

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA-CATANIA-PALERMO  
NODO DI CATANIA**

**S.O. COORDINAMENTO TERRITORIALE SUD**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA  
DELL'AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL  
TRATTO DI LINEA INTERESSATO.**

**MACROFASE FUNZIONALE 1**

**LOTTO 2**

**ELABORATI GENERALI - IDROLOGIA E IDRAULICA - ID**

**Relazione idraulica drenaggio di piattaforma ferroviaria**

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA Progr. REV.

RS3H 02 D 78 RI ID0002 002 B

| Rev. | Descrizione         | Redatto       | Data        | Verificato   | Data        | Approvato   | Data        | Autorizzato Data             |
|------|---------------------|---------------|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|------------------------------|
| A    | Emissione esecutiva | L.Nani        | Marzo 2020  | G.De Cianni  | Marzo 2020  | S.Vanfiori  | Marzo 2020  | D.Tiberti<br>Luglio 2020<br> |
| B    | Emissione per CdS   | A. Ciccarelli | Luglio 2020 | G. De Cianni | Luglio 2020 | S. Vanfiori | Luglio 2020 |                              |
|      |                     |               |             |              |             |             |             |                              |
|      |                     |               |             |              |             |             |             |                              |

File: RS3H.0.2.D.78.RI.ID.00.0.2.002.B

n. Elab.:

## INDICE

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. PREMESSA</b>   | <b>3</b>  |
| <b>2. ELENCO ELABORATI ANNESSI</b>                                   | <b>4</b>  |
| <b>3. QUADRO NORMATIVO</b>   | <b>5</b>  |
| 3.1. Regolamento Edilizio comune di Catania e interventi di progetto | 5         |
| <b>4. PARAMETRI IDROLOGICI E IDRAULICI</b>                           | <b>7</b>  |
| 4.1. Scelta dei tempi di ritorno                                     | 7         |
| 4.2. Pluviometria  | 7         |
| 4.2.1. <i>CPP per eventi con durata inferiore all'ora</i>            | 9         |
| <b>5. DRENAGGIO PIATTAFORMA FERROVIARIA</b>                          | <b>11</b> |
| 5.1. Descrizione delle opere   | 11        |
| 5.1.1. <i>Drenaggio acque di piattaforma ferroviaria in rilevato</i> | 11        |
| 5.1.2. <i>Manufatto di regolazione del flusso allo scarico</i>       | 12        |
| 5.1.3. <i>Drenaggio acque di piattaforma ferroviaria in trincea</i>  | 13        |
| 5.1.4. <i>Drenaggio della galleria artificiale</i>                   | 15        |
| 5.1.5. <i>Drenaggio acque di piattaforma in viadotto</i>             | 15        |
| <b>6. METODOLOGIA DI CALCOLO</b>                                     | <b>16</b> |
| 6.1. Ipotesi generali  | 16        |
| 6.2. Il metodo di calcolo del volume di laminazione                  | 16        |
| 6.3. Il metodo dell'invaso   | 19        |
| 6.4. Criteri di verifica   | 25        |
| 6.4.1. <i>Canali di laminazione</i>                                  | 25        |
| 6.4.2. <i>Elementi di piattaforma (canalette)</i>                    | 25        |
| <b>7. OPERE DI INTERCETTAZIONE</b>                                   | <b>27</b> |
| 7.1. Embrici   | 27        |
| <b>8. RECAPITI A DISPERSIONE</b>                                     | <b>29</b> |
| <b>ALLEGATO 1 – TABELLE RISULTATI</b>                                | <b>31</b> |



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

**RELAZIONE IDRAULICA DRENAGGIO DI PIATTAFORMA**

| PROGETTO | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV. | FOGLIO  |
|----------|-------|----------|--------------|------|---------|
| RS3H     | 02    | D.78.RI  | ID.00.02.002 | A    | 3 di 51 |

## 1. PREMESSA

Il presente documento è parte della progettazione definitiva del Lotto 2 dell'intervento di interrimento della linea in corrispondenza della pista dell'aeroporto di Fontanarossa. Il lotto 2 prevede la realizzazione dell'interrimento della linea CT-PA, la realizzazione della bretella CT-SR e fascio A/P di prima fase, il collegamento fascio A/P-Interporto ed infine la prima fase di interventi nel terminal merci. La presente relazione descrive il sistema di drenaggio delle acque meteoriche ricadenti sulla piattaforma ferroviaria e le opere di presidio idraulico per l'allontanamento delle acque di ruscellamento superficiale dal piede dei rilevati o dalla testa delle trincee di progetto. Il recapito finale di tutto il sistema di drenaggio è costituito dal reticolo idrografico superficiale che caratterizza l'area oggetto di intervento.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

**RELAZIONE IDRAULICA DRENAGGIO DI PIATTAFORMA**

|          |       |          |              |      |         |
|----------|-------|----------|--------------|------|---------|
| PROGETTO | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV. | FOGLIO  |
| RS3H     | 02    | D.78.RI  | ID.00.02.002 | A    | 4 di 51 |

## 2. ELENCO ELABORATI ANNESSI

| <b>Codice elaborato</b> | <b>Argomento</b>  |
|-------------------------|---|
| RS3H00D78BZID0002001    | Tipologico opere di smaltimento acque di piattaforma ferroviaria (1 di 2)                                       |
| RS3H00D78BZID0002002    | Tipologico opere di smaltimento acque di piattaforma ferroviaria (2 di 2)                                       |
| RS3H02D78P6ID0002001    | Int.linea PA-CT Planimetria di drenaggio piattaforma ferroviaria (1 di 2)                                       |
| RS3H02D78P6ID0002002    | Int.linea PA-CT Planimetria di drenaggio piattaforma ferroviaria (2 di 2)                                       |
| RS3H02D78P6ID0002003    | Bretella CT-SR e collegamento fascio A/P-Interporto - Planimetria di drenaggio piattaforma ferroviaria (1 di 3) |
| RS3H02D78P6ID0002004    | Bretella CT-SR e collegamento fascio A/P-Interporto - Planimetria di drenaggio piattaforma ferroviaria (2 di 3) |
| RS3H02D78P6ID0002005    | Bretella CT-SR e collegamento fascio A/P-Interporto - Planimetria di drenaggio piattaforma ferroviaria (3 di 3) |

*Tabella 1 – Elenco elaborati annessi.*



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

RELAZIONE IDRAULICA DRENAGGIO DI PIATTAFORMA

| PROGETTO | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV. | FOGLIO  |
|----------|-------|----------|--------------|------|---------|
| RS3H     | 02    | D.78.RI  | ID.00.02.002 | A    | 5 di 51 |

### 3. QUADRO NORMATIVO

- Italferr S.p.A. - Manuale di Progettazione
- Regolamento Edilizio (adeguato al Decreto 2 dicembre 2014 pubblicato sulla G.U.R.S. n°54 del 24.12.2014) – Comune di Catania
- Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2018) e relativa circolare applicativa

#### 3.1. Regolamento Edilizio comune di Catania e interventi di progetto

Il progetto del sistema di drenaggio è stato sviluppato in accordo al *Regolamento Edilizio adeguato al Decreto 2 Dicembre 2014 pubblicato sulla G.U.R.S. n.54 del 24.12.2014* del comune di Catania.

Il regolamento contempla il principio di invarianza idraulica che impone che qualsiasi modificazione della superficie del suolo non possa, anche indirettamente, determinare un incremento delle portate di piena al colmo sversate dalla superficie del suolo nella rete fognaria, nella rete idrografica naturale e artificiale o sulle sedi stradali.

Nallo stesso documento, all'art. 80 "Invarianza Idraulica", sono individuati i tipi di interventi da prevedere al fine di garantire l'invarianza idraulica delle portate di piena al colmo:

temporaneo accumulo delle acque meteoriche in idonee vasche di laminazione e scarico graduale nella rete fognaria pluviale, mista o nella rete idrografica naturale o artificiale;

dispersione nel suolo con soluzioni tecniche idonee di tipo diffuso (superfici permeabili) o concentrato (trincee d'infiltrazione, vasche di infiltrazione, ecc).

Gli interventi di progetto, per l'intercettazione dei flussi d'acqua ricadenti sulla piattaforma ferroviaria nei tratti in rilevato e in quelli in scavo, prevedono le seguenti soluzioni ed opere idrauliche:

- per garantire l'immediato smaltimento delle acque meteoriche dalla pavimentazione ferroviaria è stata assegnata alla pavimentazione una pendenza trasversale del 3.0 %;



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

**RELAZIONE IDRAULICA DRENAGGIO DI PIATTAFORMA**

| PROGETTO | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV. | FOGLIO  |
|----------|-------|----------|--------------|------|---------|
| RS3H     | 02    | D.78.RI  | ID.00.02.002 | A    | 6 di 51 |

- nei tratti in rilevato le acque meteoriche defluiscono quindi al cordolo di delimitazione del ciglio ferroviario e da questo al canale di laminazione in linea e/o fosso disperdente tramite embrici;
- nei tratti in trincea, i flussi d'acqua sono recapitati direttamente nella cunetta rettangolare di piattaforma sottopassando il manufatto della canaletta portacavi. Nel passaggio rilevato-trincea la cunetta rettangolare è recapitata esternamente direttamente al canale di laminazione in linea e/o fosso disperdente;
- canali di laminazione e/o fossi disperdenti a sezione trapezoidale e rettangolare al piede del rilevato quando il corpo ferroviario è più elevato rispetto al piano campagna;
- canali di laminazione a sezione trapezoidale e rettangolare in testa alla trincea quando il corpo ferroviario è più basso del piano campagna;
- vasche di laminazione puntuali in luogo e/o in aggiunta ai manufatti di laminazione in linea.

|   |  |                  |             |                     |                           |           |
|---|--|------------------|-------------|---------------------|---------------------------|-----------|
|  | DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA<br><br>INTERAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.<br><br>MACROFASE FUNZIONALE 1<br>LOTTO 02 |                  |             |                     |                           |           |
|   | <b>RELAZIONE IDRAULICA DRENAGGIO DI PIATTAFORMA</b>  | PROGETTO<br>RS3H | LOTTO<br>02 | CODIFICA<br>D.78.RI | DOCUMENTO<br>ID.00.02.002 | REV.<br>A |

## 4. PARAMETRI IDROLOGICI E IDRAULICI

### 4.1. Scelta dei tempi di ritorno

La scelta dei tempi di ritorno degli eventi meteorici per il calcolo delle portate necessarie al dimensionamento delle varie tipologie di opere è stata effettuata in conformità a quanto previsto dal Manuale di Progettazione RFI e dalle Norme tecniche delle Costruzioni (D.M. 14 Gennaio 2008). La tabella seguente sintetizza la scelta effettuata per tipologia di opere:

|   | <b>Manuale di progettazione ferroviaria</b>  | <b>NTC 2008 e relativa circolare applicativa</b> |
|---|--|--|
| <b>Drenaggio di piattaforma (cunette, tubazioni, etc)</b> | <i>Piattaforma ferroviaria<br/>TR 100 anni<br/>Deviazioni stradali Tr=25 anni</i>  | -  |
| <b>Manufatti di attraversamento (ponti e tombini)</b>     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>linea ferroviaria Tr= 300 anni per S &gt; 10 km<sup>2</sup></i></li> <li>• <i>linea ferroviaria Tr= 200 anni per S &lt; 10 km<sup>2</sup></i></li> <li>• <i>deviazioni stradali<br/>Tr=200 anni</i></li> </ul> | <i>Tr = 200 anni</i>                             |

Tabella 2-Tempi di ritorno

### 4.2. Pluviometria

La rappresentazione di un evento pluviometrico di una certa durata  $\tau$ , è effettuata mediante una curva, detta curva segnalatrice di possibilità pluviometrica o climatica, caratterizzata generalmente dalla seguente espressione:

$$h = a\tau^n$$

nella quale h rappresenta l'altezza di precipitazione caduta nell'intervallo di tempo  $\tau$ , a ed n sono dei coefficienti determinati statisticamente al fine di ottenere le curve di possibilità pluviometrica associate a diversi tempi di ritorno TR.

Facendo riferimento ai valori di Tabella 2, nel presente studio idraulico è stata valutata la funzionalità del sistema di drenaggio delle acque di piattaforma in risposta a eventi di precipitazione caratterizzati da un tempo di ritorno pari a 100 anni per la piattaforma ferroviaria.

Nelle tabelle seguenti si riportano i parametri delle curve di possibilità pluviometrica utilizzati per

il dimensionamento delle opere:

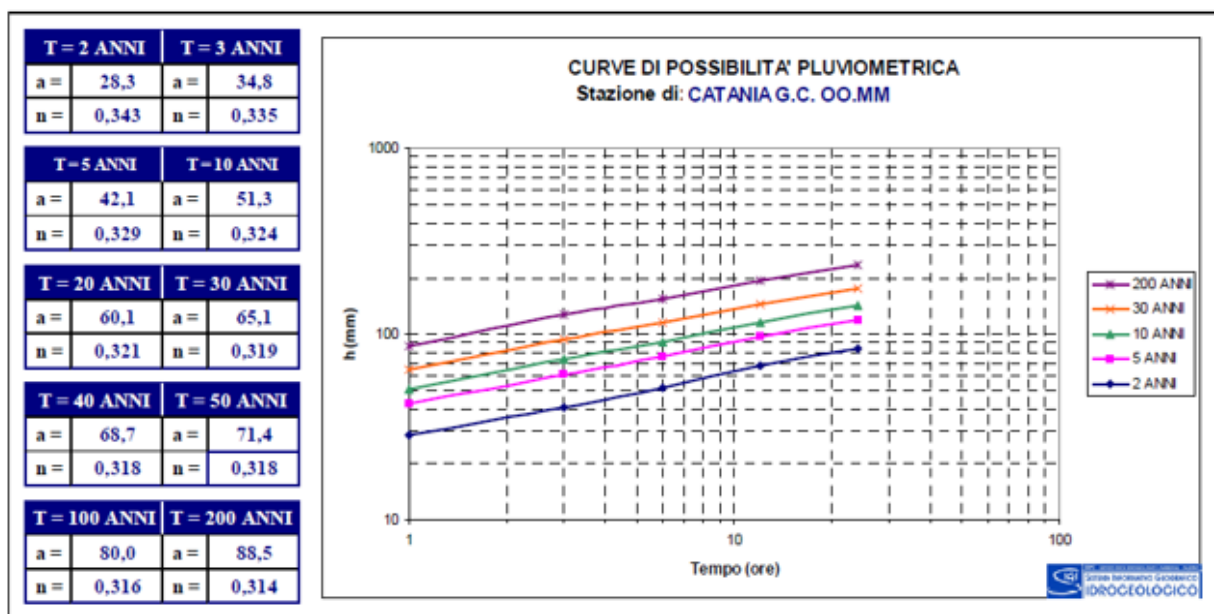


Tabella 3 - Parametri a e n per determinati tempi di pioggia t [ore] e tempi di ritorno T [anni]

La frazione di precipitazione che viene raccolta dal sistema di drenaggio è individuata da un coefficiente di deflusso  $\phi$ , che esprime il rapporto tra il volume d'acqua afferente ad una sezione di verifica, in un definito intervallo di tempo, ed il volume meteorico precipitato nell'intervallo medesimo.

In relazione alle caratteristiche morfologiche del terreno, per il calcolo dei drenaggi di piattaforma, si è ipotizzato, in via cautelativa, che anche la fascia esterna contermina al fosso di guardia possa drenare all'interno dello stesso. L'estensione della fascia drenante è stata assunta pari a:

100 metri lato monte

25 metri lato mare

tenendo conto, laddove possibile, degli ostacoli e della reale conformazione del terreno.

I tipi di superficie presi in considerazione nel presente progetto ed i relativi coefficienti di deflusso sono riportati in Tabella 4.





DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

**RELAZIONE IDRAULICA DRENAGGIO DI PIATTAFORMA**

|          |       |          |              |      |         |
|----------|-------|----------|--------------|------|---------|
| PROGETTO | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV. | FOGLIO  |
| RS3H     | 02    | D.78.RI  | ID.00.02.002 | A    | 9 di 51 |

| Descrizione                             | Coefficiente di deflusso $\varphi$ |
|---|------------------------------------|
| Infrastruttura (piattaforma + scarpate) | 0.80                               |
| Superfici esterne                       | 0.30                               |

Tabella 4 – Coefficiente di deflusso per varie tipologie di superficie.

I valori assunti sono cautelativamente quelli relativi alle superfici già imbibite e considerati costanti durante tutto l'evento meteorologico.

Detto  $\varphi_i$  il coefficiente di deflusso relativo alla superficie  $S_i$ , il valore medio del coefficiente relativo ad aree caratterizzate da differenti valori  $\varphi$  si ottiene con una media ponderata:

$$\varphi = \frac{\sum \varphi_i S_i}{\sum S_i}$$

#### 4.2.1. CPP per eventi con durata inferiore all'ora

Lo studio del drenaggio di piattaforma è stato condotto considerando anche eventi di pioggia con durata inferiore all'ora. Gli eventi di pioggia aventi durata inferiore all'ora vengono denominati eventi brevi; gli eventi brevi e quelli lunghi, precedentemente esposti, seguono differenti dinamiche meteorologiche e non possono essere trattati in egual modo. È stato però dimostrato che il rapporto tra l'altezza di pioggia  $h$ , con  $t$  minore di 60 minuti, e l'altezza di pioggia  $h$  di durata 60 minuti, a parità di tempo di ritorno  $T$ , è dipendente solo dalla durata  $t$  espressa in minuti:

$$h_{t,T} / h_{60,T} = f(t) \quad (1)$$

avendo indicato con  $f$  un simbolo funzionale.

Studi successivi hanno dimostrato che il legame funzionale della (1) può essere espresso nella semplice forma:

$$h_{t,T} / h_{60,T} = (t / 60)^s \quad (2)$$

In cui  $t$  è la durata dell'evento meteorico di durata inferiore all'ora, espressa in minuti,  $s$  è un coefficiente che assume un diverso valore numerico in dipendenza della regione in esame. Nel caso in oggetto, per la Sicilia il coefficiente assume il valore di 0.386 (Ferreri e Ferro, 1989).

L'equazione precedente assume quindi la forma:

$$h_{t,T} / h_{60,T} = (t / 60)^{0.386} \quad (3)$$



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

**RELAZIONE IDRAULICA DRENAGGIO DI PIATTAFORMA**

| PROGETTO | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV. | FOGLIO   |
|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| RS3H     | 02    | D.78.RI  | ID.00.02.002 | A    | 10 di 51 |

Fissati i vari tempi di ritorno T, i parametri delle rispettive curve di possibilità pluviometrica sono desumibili dalla tabella precedente.

## 5. DRENAGGIO PIATTAFORMA FERROVIARIA

### 5.1. Descrizione delle opere

#### 5.1.1. Drenaggio acque di piattaforma ferroviaria in rilevato

Nei tratti in cui il corpo ferroviario si trova in rilevato, le acque meteoriche vengono canalizzate ed allontanate dalla sede ferroviaria, per mezzo della sezione triangolare formata dal cordolo bituminoso a lato della piattaforma e lo strato di sub-ballast dotato di una pendenza trasversale pari al 3,0%.

Il cordolo convoglia l'acqua verso il primo embrice disponibile in funzione della pendenza longitudinale della livelletta ferroviaria.

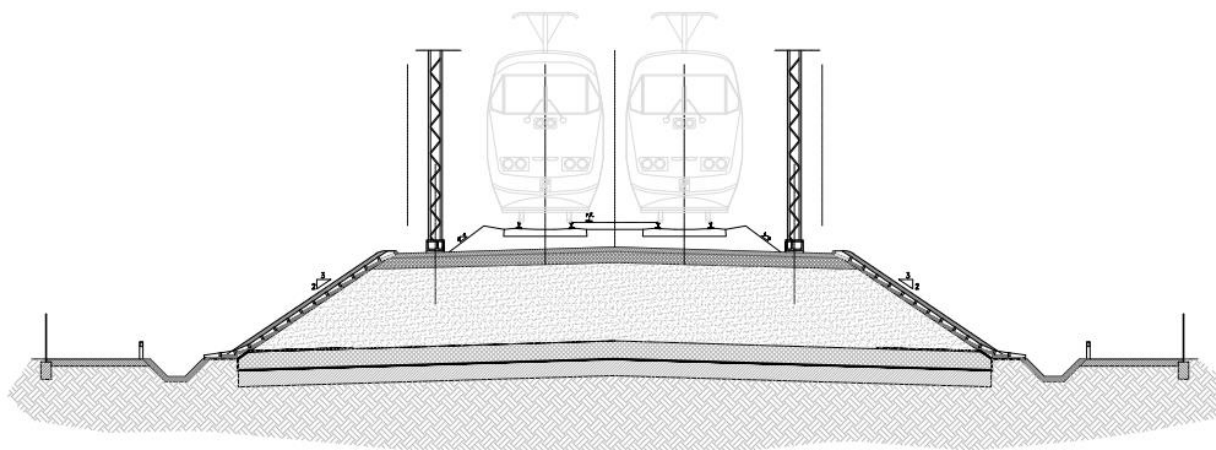


Figura 1- Sezioni tipo in rilevato in terra

Gli embrici sono posizionati sulla scarpata del rilevato con pendenza 3/2, ad interasse pari a 15 m. Al piede del rilevato, l'acqua viene collettata per mezzo di fossi di guardia di sezione variabile in cls (TR100) che recapitano nella rete di scolo naturale esistente con un manufatto di restituzione a bocca tarata per la laminazione della portata ad un valore corrispondente a 20 l/s\*ha. Tali fossi hanno dimensioni variabili, che vanno da trapezoidali 0.8x0.8m e pendenza delle sponde 3/2, fino a fossi più grandi che possono arrivare a rettangolari 2.4x1.0.

Per limitare le dimensioni trasversali dei canali di laminazione, sono state previste anche delle vasche di laminazione subito a monte del recettore idrico finale. Le vasche di laminazione sono realizzate mediante uno strato di impermeabilizzazione ed un rivestimento protettivo antierosione in massi sciolti.

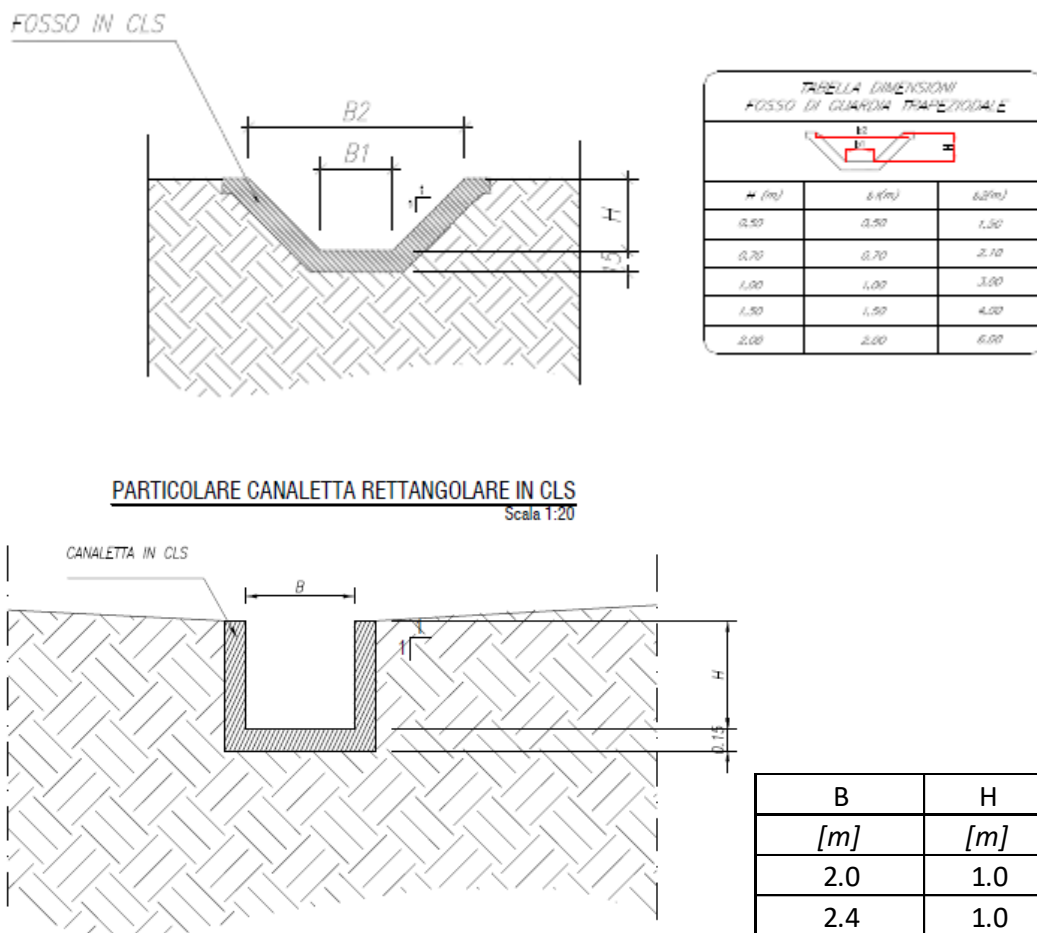


Figura 2-Tipologici Fosso di guardia in CLS

### 5.1.2. Manufatto di regolazione del flusso allo scarico

I canali di drenaggio confluiscono ad una cameretta di opportune dimensioni sul fondo della quale è previsto il posizionamento di una piccola tubazione per lo scarico in automatico ed a gravità delle portate laminate. La cameretta è presente anche sulla sezione di scarico delle vasche di laminazione, laddove necessarie.

Il principio secondo cui avviene lo scarico è quello di una luce a battente e tale per cui la portata limite max è scaricata al raggiungimento del massimo volume di laminazione.

E' opportuno inoltre prevedere una luce di scarico sommitale prima del raggiungimento del massimo riempimento dei canali di laminazione affinché, prima del raggiungimento del massimo

volume, possa avere inizio lo scarico di emergenza. E' bene che tale sfioro sommitale abbia una larghezza alla base pari a quella dell'intero canale di drenaggio. Ai fini del mantenimento di un corretto esercizio è opportuno che l'imbocco dei canali nel manufatto di scarico siano protetti con griglie a maglia fine per la trattenuta del materiale flottante eventualmente trasportato dal sistema di drenaggio, con lo scopo di impedire l'intasamento del piccolo tubo di scarico.

**5.1.3. Drenaggio acque di piattaforma ferroviaria in trincea**

Nei tratti in cui la linea ferroviaria si sviluppa in trincea, il drenaggio è costituito, nei tratti in trincea aperta, da canalette rettangolari di sezione variabile poste al lato della piattaforma ferroviaria, mentre per la trincea tra diaframmi si prevede una canaletta rettangolare centrale. Le acque che scorrono sullo strato in sub-ballast, caratterizzato da pendenze del 3,00%, trovano recapito in canalette rettangolari di geometria 0.5x0.5m, la minima, a 0.5x1.0m, la massima.

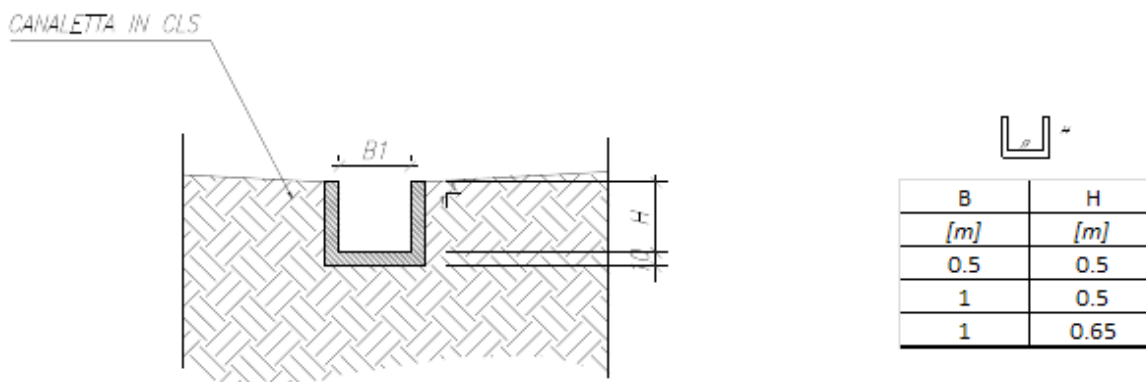
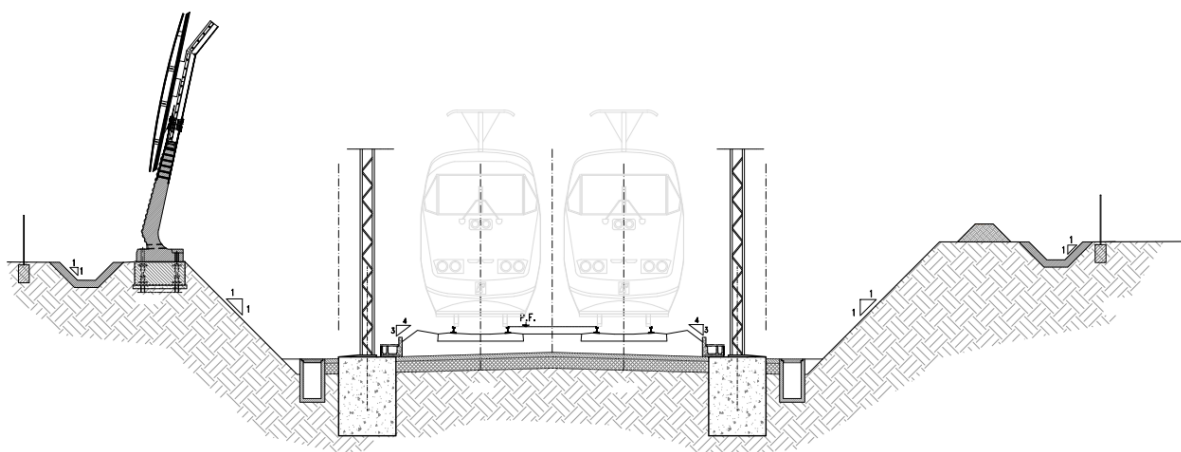


Figura 3-Tipologico Canaletta in CLS

Le acque raccolte trovano recapito nelle vasche di sollevamento poste in corrispondenza di entrambi gli accessi in galleria. Tali impianti realizzano il sollevamento all'interno di pozzetti di disconnessione dai quali le acque vengono recapitate, tramite brevi tratti di canale rivestito, in 2 vasche a dispersione a campagna denominate NI03, lato Siracusa, ed NI04, lato Catania. La vasca NI03 assolve anche alla funzione di dispersione delle acque laminate dai canali di guardia stradali e ferroviari, pertanto il dimensionamento è stato condotto considerando sia il

contributo dovuto all'impianto di sollevamento, per la durata necessaria a svuotare la vasca polmone, sia il contributo delle acque di pioggia gravanti sulle piattaforme. La vasca NI04, invece, assolve solo la funzione di dispersione delle acque sollevate dall'impianto lato Catania e della rete di drenaggio del piazzale esterno all'impianto. In questo caso, il dimensionamento è stato condotto verificando che la portata sollevata dall'impianto ed il contributo di pioggia gravante direttamente sulla superficie della vasca, non determinino un tirante superiore alla massima quota utile all'interno della vasca.

I volumi delle vasche a dispersione sono stati ricavati a partire dalle quote dei tombini sotto i piazzali e la viabilità, determinando, in entrambi i casi un volume utile notevolmente superiore ai volumi di acqua notevolmente superiori alle durate di pioggia di progetto.



*Figura 4- Sezione tipo in trincea*

In testa alle trincee invece sono previsti fossi di guardia per la raccolta delle acque provenienti dai terreni contermini. Sul lato di monte è previsto un fosso rivestito in cls trapezoidale di dimensioni 0.7x0.7m, sponde 3/2, che convoglia le acque al recapito, costituito dal canale di laminazione della viabilità NV02; sul lato mare, non essendo presenti recettori naturali, si prevede un fosso a dispersione di sezione trapezoidale 0,8 x 0,8 m in via cautelativa essendo comunque il suolo naturale conformato in modo tale da garantire che le acque di pioggia tendono ad allontanarsi dalla trincea.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

**RELAZIONE IDRAULICA DRENAGGIO DI PIATTAFORMA**

| PROGETTO | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV. | FOGLIO   |
|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| RS3H     | 02    | D.78.RI  | ID.00.02.002 | A    | 15 di 51 |

#### **5.1.4. Drenaggio della galleria artificiale**

La galleria, sebbene non interessata direttamente da portate di pioggia, presentando un punto di corda molle, è protetta da canalette rettangolari, al centro della piattaforma, che confluiscono in un condotto di scarico posto in corrispondenza del punto di corda molle. Il condotto di scarico, costituito da una struttura scatolare in calcestruzzo, corre parallelamente alla galleria verso l'impianto di sollevamento lato Catania, consentendo il deflusso a gravità di eventuali acque di piattaforma, non drenate a monte degli ingressi in galleria per malfunzionamento o occlusioni della rete di drenaggio delle trincee, all'interno della vasca di sollevamento dell'impianto lato Catania.

Per il dimensionamento degli impianti di sollevamento si rimanda agli elaborati della specialistica IMPIANTI MECCANICI.

#### **5.1.5. Drenaggio acque di piattaforma in viadotto**

In viadotto il drenaggio avviene mediante griglie in ghisa sferoidale classe D400 disposte ogni 10 m, collegate mediante tubazioni di calata DN200 in acciaio inox a condotte attaccate all'impalcato di diametro variabile, ad eccezione dei tratti sorpassanti le aree golenali ed alvei per cui è previsto lo scarico libero.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

RELAZIONE IDRAULICA DRENAGGIO DI PIATTAFORMA

| PROGETTO | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV. | FOGLIO   |
|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| RS3H     | 02    | D.78.RI  | ID.00.02.002 | A    | 16 di 51 |

## 6. METODOLOGIA DI CALCOLO

Il dimensionamento degli elementi idraulici di presidio della piattaforma è stato sviluppato calcolando la forzante idraulica con metodi classici di letteratura e verificando la capacità di laminazione del fosso di guardia e della eventuale vasca di laminazione a monte del recettore.

### 6.1. Ipotesi generali

Il regolamento edilizio del Comune di Catania, all'art. 80, comma 4, stabilisce che la capacità utile delle vasche (o canali) di laminazione deve essere pari ad almeno 0,03 mc/mq di superficie coperta o pavimentata ma non fornisce indicazioni sulla portata limite di scarico. A tal proposito si è assunto il valore limite di 20 l/s per ettaro, come indicato nel Programma di tutela e uso delle acque delle Regioni Lombardia e Liguria.

### 6.2. Il metodo di calcolo del volume di laminazione

Il metodo, richiamato nelle *“Linee Guida del Commissario Delegato per l'emergenza concernente gli eccezionali eventi meteorologici del 26 settembre 2007 che hanno colpito parte del territorio della Regione Veneto”*, ricalca il procedimento esposto nel testo *“Sistemi di fognatura. Manuale di progettazione”* (CSDU – Hoepli, Milano, 1997) e stima il volume d'invaso necessario per garantire l'invarianza idraulica. La valutazione del volume di invaso si basa sulla curva di possibilità pluviometrica, sulle caratteristiche di permeabilità della superficie drenante e sulla portata massima, supposta costante, imposta in uscita dal sistema. La risposta idrologica del sistema è quindi estremamente semplificata trascurando tutti i processi di trasformazione afflussi-deflussi (Routing): permane unicamente la determinazione della precipitazione efficace (separazione dei deflussi) ottenuta con il metodo del coefficiente di afflusso. Tale ipotesi semplicistica implica che le portate in ingresso al sistema di invaso siano sovrastimate e di conseguenza, nel caso si riesca a garantire la costanza della portata massima allo scarico, anche i volumi di laminazione risulteranno sovrastimanti e cautelativi.

Il massimo volume di invaso, per una data durata  $t$  viene calcolato come differenza fra il volume entrato nella vasca  $V_{in}$  ed il volume uscito  $V_{out}$  dalla stessa nel periodo della durata della precipitazione.

$$V_{inv} = V_{in} - V_{out}$$

Il volume entrante per effetto di una precipitazione di durata  $t$  è dato dalla:



$$V_{in} = S \varphi h(t)$$

dove :

- $\varphi$  è il coefficiente di afflusso medio, imposto costante, del bacino drenato a monte della vasca;
- $S$  è la superficie del bacino drenato a monte della vasca;
- $h$  è l'altezza di pioggia, funzione della durata secondo le curve di possibilità pluviometrica.

Il volume che nello stesso tempo esce dalla vasca è dato dalla:

$$V_{out} = Q_{out} t$$

Utilizzando le CPP a due parametri, fissata la durata della precipitazione il massimo volume invasato nel serbatoio è dato dalla:

$$V_{inv} = S \cdot \varphi \cdot a \cdot t^n - Q_{out} \cdot t$$

La determinazione della durata critica per il volume di invaso  $t_{cr}$  ossia la durata per la quale si ha il massimo volume invasato  $V_{inv,cr}$ , si ottiene imponendo nulla la derivata prima del volume di invaso in funzione della durata:

$$\frac{dV_{inv}}{dt} = \frac{d(S \cdot \varphi \cdot a \cdot t^n - Q_{out} \cdot t)}{dt} = 0$$

Quindi:

$$t_{cr} = \left( \frac{Q_{out}}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

ne consegue che il massimo volume che dovrà essere contenuto dal serbatoio è dato dalla:

$$V_{inv,cr} = S \cdot \varphi \cdot a \cdot \left( \frac{Q_{out}}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{n}{n-1}} - Q_{out} \cdot \left( \frac{Q_{out}}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

Una volta individuate le caratteristiche del bacino e le altre condizioni imposte ( $S$ ,  $\varphi$ ,  $Q_{out}$ , Tempo di ritorno), si deve procedere al calcolo del volume d'invaso critico per ognuno dei sei intervalli di durate, quindi per ogni una delle sei coppie di parametri  $a$  e  $n$ , ( $5' \div 45'$   $t_p \approx 15'$  ,



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1

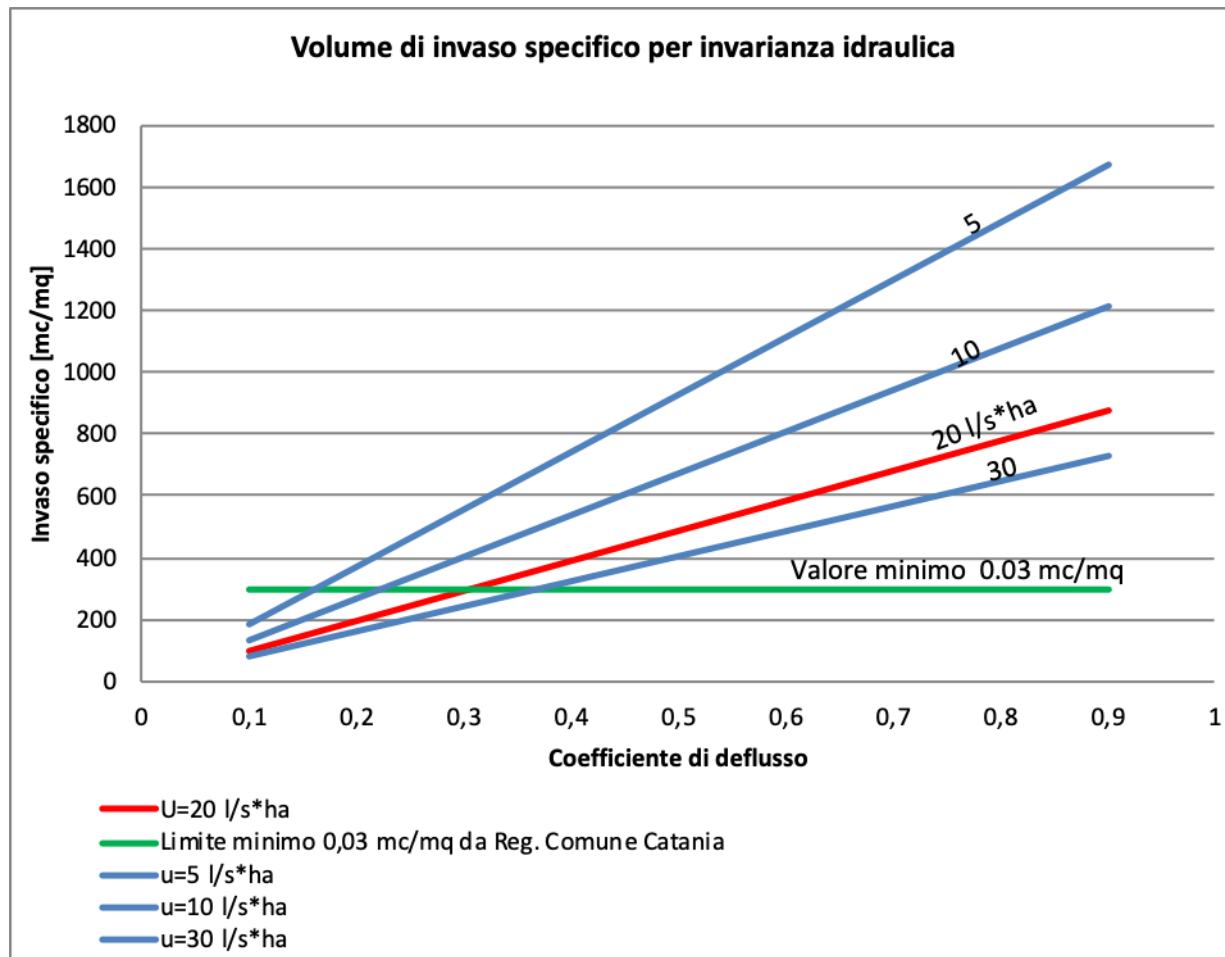
LOTTO 02

**RELAZIONE IDRAULICA DRENAGGIO DI PIATTAFORMA**

| PROGETTO | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV. | FOGLIO   |
|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| RS3H     | 02    | D.78.RI  | ID.00.02.002 | A    | 18 di 51 |

10'÷1h  $t_p \approx 30'$ , 15'÷3h  $t_p \approx 45'$ , 30'÷6h  $t_p \approx 1h$ , 45'÷12h  $t_p \approx 3h$ , 1h÷24'  $t_p \approx 6h$ ); infatti non essendo nota a priori la durata critica della precipitazione non è possibile scegliere la curva che meglio si presta a interpretare il fenomeno. La scelta della curva più adatta può esser condotta confrontando i sei scarti calcolati tra la durata critica e il relativo tempo centrale ( $t_{ce}$ ) dell'intervallo di durate: la curva più idonea sarà quindi quella per cui risulta minore lo scarto suddetto.

Nell'immagine seguente viene rappresentato l'abaco del volume di invaso specifico ricavato dal metodo utilizzato, in cui vengono confrontati i valori ottenuti imponendo un valore del coefficiente udometrico allo scarico con il valore minimo di 0,03 mc/mq di superficie trasformata assunto come limite minimo in base alle prescrizioni regolamentari vigenti nel Comune di Catania. Nei calcoli è stato assunto un valore del coefficiente udometrico allo scarico pari a 20 l/s\*ha.



Per le verifiche si rimanda ai tabulati allegati.

### 6.3. Il metodo dell'invaso

Tale metodo, utilizzato per il dimensionamento delle canalette di piattaforma ferroviaria, tratta il problema del moto vario in maniera semplificata: assegna all'equazione del moto la semplice forma del moto uniforme ed assume come equazione di continuità quella detta "dei serbatoi" per simulare, concettualmente, l'effetto d'invaso.

Tale metodologia sfrutta per il calcolo delle portate le capacità d'invaso della rete.

Le ipotesi alla base del metodo sono stazionarietà e linearità, che comportano l'invarianza nel tempo delle trasformazioni che il bacino compie sugli input (afflussi) e la validità del principio di sovrapposizione degli effetti. In fase di calcolo si ipotizza che il riempimento delle condotte

avvenga in modo sincrono e che nessun canale determini fenomeni di rigurgito in tratti di canale a monte. Il metodo si fonda sull'equazione di continuità.

La superficie scolante  $S$  sia solcata da un collettore avente sezione d'area  $A$  e pendenza  $i$  (Figura 5 - Schema per il calcolo delle portate con il metodo dell'invaso.)

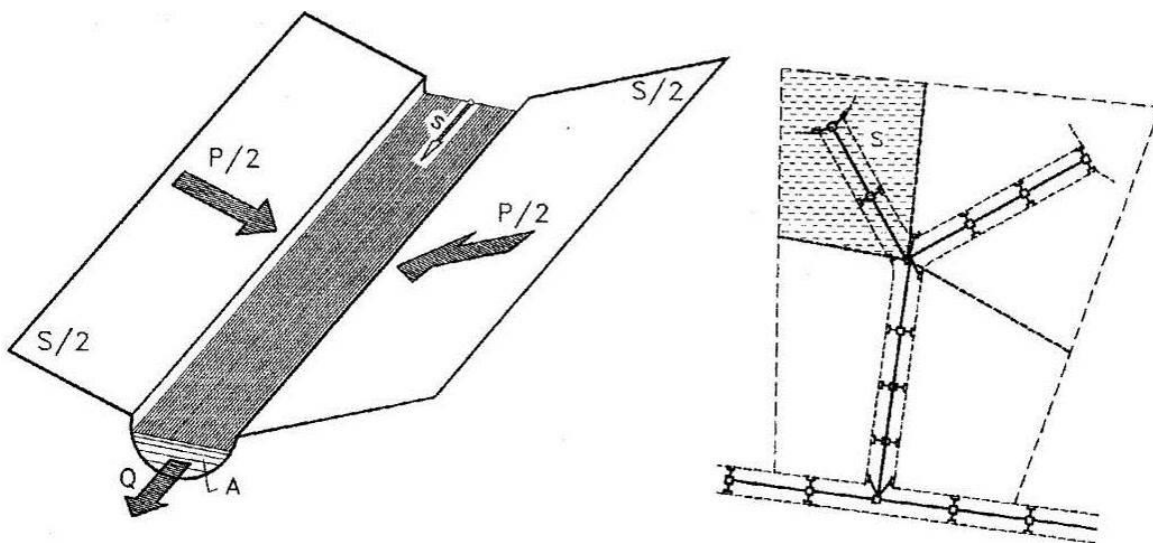


Figura 5 - Schema per il calcolo delle portate con il metodo dell'invaso.

La condizione di continuità si esprime scrivendo:

$$p - Q = \frac{dV}{dt}$$

dove:

$p$  è il volume di pioggia che affluisce alla rete:

$$p = \varphi j S$$

con  $j$  intensità di pioggia costante su tutta la durata  $\tau$  della precipitazione ed espressa mediante la formula a due parametri:

$$j = a\tau^{n-1}$$

$Q$  è la portata transitante nella sezione di chiusura;

$dV/dt$  è la variazione di volume invasato a monte della sezione di chiusura;



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

RELAZIONE IDRAULICA DRENAGGIO DI PIATTAFORMA

| PROGETTO | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV. | FOGLIO   |
|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| RS3H     | 02    | D.78.RI  | ID.00.02.002 | A    | 21 di 51 |

L'integrazione dell'equazione di continuità e del moto fornisce una relazione tra  $Q$  e  $t$  ed in particolare permette di calcolare il tempo di riempimento  $t_r$  del collettore, cioè il tempo necessario per passare da  $Q = 0$  a  $Q = Q_0$ , essendo  $Q_0$  il valore della portata massima che il canale può smaltire. Sulla base del confronto tra  $\tau$  e  $t_r$  si può fare una verifica delle dimensioni del canale, risultando:

insufficiente se  $t_r < \tau$  ;

corretto se  $t_r \geq \tau$  .

Se si assume che il fenomeno di trasformazione di piogge in portate possa considerarsi in lenta evoluzione nel tempo e nello spazio, il moto vario può essere descritto da una successione di stati di moto uniforme. L'equazione del moto è data, allora, dalla nota espressione di Gauckler-Strickler:

$$v = K_s R_H^{\frac{2}{3}} \sqrt{i}$$

dove:  $K_s$  = coefficiente di attrito di Gauckler-Strickler;

$R_H$  = raggio idraulico;

$i$  = pendenza del canale.

Dall'identità  $Q = Av$  si ottiene poi la scala delle portate:

$$Q = cA^\alpha$$

Tale equazione insieme con quella di continuità descrive il processo di riempimento e di svuotamento di un serbatoio ideale controllato da una speciale luce di scarico che trae dal moto uniforme la sua legge di deflusso.

Per poter procedere all'integrazione, occorre esprimere il volume  $V$  in funzione della variabile  $Q$ . Il problema è trattato assumendo che il volume  $V$  sia linearmente legato all'area  $A$  della sezione bagnata, come d'altronde impone l'ipotesi del moto uniforme. Si assume cioè, con un certo errore nel confronto con la realtà, che il volume d'invaso sia concentrato unicamente nel collettore e non sulla superficie scolante.

In queste ipotesi, detti  $V_0$  e  $A_0$  rispettivamente il volume massimo e la massima area, si può scrivere:

$$\frac{V}{V_0} = \frac{A}{A_0}$$

Inoltre, dalla scala delle portate ottenuta, si ha:

$$\frac{Q}{Q_0} = \left( \frac{A}{A_0} \right)^\alpha$$

Da cui si ottiene:

$$V = V_0 \left( \frac{Q}{Q_0} \right)^{1/\alpha}$$

Andando ad inserire quest'espressione nell'equazione di continuità si ottiene l'espressione integrabile:

$$dt = \frac{V_0}{\alpha Q_0^{1/\alpha}} \cdot \frac{Q^{(1-\alpha)/\alpha}}{p - Q} dQ$$

E' ammissibile una relazione lineare fra volume e portata.

Quindi l'equazione precedente, avendo fatto la classica definizione:

$$z = \frac{Q}{p}$$

integrata tra  $t_1$  e  $q_1$ , effettuando uno sviluppo in serie della funzione  $z$  (variabile tra 0 e 0,98):

$$t_2 - t_1 = \frac{V_0 \cdot p^{(1-\alpha)/\alpha}}{\alpha Q_0^{1/\alpha}} \cdot \int_{z_1}^{z_2} \frac{z^{(1-\alpha)/\alpha}}{1 - z} dz = \frac{V_0 p^{(1-\alpha)/\alpha}}{Q_0^{1/\alpha}} \cdot [z_2^{1/\alpha} \zeta_\alpha(z_2) - z_1^{1/\alpha} \zeta_\alpha(z_1)]$$

avendo posto:

$$\zeta_\alpha(z) = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{z^k}{k\alpha + 1}$$

serie sicuramente convergente per  $z < 1$ .

In particolare, per  $t_1 = 0$ ,  $z_1 = 0$  (cioè  $Q_1 = 0$ ) e  $z_2 = Q_0/p$ , si ottiene il tempo di riempimento  $t_r$ :

$$t_r = \frac{V_0}{p} \left( \frac{p}{Q_0} \right)^{1/\alpha} \cdot z^{1/\alpha} \cdot \zeta_\alpha(z) = \frac{V_0}{p} \cdot \zeta_\alpha(z) = \frac{V_0}{Q_0} \cdot \zeta_\alpha(z)$$

I valori della funzione  $\zeta_\alpha(z)$  sono stati riassunti in tabella sottostante al variare di  $\alpha$ .

| $z$  | $\xi_1(z)$ | $\xi_{1,25}(z)$ | $\xi_{1,5}(z)$ | $\xi_{1,75}(z)$ | $\xi_2(z)$ |
|------|------------|-----------------|----------------|-----------------|------------|
| 0    | 1          | 1               | 1              | 1               | 1          |
| 0,10 | 1,0536     | 1,0475          | 1,0427         | 1,0388          | 1,0355     |
| 0,20 | 1,1157     | 1,1023          | 1,0917         | 1,0831          | 1,0760     |
| 0,30 | 1,1889     | 1,1665          | 1,1489         | 1,1347          | 1,1230     |
| 0,40 | 1,2770     | 1,2435          | 1,2171         | 1,1960          | 1,1787     |
| 0,50 | 1,3862     | 1,3379          | 1,3006         | 1,2708          | 1,2464     |
| 0,60 | 1,5271     | 1,4589          | 1,4068         | 1,3655          | 1,3318     |
| 0,70 | 1,7198     | 1,6231          | 1,5499         | 1,4924          | 1,4460     |
| 0,75 | 1,8482     | 1,7317          | 1,6440         | 1,5756          | 1,5205     |
| 0,80 | 2,0116     | 1,8690          | 1,7627         | 1,6800          | 1,6138     |
| 0,84 | 2,1814     | 2,0109          | 1,8847         | 1,7871          | 1,7093     |
| 0,87 | 2,3447     | 2,1468          | 2,0011         | 1,8889          | 1,7998     |
| 0,90 | 2,5579     | 2,3231          | 2,1516         | 2,0203          | 1,9164     |
| 0,92 | 2,7447     | 2,4769          | 2,2824         | 2,1342          | 2,0172     |
| 0,94 | 2,9922     | 2,6798          | 2,4545         | 2,2836          | 2,1493     |
| 0,96 | 3,3518     | 2,9733          | 2,7024         | 2,4983          | 2,3387     |
| 0,98 | 3,9895     | 3,4903          | 3,1375         | 2,8738          | 2,6691     |

Tabella 5 - Valori di  $\zeta_\alpha(z)$  in funzione di  $a$ .

Dall'equazione sopra ricavata, imponendo la condizione critica per cui il tempo di pioggia sia uguale al tempo di riempimento ( $\tau = t_r$ ), si deduce, con semplici passaggi, l'espressione del coefficiente udometrico:

$$u = \frac{Q_0}{S} = z [\zeta_\alpha(z)]^{(n-1)/n} \cdot \frac{(\varphi \cdot a)^{1/n}}{v_0^{(1-n)/n}}$$

avendo assunto come volume specifico  $v_0 = V_0/S$  cioè il volume d'invaso dell'intero sistema, pari alla somma del volume contenuto nei collettori e diffuso sulla superficie scolante (fossi minori, avvallamenti, ecc..), immaginato distribuito sull'intera superficie del bacino.

Si può allora determinare, con la condizione  $du/dz = 0$  (essendo  $z$  l'unica variabile), quale sia il valore di  $z$  (dipendente dall'intensità di precipitazione  $j$ ) che rende massimo il coefficiente udometrico  $u$ . Lo svolgimento dei passaggi porta ad una espressione implicita di  $z$  di non agevole manipolazione. Alcuni calcoli offrono la possibilità di dare, con un'approssimazione più che soddisfacente, la seguente forma alla funzione di  $z$ :

$$z [\zeta_\alpha(z)]^{(n-1)/n} = (\lambda_1 \alpha + \lambda_2) n$$

e di fornire, quindi, un'espressione semplificata dell'equazione che definisce il coefficiente



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

RELAZIONE IDRAULICA DRENAGGIO DI PIATTAFORMA

| PROGETTO | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV. | FOGLIO   |
|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| RS3H     | 02    | D.78.RI  | ID.00.02.002 | A    | 24 di 51 |

udometrico.

Se si considera  $\alpha \cong 1$ , l'equazione che definisce il coefficiente udometrico diventa:

$$u = 2168n \cdot \frac{(\varphi \cdot a)^{1/n}}{v_0^{(1-n)/n}}$$

con:

**u** coefficiente udometrico, rapporto fra Q ed S [l/(s·ha)];

**φ** coefficiente di deflusso;

**v<sub>0</sub>** [m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>] volume specifico di invaso: rapporto fra volume di invaso V<sub>0</sub> del sistema e la superficie scolante S;

**n** esponente della legge di probabilità pluviometrica;

**a** coefficiente della curva di probabilità pluviometrica [m/ore<sup>n</sup>].

Il volume di invaso del sistema V<sub>0</sub> a monte della sezione di calcolo si ottiene dalla relazione:

$$V_0 = W_0 S + W_c + \sum W_m$$

essendo:

**w<sub>0</sub>** il volume per unità di superficie costituito dal velo idrico presente sulle superfici scolanti nonché dai volumi invasati nelle capacità secondari (piccoli invasi);

**W<sub>c</sub>** il volume invasato all'interno del tronco di canale **c** di progetto;

**∑ W<sub>m</sub>** la somma dei volumi invasati nei tronchi di canale a monte del tratto **c** in calcolo.

Per determinare il volume di invaso del sistema sono stati scelti i seguenti valori di volume specifico W<sub>0</sub> in funzione della tipologia di superficie:

**0.005** m per la piattaforma ferroviaria;

**0.003** m per la piattaforma stradale;

**0.003** m per le aree esterne.


Per la scelta dei coefficienti di deflusso si è fatto riferimento ai seguenti valori:

**0.9** per le superfici pavimentate;

**0.6** per le scarpate delle trincee;

**0.4** per le superfici esterne all'infrastruttura.



|   |   |       |          |              |      |          |
|---|---|-------|----------|--------------|------|----------|
|  | DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  |       |          |              |      |          |
|   | INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO. |       |          |              |      |          |
| MACROFASE FUNZIONALE 1  |   |       |          |              |      |          |
| LOTTO 02  |   |       |          |              |      |          |
| <b>RELAZIONE IDRAULICA DRENAGGIO DI PIATTAFORMA</b>                               | PROGETTO  | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV. | FOGLIO   |
|   | RS3H  | 02    | D.78.RI  | ID.00.02.002 | A    | 25 di 51 |

## 6.4. Criteri di verifica

### 6.4.1. Canali di laminazione

Il dimensionamento idraulico dei canali di laminazione è stato eseguito mediante il metodo richiamato nelle *“Linee Guida del Commissario Delegato per l'emergenza concernente gli eccezionali eventi meteorologici del 26 settembre 2007 che hanno colpito parte del territorio della Regione Veneto”*, che ricalca il procedimento esposto nel testo *“Sistemi di fognatura. Manuale di progettazione”* (CSDU – Hoepli, Milano, 1997).

Per il dimensionamento è stato assunto un grado di riempimento max pari al (90-95)% ovvero un coefficiente di sicurezza minimo pari a 1.1-1.05. Si noti che tale assunzione tiene conto del fatto che il manufatto di regolazione del flusso allo scarico è dotato di scarico sommitale per far sì che, prima del raggiungimento del massimo volume, possa avere inizio lo scarico di emergenza nel recapito finale senza compromettere la sicurezza delle opere di progetto.

Nell'allegato 1 sono riportati i risultati delle verifiche.

### 6.4.2. Elementi di piattaforma (canalette)

La verifica degli elementi di drenaggio viene effettuata calcolando le portate massime afferenti con il metodo dell'invaso. Ipotizzando che ciascun tratto sia percorso tutto dalla stessa portata e in condizioni di moto uniforme, la verifica della sezione viene effettuata con la formula di Gauckler –Strickler:

$$Q = A \cdot K_s \cdot R_h^{3/2} \cdot i^{1/2}$$

dove:

- Q è la portata;
- A è la sezione liquida;
- $K_s$  è il coefficiente di scabrezza di Strickler;
- $R_H$  è il raggio idraulico;
- $i$  è la pendenza longitudinale.

Fissati un coefficiente di scabrezza  $K_s$  ed una pendenza longitudinale  $i$ , si è in grado di determinare la combinazione di sezione idraulica e grado di riempimento che consento il



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

**RELAZIONE IDRAULICA DRENAGGIO DI PIATTAFORMA**

| PROGETTO | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV. | FOGLIO   |
|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| RS3H     | 02    | D.78.RI  | ID.00.02.002 | A    | 26 di 51 |

deflusso di una portata  $Q$  pari a quella massima di progetto calcolata con il metodo dell'invaso.

Per gli elementi in cls si è assunto un coefficiente di scabrezza  $K_s=70 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ .

Il criterio utilizzato per la verifica dei diametri di progetto è il seguente:

per le sezioni aperte si assume un grado di riempimento massimo del 70%.

per le sezioni chiuse si assume un grado di riempimento massimo del 65%.

Per le verifiche si rimanda ai tabulati allegati.

## 7. OPERE DI INTERCETTAZIONE

### 7.1. Embrici

L'allontanamento delle acque meteoriche dalla piattaforma ferroviaria nei tratti in rilevato è concentrato in appositi elementi in cls per preservare lo stato d'arte del corpo stradale. Gli embrici raccolgono le acque di ruscellamento sul sub-ballast e le convogliano al piede del rilevato, in un fosso di guardia rivestito in cls.

La capacità di smaltimento degli embrici può essere stimata ipotizzando un funzionamento a soglia sfiorante di larghezza L e tirante sopra la soglia h secondo la relazione:

$$Q = c_q \cdot (L \cdot h) \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

dove:

g = 9.81 m/s<sup>2</sup> (accelerazione di gravità);

c<sub>q</sub> = 0.385 (coefficiente di efflusso);

L = 0.4 m (larghezza della vena sfiorante);

h = 0.07 m (altezza della lama d'acqua contenuta nel cordolino bituminoso);

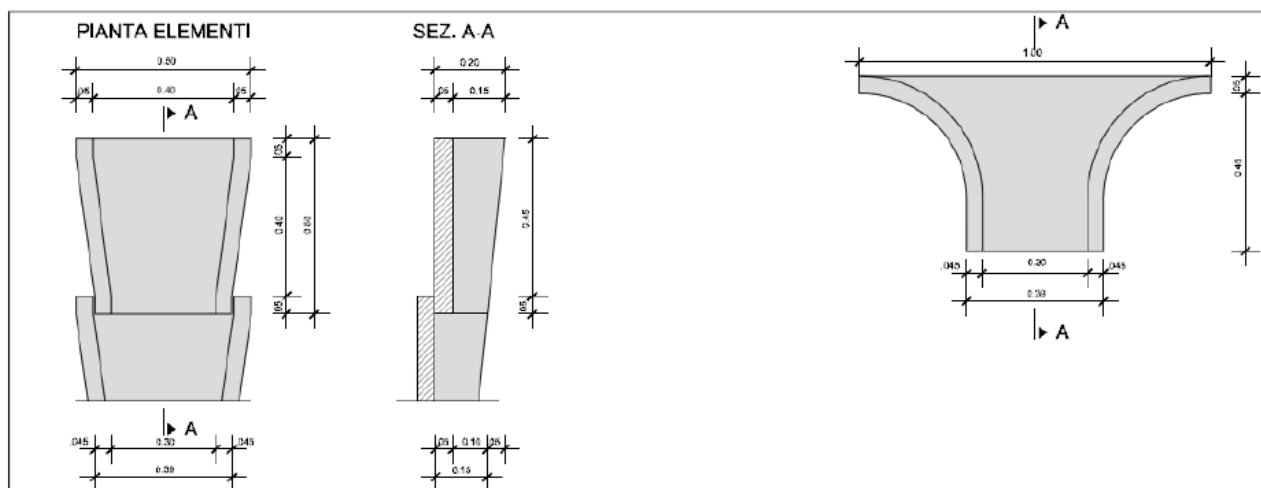


Figura 6: Dettaglio in sezione e pianta degli embrici

Si ottiene una capacità di smaltimento pari a  $Q = 0.0126$  mc/s.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

**RELAZIONE IDRAULICA DRENAGGIO DI PIATTAFORMA**

|          |       |          |              |      |          |
|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| PROGETTO | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV. | FOGLIO   |
| RS3H     | 02    | D.78.RI  | ID.00.02.002 | A    | 28 di 51 |

La forzante idraulica dell'elemento di progetto, ovvero la portata in arrivo dalla sede stradale all'embrice può essere calcolata con il metodo cinematico applicando la relazione:

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

in cui:

- $Q$  è la portata [ $\text{m}^3/\text{sec}$ ];
- $\varphi$  = coefficiente di deflusso, assunto pari a 0.90 per le superfici pavimentate;
- $h$  = altezza di pioggia [m] per una precipitazione di durata pari al tempo di corrivazione;
- $i$  = intensità di pioggia [m/h];
- $S$  = superficie scolante che insiste su ogni embrice
- $\tau_c$  = tempo di corrivazione valutato in circa 6 minuti (0.1 ore) per la superficie sottesa da ciascun embrice.

L'altezza di pioggia considerata fa riferimento alla curva di possibilità pluviometrica con tempo di ritorno 100 anni, caratterizzata dai parametri  $a=80.0$  mm/h ed  $n=0.316$ . La piattaforma ferroviaria del lotto 2 presenta una larghezza media pari a circa 12,8 m. Sviluppando i calcoli si ottiene una portata che insiste su ogni embrice pari a 0,009 mc/s per Tr 100 anni, inferiore alla portata che può essere smaltita dal singolo manufatto.

Per l'interasse di progetto degli embrici si assume pertanto la distanza di 15 m.

## 8. RECAPITI A DISPERSIONE

La portata dispersa dalle vasche per infiltrazione è stata stimata con riferimento allo schema di moto filtrante riportato in Figura 7 che quantifica la portata dispersa per un fosso di lunghezza unitaria con la seguente formula (*‘Le opere idrauliche nelle costruzioni stradali’* L. Da Deppo C. Datei):

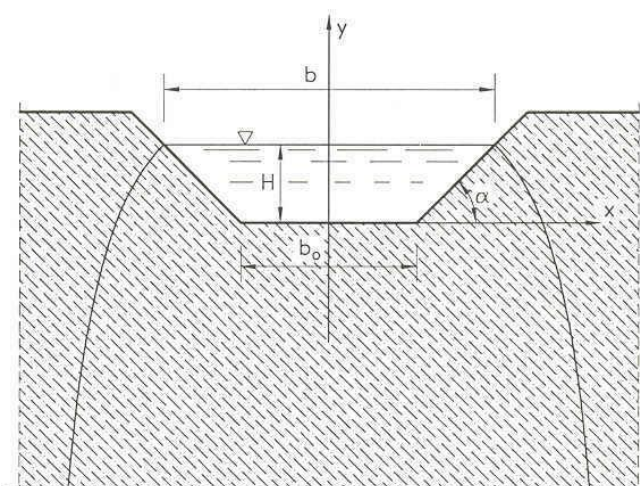


Figura 7 – Sezione trapezia; schema del campo di moto

La portata, per unità di lunghezza di fosso disperdente,  $q$  è rappresentata dalla relazione:

$$q = (b/H + C) \cdot K \cdot H$$

Dove

$b$  è la larghezza del pelo libero

$H$  è il tirante idraulico

$K$  è il coefficiente di permeabilità assunto pari a  $2 \cdot 10^{-6}$  in base alle risultanze delle prove di permeabilità effettuate in situ

$C$  è un coefficiente che misura il contributo della formazione della portata dovuta all'infiltrazione sulle sponde. La sua espressione è di difficile manipolazione, si conoscono però alcuni risultati numerici (*V.V.Vedernikow, 1934*) per i più comuni valori della pendenza delle scarpate  $n$ . La distribuzione dei valori di  $C$ , al variare di  $n$ , si presta ad essere interpolata da una relazione monomia del tipo  $C = a(b/H)^m$ , in cui  $a$  ed  $m$ , al variare di  $n$ , sono visibili nella tabella sottostante.

| scarpa<br>$n$ | $a$   | $m$   | $\frac{b}{H}$ |
|---------------|-------|-------|---------------|
| 1/1           | 1,584 | 0,375 | 2             |
| 3/2           | 1,332 | 0,380 | 3             |
| 2/1           | 1,009 | 0,448 | 4             |

Tabella 6 - Valori di  $a$  e  $n$  per equazione coefficiente  $C$

L'ultima colonna indica il valore limite inferiore di  $b/H$  della esplorazione numerica di *Vedernikow*.

Nel calcolo della portata totale dispersa dal fosso viene considerato un coefficiente  $\eta$  di efficienza del sistema. Pertanto, la formula diviene:

$$Q = \eta \cdot (b/H + C) \cdot K \cdot H$$

La vasca disperdente deve essere in grado di ricevere e mantenere al suo interno il volume in arrivo per svolgere la sua funzione di laminazione e dispersione della portata.

Si assume che la vasca di laminazione può contenere il volume di pioggia affluente per durate della precipitazione fino a 12 ore. Si ritiene opportuno controllare periodicamente e in concomitanza di eventi meteorici eccezionali le vasche disperdenti. Nell'allegato seguente si riportano i calcoli di dimensionamento delle vasche.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL'  
AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI  
LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

**RELAZIONE IDRAULICA DRENAGGIO DI  
PIATTAFORMA**

| PROGETTO | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV. | FOGLIO   |
|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| RS3H     | 02    | D.78.RI  | ID.00.02.002 | A    | 31 di 51 |

## ALLEGATO 1 – TABELLE RISULTATI

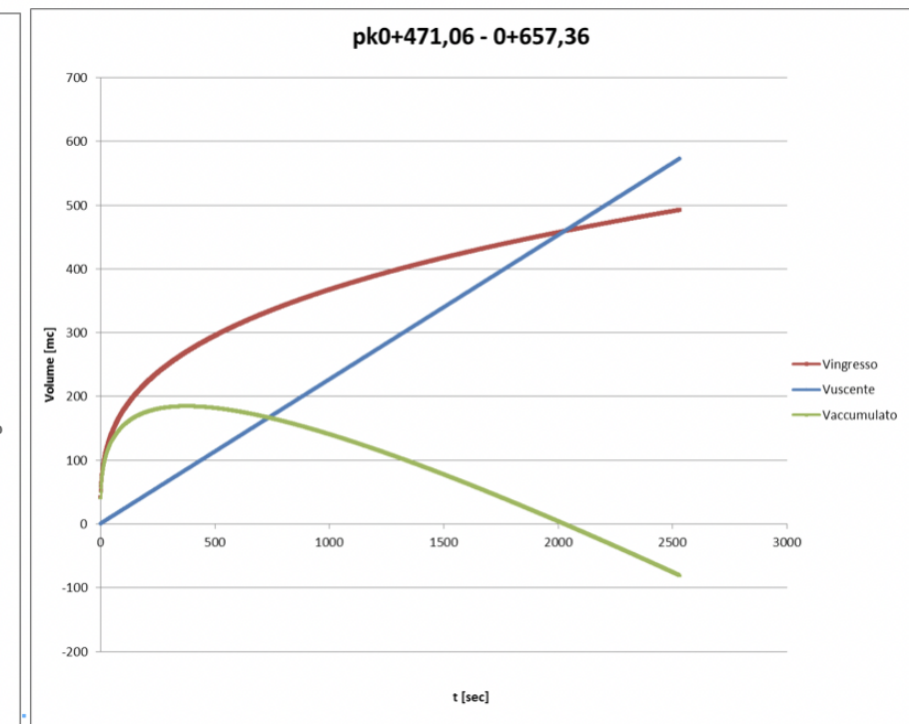
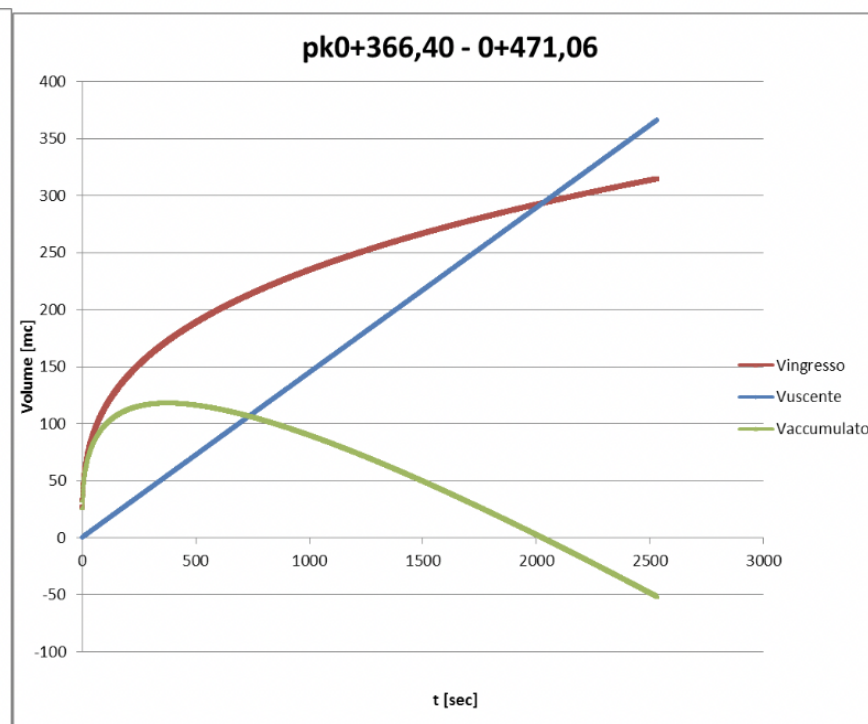
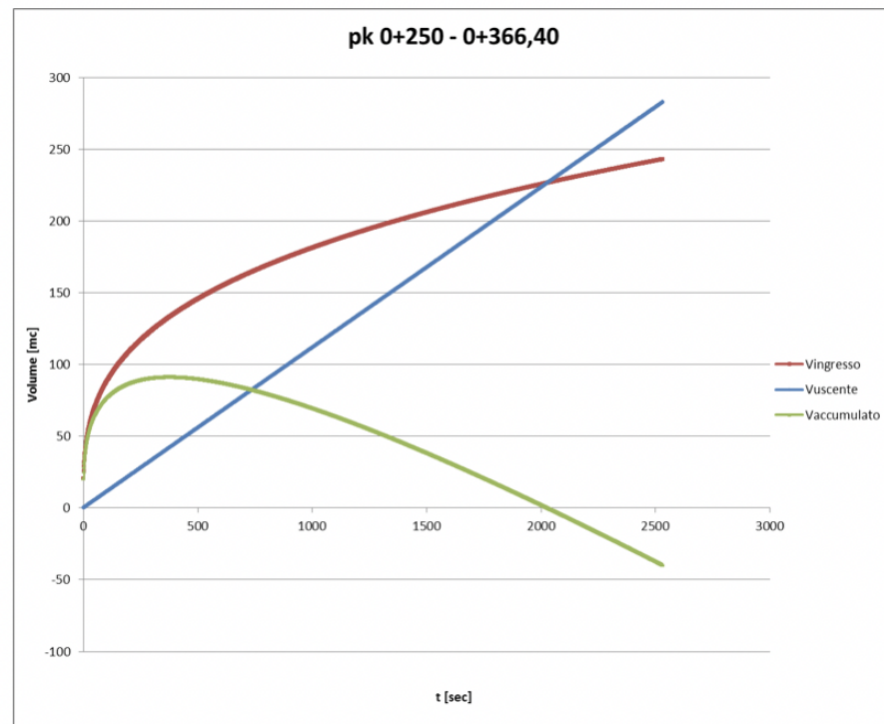
**Bretella SR-CT – Fascio A/P Fossi lato mare**

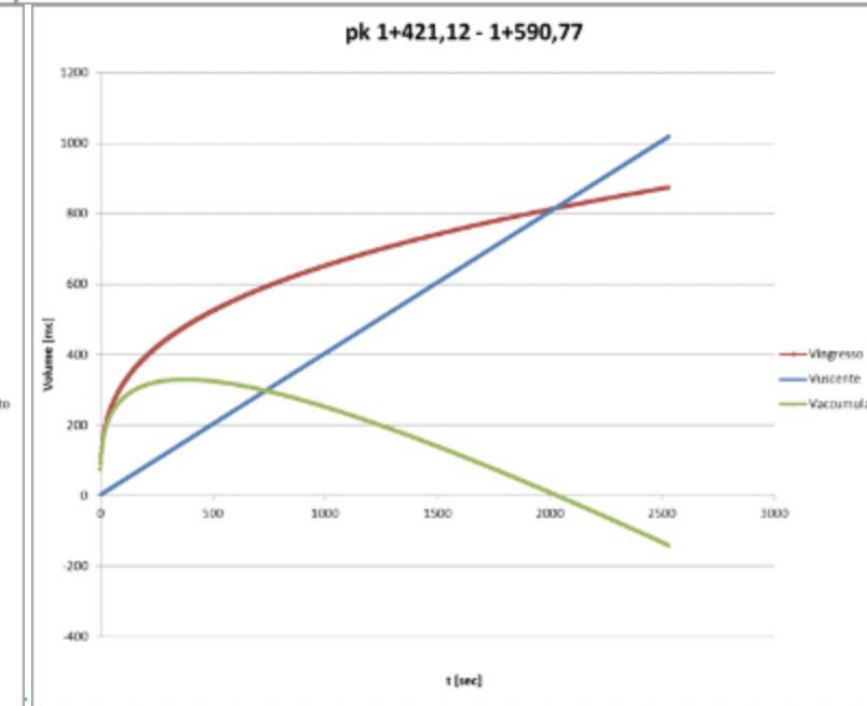
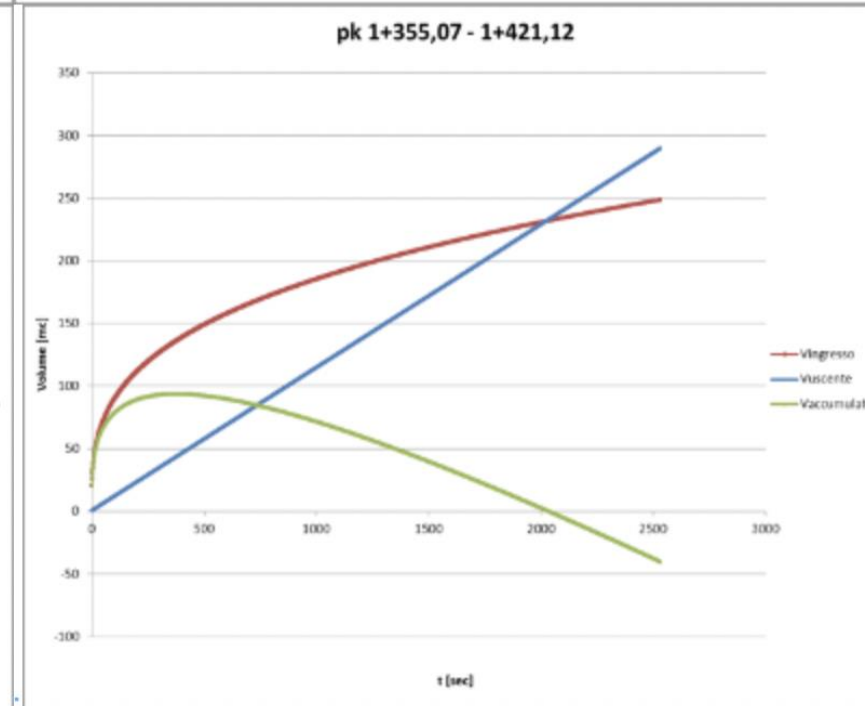
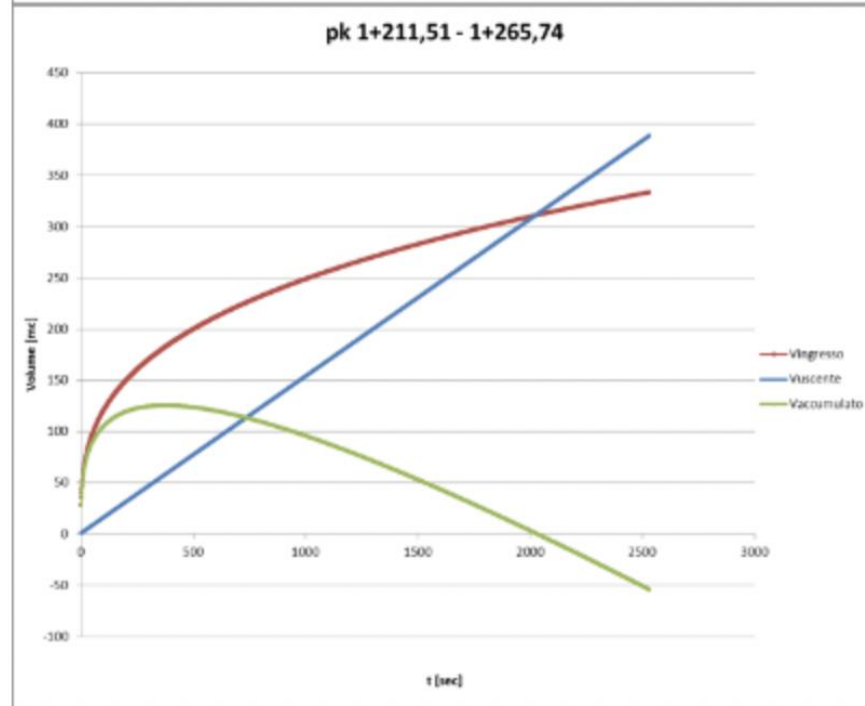
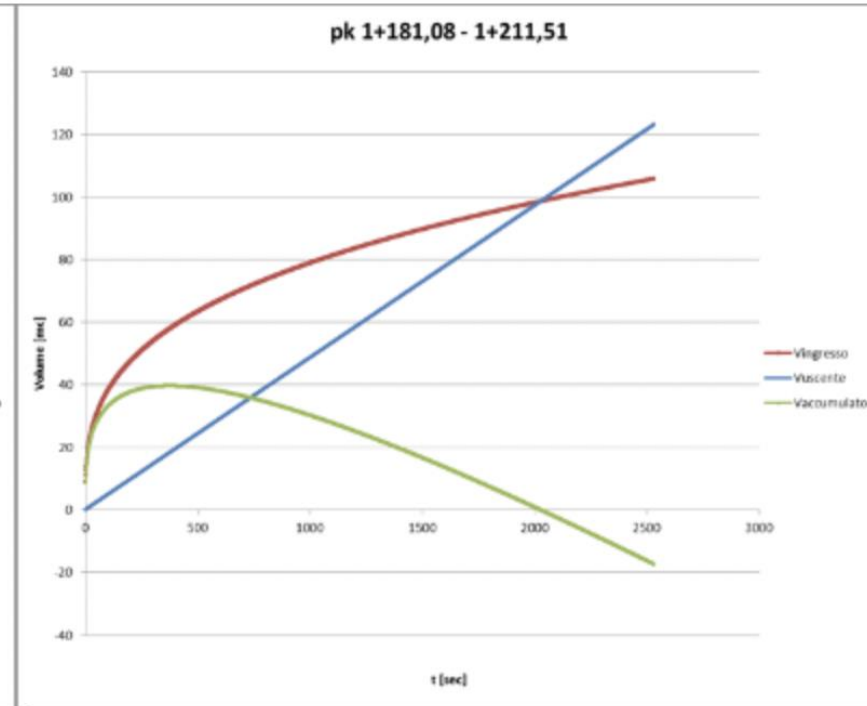
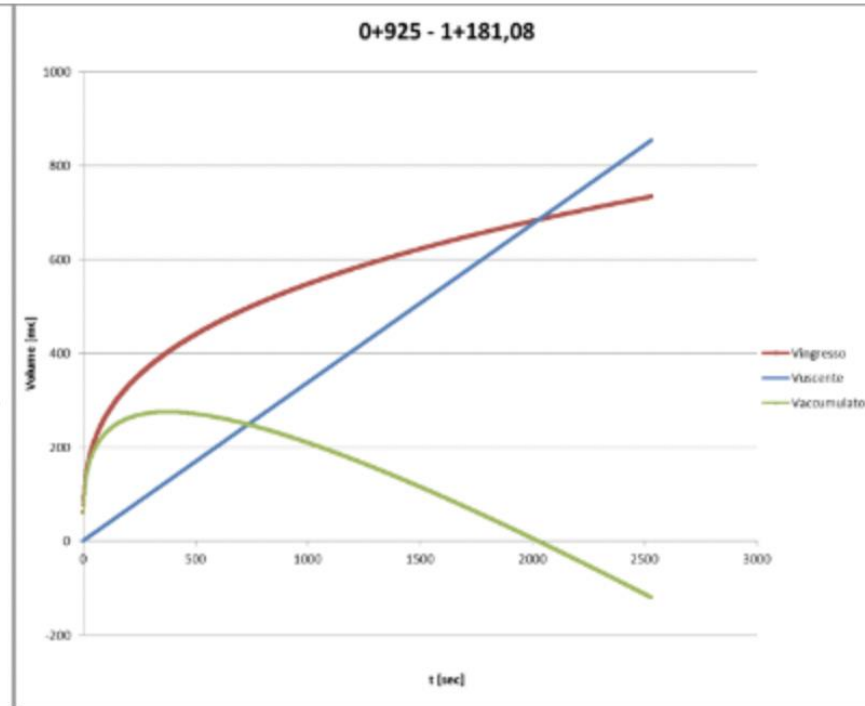
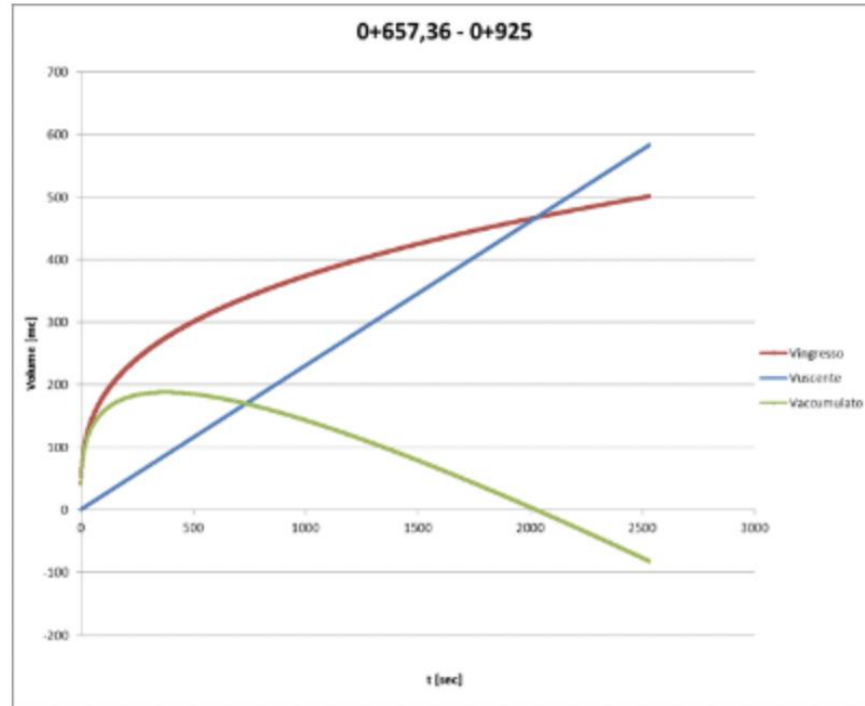
| Prog. Iniziale | Prog. Finale | Recettore                      | S [m <sup>2</sup> ] | Tr [anni] | Φ [-] | u [l/s, ha] | Q <sub>out</sub> [m <sup>3</sup> /h] | Q <sub>out</sub> [l/s] | V <sub>laminaz</sub> [m <sup>3</sup> ] | L [m]  | Forma        | b [m] | h [m] | V <sub>canale</sub> [m <sup>3</sup> ] | V <sub>vasca</sub> [m <sup>3</sup> ] | V <sub>totale</sub> [m <sup>3</sup> ] | Grado riempimento % | Vasca |
|----------------|--------------|--------------------------------|---------------------|-----------|-------|-------------|--------------------------------------|------------------------|--|--------|--------------|-------|-------|---------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|---------------------|-------|
| 0+250          | 0+366,40     | IN06                           | 2913.8              | 100       | 0.32  | 20          | 6.70                                 | 1.86                   | 91.01                                  | 114.10 | TRAPEZIA     | 0.70  | 0.70  | 166.60                                | 0.00                                 | 166.60                                | 55%                 |       |
| 0+366,40       | 0+471,06     | IN06                           | 2849.26             | 100       | 0.42  | 20          | 8.67                                 | 2.41                   | 117.74                                 | 98.02  | RETTANGOLARE | 1.40  | 1.00  | 137.23                                | 0.00                                 | 137.23                                | 85.80%              |       |
| 0+471,06       | 0+657,36     | IN07                           | 4291.88             | 100       | 0.44  | 20          | 13.57                                | 3.77                   | 184.30                                 | 179.50 | TRAPEZIA     | 0.80  | 0.80  | 217.60                                | 0.00                                 | 217.60                                | 84.70%              |       |
| 0+657,36       | 0+925        | IN07                           | 3678.31             | 100       | 0.52  | 20          | 13.81                                | 3.84                   | 187.46                                 | 260.20 | TRAPEZIO     | 0.80  | 0.80  | 217.60                                | 0.00                                 | 217.60                                | 86.15%              |       |
| 0+925          | 1+181,08     | IN08                           | 4864.69             | 100       | 0.58  | 20          | 20.24                                | 5.62                   | 274.83                                 | 255.00 | RETTANGOLARE | 1.30  | 1.00  | 331.50                                | 0.00                                 | 331.50                                | 82.90%              |       |
| 1+181,08       | 1+211,51     | IN08                           | 746.89              | 100       | 0.54  | 20          | 2.92                                 | 0.81                   | 39.60                                  | 20.70  | TRAPEZIO     | 0.70  | 0.70  | 166.60                                | 0.00                                 | 166.60                                | 23.77%              |       |
| 1+211,51       | 1+265,74     | Fosso di guardia stradale NV06 | 2850.8              | 100       | 0.45  | 20          | 9.20                                 | 2.55                   | 124.86                                 | 56.80  | TRAPEZIO     | 0.70  | 0.70  | 166.60                                | 0.00                                 | 166.60                                | 74.94%              |       |
| 1+355,07       | 1+421,12     | Fosso di guardia stradale NV07 | 2080.05             | 100       | 0.46  | 20          | 6.85                                 | 1.90                   | 93.07                                  | 53.60  | TRAPEZIO     | 0.70  | 0.70  | 166.60                                | 0.00                                 | 166.60                                | 55.86%              |       |
| 1+421,12       | 1+590,77     | Fosso di guardia stradale NV07 | 6347.62             | 100       | 0.53  | 20          | 24.11                                | 6.70                   | 327.39                                 | 161.53 | RETTANGOLARE | 2.40  | 1.00  | 387.67                                | 0.00                                 | 387.67                                | 84.45%              |       |
| 1+590,77       | 1+700        | IN09                           | 2663.25             | 100       | 0.63  | 20          | 12.15                                | 3.37                   | 164.90                                 | 105.22 | RETTANGOLARE | 2.00  | 1.00  | 210.44                                | 0.00                                 | 210.44                                | 78.36%              |       |

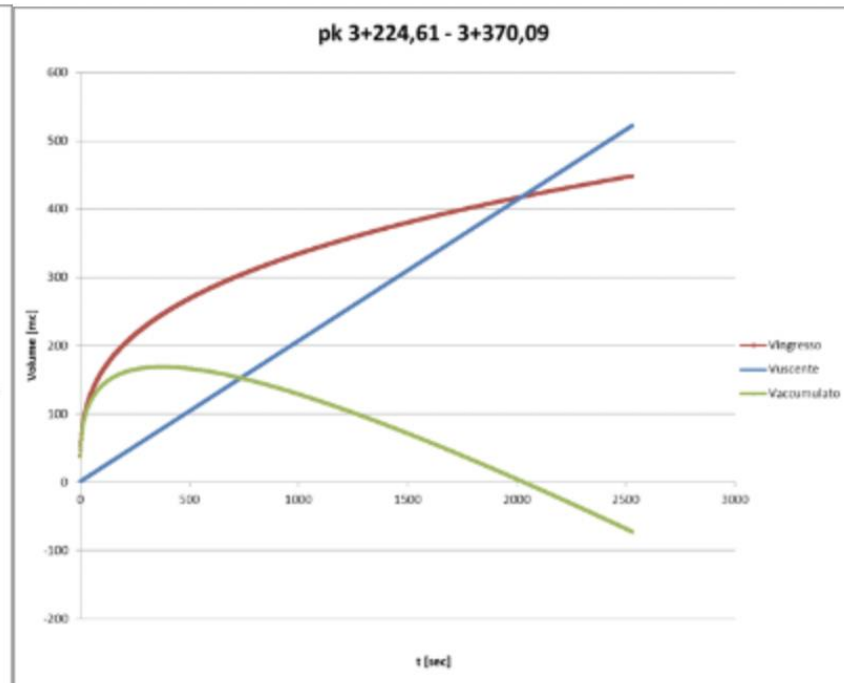
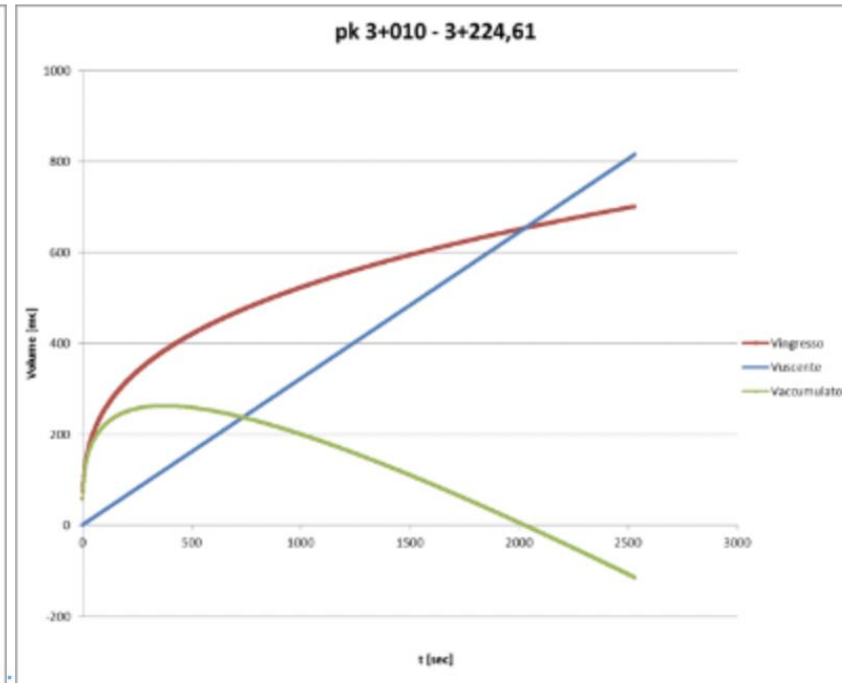
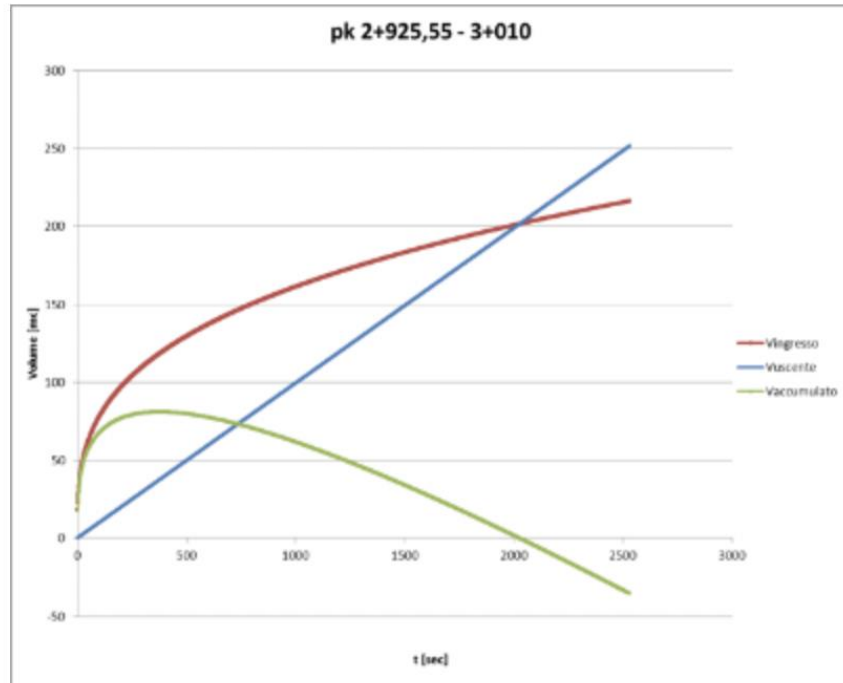
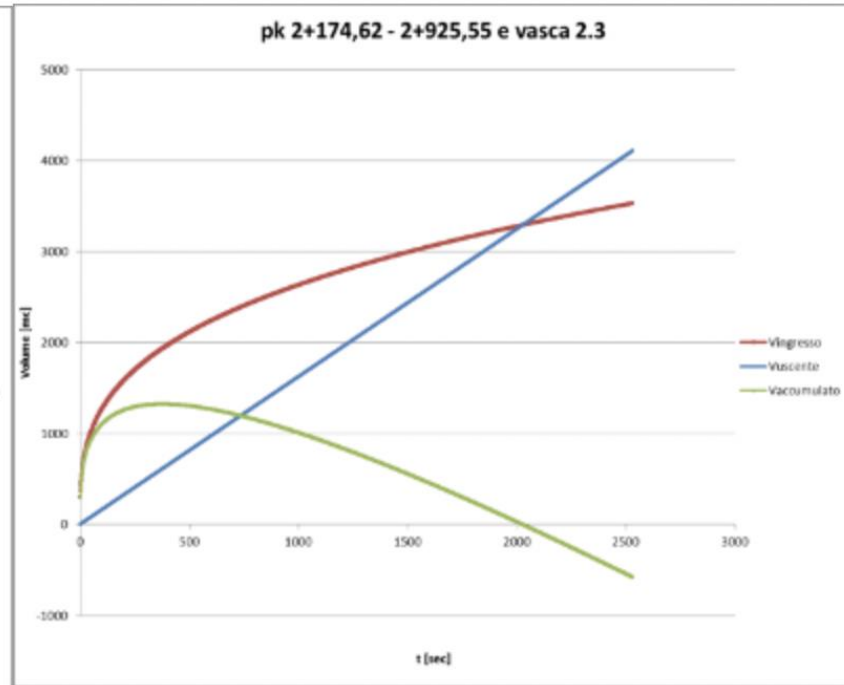
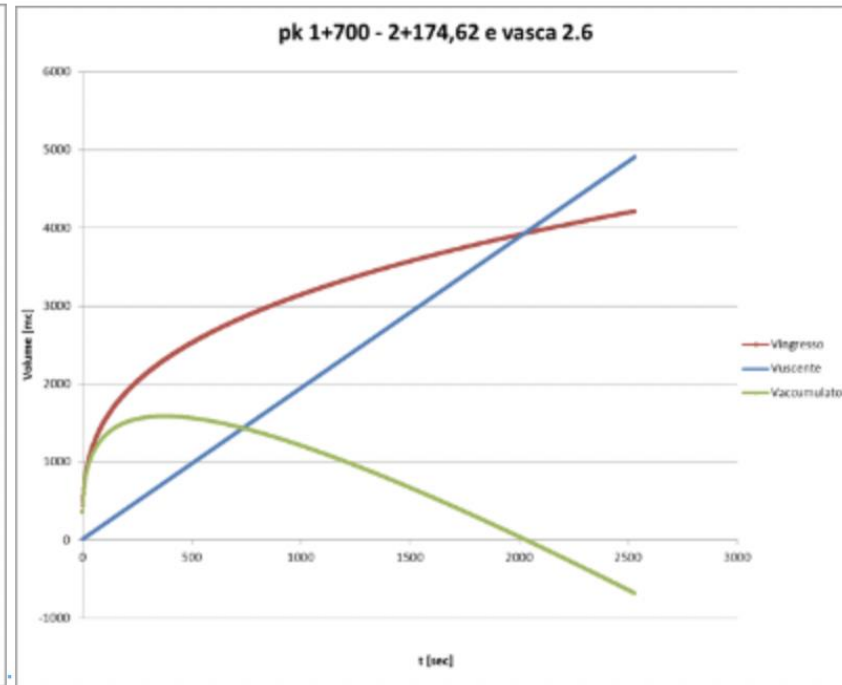
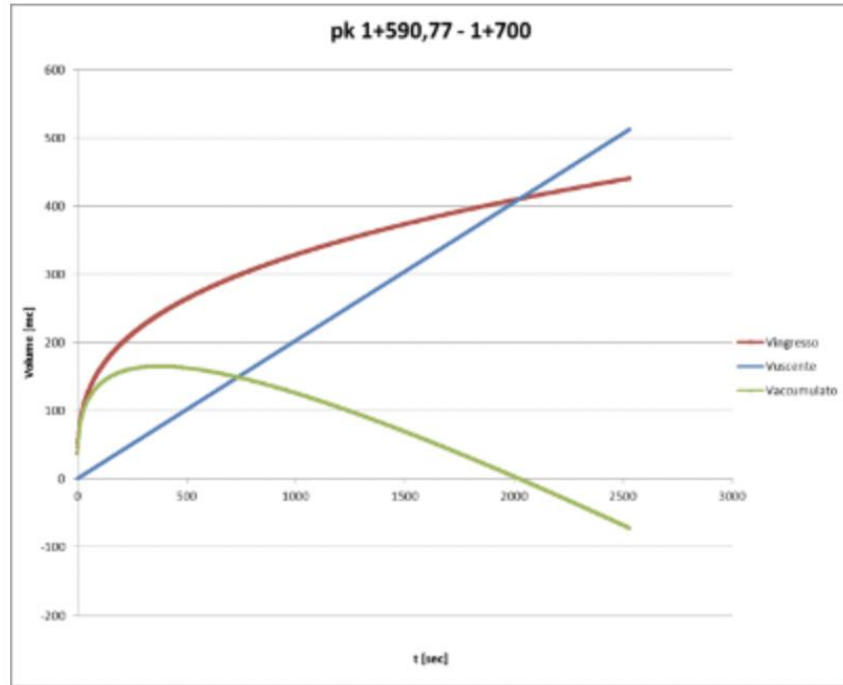


| Prog. Iniziale | Prog. Finale | Recettore                         | S [m <sup>2</sup> ] | Tr [anni] | Φ [-] | u [l/s, ha] | Q <sub>out</sub> [m <sup>3</sup> /h] | Q <sub>out</sub> [l/s] | V <sub>laminaz</sub> [m <sup>3</sup> ] | L [m]  | Forma        | b [m] | h [m] | V <sub>canale</sub> [m <sup>3</sup> ] | V <sub>vasca</sub> [m <sup>3</sup> ] | V <sub>totale</sub> [m <sup>3</sup> ] | Grado riempimento % | Vasca |
|----------------|--------------|-----------------------------------|---------------------|-----------|-------|-------------|--------------------------------------|------------------------|--|--------|--------------|-------|-------|---------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|---------------------|-------|
| 0+329,48*      | 2+174,62     | <i>Canaletta piede muro</i>       | 27071.15            | 100       | 0.60  | 20          | 116.17                               | 32.27                  | 1577,3                                 | 575,5  | RETTANGOLARE | 2,40  | 1,20  | 1657,44                               |                                      | 1657,44                               | 95,16%              |       |
| 2+174,62       | 2+925,55     | <i>IN16</i>                       | 15024.28            | 100       | 0.9   | 20          | 97.36                                | 27.04                  | 1321.82                                | 757.84 | RETTANGOLARE | 0.50  | 1.50  | 568.38                                | 850.00                               | 1418.38                               | 93.19%              | V 2.3 |
| 2+925,55       | 3+010        | <i>IN17</i>                       | 1543.8              | 100       | 0.54  | 20          | 5.96                                 | 1.66                   | 80.97                                  | 65.50  | TRAPEZIO     | 0.70  | 0.70  | 166.60                                | 0.00                                 | 166.60                                | 48.60%              |       |
| 3+010          | 3+224,61     | <i>IN17</i>                       | 6518.8              | 100       | 0.41  | 20          | 19.32                                | 5.37                   | 262.34                                 | 205.10 | RETTANGOLARE | 1.50  | 1.00  | 307.65                                | 0.00                                 | 307.65                                | 85.27%              |       |
| 3+224,61       | 3+370,09     | <i>Fosso di guardia esistente</i> | 4154.55             | 100       | 0.41  | 20          | 12.37                                | 3.44                   | 167.93                                 | 127.80 | TRAPEZIO     | 0.80  | 0.80  | 217.60                                | 0.00                                 | 217.60                                | 77.17%              |       |

\* Binario Dispari "Collegamento Fascio A/P al terminal merci - lato mare"

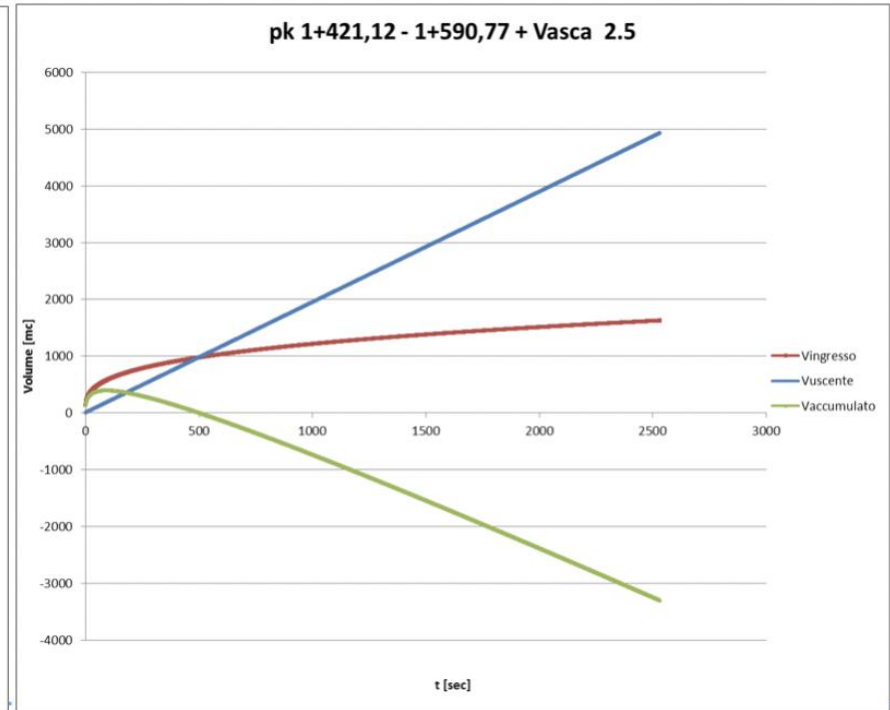
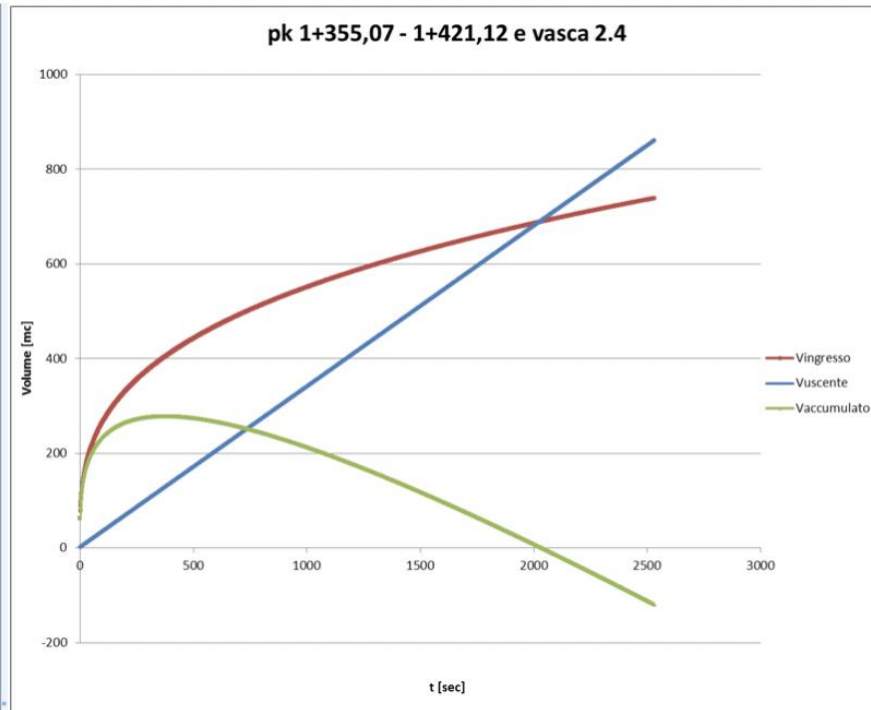
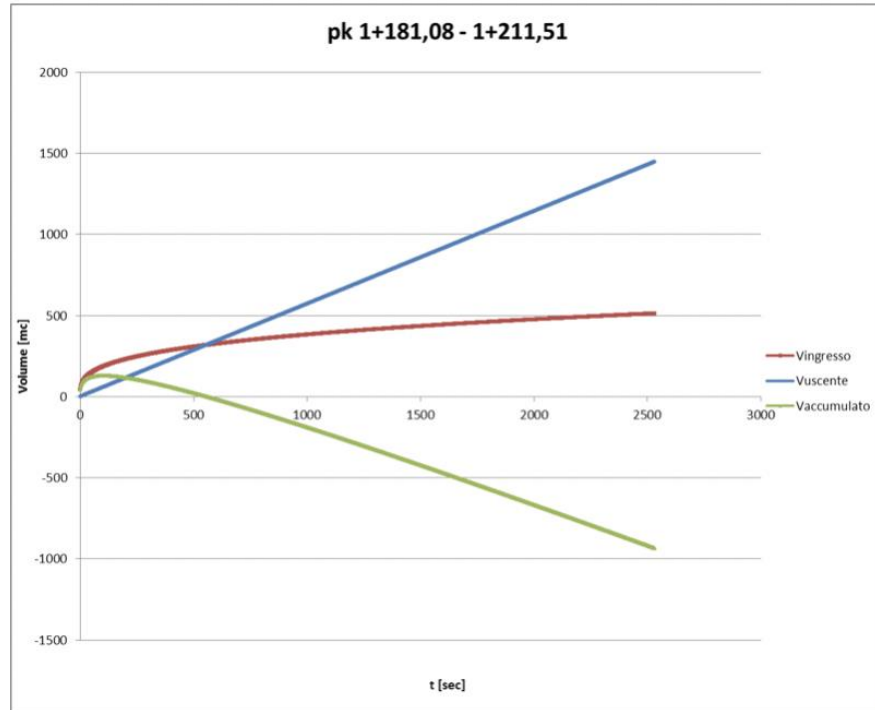
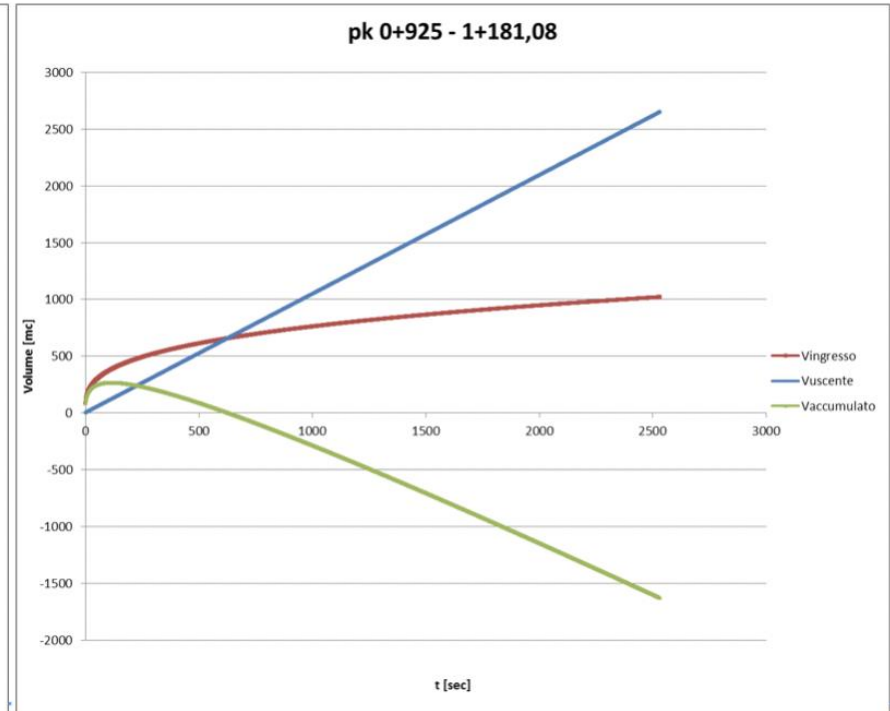
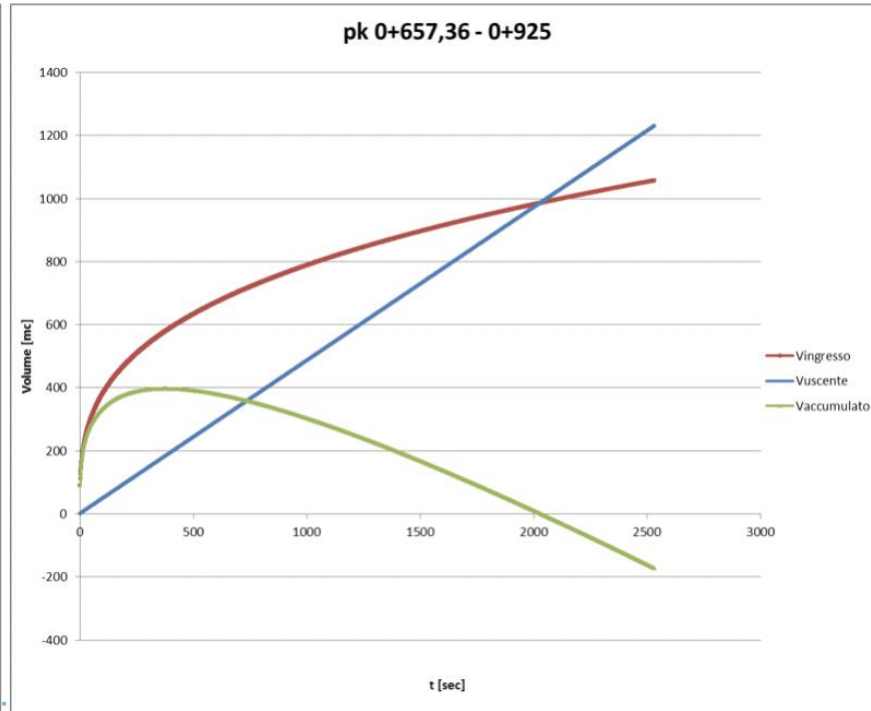
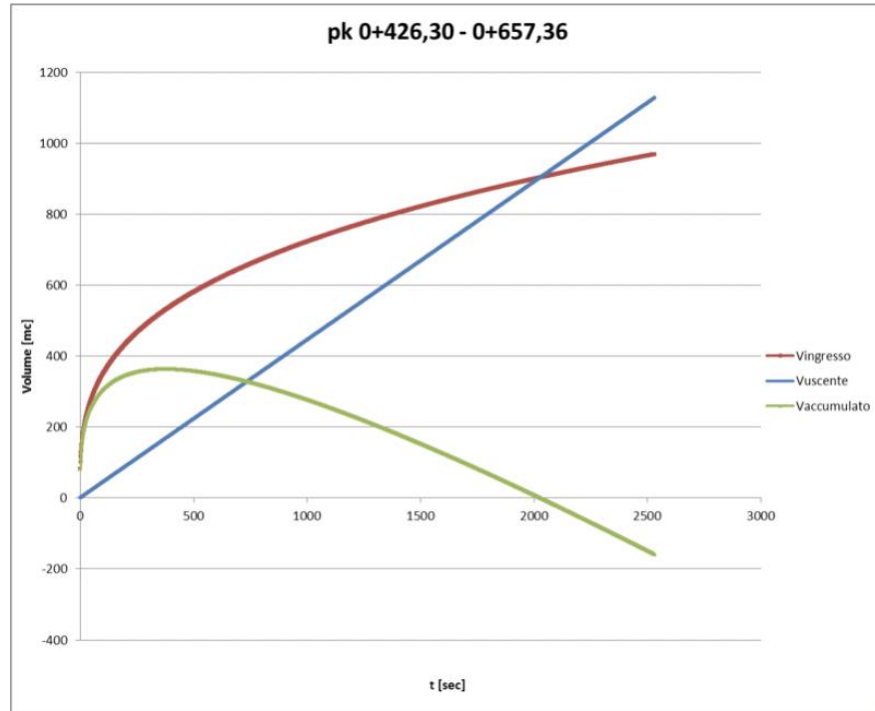


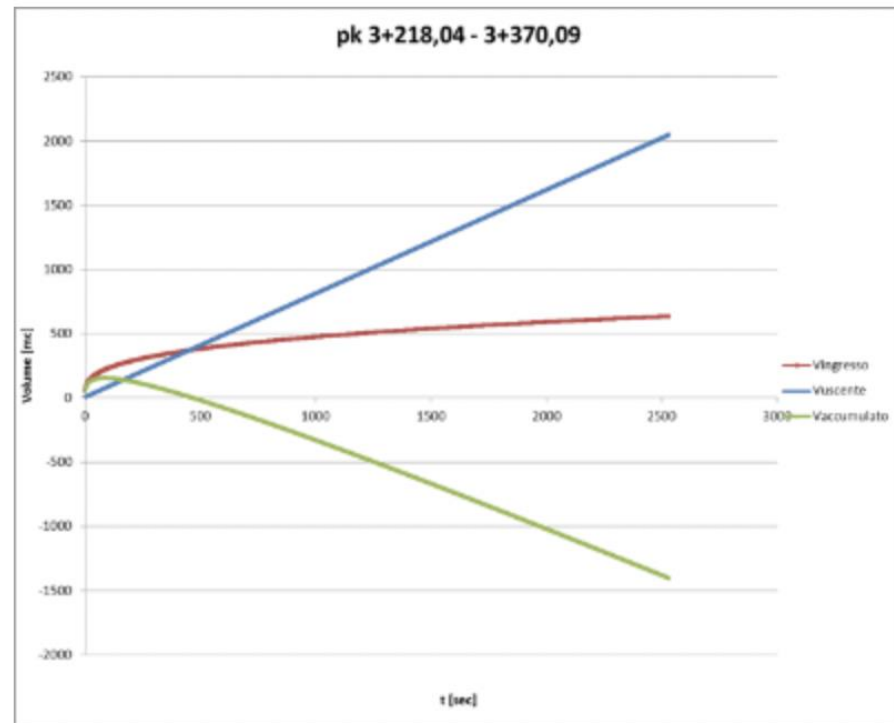
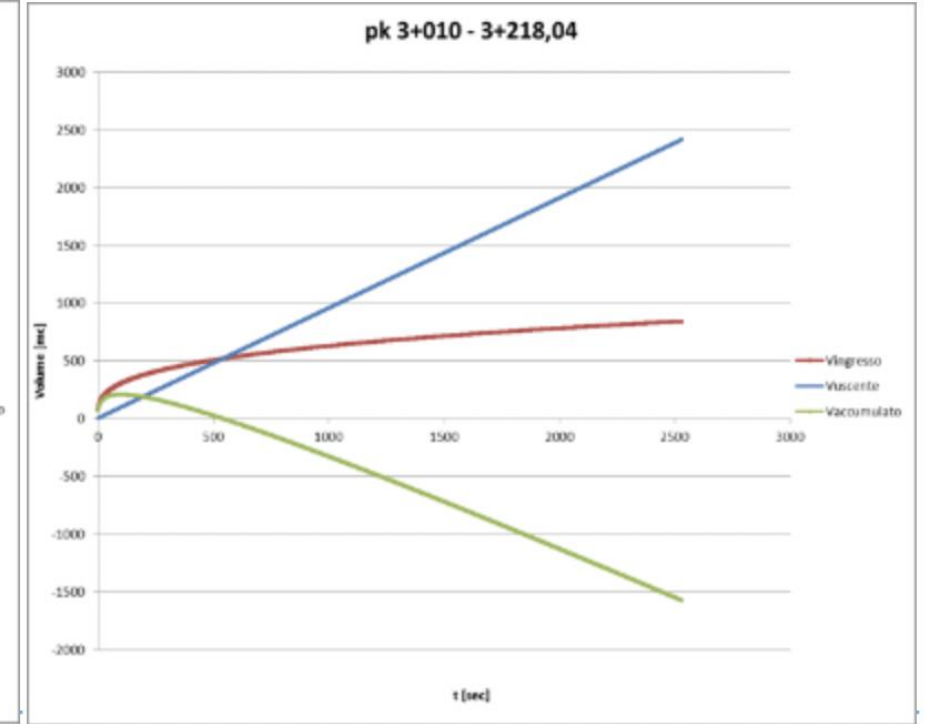
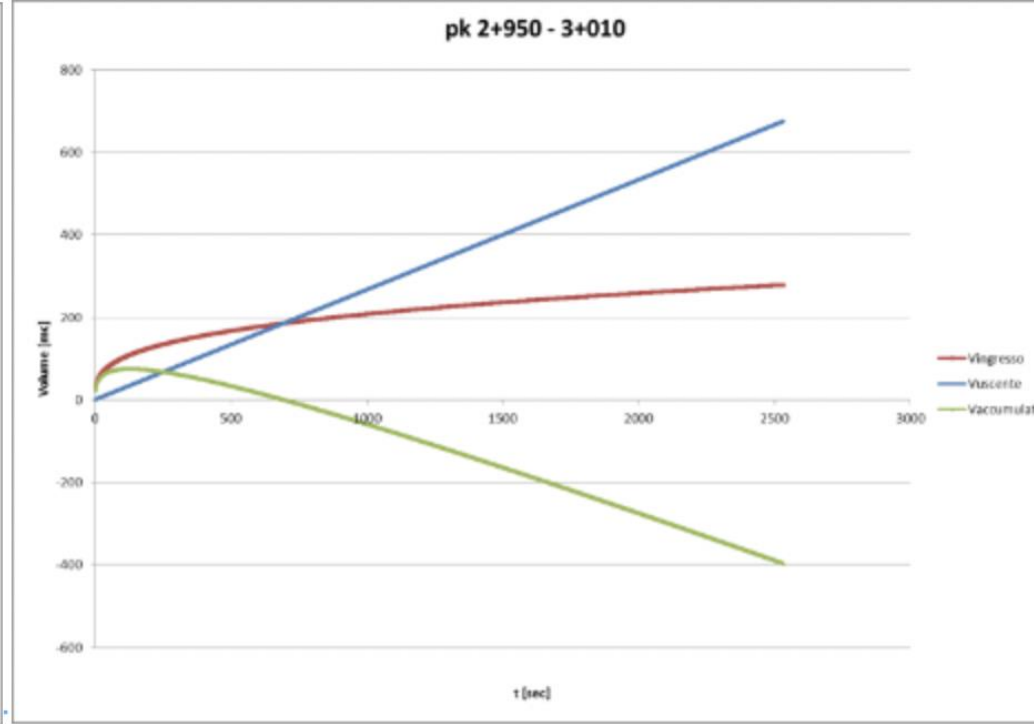
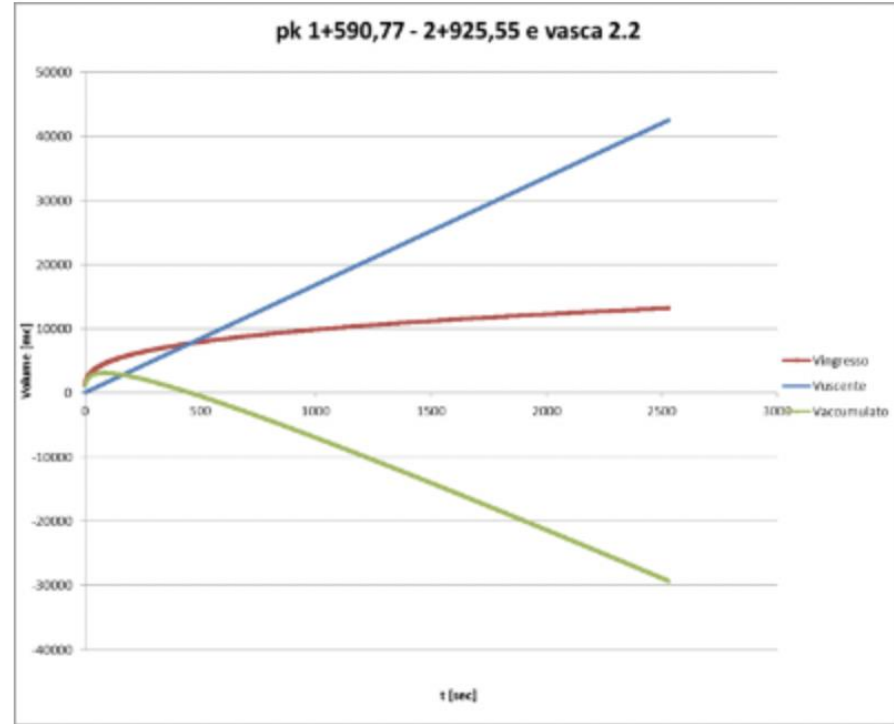




**Bretella SR-CT – Fascio A/P Fossi lato monte**

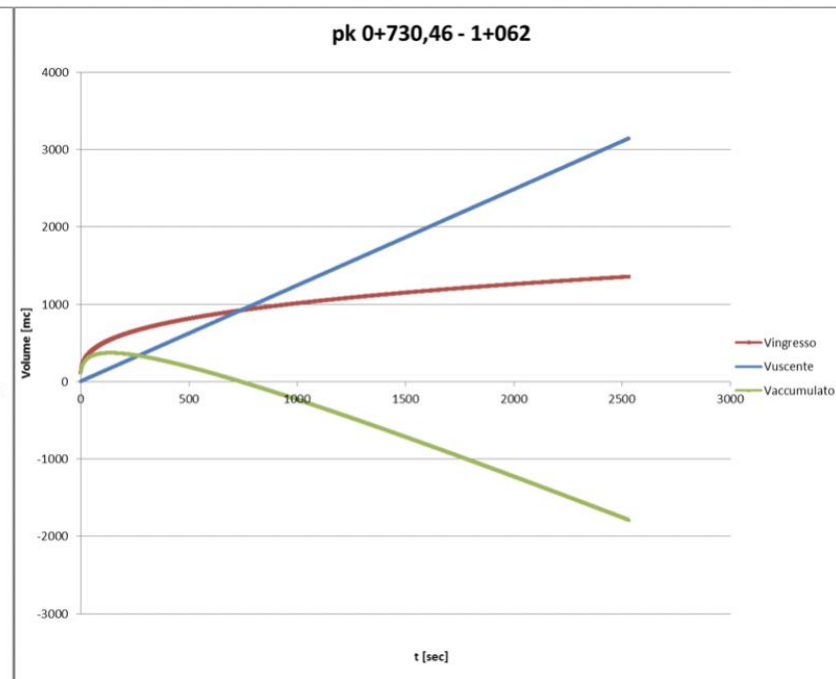
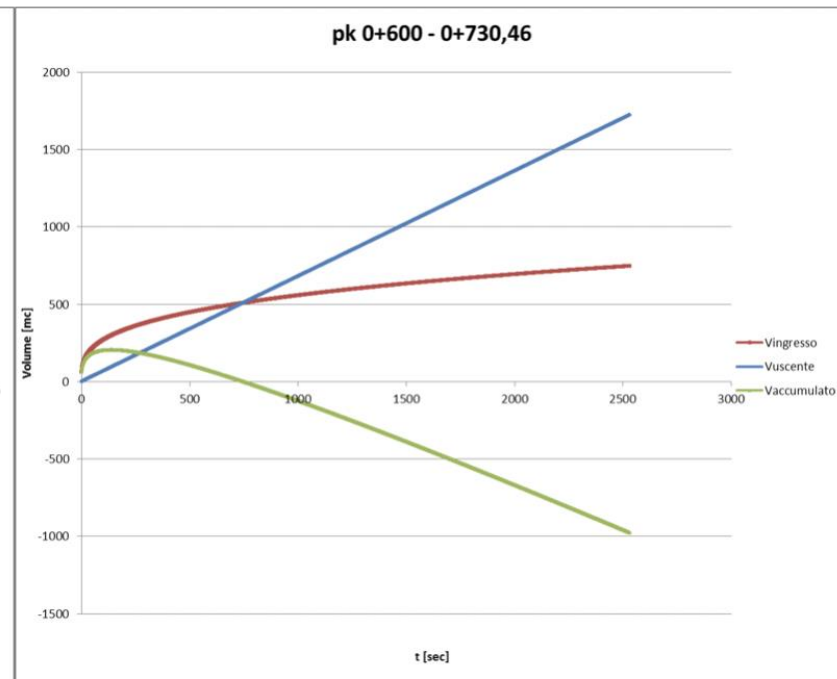
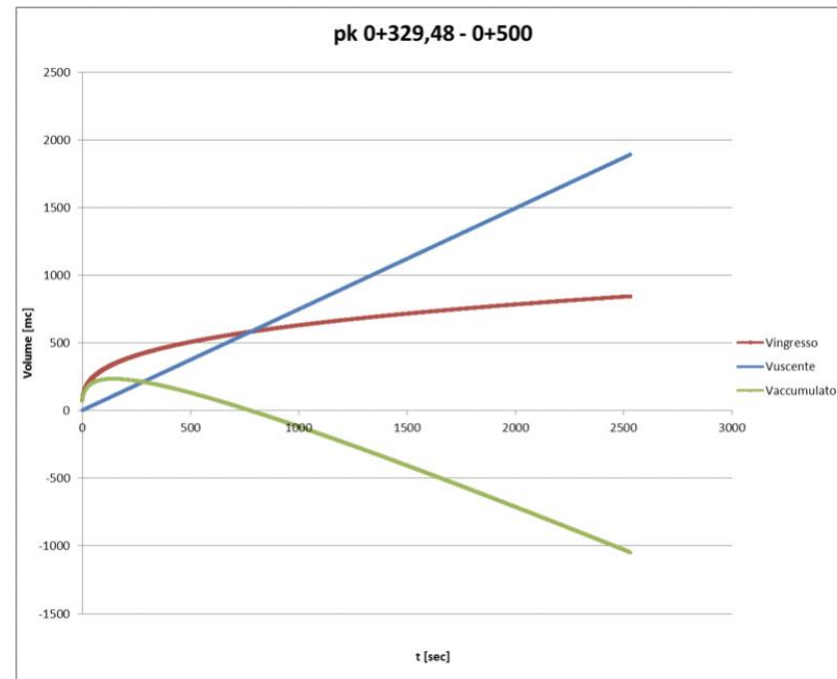
| Prog. Iniziale | Prog. Finale | Recettore                      | S [m <sup>2</sup> ] | Tr [anni] | Φ [-]    | u [l/s, ha] | Q <sub>out</sub> [m <sup>3</sup> /h] | Q <sub>out</sub> [l/s] | V <sub>laminaz</sub> [m <sup>3</sup> ] | L [m]   | Forma        | b [m] | h [m] | V <sub>canale</sub> [m <sup>3</sup> ] | V <sub>vasca</sub> [m <sup>3</sup> ] | V <sub>totale</sub> [m <sup>3</sup> ] | Grado riempimento % | Vasca |
|----------------|--------------|--------------------------------|---------------------|-----------|----------|-------------|--------------------------------------|------------------------|--|---------|--------------|-------|-------|---------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|---------------------|-------|
| 0+426,30       | 0+657,36     | IN07                           | 9389.7              | 100       | 0.40     | 20          | 27.04                                | 7.51                   | 362.84                                 | 231.50  | RETTANGOLARE | 1.50  | 1.20  | 416.70                                | 0                                    | 416.70                                | 87.07%              |       |
| 0+657,36       | 0+925        | IN07                           | 10921.34            | 100       | 0.37     | 20          | 29.09                                | 8.08                   | 395.65                                 | 607.87  | RETTANGOLARE | 1.00  | 0.80  | 486.30                                | 0.00                                 | 486.30                                | 81.36%              |       |
| 0+925          | 1+181,08     | IN08                           | 8719.38             | 100       | 0.45     | 20          | 28.25                                | 7.85                   | 381.30                                 | 256.20  | RETTANGOLARE | 1.70  | 1.00  | 435.54                                | 0.00                                 | 435.54                                | 87.55%              |       |
| 1+181,08       | 1+211,51     | IN08                           | 4764.47             | 100       | 0.411586 | 20          | 14.12                                | 3.92                   | 127.20                                 | 87.18   | TRAPEZIO     | 0.80  | 0.80  | 217.60                                | 0.00                                 | 217.60                                | 58.46%              |       |
| 1+355,07       | 1+421,12     | Fosso di guardia stradale NV07 | 6911.5              | 100       | 0.409347 | 20          | 20.37                                | 5.66                   | 276.57                                 | 60.63   | TRAPEZIO     | 0.80  | 0.80  | 217.60                                | 100.00                               | 317.60                                | 87.08%              | V 2.4 |
| 1+421,12       | 1+590,77     | IN09                           | 16217.49            | 100       | 0.383172 | 20          | 44.74                                | 12.43                  | 607.45                                 | 112.50  | RETTANGOLARE | 2.40  | 1.00  | 270.00                                | 405                                  | 675.00                                | 89.99%              | V 2.5 |
| 1+590,77       | 2+925,55     | IN16                           | 139874.2            | 100       | 0.36     | 20          | 362.55                               | 100.71                 | 4926.75                                | 1390.00 | RETTANGOLARE | 2.40  | 1.00  | 3336.00                               | 2250                                 | 5586.00                               | 88.20%              | V 2.2 |
| 2+950          | 3+010        | IN17                           | 2220.6              | 100       | 0.48     | 20          | 7.67                                 | 2.13                   | 104.01                                 | 59.60   | TRAPEZIA     | 0.70  | 0.70  | 166.60                                | 0                                    | 166.60                                | 62.43%              |       |
| 3+010          | 3+218,08     | IN17                           | 7947.8              | 100       | 0.40     | 20          | 22.89                                | 6.36                   | 314.43                                 | 336.70  | RETTANGOLARE | 1.20  | 1.00  | 404.04                                | 0                                    | 404.04                                | 77.82%              |       |
| 3+218,04       | 3+370,09     | Fosso di guardia esistente     | 6724.3              | 100       | 0.36     | 20          | 17.43                                | 4.84                   | 237.49                                 | 137.00  | RETTANGOLARE | 2.00  | 1.00  | 274.00                                | 0                                    | 274.00                                | 86.67%              |       |





Collegamento Fascio A/P al Terminal merci - lato mare

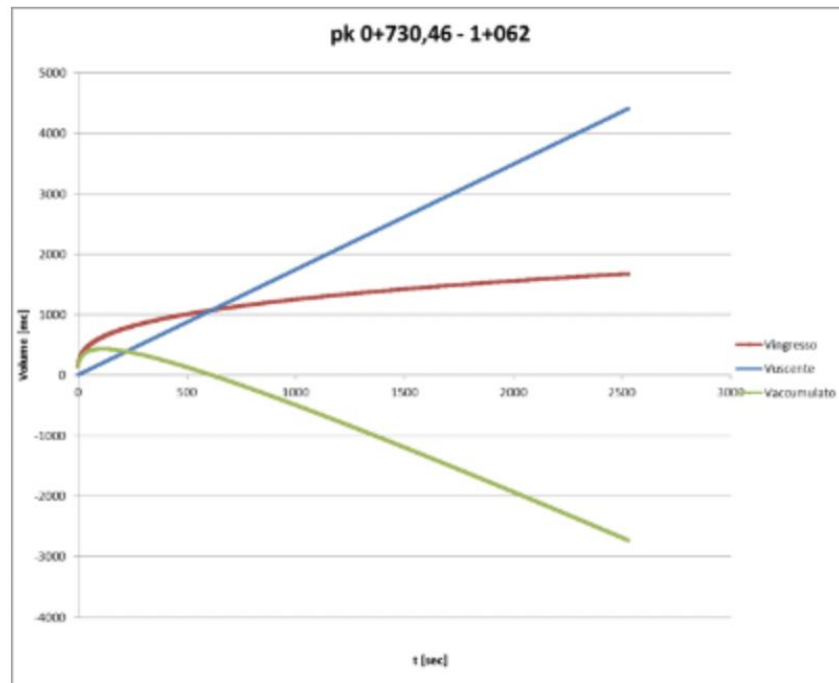
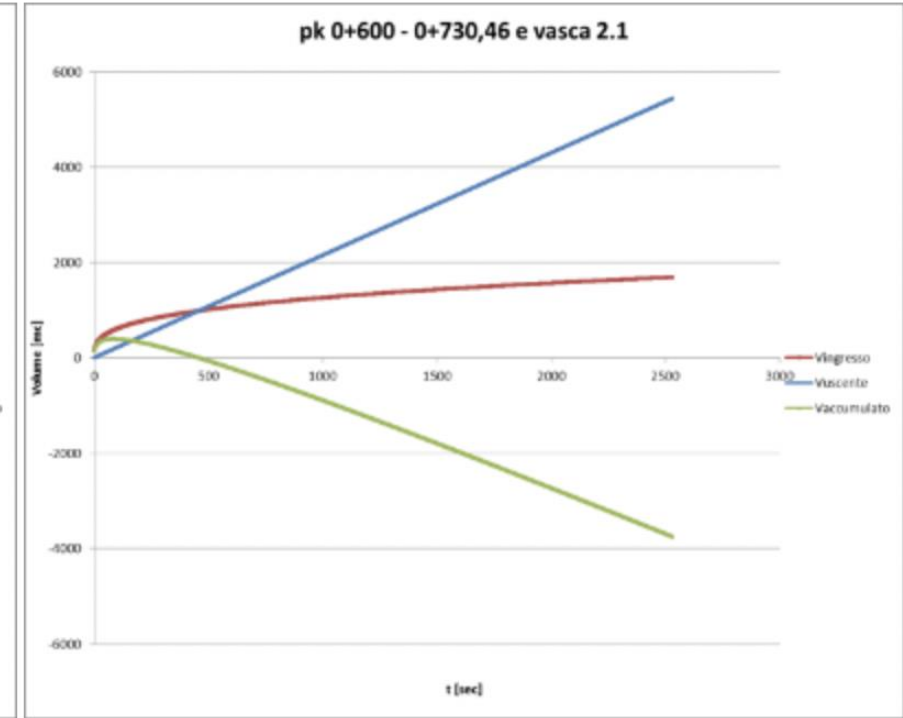
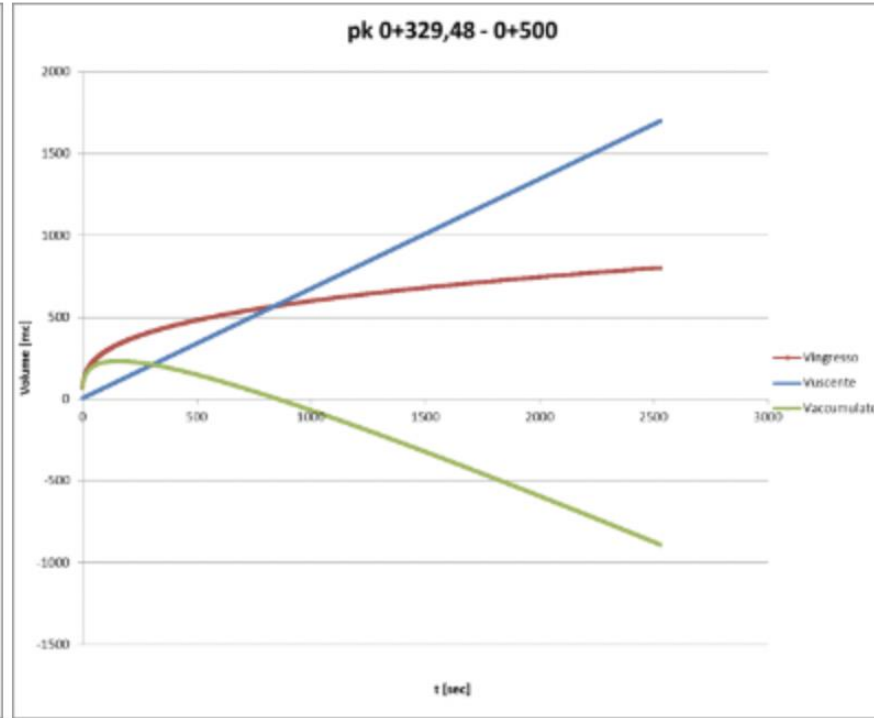
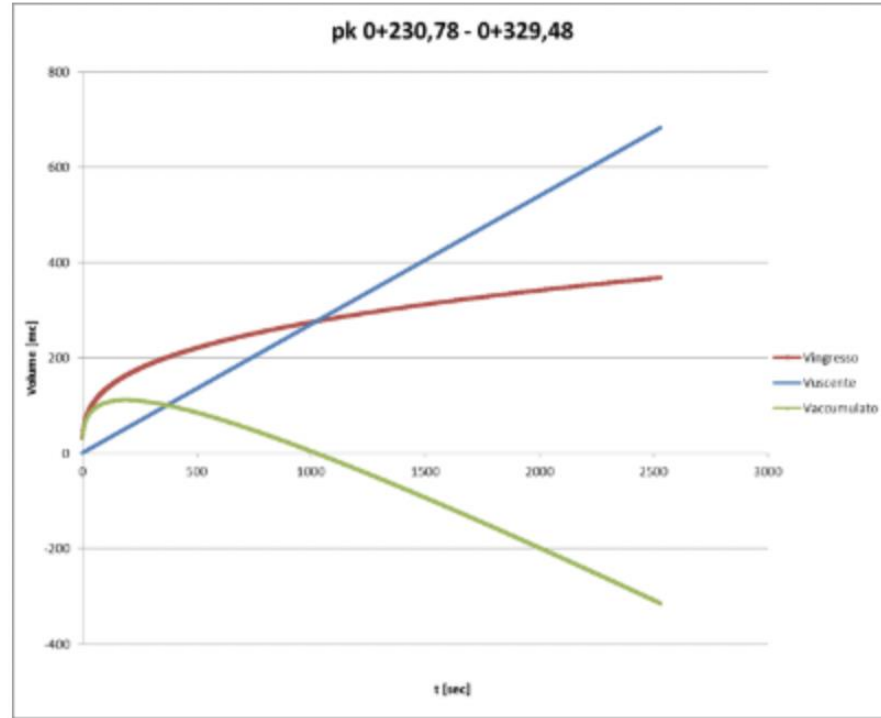
| Prog. Iniziale | Prog. Finale | Recettore | S [m <sup>2</sup> ] | Tr [anni] | Φ [-] | u [l/s, ha] | Q <sub>out</sub> [m <sup>3</sup> /h] | Q <sub>out</sub> [l/s] | V <sub>laminaz</sub> [m <sup>3</sup> ] | L [m]  | Forma        | b [m] | h [m] | V <sub>canale</sub> [m <sup>3</sup> ] | V <sub>vasca</sub> [m <sup>3</sup> ] | V <sub>totale</sub> [m <sup>3</sup> ] | Grado riempimento % |
|----------------|--------------|-----------|---------------------|-----------|-------|-------------|--------------------------------------|------------------------|--|--------|--------------|-------|-------|---------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|---------------------|
| 0+329,48       | 0+500        | IN09      | 6222.17             | 100       | 0.52  | 20          | 23.30                                | 6.47                   | 315.60                                 | 161.00 | RETTANGOLARE | 2.40  | 1.00  | 386.40                                | 0.00                                 | 386.40                                | 81.68%              |
| 0+600          | 0+730,46     | IN18      | 5675.68             | 100       | 0.50  | 20          | 20.43                                | 5.68                   | 279.65                                 | 133.35 | RETTANGOLARE | 2.40  | 1.00  | 320.04                                | 0                                    | 320.04                                | 87.38%              |
| 0+730,46       | 1+062        | IN18      | 10344.01            | 100       | 0.50  | 20          | 37.24                                | 10.34                  | 368.43                                 | 330.00 | RETTANGOLARE | 2.00  | 1.00  | 660.00                                | 0                                    | 660.00                                | 76.80%              |





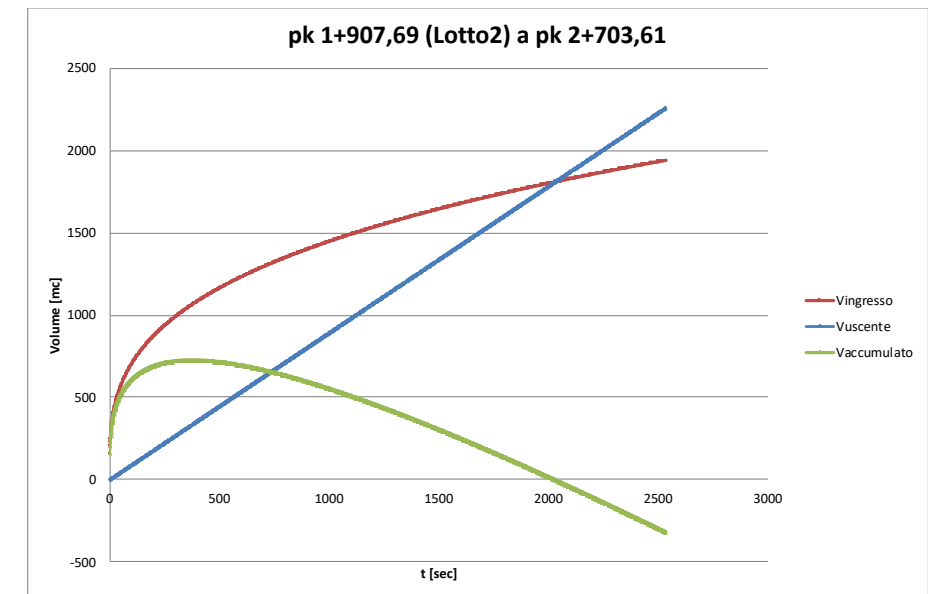
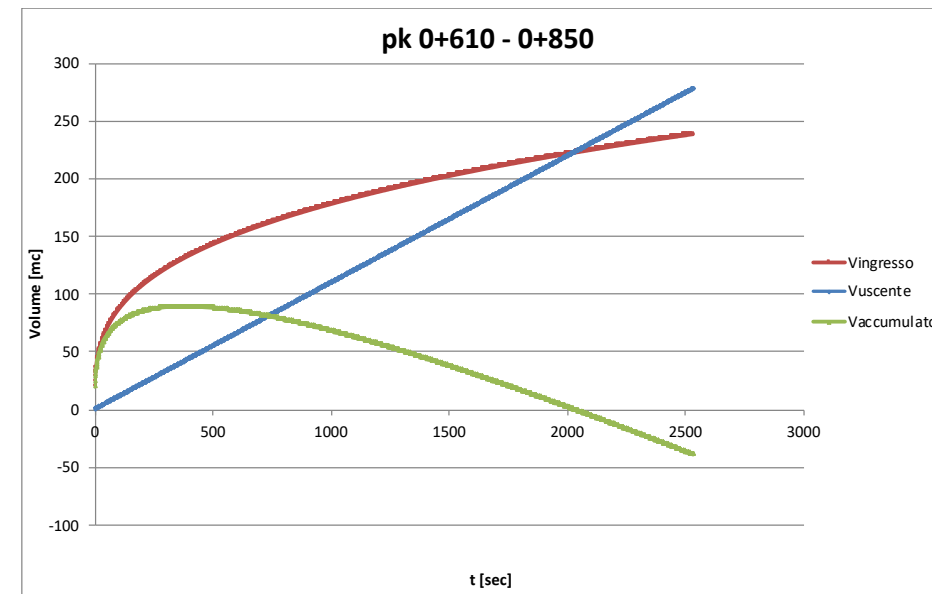
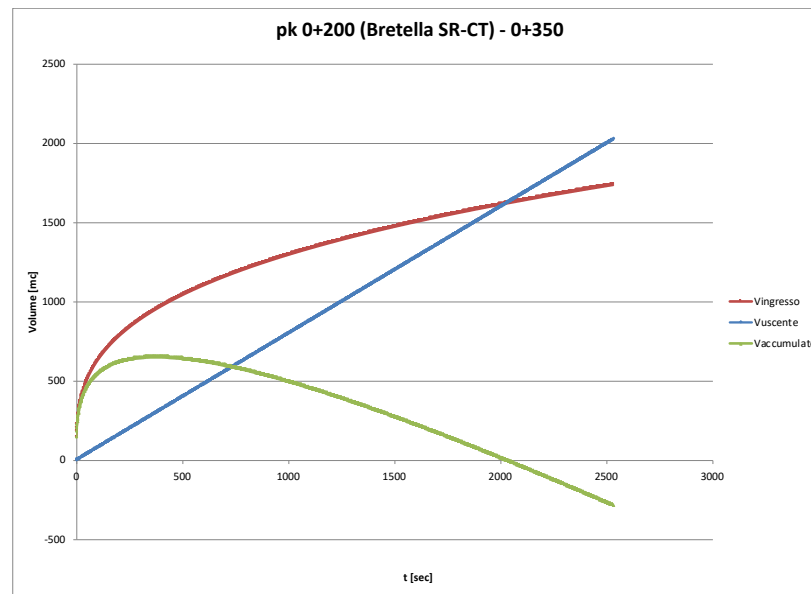
**Collegamento Fascio A/P al Terminal merci - lato monte**

| Prog. Iniziale | Prog. Finale | Recettore                      | S [m <sup>2</sup> ] | Tr [anni] | Φ [-] | u [l/s, ha] | Q <sub>out</sub> [m <sup>3</sup> /h] | Q <sub>out</sub> [l/s] | V <sub>laminaz</sub> [m <sup>3</sup> ] | L [m]  | Forma        | b [m] | h [m] | V <sub>canale</sub> [m <sup>3</sup> ] | V <sub>vasca</sub> [m <sup>3</sup> ] | V <sub>totale</sub> [m <sup>3</sup> ] | Grado riempimento % | Vasca |
|----------------|--------------|--------------------------------|---------------------|-----------|-------|-------------|--------------------------------------|------------------------|--|--------|--------------|-------|-------|---------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|---------------------|-------|
| 0+230,78       | 0+329,48     | IN09                           | 2247.14             | 100       | 0.63  | 20          | 10.19                                | 2.83                   | 137.59                                 | 102.40 | RETTANGOLARE | 2.00  | 1.00  | 204.80                                | 0                                    | 204.80                                | 67.18%              |       |
| 0+329,48       | 0+500        | Fosso di guardia stradale NV07 | 5585.17             | 100       | 0.55  | 20          | 22.12                                | 6.14                   | 300.21                                 | 162.84 | RETTANGOLARE | 2.40  | 1.00  | 390.82                                | 0                                    | 390.82                                | 76.82%              |       |
| 0+600          | 0+730,46     | IN18                           | 17904.02            | 100       | 0.36  | 20          | 46.41                                | 12.89                  | 631.28                                 | 78.00  | RETTANGOLARE | 2.00  | 1.00  | 156.00                                | 600                                  | 756.00                                | 83.50%              | V 2.1 |
| 0+730,46       | 1+062        | IN18                           | 14506.62            | 100       | 0.44  | 20          | 45.96                                | 12.77                  | 626.57                                 | 330.00 | RETTANGOLARE | 2.40  | 1.00  | 792.00                                | 0                                    | 792.00                                | 79.11%              |       |



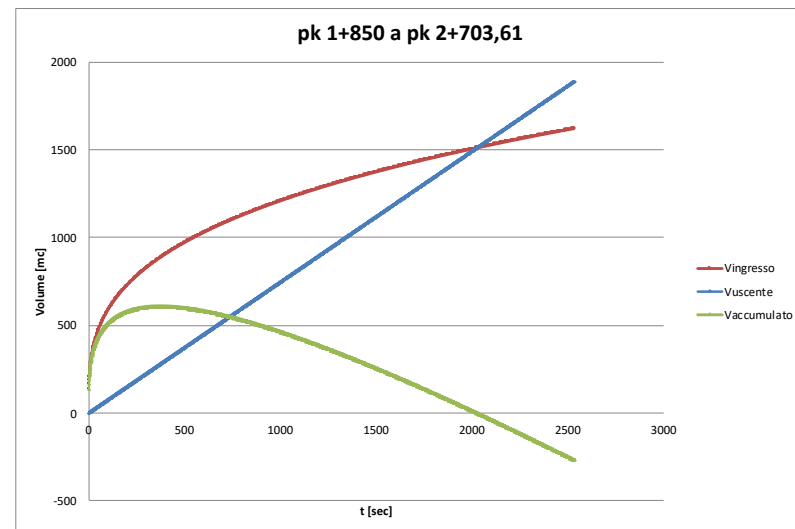
**Interramento PA-CT lato monte**

| Prog. Iniziale            | Prog. Finale            | Recettore               | S [m <sup>2</sup> ] | Tr [anni] | Φ [-] | u [l/s, ha] | Q <sub>out</sub> [m <sup>3</sup> /h] | Q <sub>out</sub> [l/s] | V laminaz [m <sup>3</sup> ] | L [m]  | Forma        | b [m] | h [m] | V <sub>canale</sub> [m <sup>3</sup> ] | V <sub>vasca</sub> [m <sup>3</sup> ] | V <sub>totale</sub> [m <sup>3</sup> ] | Grado riempimento % |
|---------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------|-----------|-------|-------------|--------------------------------------|------------------------|-----------------------------|--------|--------------|-------|-------|---------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|---------------------|
| 0+200<br>(Bretella SR-CT) | 0+350<br>(interramento) | Fosso Guardia NV02      | 18538,59            | 100       | 0,36  | 20          | 47,96                                | 13,32                  | 651,19                      | 518,00 | RETTANGOLARE | 1,50  | 1,00  | 777,00                                | 0                                    | 777,00                                | 83,81%              |
| 0+610                     | 0+850                   | Fosso Guardia NV02      | 3045,6              | 100       | 0,3   | 20          | 6,58                                 | 1,83                   | 89,32                       | 233,45 | TRAPEZIO     | 0,70  | 0,70  | 228,78                                | 0                                    | 228,78                                | 39,04%              |
| 1+907,69<br>(lotto 2)     | 2+703,61                | Canale Lam (lotto 1.1.) | 12278,17            | 100       | 0,61  | 20          | 53,52                                | 39,27                  | 726,63                      | 796,18 | RETTANGOLARE | 1,20  | 1,00  | 955,42                                | 0                                    | 955,42                                | 76,05%              |



Interramento PA-CT lato mare

| Prog. Iniziale | Prog. Finale | Recettore               | S [m <sup>2</sup> ] | Tr [anni] | Φ [-] | u [l/s, ha] | Q <sub>out</sub> [m <sup>3</sup> /h] | Q <sub>out</sub> [l/s] | V <sub>laminaz</sub> [m <sup>3</sup> ] | L [m]  | Forma        | b [m] | h [m] | V <sub>canale</sub> [m <sup>3</sup> ] | V <sub>vasca</sub> [m <sup>3</sup> ] | V <sub>totale</sub> [m <sup>3</sup> ] | Grado riempimento % |
|----------------|--------------|-------------------------|---------------------|-----------|-------|-------------|--------------------------------------|------------------------|--|--------|--------------|-------|-------|---------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|---------------------|
| 1+850          | 2+703,61     | Canale Lam (lotto 1.1.) | 20741,75            | 100       | 0,30  | 20          | 44,80                                | 23,25                  | 608,28                                 | 890,33 | RETTANGOLARE | 1,20  | 1,00  | 797.64                                | 0                                    | 1068,40                               | 56,93%              |



Fosso a dispersione testa trincea – da pk 0+207,25 (Bretella CT-SR) a pk 0+921,34 (Interramento PA-CT)(lato mare)

Geometria fosso: sezione trapezia 0.8x0.8 (sponde 1/1), L = 1128,59m

|                 |         |         |
|-----------------|---------|---------|
| $h=a \cdot t^n$ | t < 1 h | t > 1 h |
| a               | 80      | 80      |
| n               | 0.386   | 0.316   |
| Seq             | 1394.08 | mq      |

| Fosso a dispersione pk 0+207,25 (Bretella CT-SR) - pk 0+921,34 (Interramento PA-CT) |           |       |        |      |        |   |                           |                   |                     |
|---|-----------|-------|--------|------|--------|---|---------------------------|-------------------|---------------------|
| t   | h pioggia | Q     | V tot  | H    | Q      | Volume nel fosso (diff. Volume pioggia-volume infiltrato) | Volume laminato nel fosso | Volume infiltrato | Volume non invasato |
| min   | mm        | mc/s  | mc     | m    | mc/s   | mc  | mc                        | mc                | mc                  |
| 30  | 61.22     | 0.047 | 85.35  | 0.11 | 0.0013 | 83.023  | 83.00                     | 2.347             | 28.45               |
| 60  | 80.00     | 0.031 | 111.53 | 0.13 | 0.0014 | 106.328   | 106.33                    | 5.198             | 37.18               |
| 120   | 99.59     | 0.019 | 138.84 | 0.15 | 0.0016 | 127.590   | 127.59                    | 11.245            | 46.28               |
| 180   | 113.20    | 0.015 | 157.81 | 0.16 | 0.0016 | 140.228   | 140.23                    | 17.585            | 52.60               |
| 360   | 140.92    | 0.009 | 196.46 | 0.18 | 0.0017 | 159.223   | 159.22                    | 37.236            | 65.49               |
| 420   | 147.96    | 0.008 | 206.27 | 0.18 | 0.0017 | 162.407   | 162.43                    | 43.834            | 68.76               |
| 660   | 170.68    | 0.006 | 237.93 | 0.19 | 0.0018 | 167.991   | 167.98                    | 69.951            | 79.31               |

Verifica sezione trapezia 0,8 x 0,8 m

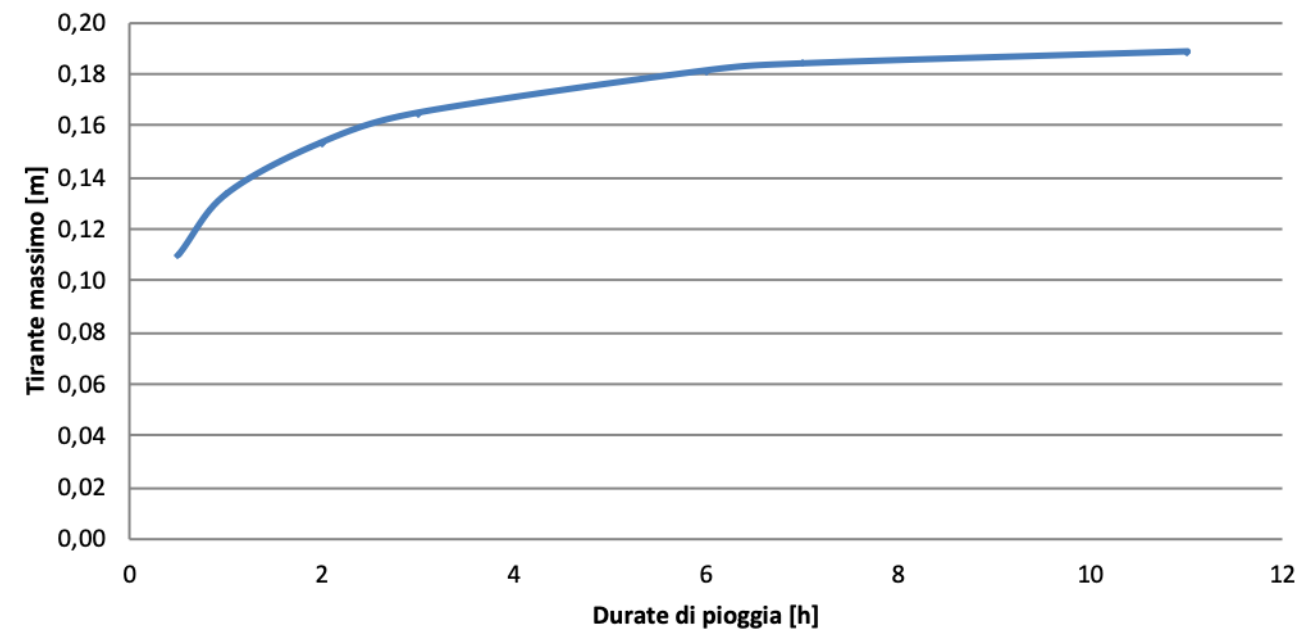
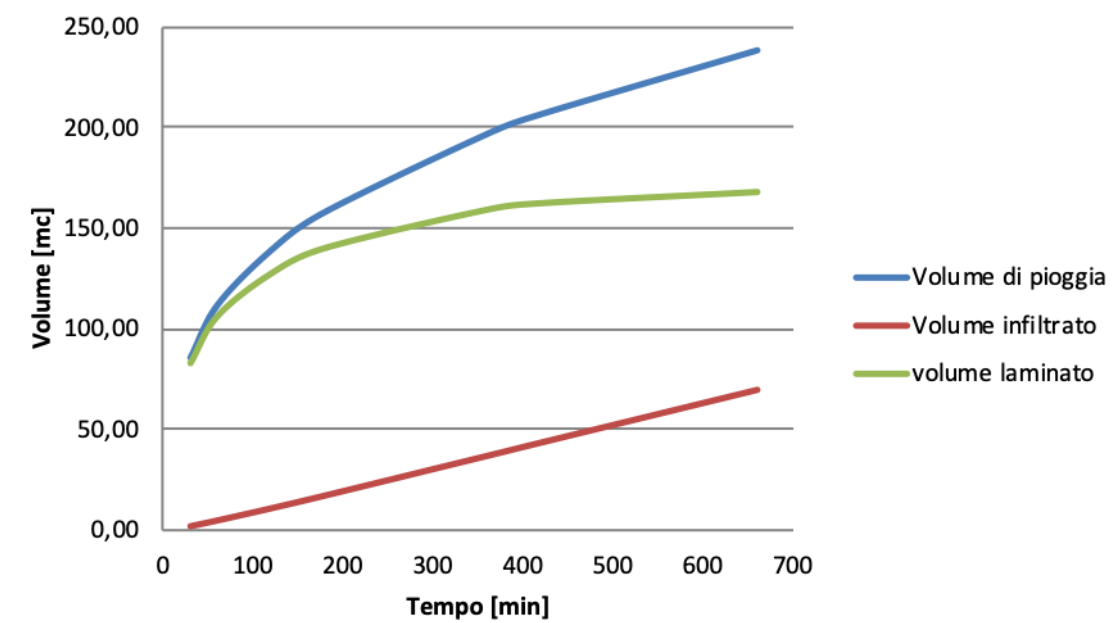


Diagramma dei volumi



Trincea lato Catania

| Tronco              |                   |                     | Superfici tronco -trincea |                |                 | S tot<br>bacino<br>sotteso | φ<br>equiv | Pendenza | Volumi                        |                              |                                      |  |                              |                      | Portata           | Velocità<br>della<br>corrente | Tirante<br>idrico | Grado di<br>riempimento | Franco | elementi | Dimensioni<br>canaletta |     | Tratto                |
|---------------------|-------------------|---------------------|---------------------------|----------------|-----------------|----------------------------|------------|----------|-------------------------------|------------------------------|--------------------------------------|--|------------------------------|----------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------|-------------------------|--------|----------|-------------------------|-----|-----------------------|
| Sezione<br>iniziale | Sezione<br>finale | Lunghezza<br>Tronco | S.ferroviaria             | S.<br>Trincea  | Aree<br>esterne |                            |            |          | piccoli<br>invasi<br>ferrovia | piccoli<br>invasi<br>trincea | piccoli<br>invasi<br>aree<br>esterne | Collettori<br>a monte<br>del<br>tronco<br>corrente | invaso<br>tronco<br>corrente | V<br>d'invaso<br>tot |                   |                               |                   |                         |        |          | B                       | H   |                       |
| pk                  | pk                | L                   | S <sub>f</sub>            | S <sub>t</sub> | S <sub>e</sub>  | S <sub>tot sotteso</sub>   | φ eq       | j        | W <sub>pif</sub>              | W <sub>pit</sub>             | W <sub>ae</sub>                      | W <sub>i</sub>                                     | W <sub>t corr</sub>          | W <sub>tot</sub>     | Q                 | v                             | y                 | G <sub>R</sub>          | Fr     | n°       | B                       | H   | -                     |
| km                  | km                | m                   | m <sup>2</sup>            | m <sup>2</sup> | m <sup>2</sup>  | m <sup>2</sup>             | -          | m/m      | m <sup>3</sup>                | m <sup>3</sup>               | m <sup>3</sup>                       | m <sup>3</sup>                                     | m <sup>3</sup>               | m <sup>3</sup>       | m <sup>3</sup> /s | m/s                           | cm                | %                       | cm     | -        | m                       | m   | -                     |
| 2+650,00            | 2+700,00          | 50,000              | 705,000                   | 63,460         | 0,000           | 384,230                    | 0,875      | 0,012    | 3,525                         | 0,190                        | 0,000                                | 0,000  | 2,186                        | 5,902                | 0,049             | 1,198                         | 8,195             | 16%                     | 41,81  | 2        | 0.5                     | 0.5 | Trincea Libera        |
| 2+600,00            | 2+650,00          | 50,000              | 705,000                   | 77,080         | 0,000           | 775,270                    | 0,870      | 0,012    | 3,525                         | 0,231                        | 0,000                                | 5,902  | 3,149                        | 12,807               | 0,083             | 1,420                         | 11,700            | 23%                     | 38,30  | 2        |                         |     |                       |
| 2+550,00            | 2+600,00          | 50,000              | 705,000                   | 119,840        | 0,000           | 1187,690                   | 0,856      | 0,012    | 3,525                         | 0,360                        | 0,000                                | 12,807   | 3,808                        | 20,500               | 0,110             | 1,548                         | 14,228            | 28%                     | 35,77  | 2        |                         |     |                       |
| 2+500,00            | 2+550,00          | 50,000              | 705,000                   | 141,880        | 0,000           | 1611,130                   | 0,850      | 0,012    | 3,525                         | 0,426                        | 0,000                                | 20,500   | 4,376                        | 28,826               | 0,135             | 1,643                         | 16,444            | 33%                     | 33,56  | 2        |                         |     |                       |
| 2+450,00            | 2+500,00          | 50,000              | 705,000                   | 108,140        | 0,000           | 2017,700                   | 0,860      | 0,012    | 3,525                         | 0,324                        | 0,000                                | 28,826   | 4,951                        | 37,627               | 0,161             | 1,727                         | 18,661            | 37%                     | 31,34  | 2        |                         |     |                       |
| 2+400,00            | 2+450,00          | 50,000              | 705,000                   | 63,000         | 0,000           | 2401,700                   | 0,875      | 0,012    | 3,525                         | 0,189                        | 0,000                                | 37,627   | 5,466                        | 46,806               | 0,184             | 1,791                         | 20,565            | 41%                     | 29,43  | 2        |                         |     |                       |
| 2+350,00            | 2+400,00          | 50,000              | 705,000                   | 87,740         | 0,000           | 2798,070                   | 0,867      | 0,012    | 3,525                         | 0,263                        | 0,000                                | 46,806   | 5,688                        | 56,282               | 0,194             | 1,816                         | 21,379            | 43%                     | 28,62  | 2        |                         |     |                       |
| 2+300,00            | 2+350,00          | 50,000              | 705,000                   | 115,000        | 0,000           | 3208,070                   | 0,858      | 0,012    | 3,525                         | 0,345                        | 0,000                                | 56,282   | 5,922                        | 66,074               | 0,204             | 1,840                         | 22,187            | 44%                     | 27,81  | 2        |                         |     |                       |
| 2+250,00            | 2+300,00          | 50,000              | 705,000                   | 95,460         | 0,000           | 3608,300                   | 0,864      | 0,012    | 3,525                         | 0,286                        | 0,000                                | 66,074   | 6,328                        | 76,213               | 0,223             | 1,883                         | 23,701            | 47%                     | 26,30  | 2        |                         |     |                       |
| 2+200,00            | 2+250,00          | 50,000              | 705,000                   | 280,000        | 0,000           | 4100,800                   | 0,815      | 0,012    | 3,525                         | 0,840                        | 0,000                                | 76,213   | 6,047                        | 86,625               | 0,210             | 1,854                         | 22,667            | 45%                     | 27,33  | 2        |                         |     |                       |
| 2+150,00            | 2+200,00          | 50,000              | 705,000                   | 0,000          | 0,000           | 4453,300                   | 0,900      | 0,012    | 3,525                         | 0,000                        | 0,000                                | 86,625   | 7,697                        | 97,847               | 0,287             | 2,003                         | 28,666            | 57%                     | 21,33  | 2        | 0.5                     | 0.5 | Trincea tra muri      |
| 2+100,00            | 2+150,00          | 50,000              | 705,000                   | 0,000          | 0,000           | 4805,800                   | 0,900      | 0,012    | 3,525                         | 0,000                        | 0,000                                | 97,847   | 7,728                        | 109,100              | 0,288             | 2,005                         | 28,742            | 57%                     | 21,26  | 2        |                         |     |                       |
| 2+050,00            | 2+100,00          | 50,000              | 705,000                   | 0,000          | 0,000           | 10316,600                  | 0,900      | 0,012    | 3,525                         | 0,000                        | 0,000                                | 218,200  | 13,748                       | 235,473              | 0,612             | 2,361                         | 25,945            | 52%                     | 24,05  | 1        | 1                       | 0.5 | Trincea tra diaframmi |
| 2+000,00            | 2+050,00          | 50,000              | 705,000                   | 0,000          | 0,000           | 11021,600                  | 0,900      | 0,012    | 3,525                         | 0,000                        | 0,000                                | 235,473  | 14,257                       | 253,255              | 0,644             | 2,398                         | 26,883            | 54%                     | 23,12  | 1        |                         |     |                       |
| 1+950,00            | 2+000,00          | 50,000              | 705,000                   | 0,000          | 0,000           | 11726,600                  | 0,900      | 0,012    | 3,525                         | 0,000                        | 0,000                                | 253,255  | 14,727                       | 271,508              | 0,674             | 2,431                         | 27,751            | 56%                     | 22,25  | 1        |                         |     |                       |
| 1+900,00            | 1+950,00          | 50,000              | 705,000                   | 0,000          | 0,000           | 12431,600                  | 0,900      | 0,012    | 3,525                         | 0,000                        | 0,000                                | 271,508  | 15,165                       | 290,198              | 0,702             | 2,460                         | 28,554            | 57%                     | 21,45  | 1        |                         |     |                       |
| 1+850,00            | 1+900,00          | 50,000              | 705,000                   | 0,000          | 0,000           | 13136,600                  | 0,900      | 0,012    | 3,525                         | 0,000                        | 0,000                                | 290,198  | 15,573                       | 309,296              | 0,728             | 2,487                         | 29,294            | 59%                     | 20,71  | 1        |                         |     |                       |
| 1+836,80            | 1+850,00          | 13,200              | 705,000                   | 0,000          | 0,000           | 13841,600                  | 0,900      | 0,012    | 3,525                         | 0,000                        | 0,000                                | 309,296  | 4,458                        | 317,279              | 0,813             | 2,569                         | 31,672            | 63%                     | 18,33  | 1        |                         |     |                       |

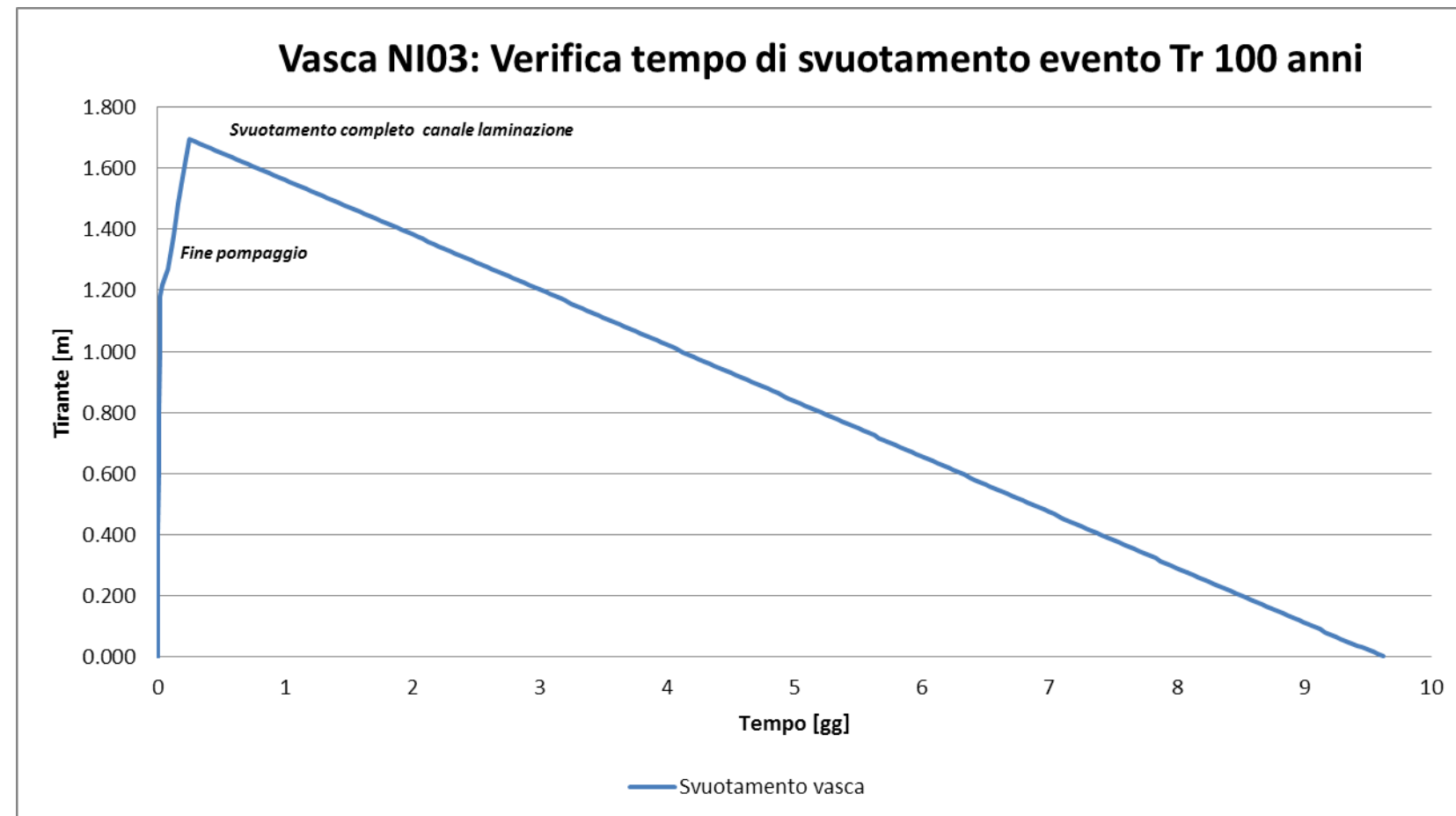
Trincea lato Siracusa

| Tronco 1         |                |                  | Superfici tronco -trincea |                |                | Volumi                   |                 |          |                         |                        |                             |  |                        |                  |                   |                         |                |                      |        |          |     | Dimensioni canaletta |                       | Tratto |
|------------------|----------------|------------------|---------------------------|----------------|----------------|--------------------------|-----------------|----------|-------------------------|------------------------|-----------------------------|--|------------------------|------------------|-------------------|-------------------------|----------------|----------------------|--------|----------|-----|----------------------|-----------------------|--------|
| Sezione iniziale | Sezione finale | Lunghezza Tronco | S.ferroviaria             | S. Trincea     | Aree esterne   | S tot bacino sotteso     | $\varphi$ equiv | Pendenza | piccoli invasi ferrovia | piccoli invasi trincea | piccoli invasi aree esterne | Collettori a monte del tronco corrente | invaso tronco corrente | V d'invaso tot   | Portata           | Velocità della corrente | Tirante idrico | Grado di riempimento | Franco | elementi | B   | H                    |                       |        |
| pk               | pk             | L                | S <sub>f</sub>            | S <sub>t</sub> | S <sub>e</sub> | S <sub>tot sotteso</sub> | $\varphi$ eq    | j        | W <sub>pif</sub>        | W <sub>pit</sub>       | W <sub>ae</sub>             | W <sub>i</sub>                         | W <sub>t corr</sub>    | W <sub>tot</sub> | Q                 | v                       | y              | G <sub>R</sub>       | Fr     | n°       | m   | m                    | -                     |        |
| km               | km             | m                | m <sup>2</sup>            | m <sup>2</sup> | m <sup>2</sup> | m <sup>2</sup>           |                 | m/m      | m <sup>3</sup>          | m <sup>3</sup>         | m <sup>3</sup>              | m <sup>3</sup>                         | m <sup>3</sup>         | m <sup>3</sup>   | m <sup>3</sup> /s | m/s                     | cm             | %                    | cm     | -        | m   | m                    | -                     |        |
| 103,3            | 150,0          | 46,690           | 658,329                   | 108,321        | 0,000          | 383,325                  | 0,858           | 0,010    | 3,292                   | 0,325                  | 0,000                       | 0,000                                  | 2,060                  | 5,676            | 0,050             | 1,133                   | 0,088          | 18%                  | 41     | 2        | 0.5 | 0.5                  | Trincea Libera        |        |
| 150,0            | 200,0          | 50,000           | 705,000                   | 240,000        | 0,000          | 855,825                  | 0,824           | 0,010    | 3,525                   | 0,720                  | 0,000                       | 5,676                                  | 3,301                  | 13,222           | 0,089             | 1,361                   | 0,130          | 26%                  | 37     | 2        |     |                      |                       |        |
| 200,0            | 250,0          | 50,000           | 705,000                   | 328,250        | 0,000          | 1372,450                 | 0,805           | 0,010    | 3,525                   | 0,985                  | 0,000                       | 13,222                                 | 4,135                  | 21,868           | 0,124             | 1,500                   | 0,164          | 33%                  | 34     | 2        |     |                      |                       |        |
| 250,0            | 300,0          | 50,000           | 705,000                   | 396,000        | 0,000          | 1922,950                 | 0,792           | 0,010    | 3,525                   | 1,188                  | 0,000                       | 21,868                                 | 4,864                  | 31,445           | 0,157             | 1,604                   | 0,196          | 39%                  | 30     | 2        |     |                      |                       |        |
| 300,0            | 350,0          | 50,000           | 705,000                   | 460,500        | 0,000          | 2505,700                 | 0,781           | 0,010    | 3,525                   | 1,382                  | 0,000                       | 31,445                                 | 5,530                  | 41,881           | 0,187             | 1,680                   | 0,222          | 44%                  | 28     | 2        |     |                      |                       |        |
| 350,0            | 400,0          | 50,000           | 705,000                   | 501,500        | 0,000          | 3108,950                 | 0,775           | 0,010    | 3,525                   | 1,505                  | 0,000                       | 41,881                                 | 6,173                  | 53,084           | 0,216             | 1,744                   | 0,248          | 50%                  | 25     | 2        |     |                      |                       |        |
| 400,0            | 450,0          | 50,000           | 705,000                   | 579,500        | 0,000          | 3751,200                 | 0,765           | 0,010    | 3,525                   | 1,739                  | 0,000                       | 53,084                                 | 6,721                  | 65,068           | 0,241             | 1,792                   | 0,269          | 54%                  | 23     | 2        |     |                      |                       |        |
| 450,0            | 500,0          | 50,000           | 705,000                   | 626,500        | 0,000          | 4416,950                 | 0,759           | 0,010    | 3,525                   | 1,880                  | 0,000                       | 65,068                                 | 7,301                  | 77,773           | 0,268             | 1,838                   | 0,291          | 58%                  | 21     | 2        |     |                      |                       |        |
| 500,0            | 550,0          | 50,000           | 705,000                   | 500,500        | 0,000          | 5019,700                 | 0,775           | 0,010    | 3,525                   | 1,502                  | 0,000                       | 77,773                                 | 8,098                  | 90,897           | 0,307             | 1,896                   | 0,323          | 65%                  | 18     | 2        |     |                      |                       |        |
| 550,0            | 600,0          | 50,000           | 705,000                   | 693,300        | 0,000          | 5718,850                 | 0,751           | 0,010    | 3,525                   | 2,080                  | 0,000                       | 90,897                                 | 8,143                  | 104,646          | 0,309             | 1,900                   | 0,325          | 65%                  | 17     | 2        |     |                      |                       |        |
| 600,0            | 650,0          | 50,000           | 705,000                   | 0,000          | 0,000          | 6221,350                 | 0,810           | 0,010    | 3,525                   | 0,900                  | 0,000                       | 104,646                                | 9,752                  | 118,822          | 0,389             | 1,997                   | 0,390          | 65%                  | 21     | 2        | 0.5 | 0.6                  | Trincea tra muri      |        |
| 650,0            | 700,0          | 50,000           | 705,000                   | 0,000          | 0,000          | 6723,850                 | 0,810           | 0,010    | 3,525                   | 0,900                  | 0,000                       | 118,822                                | 9,765                  | 133,013          | 0,390             | 1,998                   | 0,391          | 65%                  | 21     | 2        |     |                      |                       |        |
| 700,0            | 750,0          | 50,000           | 705,000                   | 0,000          | 0,000          | 14152,700                | 0,900           | 0,010    | 3,525                   | 0,000                  | 0,000                       | 266,025                                | 20,515                 | 290,066          | 1,059             | 2,589                   | 0,409          | 63%                  | 24     | 1        | 1   | 0.65                 | Trincea tra diaframmi |        |
| 750,0            | 800,0          | 50,000           | 705,000                   | 0,000          | 0,000          | 14857,700                | 0,900           | 0,010    | 3,525                   | 0,000                  | 0,000                       | 290,066                                | 20,268                 | 313,859          | 1,042             | 2,578                   | 0,404          | 62%                  | 25     | 1        |     |                      |                       |        |
| 800,0            | 850,0          | 50,000           | 705,000                   | 0,000          | 0,000          | 15562,700                | 0,900           | 0,010    | 3,525                   | 0,000                  | 0,000                       | 313,859                                | 20,115                 | 337,499          | 1,031             | 2,571                   | 0,401          | 62%                  | 25     | 1        |     |                      |                       |        |
| 850,0            | 875,0          | 25,000           | 705,000                   | 0,000          | 0,000          | 16267,700                | 0,900           | 0,010    | 3,525                   | 0,000                  | 0,000                       | 337,499                                | 10,444                 | 351,468          | 1,086             | 2,607                   | 0,417          | 64%                  | 23     | 1        |     |                      |                       |        |
| 875,0            | 921,4          | 46,400           | 654,240                   | 0,000          | 0,000          | 654,240                  | 0,900           | 0,010    | 3,271                   | 0,000                  | 0,000                       | 0,000                                  | 4,897                  | 8,168            | 0,143             | 1,369                   | 0,105          | 21%                  | 40     | 1        |     |                      |                       |        |

### Vasca a dispersione NI03

Il dimensionamento della vasca è stato effettuato verificando la quota di massimo riempimento, rispetto al fondo, tenendo conto sia del volume idrico proveniente dall'impianto di sollevamento che del contributo dovuto allo scarico dei canali di laminazione. A vantaggio di sicurezza è stato ipotizzato che durante l'intervallo di tempo in cui l'impianto di sollevamento pompa le acque verso la vasca NI03, all'interno di questa non avvenga dispersione nel suolo.

| Dati di Calcolo                            |          |                |
|--|----------|----------------|
| b  | 21.87    | m              |
| L  | 67       | m              |
| $\Delta y$                                 | 2        | m              |
| $\Delta x$                                 | 3        | m              |
| Volume accumulato impianto di sollevamento | 1511.67  | mc             |
| Portata pompaggio                          | 0.741    | mc/s           |
| Tempo vuotamento accumulo                  | 2040.04  | s              |
|  | 34.00067 | min            |
| Seq esterna drenata                        | 28075.76 | m <sup>2</sup> |
|  | 2.807576 | ha             |
| Coefficiente Udometrico                    | 20.00    | l/(s*ha)       |
| Contributo di pioggia durante pompaggio    | 114.5514 | mc             |
| VOLUME UTILE MINIMO                        | 1626.221 | mc             |

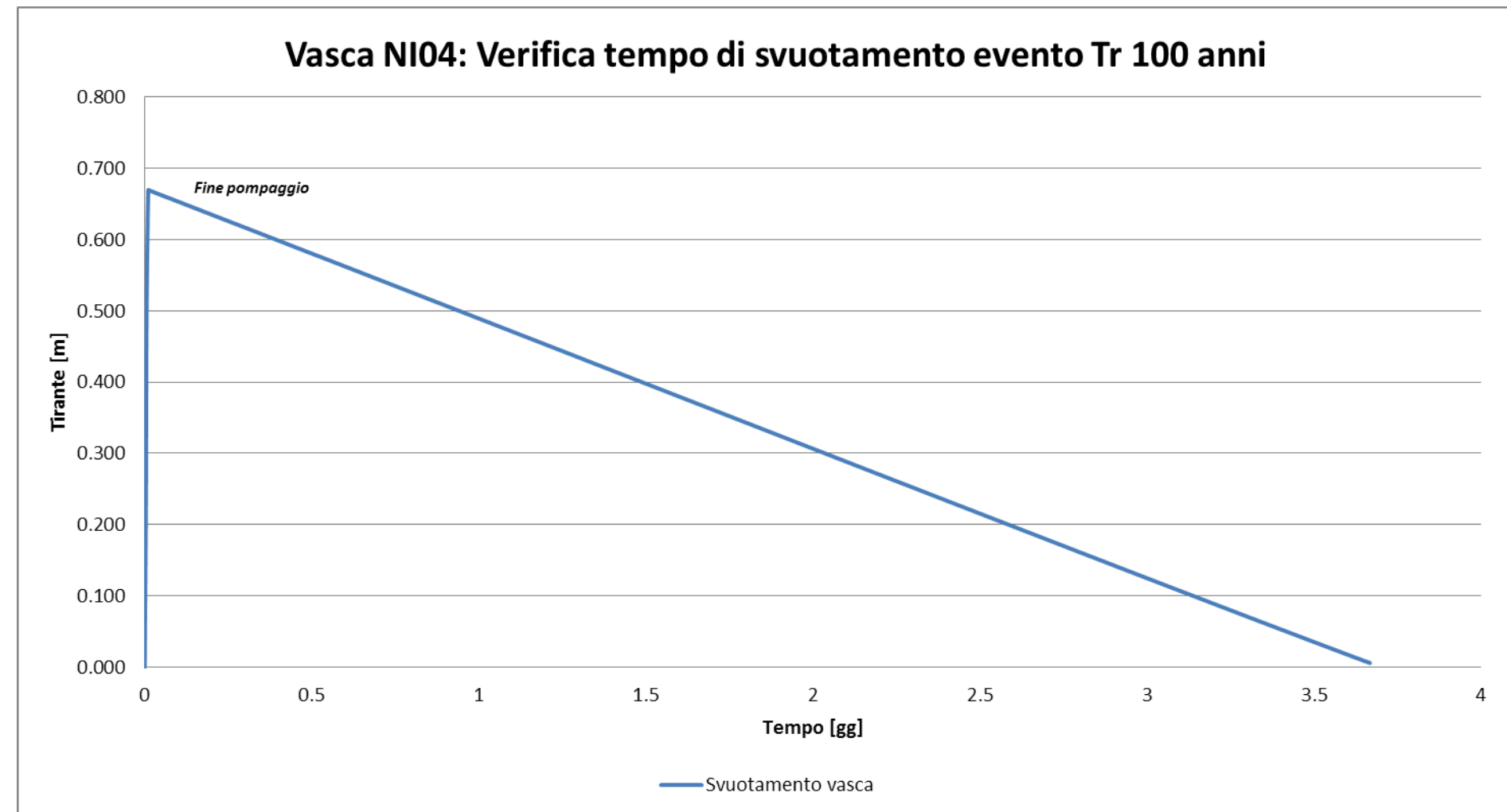




### Vasca a dispersione NI04

Il dimensionamento della vasca è stato effettuato verificando la quota di massimo riempimento, rispetto al fondo, tenendo conto del volume idrico proveniente dall'impianto di sollevamento. A vantaggio di sicurezza è stato ipotizzato che durante l'intervallo di tempo in cui l'impianto di sollevamento pompa le acque verso la vasca NI04, all'interno di questa non avvenga dispersione nel suolo.

| Dati di Calcolo                         |            |
|---|------------|
| b                                       | 14.4 m     |
| L                                       | 93 m       |
| $\Delta y$                              | 2 m        |
| $\Delta x$                              | 3 m        |
| Volume accumulato impianto sollevamento | 608.11 mc  |
| Portata da impianto di sollevamento     | 1.18 mc/s  |
| Tempo vuotamento accumulo               | 515.3475 s |
|   | 8.59 min   |
| VOLUME TOTALE MINMO VASCA               | 608.11 mc  |



## BIBLIOGRAFIA

- AA. VV. *Manuale di Ingegneria Civile e Ambientale*, Zanichelli ESAC, Bologna, 2003.
- Cannarozzo M., D'Asaro F., Ferro V., *Valutazione delle piene in Sicilia*, Istituto di Idraulica dell'Università di Palermo e GNDCI (Gruppo Nazionale per la difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche), Palermo, 1993.
- Caroni E., D'Alpaos L., Fattorelli S., Rossi F., Ubertini L., Versace P., Marchi E., *Valutazione delle piene*, C.N.R. °165, 1982.
- Da Deppo L., Datei C., Salandin P., *Sistemazione dei corsi d'acqua*, Edizioni Libreria Cortina, Padova, 2004.
- CSDU, *Sistemi di fognatura. Manuale di progettazione*, Hoepli 1997
- G. Ferreri, V. Ferro, Una espressione monomia della curva di probabilità pluviometrica, per durate inferiori all'ora, valida nel territorio siciliano. Bollettino dell'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Palermo, 1-2, 1989
- Ferro V., *La sistemazione dei bacini idrografici*, McGraw-Hill, Milano, 2006.
- Ghetti A., *Idraulica*, Edizioni Libreria Cortina, Padova, 1996.
- Lo Bosco D., Leonardi G., Scopelliti F., *Il dimensionamento delle opere idrauliche a difesa del corpo stradale*, Quaderno di Dipartimento - Serie Didattica, Università degli Studi Mediterranea di Reggio Calabria, 2002.
- Maione U., *Appunti di idrologia 3. Le piene fluviali*, La Goliardica Pavese, 1977
- Marani M., *Processi e modelli dell'Idrometeorologia*, Dispense, 2005.
- Prescrizioni generali per la progettazione di RFI (PTP).
- Regione Siciliana, Assessorato Territorio e Ambiente, *Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) – Bacino Idrografico del Fiume Simeto, Area Territoriale tra il bacino del Fiume Simeto e il bacino del Fiume San Leonardo, Lago di Pergusa, Lago di Maletto – Relazione*, 2005.
- Regione Siciliana, Assessorato Territorio e Ambiente, *Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico della Regione Siciliana – Relazione Generale*, 2004.
- Regione Siciliana, Osservatorio delle Acque dell'Agenzia Regionale per i Rifiuti e le Acque (ARRA), *Annali Idrologici*, disponibili presso [www.osservatorioacque.it](http://www.osservatorioacque.it).
- Rossi F., Fiorentino M., Versace P., *Two component extreme value distribution for Flood Frequency Analysis*, Water Resources Research, Vol. 20, N.7, 1984.
- Ven Te Chow, *Open-channel hydraulics*, McGraw-Hill Book Company, USA, 1959.

Circolare 2 febbraio 2009, n. 617, *Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni"* di cui al D.M. 14 gennaio 2008.

DM 14 gennaio 2008, *Nuove norme tecniche per le costruzioni*, Gazzetta Ufficiale n. 29 del 4 febbraio 2008 - Suppl. Ordinario n. 30.