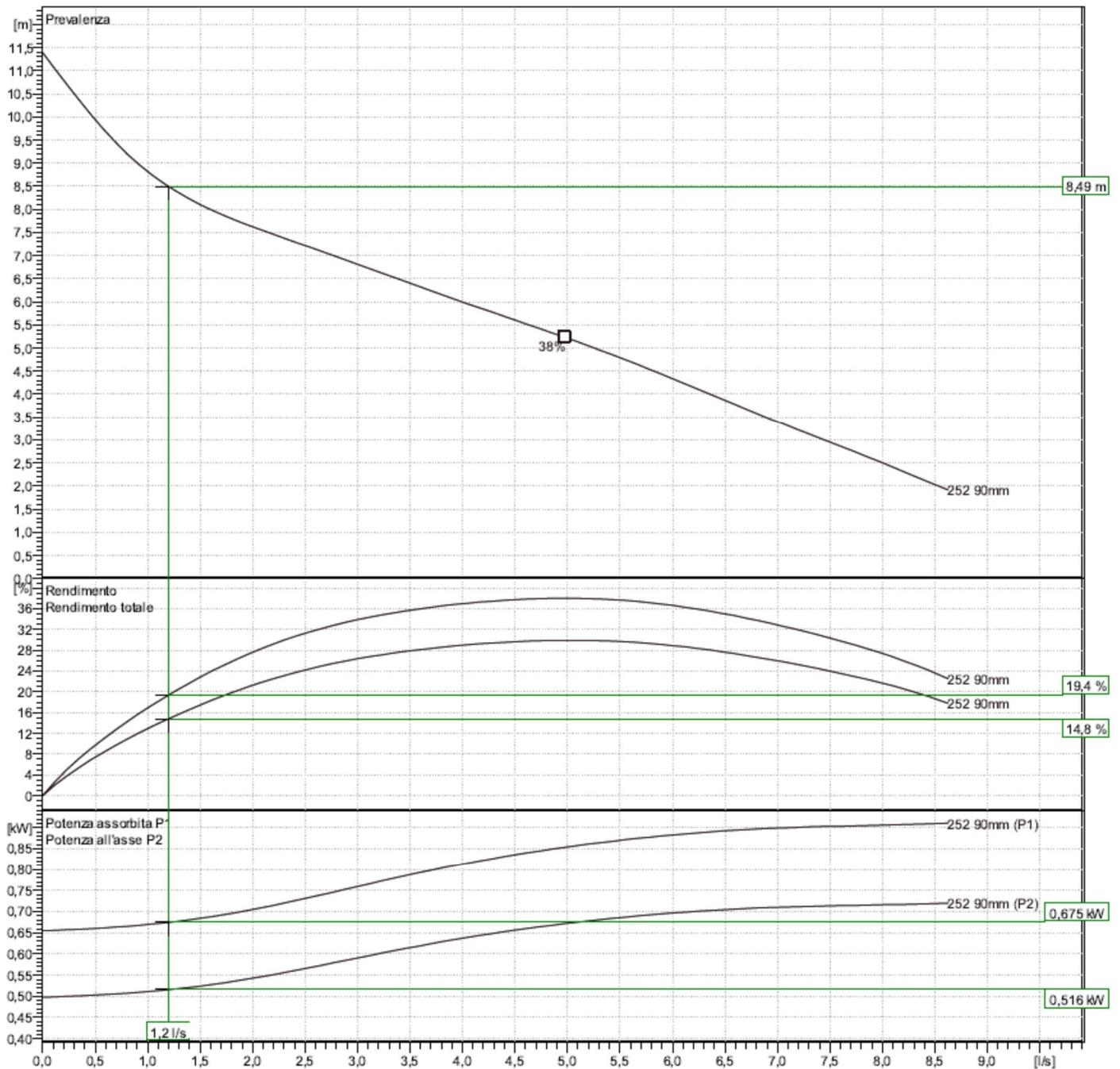
Rev.  
A

Foglio  
25 di 30

Portata  
1,2 l/s

Prevalenza  
8,5 m

Curves according to: Acqua, pulita [100%], 4 °C, 999,9 kg/m<sup>3</sup>, 1,569 mm<sup>2</sup>/s



## 7. VERIFICA DEL RECAPITO FINALE

### 7.1. Inquadramento e sintesi dei risultati

Il recapito finale è una vasca drenante rettangolare ubicata nei pressi della stazione di sollevamento.

Il valore di permeabilità del terreno ottenuto dalle prove effettuate sul tratto di rilevato RI87 è pari a  $K=1,60 \times 10^{-3}$  m/s. In via cautelativa, per il dimensionamento della vasca in esame si assume un valore ridotto pari a  $1,0 \times 10^{-4}$  m/s.

La vasca drenante di progetto presenta una lunghezza pari a 3,00 m e una larghezza al fondo pari a 2,00 m, pendenza delle sponde 3/2, profondità 1,00 m e dimensioni massime in sommità pari a 6,00 m x 5,00 m.

Poiché la condotta in uscita dal pozzetto arriva nella vasca ad una quota di circa 0,60 m al di sotto del piano campagna l'altezza utile da considerare nel calcolo del volume invasabile è di 0,60 m. Il volume totale massimo invasabile è quindi pari a  $3,12 \text{ m}^3$ .

La vasca risulta verificata con un riempimento pari al 80% e con un tirante massimo pari a 33 cm.

La metodologia di calcolo e i risultati delle verifiche sono riportati nel paragrafo seguente.

### 7.2. Metodologia

Il metodo di calcolo utilizzato è quello dell'invaso semplificato, analogo a quello già utilizzato ed approvato da Italferr sulla linea A.V. Bologna-Firenze e Torino-Milano. La determinazione delle dimensioni trasversali dei fossi non rivestiti è stata effettuata tramite l'equazione di continuità o equazione dei serbatoi applicata alla situazione in esame (Da Deppo, Datei, Salandin, Sistemazione dei corsi d'acqua, edizioni libreria Cortina 1995):

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

in cui la variazione del volume invasato al tempo t nel fosso è pari alla differenza tra la portata entrante e la portata uscente dispersa nel terreno circostante.

La portata entrante in questo caso è rappresentata dalla portata rilanciata dalla vasca di sollevamento (1,2 l/s).

Tale portata viene considerata costante fino allo svuotamento della vasca di sollevamento, ovvero 385 minuti.

La funzione  $Q_u(t)$ , che rappresenta la portata uscente dal fosso non rivestito, risulta unicamente originata dalla infiltrazione nel terreno sottostante. La relazione utilizzata per il calcolo della portata infiltrata, ricavata da Vedernikov (Polubarinova, Kochina, Theory of ground water movement, Princeton University Press 1962) e adattata alle tipologie considerate, assume la seguente espressione:

$$Q_u(t) = k[B + 3 \cdot h(t)]L$$

dove:

- k è la permeabilità misurata in m/s
- B è la base superiore della sezione del fosso drenante;
- L è la lunghezza del fosso drenante;
- h(t) è l'altezza di riempimento del fosso drenante.

L'equazione di continuità è stata risolta attraverso una discretizzazione in intervalli di tempo di 1 minuto e di 5 minuti; esprimendo il volume invasato nel fosso non rivestito (affluito), come il prodotto tra le superfici longitudinale del canale  $W=BL$  e l'altezza di riempimento  $h(t)$  e sostituendo la formula di Vedernikov si riesce ad esprimere la variabile  $h(t+Dt)$

$$h(t+Dt) = \frac{Q_e(t) + Q_e(t+Dt) + \frac{\sum h(t)}{\Delta t} - k \left[ B + \frac{3}{2} h(t) \right] \cdot L}{\frac{\sum + \frac{3}{2} k \cdot L}{\Delta t}}$$

Il procedimento seguito consiste nell'osservare la variazione delle altezze di riempimento del ricettore ed in particolare nel verificare che la massima altezza raggiunta dall'acqua non superi il limite imposto.

La vasca drenante risulta verificata con un riempimento massimo pari al 80%.

Di seguito sono riportati i tabulati di calcolo e verifica.

| GEOMETRIA                |     |      |
|--------------------------|-----|------|
| lunghezza vasca          | m   | 3,00 |
| larghezza fondo vasca    | m   | 2,00 |
| profondità vasca         | m   | 1,00 |
| pendenza sponde          | m/m | 1,50 |
| larghezza sommità vasca  | m   | 5,00 |
| lunghezza sommità vasca  | m   | 6,00 |
| profondità tubo ingresso | m   | 0,60 |
| profondità utile vasca   | m   | 0,40 |

| PERMEABILITÀ                                 |     |          |
|--|-----|----------|
| K - coefficiente di permeabilità del terreno | m/s | 1,00E-04 |

| PORTATE AFFERENTI               |                   |        |
|---------------------------------|-------------------|--------|
| portata delle pompe dalla vasca | m <sup>3</sup> /s | 0,0012 |

| VERIFICA DI CAPACITÀ DELLA VASCA DRENANTE |                |       |
|---|----------------|-------|
| VOLUME RICHIESTO PER LAMINAZIONE          | m <sup>3</sup> | 2,48  |
| CAPACITÀ MAX INVASO DEL FOSSO             | m <sup>3</sup> | 3,12  |
| % RIEMPIMENTO (area idrica)               | -              | 80%   |
| TIRANTE MAX                               | m              | 0,331 |

## PORTATE AFFERENTI E DI INFILTRAZIONE

| tempo di funzionamento delle pompe | portata afferente | Volume immesso nel fosso | Volume presente nel fosso | Sezione Idraulica | Altezza acqua interna al fosso | Larghezza pelo libero | portata infiltrata |
|------------------------------------|-------------------|--------------------------|---------------------------|-------------------|--------------------------------|-----------------------|--------------------|
| minuti                             | m <sup>3</sup> /s | m <sup>3</sup>           | m <sup>3</sup>            | m <sup>2</sup>    | m                              | m                     | m <sup>3</sup> /s  |
| 1                                  | 0,001             | 0,07                     | 0,000                     | 0,0000            | 0,000                          | 2,00                  | 0,0000             |
| 2                                  | 0,001             | 0,14                     | 0,072                     | 0,0240            | 0,012                          | 2,04                  | 0,0006             |
| 3                                  | 0,001             | 0,22                     | 0,107                     | 0,0356            | 0,018                          | 2,05                  | 0,0006             |
| 4                                  | 0,001             | 0,29                     | 0,141                     | 0,0469            | 0,023                          | 2,07                  | 0,0006             |
| 5                                  | 0,001             | 0,36                     | 0,174                     | 0,0581            | 0,028                          | 2,09                  | 0,0007             |
| 6                                  | 0,001             | 0,43                     | 0,207                     | 0,0691            | 0,034                          | 2,10                  | 0,0007             |
| 7                                  | 0,001             | 0,50                     | 0,240                     | 0,0799            | 0,039                          | 2,12                  | 0,0007             |
| 8                                  | 0,001             | 0,58                     | 0,271                     | 0,0905            | 0,044                          | 2,13                  | 0,0007             |
| 9                                  | 0,001             | 0,65                     | 0,303                     | 0,1009            | 0,049                          | 2,15                  | 0,0007             |
| 10                                 | 0,001             | 0,72                     | 0,333                     | 0,1111            | 0,053                          | 2,16                  | 0,0007             |
| 11                                 | 0,001             | 0,79                     | 0,364                     | 0,1212            | 0,058                          | 2,17                  | 0,0007             |
| 12                                 | 0,001             | 0,86                     | 0,393                     | 0,1311            | 0,063                          | 2,19                  | 0,0007             |
| 13                                 | 0,001             | 0,94                     | 0,423                     | 0,1409            | 0,067                          | 2,20                  | 0,0007             |
| 14                                 | 0,001             | 1,01                     | 0,451                     | 0,1505            | 0,071                          | 2,21                  | 0,0007             |
| 15                                 | 0,001             | 1,08                     | 0,480                     | 0,1599            | 0,076                          | 2,23                  | 0,0007             |
| 16                                 | 0,001             | 1,15                     | 0,508                     | 0,1692            | 0,080                          | 2,24                  | 0,0007             |
| 17                                 | 0,001             | 1,22                     | 0,535                     | 0,1783            | 0,084                          | 2,25                  | 0,0008             |
| 18                                 | 0,001             | 1,30                     | 0,562                     | 0,1873            | 0,088                          | 2,26                  | 0,0008             |
| 19                                 | 0,001             | 1,37                     | 0,588                     | 0,1961            | 0,092                          | 2,28                  | 0,0008             |
| 20                                 | 0,001             | 1,44                     | 0,614                     | 0,2048            | 0,096                          | 2,29                  | 0,0008             |
| 21                                 | 0,001             | 1,51                     | 0,640                     | 0,2134            | 0,099                          | 2,30                  | 0,0008             |
| 22                                 | 0,001             | 1,58                     | 0,665                     | 0,2218            | 0,103                          | 2,31                  | 0,0008             |
| 23                                 | 0,001             | 1,66                     | 0,690                     | 0,2301            | 0,107                          | 2,32                  | 0,0008             |
| 24                                 | 0,001             | 1,73                     | 0,715                     | 0,2383            | 0,110                          | 2,33                  | 0,0008             |
| 25                                 | 0,001             | 1,80                     | 0,739                     | 0,2463            | 0,113                          | 2,34                  | 0,0008             |
| 26                                 | 0,001             | 1,87                     | 0,763                     | 0,2542            | 0,117                          | 2,35                  | 0,0008             |
| 27                                 | 0,001             | 1,94                     | 0,786                     | 0,2620            | 0,120                          | 2,36                  | 0,0008             |
| 28                                 | 0,001             | 2,02                     | 0,809                     | 0,2697            | 0,123                          | 2,37                  | 0,0008             |
| 29                                 | 0,001             | 2,09                     | 0,832                     | 0,2772            | 0,127                          | 2,38                  | 0,0008             |
| 30                                 | 0,001             | 2,16                     | 0,854                     | 0,2847            | 0,130                          | 2,39                  | 0,0008             |
| 35                                 | 0,001             | 2,52                     | 0,964                     | 0,3213            | 0,145                          | 2,43                  | 0,0009             |
| 40                                 | 0,001             | 2,88                     | 1,066                     | 0,3552            | 0,159                          | 2,48                  | 0,0009             |
| 45                                 | 0,001             | 3,24                     | 1,160                     | 0,3867            | 0,171                          | 2,51                  | 0,0009             |
| 50                                 | 0,001             | 3,60                     | 1,247                     | 0,4158            | 0,183                          | 2,55                  | 0,0009             |
| 55                                 | 0,001             | 3,96                     | 1,329                     | 0,4429            | 0,193                          | 2,58                  | 0,0009             |
| 60                                 | 0,001             | 4,32                     | 1,404                     | 0,4681            | 0,203                          | 2,61                  | 0,0010             |
| 65                                 | 0,001             | 4,68                     | 1,475                     | 0,4915            | 0,212                          | 2,64                  | 0,0010             |
| 70                                 | 0,001             | 5,04                     | 1,540                     | 0,5134            | 0,220                          | 2,66                  | 0,0010             |
| 75                                 | 0,001             | 5,40                     | 1,601                     | 0,5337            | 0,228                          | 2,68                  | 0,0010             |
| 80                                 | 0,001             | 5,76                     | 1,658                     | 0,5527            | 0,235                          | 2,70                  | 0,0010             |
| 85                                 | 0,001             | 6,12                     | 1,711                     | 0,5704            | 0,241                          | 2,72                  | 0,0010             |
| 90                                 | 0,001             | 6,48                     | 1,761                     | 0,5869            | 0,248                          | 2,74                  | 0,0010             |
| 95                                 | 0,001             | 6,84                     | 1,807                     | 0,6024            | 0,253                          | 2,76                  | 0,0011             |
| 100                                | 0,001             | 7,20                     | 1,850                     | 0,6168            | 0,258                          | 2,78                  | 0,0011             |

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

Doc. N.

Progetto  
INORLotto  
12Codifica Documento  
E E2 RI SLA9 06 001Rev.  
AFoglio  
29 di 30

|     |       |       |       |        |       |      |        |
|-----|-------|-------|-------|--------|-------|------|--------|
| 105 | 0,001 | 7,56  | 1,891 | 0,6303 | 0,263 | 2,79 | 0,0011 |
| 110 | 0,001 | 7,92  | 1,929 | 0,6429 | 0,268 | 2,80 | 0,0011 |
| 115 | 0,001 | 8,28  | 1,964 | 0,6548 | 0,272 | 2,82 | 0,0011 |
| 120 | 0,001 | 8,64  | 1,997 | 0,6658 | 0,276 | 2,83 | 0,0011 |
| 125 | 0,001 | 9,00  | 2,028 | 0,6762 | 0,279 | 2,84 | 0,0011 |
| 130 | 0,001 | 9,36  | 2,058 | 0,6859 | 0,283 | 2,85 | 0,0011 |
| 135 | 0,001 | 9,72  | 2,085 | 0,6949 | 0,286 | 2,86 | 0,0011 |
| 140 | 0,001 | 10,08 | 2,110 | 0,7034 | 0,289 | 2,87 | 0,0011 |
| 145 | 0,001 | 10,44 | 2,134 | 0,7114 | 0,292 | 2,88 | 0,0011 |
| 150 | 0,001 | 10,80 | 2,157 | 0,7189 | 0,294 | 2,88 | 0,0011 |
| 155 | 0,001 | 11,16 | 2,178 | 0,7259 | 0,297 | 2,89 | 0,0011 |
| 160 | 0,001 | 11,52 | 2,197 | 0,7324 | 0,299 | 2,90 | 0,0011 |
| 165 | 0,001 | 11,88 | 2,216 | 0,7386 | 0,301 | 2,90 | 0,0011 |
| 170 | 0,001 | 12,24 | 2,233 | 0,7444 | 0,303 | 2,91 | 0,0011 |
| 175 | 0,001 | 12,60 | 2,249 | 0,7498 | 0,305 | 2,92 | 0,0011 |
| 180 | 0,001 | 12,96 | 2,265 | 0,7549 | 0,307 | 2,92 | 0,0012 |
| 185 | 0,001 | 13,32 | 2,279 | 0,7597 | 0,308 | 2,93 | 0,0012 |
| 190 | 0,001 | 13,68 | 2,292 | 0,7641 | 0,310 | 2,93 | 0,0012 |
| 195 | 0,001 | 14,04 | 2,305 | 0,7683 | 0,311 | 2,93 | 0,0012 |
| 200 | 0,001 | 14,40 | 2,317 | 0,7723 | 0,313 | 2,94 | 0,0012 |
| 205 | 0,001 | 14,76 | 2,328 | 0,7760 | 0,314 | 2,94 | 0,0012 |
| 210 | 0,001 | 15,12 | 2,338 | 0,7795 | 0,315 | 2,95 | 0,0012 |
| 215 | 0,001 | 15,48 | 2,348 | 0,7827 | 0,316 | 2,95 | 0,0012 |
| 220 | 0,001 | 15,84 | 2,357 | 0,7858 | 0,317 | 2,95 | 0,0012 |
| 225 | 0,001 | 16,20 | 2,366 | 0,7887 | 0,318 | 2,95 | 0,0012 |
| 230 | 0,001 | 16,56 | 2,374 | 0,7914 | 0,319 | 2,96 | 0,0012 |
| 235 | 0,001 | 16,92 | 2,382 | 0,7939 | 0,320 | 2,96 | 0,0012 |
| 240 | 0,001 | 17,28 | 2,389 | 0,7963 | 0,321 | 2,96 | 0,0012 |
| 245 | 0,001 | 17,64 | 2,396 | 0,7985 | 0,322 | 2,96 | 0,0012 |
| 250 | 0,001 | 18,00 | 2,402 | 0,8006 | 0,322 | 2,97 | 0,0012 |
| 255 | 0,001 | 18,36 | 2,408 | 0,8026 | 0,323 | 2,97 | 0,0012 |
| 260 | 0,001 | 18,72 | 2,413 | 0,8044 | 0,324 | 2,97 | 0,0012 |
| 265 | 0,001 | 19,08 | 2,419 | 0,8062 | 0,324 | 2,97 | 0,0012 |
| 270 | 0,001 | 19,44 | 2,423 | 0,8078 | 0,325 | 2,97 | 0,0012 |
| 275 | 0,001 | 19,80 | 2,428 | 0,8094 | 0,325 | 2,98 | 0,0012 |
| 280 | 0,001 | 20,16 | 2,432 | 0,8108 | 0,326 | 2,98 | 0,0012 |
| 285 | 0,001 | 20,52 | 2,436 | 0,8122 | 0,326 | 2,98 | 0,0012 |
| 290 | 0,001 | 20,88 | 2,440 | 0,8134 | 0,327 | 2,98 | 0,0012 |
| 295 | 0,001 | 21,24 | 2,444 | 0,8146 | 0,327 | 2,98 | 0,0012 |
| 300 | 0,001 | 21,60 | 2,447 | 0,8158 | 0,327 | 2,98 | 0,0012 |
| 305 | 0,001 | 21,96 | 2,450 | 0,8168 | 0,328 | 2,98 | 0,0012 |
| 310 | 0,001 | 22,32 | 2,453 | 0,8178 | 0,328 | 2,98 | 0,0012 |
| 315 | 0,001 | 22,68 | 2,456 | 0,8187 | 0,328 | 2,99 | 0,0012 |
| 320 | 0,001 | 23,04 | 2,459 | 0,8196 | 0,329 | 2,99 | 0,0012 |
| 325 | 0,001 | 23,40 | 2,461 | 0,8204 | 0,329 | 2,99 | 0,0012 |
| 330 | 0,001 | 23,76 | 2,464 | 0,8212 | 0,329 | 2,99 | 0,0012 |
| 335 | 0,001 | 24,12 | 2,466 | 0,8219 | 0,330 | 2,99 | 0,0012 |
| 340 | 0,001 | 24,48 | 2,468 | 0,8226 | 0,330 | 2,99 | 0,0012 |
| 345 | 0,001 | 24,84 | 2,470 | 0,8233 | 0,330 | 2,99 | 0,0012 |
| 350 | 0,001 | 25,20 | 2,472 | 0,8239 | 0,330 | 2,99 | 0,0012 |
| 355 | 0,001 | 25,56 | 2,473 | 0,8244 | 0,330 | 2,99 | 0,0012 |
| 360 | 0,001 | 25,92 | 2,475 | 0,8250 | 0,331 | 2,99 | 0,0012 |
| 365 | 0,001 | 26,28 | 2,476 | 0,8255 | 0,331 | 2,99 | 0,0012 |
| 370 | 0,001 | 26,64 | 2,478 | 0,8260 | 0,331 | 2,99 | 0,0012 |
| 375 | 0,001 | 27,00 | 2,479 | 0,8264 | 0,331 | 2,99 | 0,0012 |
| 380 | 0,001 | 27,36 | 2,480 | 0,8268 | 0,331 | 2,99 | 0,0012 |
| 385 | 0,001 | 27,72 | 2,482 | 0,8272 | 0,331 | 2,99 | 0,0012 |
| 390 | 0,000 | 27,72 | 2,123 | 0,7076 | 0,290 | 2,87 | 0,0011 |

Doc. N.

Progetto  
INORLotto  
12Codifica Documento  
E E2 RI SLA9 06 001Rev.  
AFoglio  
30 di 30

|     |       |       |        |         |        |      |        |
|-----|-------|-------|--------|---------|--------|------|--------|
| 395 | 0,000 | 27,72 | 1,786  | 0,5953  | 0,251  | 2,75 | 0,0011 |
| 400 | 0,000 | 27,72 | 1,471  | 0,4902  | 0,212  | 2,63 | 0,0010 |
| 405 | 0,000 | 27,72 | 1,176  | 0,3921  | 0,173  | 2,52 | 0,0009 |
| 410 | 0,000 | 27,72 | 0,903  | 0,3009  | 0,136  | 2,41 | 0,0008 |
| 415 | 0,000 | 27,72 | 0,649  | 0,2163  | 0,101  | 2,30 | 0,0008 |
| 420 | 0,000 | 27,72 | 0,415  | 0,1382  | 0,066  | 2,20 | 0,0007 |
| 425 | 0,000 | 27,72 | 0,199  | 0,0664  | 0,032  | 2,10 | 0,0007 |
| 430 | 0,000 | 27,72 | 0,002  | 0,0005  | 0,000  | 2,00 | 0,0006 |
| 435 | 0,000 | 27,72 | -0,179 | -0,0595 | -0,030 | 1,91 | 0,0005 |
| 440 | 0,000 | 27,72 | -0,342 | -0,1140 | -0,060 | 1,82 | 0,0005 |
| 445 | 0,000 | 27,72 | -0,490 | -0,1633 | -0,087 | 1,74 | 0,0004 |
| 450 | 0,000 | 27,72 | -0,623 | -0,2076 | -0,113 | 1,66 | 0,0004 |
| 455 | 0,000 | 27,72 | -0,741 | -0,2471 | -0,138 | 1,59 | 0,0004 |
| 460 | 0,000 | 27,72 | -0,847 | -0,2823 | -0,160 | 1,52 | 0,0003 |
| 465 | 0,000 | 27,72 | -0,940 | -0,3135 | -0,181 | 1,46 | 0,0003 |
| 470 | 0,000 | 27,72 | -1,022 | -0,3408 | -0,201 | 1,40 | 0,0002 |
| 475 | 0,000 | 27,72 | -1,094 | -0,3647 | -0,218 | 1,35 | 0,0002 |
| 480 | 0,000 | 27,72 | -1,156 | -0,3855 | -0,234 | 1,30 | 0,0002 |
| 485 | 0,000 | 27,72 | -1,210 | -0,4034 | -0,248 | 1,26 | 0,0002 |
| 490 | 0,000 | 27,72 | -1,256 | -0,4188 | -0,260 | 1,22 | 0,0001 |
| 495 | 0,000 | 27,72 | -1,296 | -0,4320 | -0,271 | 1,19 | 0,0001 |
| 500 | 0,000 | 27,72 | -1,330 | -0,4432 | -0,281 | 1,16 | 0,0001 |

Dopo 425 minuti (7 ore e 5 minuti) la vasca drenante risulta vuota.