

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



**INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE
DALLA LEGGE IBIETTIBO N. 443/01**

CUP: J31J05000010001

U.O. INFRASTRUTTURE NORD

PROGETTO DEFINITIVO

POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA.

TRATTA RHO-GALLARATE.

QUADRUPPLICAMENTO RHO-PARABIAGO E RACCORDO Y.

QUADRUPPLICAMENTO RHO (e) – PARABIAGO (i) E RACCORDO Y

Drenaggio di piattaforma

Relazione di dimensionamento idraulico drenaggio di piattaforma – Quadruplicamento RHO e raccordo ad Y

SCALA:

-

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

MDL 1 3 2 D 2 6 RI ID0002 001 B

| Rev. | Descrizione | Redatto | Data | Verificato | Data | Approvato | Data | Autore | Approvato | Data |
|------|---|------------|--------------|------------|--------------|----------------|--------------|--------|-----------|------|
| A | Emissione esecutiva | M. Coccato | ottobre 2017 | M. Ventura | ottobre 2017 | S. Borelli | ottobre 2017 | | | |
| B | Emissione per aggiornamento documentale | S. Scafa | Agosto 2019 | M. Ventura | Agosto 2019 | M. Berlingieri | Agosto 2019 | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |

ITALFERR UO INFRASTRUTTURE NORD
Dott. Ing. Francesco Scafa
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma
3172 Sez. 2019

File: MDL132D26RIID0002001B.doc

INDICE

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | INTRODUZIONE | 5 |
| 1.1 | MOTIVAZIONI ED OBIETTIVI DEL LAVORO..... | 5 |
| 1.2 | METODOLOGIA DI LAVORO | 5 |
| 1.3 | RIFERIMENTI NORMATIVI | 6 |
| 2 | SMALTIMENTO DELLE ACQUE DI PIATTAFORMA..... | 7 |
| 2.1 | DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI DRENAGGIO..... | 7 |
| 2.2 | IDROLOGIA | 7 |
| 2.3 | DIMENSIONAMENTO DELLA RETE DI RACCOLTA E DI COLLETTAMENTO..... | 9 |
| 2.4 | FOSSI DI GUARDIA DISPERDENTI..... | 16 |
| | 2.4.1 <i>Criteria di dimensionamento: metodo delle sole piogge</i> | 16 |
| | 2.4.2 <i>Valutazione della portata di infiltrazione</i> | 17 |
| | 2.4.3 <i>Descrizione del sistema adottato</i> | 18 |
| 3 | MATERIALI IMPIEGATI..... | 49 |

| | | | | | | |
|---|--|-------------------------|-------------|---------------------|---------------------------|-----------|
|  | POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA. TRATTA RHO-GALLARATE. QUADRUPPLICAMENTO RHO-PARBIAGO E RACCORDO Y. PROGETTO DEFINITIVO – TRATTA RHO-GALLARATE | | | | | |
| | Relazione di dimensionamento idraulico drenaggio di piattaforma – Quadruplicamento RHO e raccordo ad Y | COMMESSA MDL1 | LOTTO 32 | CODIFICA D 26 RI | DOCUMENTO ID 00 02 001 | REV. B |

INDICE DELLE FIGURE

| | |
|---|----|
| Figura 2.1 - Curve di possibilità pluviometrica | 8 |
| Figura 2.2 - Scale di deflusso specifiche delle canalette | 10 |
| Figura 2.3 - Curve di autosufficienza delle canalette tipo 1: B x H = 0,4 m x 0,7 m | 11 |
| Figura 2.4 - Curve di autosufficienza delle canalette tipo 2: B x H = 0,5 m x 0,8 m | 11 |
| Figura 2.5 - Curve di autosufficienza delle canalette tipo 3: B x H = 0,5 m x 0,7 m | 12 |
| Figura 2.6 - Curve di autosufficienza dei collettori circolari: DN 400 mm | 12 |
| Figura 2.7 - Curve di autosufficienza dei collettori circolari: DN 630 mm | 13 |
| Figura 2.8 - Scale di deflusso specifiche collettori di scarico | 14 |
| Figura 2.9 - Valore massimo di portata con un grado di riempimento pari al 70% | 14 |
| Figura 2.10 - Distanza minima degli embrici per lo scarico nei fossi di guardia | 15 |
| Figura 2.11 - Prova Lefranc | 18 |
| Figura 2.12 - Esempio: Curve dei volumi V out, V in e V netto | 22 |
| Figura 2.13 - Raccordo Y F24 | 23 |
| Figura 2.14 - da pk 9195 a pk 9840 F19 | 23 |
| Figura 2.15 - da pk 8984 a pk 9171 F18 | 23 |
| Figura 2.16 - da pk 8938 a pk 8735 F17 | 24 |
| Figura 2.17 - pk 8454 F23 | 24 |
| Figura 2.18 - da pk 8271 a pk 7917 F16 | 25 |
| Figura 2.19 - da pk 7693 a pk 7512 F15 | 25 |
| Figura 2.20 - da pk 7197 a pk 7150 F14.1 | 25 |
| Figura 2.21 - da pk 7460 a pk 7228 F14 | 26 |
| Figura 2.22 - da pk 6874 a pk 7049 F13 | 26 |
| Figura 2.23 - da pk 7164 a pk 6900 F12.1 | 27 |
| Figura 2.24 - da pk 6900a pk 6300 F12 | 27 |
| Figura 2.25 - da pk 6300a pk 6170 F11 | 28 |
| Figura 2.25 - da pk 6170 a pk 5800 F10 | 28 |
| Figura 2.27 - da pk5800 a pk 5600 F10.1 | 29 |
| Figura 2.28 - da pk 5572 a pk 5517 F10.2N | 29 |
| Figura 2.29 - da pk 5500 a pk 5280 F9N | 29 |
| Figura 2.30 - da pk 5500 a pk 5280 F9.1S | 30 |
| Figura 2.31 - da pk5280 a pk 5035 F9.2 | 30 |
| Figura 2.32 - da pk5035 a pk 4600 F9.3 | 31 |
| Figura 2.33 - da pk4600 a pk 4220 F9.4 | 31 |
| Figura 2.34 - da pk 4221 a pk 4121 F8S | 32 |
| Figura 2.35 - da pk4220 a pk 4080 F8.1N | 32 |
| Figura 2.36 - da pk4080 a pk 3900 F7 | 33 |
| Figura 2.37 - pk 3700 F6 | 33 |
| Figura 2.38 - da pk 3700 a pk 3570 F5 | 34 |
| Figura 2.39 - da pk3600 a pk 3300 L20 | 34 |
| Figura 2.40 - pk 3066 F20 | 35 |
| Figura 2.41 - pk 2948 F20.1 | 35 |
| Figura 2.42 - da pk2700 a pk 2600 F20.2S | 36 |

| | | | | | | |
|---|--|-------------------------|-------------|---------------------|---------------------------|-----------|
|  | POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA. TRATTA RHO-GALLARATE. QUADRUPPLICAMENTO RHO-PARBIAGO E RACCORDO Y. PROGETTO DEFINITIVO – TRATTA RHO-GALLARATE | | | | | |
| | Relazione di dimensionamento idraulico drenaggio di piattaforma – Quadruplicamento RHO e raccordo ad Y | COMMESSA MDL1 | LOTTO 32 | CODIFICA D 26 RI | DOCUMENTO ID 00 02 001 | REV. B |

| | |
|---|----|
| Figura 2.43 - pk 2623 F20.2N | 36 |
| Figura 2.44 - pk 2452 F20.3N | 37 |
| Figura 2.45 - pk 2546 F20.3S | 37 |
| Figura 2.46 - da pk 2345 a pk 2194 F22 | 38 |
| Figura 2.47 - da pk 2161 a pk 2094 F21N | 38 |
| Figura 2.48 - pk 2000 F21.1N | 39 |
| Figura 2.49 - da pk 2169 a pk 2100 F21S | 39 |
| Figura 2.50 - pk 2035 F21.1S | 40 |
| Figura 2.51 - da pk 2013 a pk 1915 F21.2S | 40 |
| Figura 2.52 - da pk2017 a pk 1916 F21.2N | 41 |
| Figura 2.53 - da pk 1907 a pk 1805 F21.3S | 41 |
| Figura 2.54 - da pk 1916 a pk 1800 F21.3N | 42 |
| Figura 2.55 - pk 1760 F21.4 | 42 |
| Figura 2.56 - da pk1745 a pk 1695 F21.5 | 43 |
| Figura 2.57 - da pk 1525 a pk 1668 F21.6 | 43 |
| Figura 2.58 - da pk 1524 a pk 1358 F21.7N | 44 |
| Figura 2.59 - da pk 1536 a pk 1367 F21.7S | 44 |
| Figura 2.60 - da pk 1343 a pk 1207 F4 | 45 |
| Figura 2.61 - da pk 1294 a pk 1167 F3 | 45 |
| Figura 2.62 - da pk 1201 a pk 1044 F2 | 46 |
| Figura 2.63 - da pk 1030 pk 819 F1.1N | 46 |
| Figura 2.64 - da pk 804 pk 584 F1N | 47 |
| Figura 2.65 - da pk 700 pk 600 F2S | 47 |
| Figura 2.66 - da pk 600 pk 430 F1S | 48 |
| Figura 2.67 - Pk 400 F1.1S | 48 |

INDICE DELLE TABELLE

| | |
|---|----|
| Tabella 1 - Parametri della legge di possibilità pluviometrica | 8 |
| Tabella 2 - Dimensionamento dei fossi disperdenti, trincee drenanti e bacini di laminazione | 21 |

| | | | | | | |
|---|--|-------------------------|-------------|---------------------|---------------------------|-----------|
|  | POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA. TRATTA RHO-GALLARATE. QUADRUPPLICAMENTO RHO-PARBIAGO E RACCORDO Y. PROGETTO DEFINITIVO – TRATTA RHO-GALLARATE | | | | | |
| | Relazione di dimensionamento idraulico drenaggio di piattaforma – Quadruplicamento RHO e raccordo ad Y | COMMESSA MDL1 | LOTTO 32 | CODIFICA D 26 RI | DOCUMENTO ID 00 02 001 | REV. B |

1 INTRODUZIONE

1.1 Motivazioni ed obiettivi del lavoro

Il presente documento riferisce in merito allo studio idraulico svolto per il Progetto Definitivo della linea Rho-Arona, tratta Rho-Gallarate. Come noto, il Progetto prevede la costruzione di nuovi binari, in affiancamento a quelli esistenti, comportando l'ampliamento dell'attuale sede ferroviaria e la conseguente necessità sia di risolvere le interferenze con il reticolo idrografico, sia di dimensionare la rete di collettamento e smaltimento delle acque meteoriche di sede. In particolare, le prescrizioni contenute nell'Allegato A della DGR N° X/1264 del 24/01/2014 della Regione Lombardia¹, in merito allo smaltimento delle acque meteoriche di piattaforma, richiedono di adottare soluzioni che non comportino l'utilizzo del canale irriguo in affiancamento alla linea ferroviaria, cioè per il tratto compreso tra le progressive 0+300 e 6+900. Si è perciò deciso di sviluppare una soluzione progettuale, per lo smaltimento delle acque meteoriche, volta al dimensionamento di un adeguato sistema di infiltrazione negli strati superficiali del sottosuolo, come descritto nei successivi capitoli del presente documento. L'eventuale necessità di convogliare le acque di piattaforma all'interno del canale irriguo, come riportato nella citata DGR Lombardia, potrà avvenire con accumulo e controllo della portata, con caratteristiche e modalità indicate dal Consorzio di Bonifica Est Ticino Villoresi, che ha imposto un limite di scarico massimo di 350 l/s.

Date le difficoltà di scaricare a gravità lungo lo stesso canale, per la conformazione piano altimetrica del terreno e del canale, che in molti tratti si trova ad essere pensile o tombinato rispetto al piano campagna, per la livelletta del rilevato ferroviario in molti tratti posta a piano campagna, per la forte zona antropizzata, la ferrovia attraversa zone intensamente abitate, le soluzioni per la raccolta ed il drenaggio delle acque dilavanti la piattaforma ferroviaria sono state dimensionate in modo da evitare per la maggior parte del tratto, lo scarico diretto nel ricettore superficiale se non mediante laminazione e scarico con bocca tarata, con il vincolo di 20 l/s ha, in un solo punto e precisamente alla progressiva 3+300 circa lato sud della ferrovia.

1.2 Metodologia di lavoro

Il sistema di drenaggio delle acque meteoriche pertinenti alla piattaforma ferroviaria prevede la raccolta a mezzo di canalette rettangolari. Le acque raccolte dal sistema di canalette sono

¹ Espressione del parere regionale sul progetto definitivo, ai sensi dell' art. 167, comma 5, del d.lgs. N. 163/2006 e ss. mm. ii.

| | | | | | | |
|---|--|-------------------------|-------------|---------------------|---------------------------|-----------|
|  | POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA. TRATTA RHO-GALLARATE. QUADRUPPLICAMENTO RHO-PARBIAGO E RACCORDO Y. PROGETTO DEFINITIVO – TRATTA RHO-GALLARATE | | | | | |
| | Relazione di dimensionamento idraulico drenaggio di piattaforma – Quadruplicamento RHO e raccordo ad Y | COMMESSA MDL1 | LOTTO 32 | CODIFICA D 26 RI | DOCUMENTO ID 00 02 001 | REV. B |

previste essere recapitate, in base a quanto sopra descritto, in fossi di guardia non rivestiti a sezione trapezia, con sponde inclinate a 45 gradi, che hanno alla base una trincea drenante e dunque disperdono le acque accumulate, o da vasche di accumulo anch'esse disperdenti.

Il periodo di ritorno assunto per il dimensionamento dei manufatti in oggetto è pari a $T = 100$ anni e la legge di possibilità pluviometrica considerata fa riferimento all'espressione monomia ricavata dal PAI con riferimento alla zona di Gallarate.

Il metodo adottato per il dimensionamento dei sistemi di raccolta e collettamento si basa sulla formula razionale, assumendo valide le condizioni di moto uniforme. Per la verifica dei fossi disperdenti, nonché delle trincee drenanti, o dei bacini di laminazione si è considerato un approccio variazionale basato sul metodo della corrivazione.

1.3 Riferimenti normativi

I principali riferimenti normativi utilizzati per la presente progettazione vengono riassunti di seguito:

- D.lgs. 3 aprile 2006 n. 152 “Norme in materia ambientale”, che delega alle Regioni la disciplina delle acque meteoriche di dilavamento e delle acque di prima pioggia ai fini della prevenzione di rischi idraulici e ambientali;
- D.lgs. 16 gennaio 2008 n. 4, Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152;
- L.R. 26/03, con cui la Regione Lombardia ha riorganizzato le norme in materia di tutela e gestione delle acque;
- Regolamento Regionale 4/06, “Disciplina dello smaltimento delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne, in attuazione dell’articolo 52, comma 1, lettera a) della Legge Regionale 12 dicembre 2003, n. 26”.

Trattandosi di linea ferroviaria non si effettua la separazione ed il trattamento delle acque di prima pioggia.

| | | | | | | |
|---|--|-------------------------|-------------|---------------------|---------------------------|-----------|
|  | POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA. TRATTA RHO-GALLARATE. QUADRUPPLICAMENTO RHO-PARBIAGO E RACCORDO Y. PROGETTO DEFINITIVO – TRATTA RHO-GALLARATE | | | | | |
| | Relazione di dimensionamento idraulico drenaggio di piattaforma – Quadruplicamento RHO e raccordo ad Y | COMMESSA MDL1 | LOTTO 32 | CODIFICA D 26 RI | DOCUMENTO ID 00 02 001 | REV. B |

2 SMALTIMENTO DELLE ACQUE DI PIATTAFORMA

2.1 Descrizione del sistema di drenaggio

Le tipologie costruttive previste per la rete di drenaggio a servizio del tratto di ferrovia “Rho-Gallarate” si distinguono in base alle opere previste per il collettamento delle acque pertinenti alle porzioni centrali e laterali della piattaforma ferroviaria, così come definite dalle inclinazioni delle superfici del sub-ballast. A seconda dei casi, il drenaggio della sede ferroviaria è effettuato con un numero di canalette rettangolari variabile da uno a quattro. I manufatti impiegati presentano dimensioni B x H = 0.4 x 0.7 m (nel seguito indicata come “tipo 1”), B x H = 0.5 x 0.8 m (“tipo 2”) e B x H = 0.5 x 0.7 m (“tipo 3”). È previsto che tali canalette scarichino nei fossi di guardia disperdenti posti esternamente a protezione della sede ferroviaria, oppure nel canale secondario Villorresi, come meglio descritto nel successivo paragrafo 2.4.

Il drenaggio delle acque di dilavamento pertinenti alle porzioni esterne della sede ferroviaria è invece deputato a canalette rettangolari di dimensioni più ridotte B x H = 0.5 x 0.15, che scaricano a mezzo di embrici, disposti con idoneo interasse, nei fossi esterni. Nelle zone in cui tali fossi non sono previsti, vengono impiegate canalette analoghe a quelle illustrate in precedenza e lo scarico avviene con le medesime tipologie esaminate per il drenaggio dell’area centrale della piattaforma ferroviaria.

Laddove necessario, al di sotto dei fossi si è realizzata, per una determinata lunghezza, una trincea drenante, allo scopo di incrementare la capacità di infiltrazione del manufatto. L’immissione puntuale nei fossi drenanti è prevista avvenire a valle di un collettore forato adagiato sul fondo del fosso, con la funzione di favorire la distribuzione della portata nella direzione longitudinale.

2.2 Idrologia

La curva di possibilità pluviometrica adottata per il dimensionamento dei manufatti destinati alla raccolta e all’allontanamento delle acque di piattaforma fa riferimento ad un periodo di ritorno $T = 100$ anni. L’analisi idrologica è stata condotta sulla base dei risultati di alcuni studi, mirati all’elaborazione statistica dei dati idrologici disponibili, condotti con diversi approcci metodologici. Con riferimento all’intero territorio padano gli studi considerati sono stati il “Rapporto sulla valutazione delle piene per l’Italia nord occidentale”, svolto dal CNR-GNDICI (Brath e Rosso 1994) ed il “Piano stralcio per l’Assetto Idrogeologico del fiume Po”, redatto all’Autorità di Bacino del fiume Po (2001, 2003). Per quanto riguarda l’area comunale milanese, di particolare interesse sono risultati gli studi: “Il regime delle piogge intense a Milano” di Moisello (1976) e “Modello regionale per la stima delle piogge di breve durata ed elevato tempo

di ritorno” (Maione et al. 2000), in quanto basati su registrazioni pluviometriche relative anche a precipitazioni di breve durata.

Il confronto tra le altezze di pioggia ricavabili da ciascuno degli studi citati ha mostrato che i risultati presentano scostamenti sempre contenuti entro un campo di variazione modesto, nonostante gli studi siano stati condotti su basi statistiche differenti, con dati di diversa provenienza, ed elaborati con metodologie differenti. Anche dal confronto tra elaborazioni condotte su dati relativi a precipitazioni di diversa durata (superiori ed inferiori a 1 ora) non sono stati ottenuti scostamenti evidenti. La principale variazione del regime pluviometrico è risultata essere conseguente alla naturale variazione spaziale dei fenomeni meteorici che risultano essere più intensi nella zona a Nord rispetto a quella a Sud.

Tali osservazioni hanno consigliato di utilizzare le curve segnalatrici di possibilità pluviometrica monomie ricavate dalla mappatura del PAI (del tipo $h = a t^n$) per la zona di Gallarate, e di considerarle valide per l'intera tratta ferroviaria.

I coefficienti che definiscono le LPP sono riportati nella Tabella 1, con riferimento a diversi periodi di ritorno, mentre nella Figura 1 se ne fornisce una rappresentazione grafica, con riferimento ai periodi di ritorno di interesse della presente relazione.

Tabella 1 - Parametri della legge di possibilità pluviometrica

| T (anni) | 20 | 25 | 50 | 100 | 200 |
|------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| a (mm/h ⁿ) | 65.35 | 67.43 | 73.67 | 79.64 | 85.36 |
| n (-) | 0.22 | 0.22 | 0.22 | 0.22 | 0.22 |

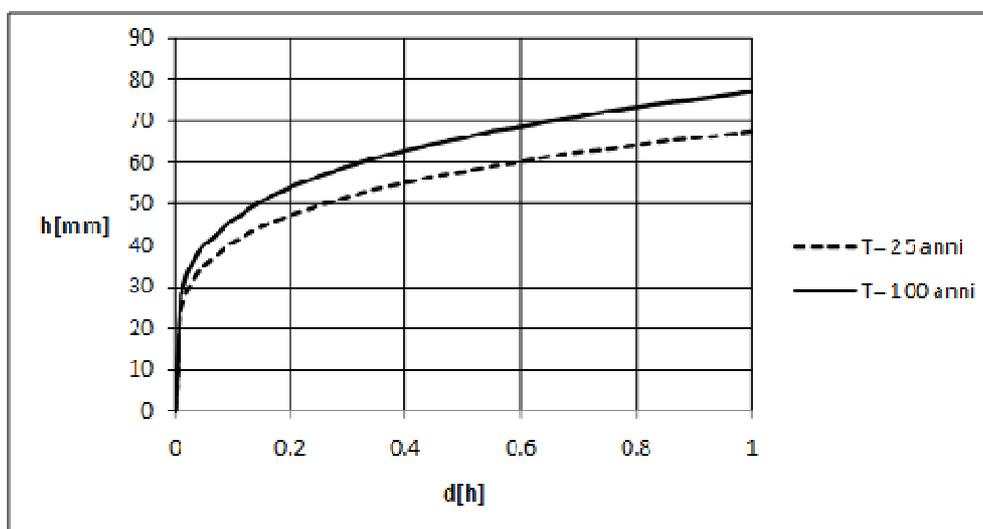


Figura 2.1 - Curve di possibilità pluviometrica

| | | | | | | |
|---|--|-------------------------|-------------|---------------------|---------------------------|-----------|
|  | POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA. TRATTA RHO-GALLARATE. QUADRUPPLICAMENTO RHO-PARBIAGO E RACCORDO Y. PROGETTO DEFINITIVO – TRATTA RHO-GALLARATE | | | | | |
| | Relazione di dimensionamento idraulico drenaggio di piattaforma – Quadruplicamento RHO e raccordo ad Y | COMMESSA MDL1 | LOTTO 32 | CODIFICA D 26 RI | DOCUMENTO ID 00 02 001 | REV. B |

2.3 Dimensionamento della rete di raccolta e di collettamento

Per il dimensionamento dei manufatti deputati alla raccolta ed al convogliamento delle acque pertinenti alla piattaforma ferroviaria si è fatto riferimento al metodo della corrivazione. Come è ben noto, secondo tale metodo il massimo valore di portata Q_T che, per un assegnato valore del periodo di ritorno T , perviene alla sezione di chiusura di un bacino è espresso da:

$$Q_T = j_T(t_c) \phi A \quad (1)$$

in cui si è indicato con ϕ il coefficiente di afflusso, assunto pari a 0,9, con A la superficie colante, $j_T(t_c)$ il valore dell'intensità di pioggia (j) di durata pari al tempo di corrivazione t_c e corrispondente al periodo di ritorno T . Il dimensionamento dei manufatti di raccolta e collettamento è stato condotto con riferimento ad un periodo di ritorno pari a $T=100$ anni, pertanto i parametri della legge di possibilità pluviometrica sono:

$$a = 79,64 \text{ mm/h}^n \quad n = 0,22 \quad (2)$$

Il tempo di corrivazione è stato stimato facendo riferimento all'espressione suggerita dal Civil Engineering Department dell'Università di Maryland (1971) (Da Deppo e Datei, Le opere Idrauliche nelle costruzioni stradali, Bios, 1994):

$$\text{Errore. Non si possono creare oggetti dalla modifica di codici di campo.} \quad (3)$$

in cui si è indicato con:

t_c tempo di corrivazione (s);

L lunghezza della superficie scolante (m);

K_s coefficiente di Gauckler-Strickler, assunto pari a $66 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$;

j intensità di pioggia (m/h);

a, n parametri della legge di pioggia;

S pendenza media della superficie colante (assunta pari a 0.03).

Nella stima del tempo di corrivazione si è tuttavia imposto che il suo valore sia non inferiore a 5 *minuti*, ipotesi giustificabile tenendo conto del tempo che le particelle idriche impiegano per l'ingresso nella rete di drenaggio.

L'ubicazione planimetrica degli scarichi è stata condotta assicurando un grado di riempimento nei manufatti, in condizioni di moto uniforme, inferiore a 0,7. Le verifiche idrauliche sono state condotte applicando la formula di Gauckler-Stricker:

$$Q = K_s \sigma R^{2/3} i^{1/2} \quad (4)$$

in cui si è indicato con

Q la portata (m^3/s),

K_s il coefficiente di Gauckler-Stricker ($m^{1/3}/s$),

i la pendenza della canaletta (m/m),

σ la sezione idrica (m^2),

R il raggio idraulico pari al rapporto tra sezione idrica e perimetro bagnato (m).

Nella figura che segue si riportano le scale di deflusso specifiche relative alle tre tipologie di manufatti considerati (canalette rettangolari tipo 1, $B \times H = 0.4 \text{ m} \times 0.7 \text{ m}$, tipo 2, $B \times H = 0.5 \text{ m} \times 0.8 \text{ m}$ e tipo 3, $B \times H = 0.5 \text{ m} \times 0.7 \text{ m}$).

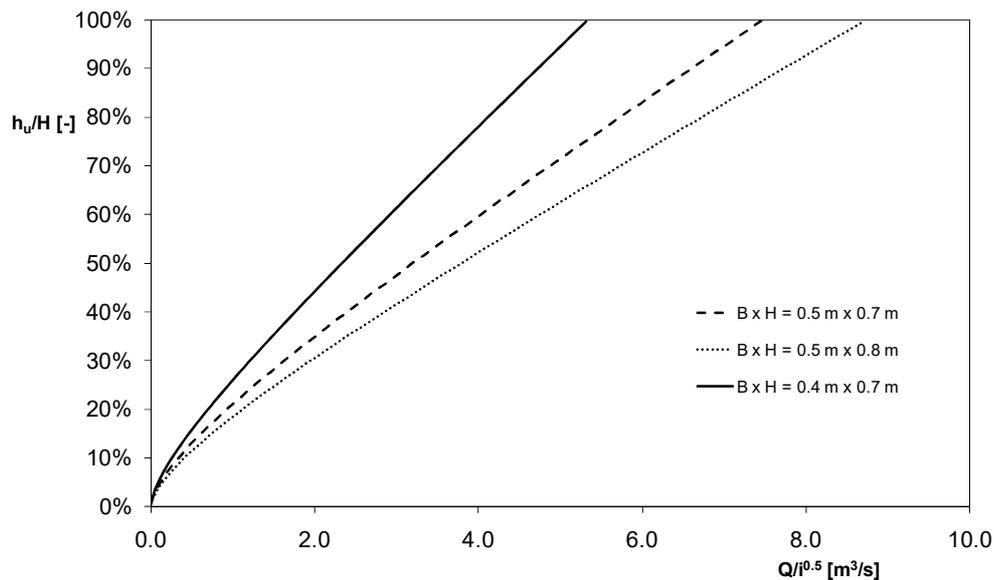


Figura 2.2 - Scale di deflusso specifiche delle canalette

Per la verifica del corretto dimensionamento delle canalette previste nel progetto della rete di drenaggio si è fatto ricorso ai diagrammi di seguito riportati, che, al variare della larghezza della piattaforma indicano, per ciascuna tipologia di sezione, la lunghezza di autosufficienza L^* della

canaletta (definita come quella che può essere drenata con un grado di riempimento pari al 70%) in corrispondenza delle pendenze che caratterizzano l'altimetria del tracciato ferroviario.

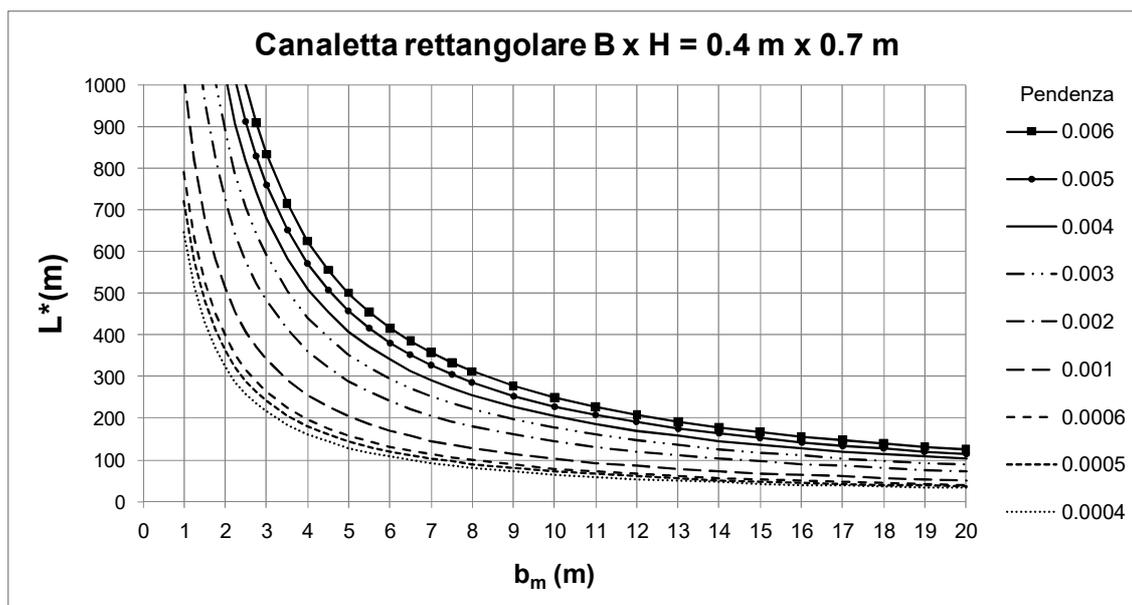


Figura 2.3 - Curve di autosufficienza delle canalette tipo 1: B x H = 0,4 m x 0,7 m

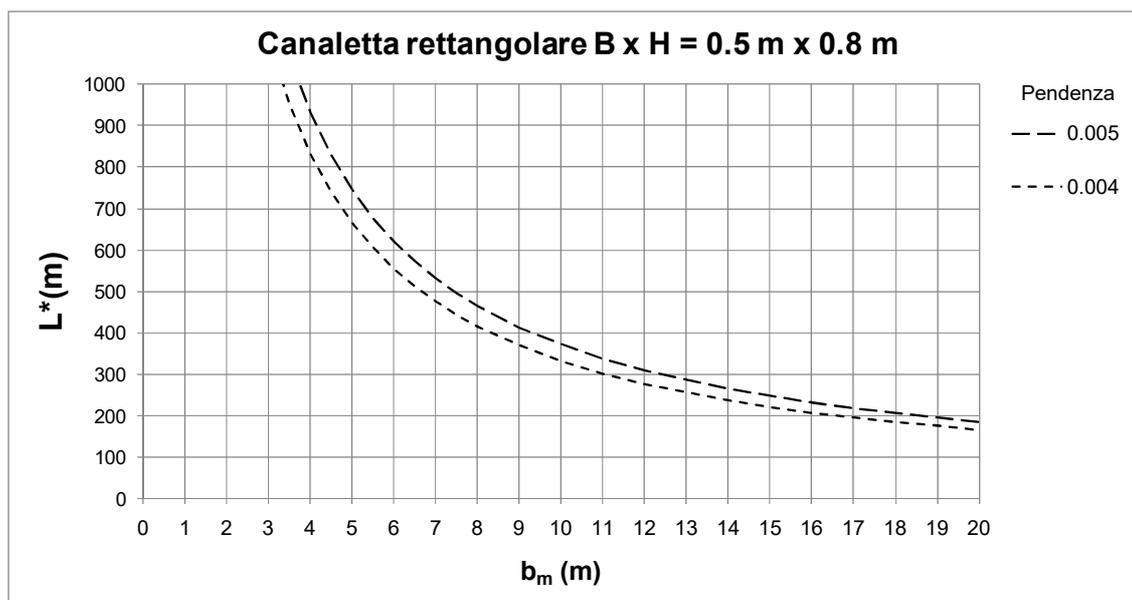
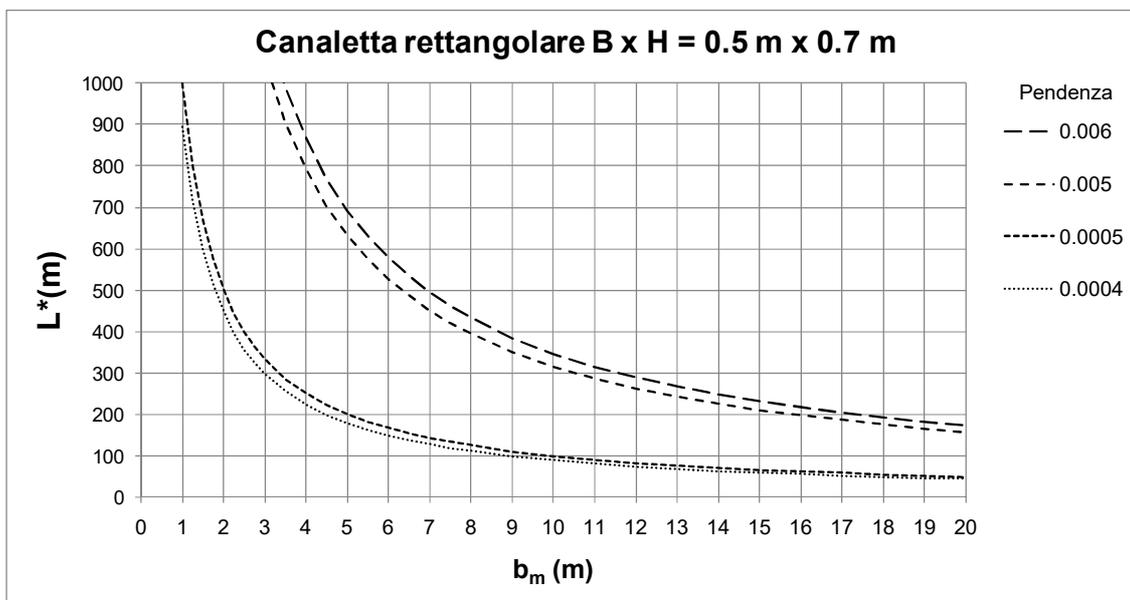
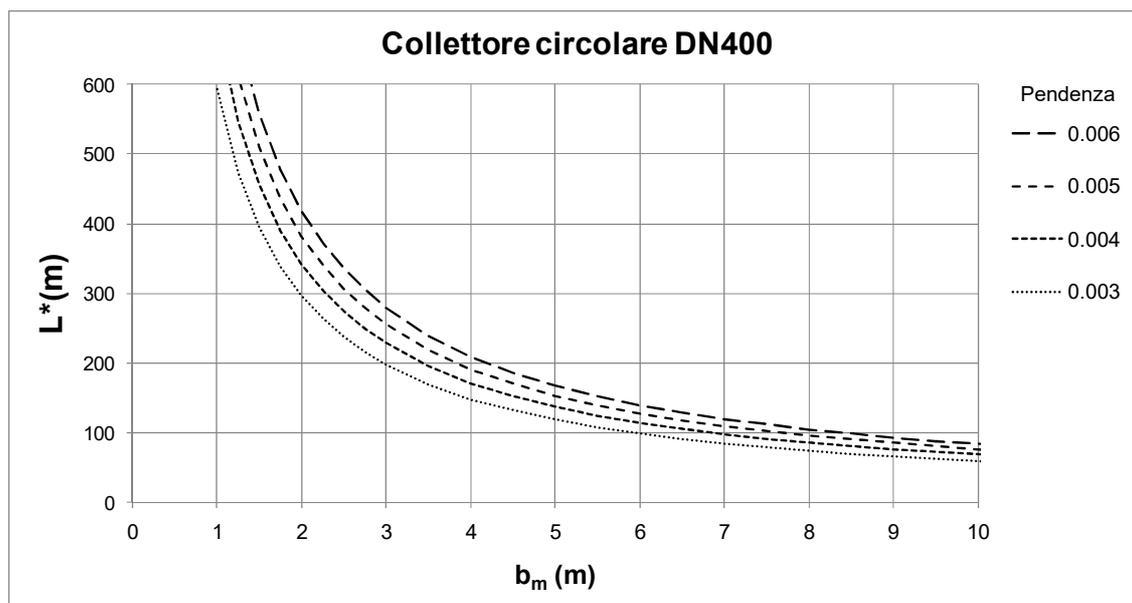


Figura 2.4 - Curve di autosufficienza delle canalette tipo 2: B x H = 0,5 m x 0,8 m



Si è proceduto in maniera analoga per la verifica del collettore a sezione circolare interrato presente tra i picchetti 19 e 25 (con scarichi intermedi nei fossi di guardia posti in destra) e tra i picchetti 31 e 33.



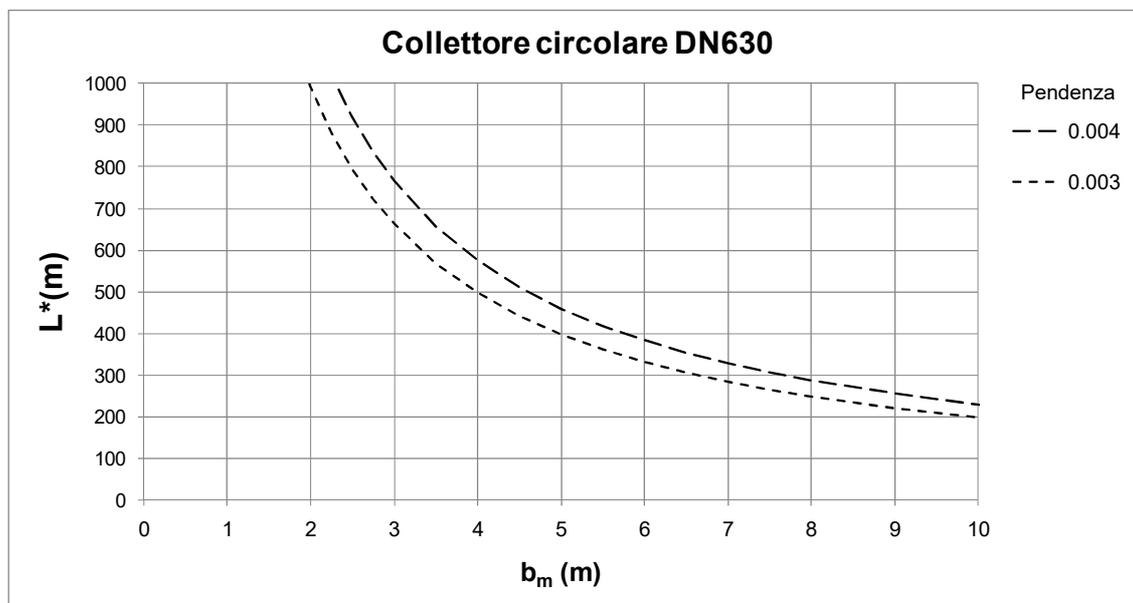


Figura 2.7 - Curve di autosufficienza dei collettori circolari: DN 630 mm

Le verifiche effettuate mostrano che è sempre garantito un grado di riempimento al più pari al 70%.

Gli scarichi dalle canalette sono previsti a mezzo di collettori circolari in PVC di dimensione variabile in dipendenza dalla portata scaricata e dalla pendenza. Nelle figure che seguono si riportano le relative scale di deflusso specifiche, nonché il massimo valore di portata che può defluire con un grado di riempimento pari a 70% in funzione della pendenza. Le elaborazioni sono state condotte con riferimento alle condizioni di moto uniforme (formula di Gauckler e Strickler) assumendo $K_s = 66 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$.

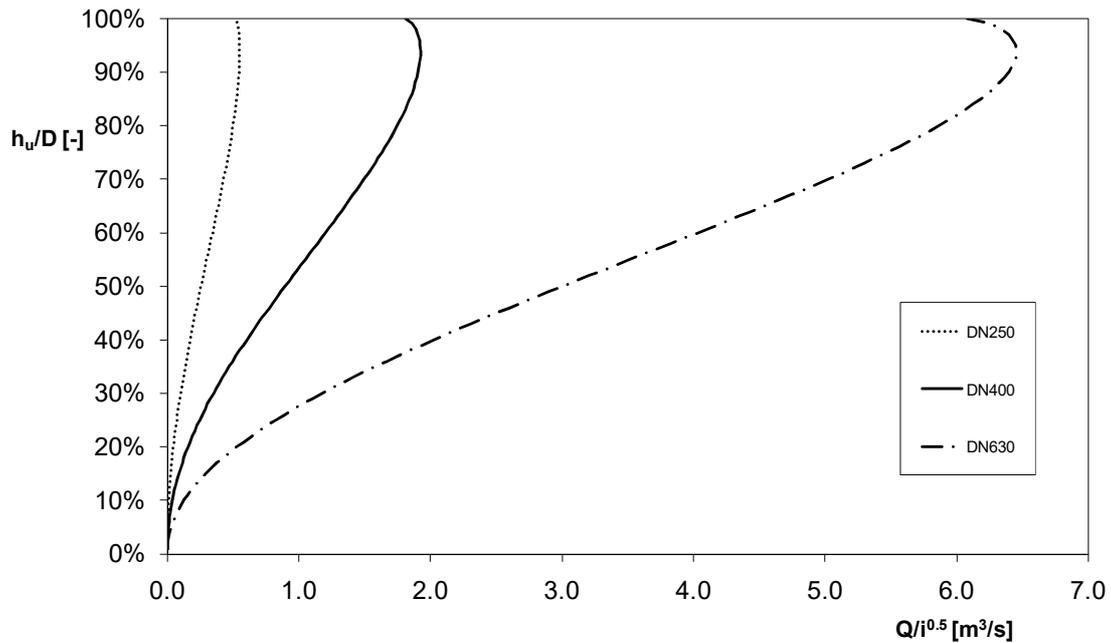


Figura 2.8 - Scale di deflusso specifiche collettori di scarico

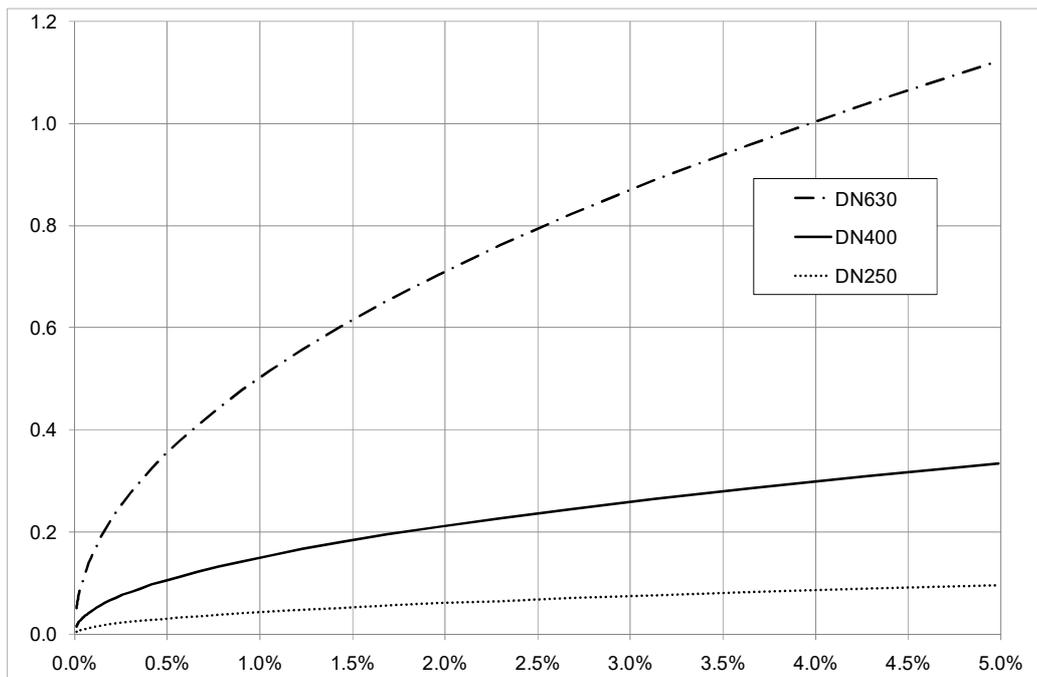


Figura 2.9 - Valore massimo di portata con un grado di riempimento pari al 70%

Come già descritto, per i tratti di linea ferroviaria per i quali in affiancamento è presente il fosso di guardia, le acque vengono dapprima convogliate in una canaletta rettangolare e poi indirizzate, a mezzo di embrici, nel fosso di guardia. La posizione degli scarichi (embrici) da tale canaletta è stata determinata attraverso la lunghezza massima di autosufficienza del manufatto di raccolta. Le elaborazioni sono state condotte con riferimento al metodo della corrivazione ($T=100$ anni) ed alle condizioni di moto uniforme ($K_s=66$ $m^{1/3}/s$). Nella figura che segue si riporta la lunghezza massima di autosufficienza per tre differenti valori della larghezza di piattaforma ferroviaria gravante sul manufatto. L'interrasse degli scarichi è stato comunque assunto pari a 15 m.

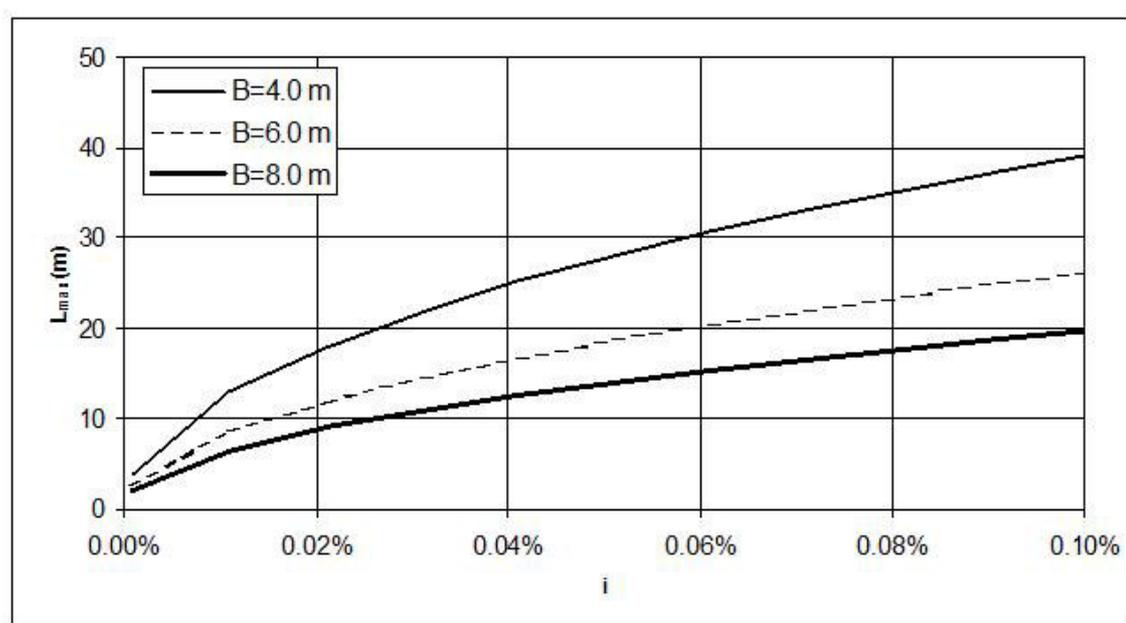


Figura 2.10 - Distanza minima degli embrici per lo scarico nei fossi di guardia

| | | | | | | |
|---|--|-------------------------|-------------|---------------------|---------------------------|-----------|
|  | POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA. TRATTA RHO-GALLARATE. QUADRUPPLICAMENTO RHO-PARBIAGO E RACCORDO Y. PROGETTO DEFINITIVO – TRATTA RHO-GALLARATE | | | | | |
| | Relazione di dimensionamento idraulico drenaggio di piattaforma – Quadruplicamento RHO e raccordo ad Y | COMMESSA MDL1 | LOTTO 32 | CODIFICA D 26 RI | DOCUMENTO ID 00 02 001 | REV. B |

2.4 Fossi di guardia disperdenti

2.4.1 Criteri di dimensionamento: metodo delle sole piogge

Il dimensionamento dei fossi di guardia disperdenti si basa sui classici criteri dei bacini di laminazione, in quanto essi svolgeranno la funzione di invaso delle acque meteoriche con recapito per infiltrazione. Il problema è quindi quello di determinare il massimo volume che il generico fosso deve avere, in funzione della portata massima in uscita, in modo che possa così contenere il più critico evento meteorico di assegnato tempo di ritorno. Date le condizioni morfologiche dell'ambito di studio e le caratteristiche planoaltimetriche del tracciato ferroviario, che in alcuni casi richiedono di realizzare fossi al di sopra del piano campagna, è opportuno impiegare un metodo sufficientemente cautelativo, per tenere conto sia del reale funzionamento del sistema, sia della possibile riduzione di efficienza del sistema nel tempo.

Per la determinazione del volume massimo da invadere nelle circostanze appena descritte si è utilizzato il cosiddetto metodo delle sole piogge.

Il volume da invadere V_i , ad un certo tempo θ , è dato dalla differenza tra volume entrante V_e e volume uscente V_u :

$$V_i = V_e - V_u \quad (5)$$

Il volume entrante V_e è determinato dall'afflusso meteorico h (altezza di precipitazione) su di una superficie S , caratterizzata da un coefficiente di deflusso φ , in un certo tempo di pioggia θ :

$$V_e = \varphi S h(\theta) = \varphi S a \theta^n \quad (6)$$

mentre il volume uscente V_u , nell'ipotesi di portata uscente Q_u costante, è dato da:

$$V_u = Q_u \theta \quad (7)$$

Pertanto il volume da invadere nel caso di un evento meteorico di durata θ risulta:

$$V_i = \varphi S a \theta^n - Q_u \theta \quad (8)$$

V_i , pertanto, assumerà il suo valore massimo per un evento di precipitazione di durata θ_p pari a:

$$\theta_p = \left(\frac{Q_u}{\varphi S a n} \right)^{\frac{1}{n-1}} \quad (9)$$

| | | | | | | |
|---|--|-------------------------|-------------|---------------------|---------------------------|-----------|
|  | POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA. TRATTA RHO-GALLARATE. QUADRUPPLICAMENTO RHO-PARBIAGO E RACCORDO Y. PROGETTO DEFINITIVO – TRATTA RHO-GALLARATE | | | | | |
| | Relazione di dimensionamento idraulico drenaggio di piattaforma – Quadruplicamento RHO e raccordo ad Y | COMMESSA MDL1 | LOTTO 32 | CODIFICA D 26 RI | DOCUMENTO ID 00 02 001 | REV. B |

da cui:

$$V_{i,\max} = \varphi Sa \left(\frac{Q_u}{\varphi San} \right)^{\frac{n}{n-1}} - Q_u \left(\frac{Q_u}{\varphi San} \right)^{\frac{1}{n-1}} \quad (10)$$

2.4.2 Valutazione della portata di infiltrazione

La portata di infiltrazione può essere stimata in prima approssimazione con la legge di Darcy:

$$Q_u = k A i \quad (11)$$

dove

- Q_u portata di infiltrazione in m^3/s ,
- k coefficiente di permeabilità del suolo (conducibilità idraulica) in m/s ,
- A superficie di infiltrazione in m^2 ,
- i cadente piezometrica in m/m .

La cadente piezometrica i può essere posta pari a 1 qualora la superficie della falda sia convenientemente al di sotto del fondo disperdente.

Per la valutazione della portata in uscita si è ipotizzato che la filtrazione avvenga attraverso le pareti laterali ed il fondo del fosso medesimo. La portata in uscita è stata pertanto valutata moltiplicando la velocità di filtrazione per la superficie (fondo + laterale) bagnata dal liquido. La velocità di filtrazione, a sua volta, è stata calcolata, assumendo un valore unitario della cadente piezometrica. Il coefficiente di filtrazione è stato assunto pari a $7,55 \times 10^{-5} m/s$. Valore ricavato mediante prova Lefranc eseguita nel giungo 2017, Figura 2.11.

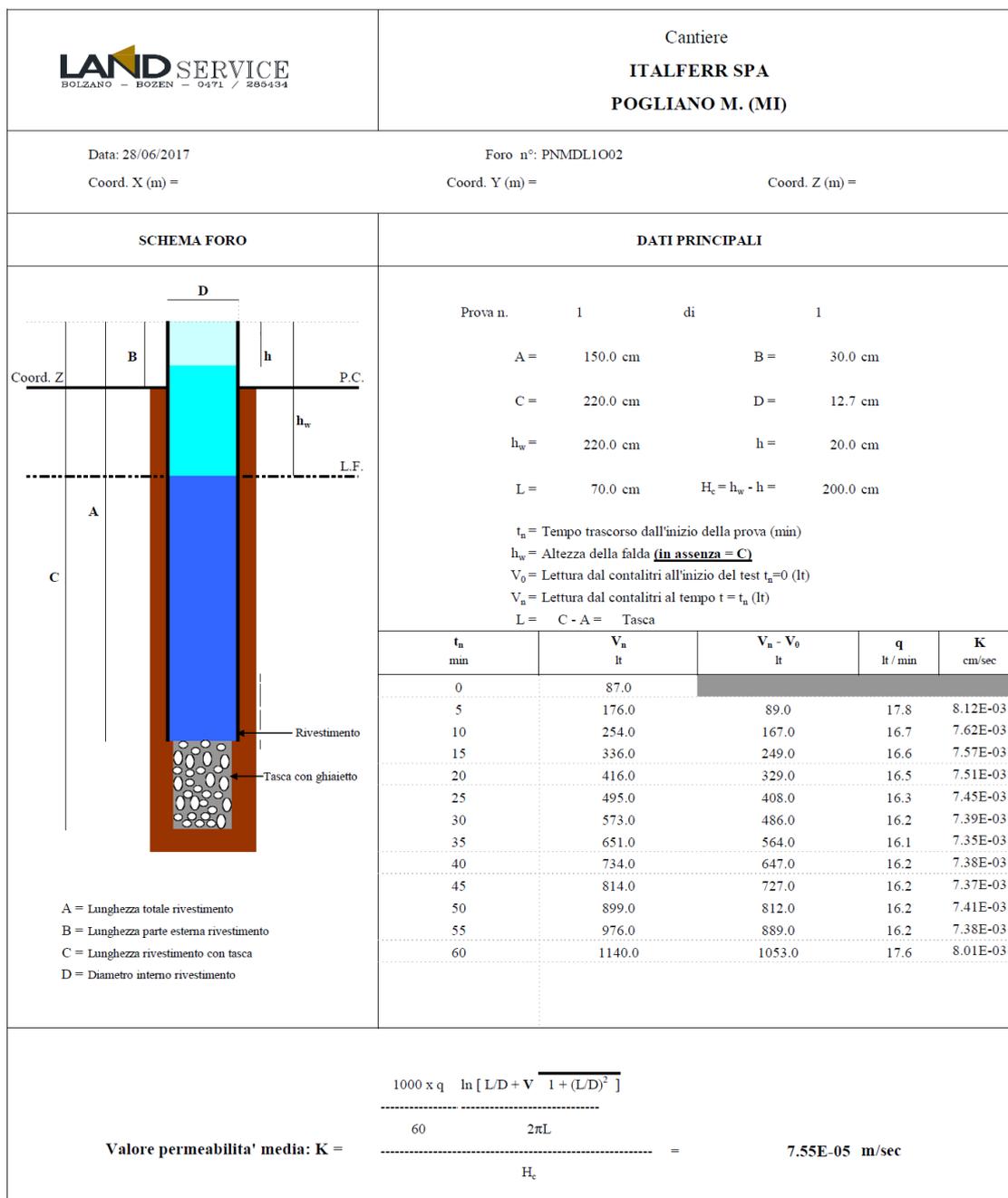


Figura 2.11 - Prova Lefranc

2.4.3 Descrizione del sistema adottato

Il progetto prevede, in fregio ad alcuni tratti della linea ferroviaria, la presenza di fossi di guardia disperdenti, di sezione trapezia con base minore variabile, altezza variabile ed inclinazione delle sponde pari a 1/1 (45°).

| | | | | | | |
|---|--|-------------------------|-------------|---------------------|---------------------------|-----------|
|  | POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA. TRATTA RHO-GALLARATE. QUADRUPPLICAMENTO RHO-PARBIAGO E RACCORDO Y. PROGETTO DEFINITIVO – TRATTA RHO-GALLARATE | | | | | |
| | Relazione di dimensionamento idraulico drenaggio di piattaforma – Quadruplicamento RHO e raccordo ad Y | COMMESSA MDL1 | LOTTO 32 | CODIFICA D 26 RI | DOCUMENTO ID 00 02 001 | REV. B |

Il proporzionamento di tali manufatti è stato condotto applicando il metodo sopra descritto. Il modello prevede, per una fissata durata dell'evento piovoso, la scrittura dell'equazione di continuità con riferimento al volume di controllo costituito dal fosso:

$$\frac{dW}{dt} = q_{inp}(t) - q_{out}(t) \quad (12)$$

Dove con W si è indicato il volume invasato nel fosso e con $q_{inp}(t)$ e $q_{out}(t)$ le portate in ingresso ed in uscita dal fosso medesimo.

La portata in ingresso è calcolata applicando il metodo della corrivazione ed è variabile al variare della durata di pioggia. Il coefficiente di afflusso φ è stato posto pari a 1 e il periodo di ritorno è stato fissato pari a 100 anni². In ragione della possibilità, nelle successive fasi progettuali, di revisione dell'assetto del corpo stradale ferroviario ai fini dell'ottimizzazione dello smaltimento delle acque meteoriche, l'area del bacino scolante è stata cautelativamente determinata considerando che tutta la semipiattaforma (in alcuni casi anche tutta la piattaforma, in funzione della geometria della rete di collettamento) contribuisca al ruscellamento delle acque meteoriche, indipendentemente dalla disposizione delle falde del sub-ballast o dello strato supercompattato.

Per la valutazione della portata in uscita si è ipotizzato che la filtrazione avvenga attraverso il fondo del fosso medesimo (sono state escluse le pareti laterali a favore di sicurezza). La portata in uscita è stata pertanto valutata moltiplicando la velocità di filtrazione per la superficie del fondo dell'intero sviluppo longitudinale del fosso.

È stato previsto un cassonetto drenante, sottoposto al fosso, di larghezza b_t uguale alla base minore del trapezio, altezza pari a $h_t = 1.00$ m e lunghezza pari all'intera lunghezza del fosso o della trincea drenante. Tale cassonetto è costituito da ciottoli di pietrame duro di pezzatura 2÷5 cm e all'interfaccia con il suolo circostante viene posto un geotessuto con funzione di filtro idraulico nei confronti della frazione fina del suolo stesso. A favore di sicurezza non è stato calcolato il contributo del cassonetto drenante per la determinazione del volume utile del sistema. Il tirante idrico h è definito a partire dal fondo del fosso. Pertanto, al variare della durata dell'evento piovoso, è stato determinato il massimo volume invasabile, alle differenze finite, e quindi il massimo valore del tirante all'interno del fosso e/o della trincea.

Alla progressiva 0+830 e alla progressiva 3+300 circa è necessario scaricare le acque dilavanti la piattaforma ferroviaria direttamente nel canale secondario Villoresi, mediante laminazione e

² La portata in ingresso al sistema dei fossi disperdenti dovrebbe essere pari alla portata convogliabile dalla rete di collettamento, tuttavia, a favore di sicurezza, conviene considerare che l'afflusso sia generato dal ruscellamento sull'intera superficie scolante; sempre a favore di sicurezza, la presenza di sub-ballast, o anche solo di supercompattato, porta a considerare tale superficie come completamente impermeabile.

| | | | | | | |
|---|--|-------------------------|-------------|---------------------|---------------------------|-----------|
|  | POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA. TRATTA RHO-GALLARATE. QUADRUPPLICAMENTO RHO-PARBIAGO E RACCORDO Y. PROGETTO DEFINITIVO – TRATTA RHO-GALLARATE | | | | | |
| | Relazione di dimensionamento idraulico drenaggio di piattaforma – Quadruplicamento RHO e raccordo ad Y | COMMESSA MDL1 | LOTTO 32 | CODIFICA D 26 RI | DOCUMENTO ID 00 02 001 | REV. B |

scarico con bocca tarata, con il vincolo di 20 l/s ha , cioè, rispettivamente, 12 l/s e 16 l/s . Il dimensionamento dei manufatti di invaso, costituiti da collettori scatolari a pendenza nulla, esterni alla sede, si basa sempre sull'equazione di continuità (11), imponendo appunto che la portata in uscita sia al massimo pari al limite suddetto. L'organo di scarico è dimensionato in base alla formula dell'efflusso da una luce sotto battente:

$$Q_u = C_b A_b \sqrt{2gh} \quad (13)$$

dove:

- Q_u portata uscente dalla bocca sotto battente, in m^3/s ;
- C_b coefficiente di efflusso, pari a $0,55$;
- A_b area della luce di efflusso, in m^2 ;
- h altezza del battente idraulico, in m .

Nel caso in esame si otterrebbero luci di dimensioni molto ridotte (circa 10 cm di diametro), per cui si è ritenuto di adottare, al fine di evitare problemi di intasamento, una luce di dimensioni maggiori ($\phi 250 \text{ mm}$) regolabile con paratoia a galleggiante, come mostrato nell'elaborato di dettaglio MDL132D26BZID0002004A.

La seguente tabella riporta la sintesi del dimensionamento dei vari sistemi adottati per tratti di piattaforma idraulicamente autosufficienti.

Relazione di dimensionamento idraulico
drenaggio di piattaforma –
Quadruplicamento RHO e raccordo ad Y

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| MDL1 | 32 | D 26 RI | ID 00 02 001 | B | 21 di 49 |

| TRATTA da PK a PK | Lunghezza Ferroviaria di rif. | Larghezza sez. Ferroviaria di rif. | Bacino scolante | Superficie bacino a dispersione | larghezza fondo | Lunghezza bacino | Altezza utile bacino | Altezza Vasca | coeff permeabilità | Volume necessario | Volume totale Fosso | Coefficiente di sicurezza |
|-----------------------------|-------------------------------------|---|--------------------|---------------------------------------|--------------------|---------------------|----------------------------|------------------|-----------------------|----------------------|---------------------------|------------------------------|
| | Lungh | largh. | S | A | b | L | h | H | K | V | Vtot | F |
| | m | m | m ² | m ² | m | m | m | m | m/s | m ³ | m ³ | \ |
| Raccordo Y F24 | 415.00 | 10.00 | 4150.00 | 210.00 | 6.00 | 35.00 | 1.25 | / | 7.55E-05 | 259 | 317 | 1.22 |
| da pk 9195 a pk 9840 F19 | 650.00 | 10.00 | 6500.00 | 512.00 | 0.80 | 640.00 | 0.60 | / | 7.55E-05 | 441 | 538 | 1.22 |
| da pk 8984 a pk 9171 F18 | 235.00 | 12.00 | 2820.00 | 270.00 | 1.50 | 180.00 | 0.60 | / | 7.55E-05 | 181 | 227 | 1.25 |
| da pk 8938 a pk 8735 F17 | 241.00 | 12.00 | 2892.00 | 315.00 | 1.50 | 210.00 | 0.60 | / | 7.55E-05 | 179 | 265 | 1.48 |
| pk 8454 F23 | 228.00 | 13.50 | 3078.00 | 84.00 | 2.00 | 42.00 | 1.50 | / | 7.55E-05 | 217 | 221 | 1.01 |
| da pk 8271 a pk 7917 F16 | 241.00 | 13.50 | 3253.50 | 274.40 | 0.80 | 343.00 | 0.60 | / | 7.55E-05 | 216 | 288 | 1.33 |
| da pk 7693 a pk 7512 F15 | 372.00 | 13.50 | 5022.00 | 351.00 | 1.50 | 234.00 | 0.80 | / | 7.55E-05 | 325 | 431 | 1.33 |
| da pk 7460 a pk 7228 F14 | 235.00 | 13.50 | 3172.50 | 174.75 | 0.75 | 233.00 | 0.75 | / | 7.55E-05 | 223 | 262 | 1.17 |
| da pk 7197 a pk 7150 F14.1 | 50.00 | 13.50 | 675.00 | 37.50 | 0.75 | 50.00 | 0.75 | / | 7.55E-05 | 47 | 56 | 1.19 |
| da pk 6874 a pk 7049 F13 | 200.00 | 13.50 | 2700.00 | 175.00 | 1.00 | 175.00 | 0.75 | / | 7.55E-05 | 182 | 230 | 1.26 |
| da pk 7164 a pk 6900 F12.1 | 300.00 | 8.50 | 2550.00 | 168.00 | 0.60 | 280.00 | 0.60 | / | 7.55E-05 | 182 | 202 | 1.11 |
| da pk 6900 a pk 6300 F12 | 600.00 | 27.00 | 16200.00 | 576.00 | 1.00 | 576.00 | 1.20 | / | 7.55E-05 | 1131 | 1521 | 1.35 |
| da pk 6300a pk 6170 F11 | 145.00 | 27.00 | 3915.00 | 135.00 | 1.00 | 135.00 | 1.20 | / | 7.55E-05 | 276 | 356 | 1.29 |
| da pk 6030 a pk 5800 F10 | 376.00 | 27.00 | 10152.00 | 349.50 | 1.50 | 233.00 | 1.20 | / | 7.55E-05 | 715 | 755 | 1.06 |
| da pk 5800 a pk 5590 F10.1 | 212.00 | 27.00 | 5724.00 | 210.00 | 1.00 | 210.00 | 1.00 | / | 7.55E-05 | 417 | 420 | 1.01 |
| da pk 5572 a pk 5517 F10.2N | 89.00 | 13.50 | 1201.50 | 56.00 | 1.00 | 56.00 | 1.00 | / | 7.55E-05 | 82 | 112 | 1.37 |
| da pk 5500 a pk 5280 F9N | 215.00 | 13.50 | 2902.50 | 160.00 | 0.80 | 200.00 | 0.80 | / | 7.55E-05 | 201 | 256 | 1.28 |
| da pk 5500 a pk 5280 F9.1S | 248.00 | 13.50 | 3348.00 | 314.60 | 1.10 | 286.00 | 0.50 | / | 7.55E-05 | 227 | 229 | 1.01 |
| da pk 5275 a pk 5005 F9.2 | 250.00 | 27.00 | 6750.00 | 250.00 | 1.00 | 250.00 | 1.00 | / | 7.55E-05 | 490 | 500 | 1.02 |
| da pk 5005 a pk 4600 F9.3 | 410.00 | 27.00 | 11070.00 | 410.00 | 1.00 | 410.00 | 1.00 | / | 7.55E-05 | 804 | 820 | 1.02 |
| da pk 4600 a pk 4225 F9.4 | 350.00 | 27.00 | 9450.00 | 345.00 | 1.00 | 345.00 | 1.00 | / | 7.55E-05 | 689 | 690 | 1.00 |
| da pk 4221 a pk 4121 F8S | 170.00 | 13.50 | 2295.00 | 100.00 | 1.00 | 100.00 | 1.00 | / | 7.55E-05 | 159 | 200 | 1.26 |
| da pk 4205 a pk 4084 F8.1N | 170.00 | 13.50 | 2295.00 | 120.00 | 1.00 | 120.00 | 1.00 | / | 7.55E-05 | 151 | 240 | 1.59 |
| da pk 4120 a pk 3943 F7 | 170.00 | 27.00 | 4590.00 | 180.00 | 1.00 | 180.00 | 1.00 | / | 7.55E-05 | 328 | 360 | 1.10 |
| pk 3700 F6 | 200.00 | 27.00 | 5400.00 | 225.00 | 15.00 | 15.00 | 1.50 | / | 7.55E-05 | 338 | 371 | 1.10 |
| da pk 3700 a pk 3570 F5 | 100.00 | 27.00 | 2700.00 | 124.00 | 1.00 | 124.00 | 1.00 | / | 7.55E-05 | 185 | 248 | 1.34 |
| da pk 3580 a pk 3300 L20 | 300.00 | 27.00 | 8100.00 | 0.00 | 1.50 | 280.00 | / | 2.00 | 0.00E+00 | 647 | 840 | 1.30 |
| pk 3066 F20 | 300.00 | 27.00 | 8100.00 | 280.00 | 7.00 | 40.00 | / | 2.00 | 7.55E-05 | 535 | 560 | 1.05 |
| pk 2948 F20.1 | 125.00 | 27.00 | 3375.00 | 200.00 | 4.00 | 50.00 | / | 1.50 | 7.55E-05 | 215 | 275 | 1.28 |
| da pk 2700 a pk 2600 F20.2S | 213.00 | 27.00 | 5751.00 | 210.00 | 1.50 | 140.00 | 1.20 | / | 7.55E-05 | 398 | 454 | 1.14 |
| pk 2623 F20.2N | 100.00 | 13.50 | 1350.00 | 80.00 | 4.00 | 20.00 | / | 1.50 | 7.55E-05 | 86 | 120 | 1.40 |
| pk 2452 F20.3N | 160.00 | 13.50 | 2160.00 | 90.00 | 6.00 | 15.00 | / | 2.00 | 7.55E-05 | 135 | 180 | 1.33 |
| pk 2546 F20.3S | 160.00 | 13.50 | 2160.00 | 96.00 | 4.00 | 24.00 | / | 1.50 | 7.55E-05 | 133 | 144 | 1.08 |
| da pk 2345 a pk 2194 F22 | 155.00 | 27.00 | 4185.00 | 155.00 | 1.00 | 155.00 | 1.00 | / | 7.55E-05 | 304 | 310 | 1.02 |
| da pk 2161 a pk 2094 F21N | 143.00 | 13.50 | 1930.50 | 100.50 | 1.50 | 67.00 | 1.00 | / | 7.55E-05 | 127 | 168 | 1.32 |
| pk 2000 F21.1N | 133.00 | 13.50 | 1795.50 | 103.20 | 4.30 | 24.00 | 1.00 | / | 7.55E-05 | 115 | 127 | 1.10 |
| da pk 2169 a pk 2100 F21S | 211.00 | 13.50 | 2848.50 | 134.00 | 2.00 | 67.00 | 1.00 | / | 7.55E-05 | 193 | 201 | 1.04 |
| pk 2035 F21.1S | 50.00 | 27.00 | 1350.00 | 84.00 | 4.00 | 21.00 | / | 1.50 | 7.55E-05 | 85 | 126 | 1.49 |
| da pk 2013 a pk 1915 F21.2S | 100.00 | 13.50 | 1350.00 | 50.00 | 0.50 | 100.00 | 1.00 | / | 7.55E-05 | 98 | 150 | 1.53 |
| da pk 2017 a pk 1916 F21.2N | 100.00 | 13.50 | 1350.00 | 27.50 | 0.50 | 55.00 | 1.20 | / | 7.55E-05 | 110 | 112 | 1.02 |
| da pk 1907 a pk 1805 F21.3S | 100.00 | 13.50 | 1350.00 | 50.00 | 0.50 | 100.00 | 1.00 | / | 7.55E-05 | 98 | 150 | 1.53 |
| da pk 1916 a pk 1800 F21.3N | 100.00 | 13.50 | 1350.00 | 27.50 | 0.50 | 55.00 | 1.20 | / | 7.55E-05 | 110 | 112 | 1.02 |
| pk 1760 F21.4 | 55.00 | 27.00 | 1485.00 | 66.00 | 3.00 | 22.00 | 1.20 | / | 7.55E-05 | 97 | 111 | 1.14 |
| da pk 1730 a pk 1672 F21.5 | 50.00 | 27.00 | 1350.00 | 50.00 | 1.00 | 50.00 | 1.00 | / | 7.55E-05 | 98 | 100 | 1.02 |
| da pk 1525 a pk 1668 F21.6 | 169.00 | 27.00 | 4563.00 | 141.00 | 1.00 | 141.00 | 1.20 | / | 7.55E-05 | 331 | 372 | 1.12 |
| da pk 1524 a pk 1358 F21.7N | 169.00 | 13.50 | 2281.50 | 81.00 | 0.50 | 162.00 | 1.00 | / | 7.55E-05 | 168 | 243 | 1.45 |
| da pk 1536 a pk 1367 F21.7S | 169.00 | 13.50 | 2281.50 | 46.50 | 0.50 | 93.00 | 1.20 | / | 7.55E-05 | 186 | 190 | 1.02 |
| da pk 1343 a pk 1207 F4 | 157.00 | 27.00 | 4239.00 | 300.00 | 3.00 | 100.00 | 1.00 | / | 7.55E-05 | 256 | 400 | 1.56 |
| da pk 1294 a pk 1167 F3 | 200.00 | 13.50 | 2700.00 | 126.00 | 1.00 | 126.00 | 1.00 | / | 7.55E-05 | 184 | 252 | 1.37 |
| da pk 1201 a pk 1044 F2 | 177.00 | 13.50 | 2389.50 | 78.50 | 0.50 | 157.00 | 1.00 | / | 7.55E-05 | 180 | 236 | 1.31 |
| da pk 700 pk 600 F2S | 100.00 | 13.50 | 1350.00 | 95.00 | 1.00 | 95.00 | 1.00 | / | 7.55E-05 | 82 | 190 | 2.32 |
| da pk 600 pk 430 F1S | 185.00 | 22.00 | 4070.00 | 167.00 | 1.00 | 167.00 | 1.00 | / | 7.55E-05 | 287 | 334 | 1.16 |
| da pk 804 pk 584 F1N | 236.00 | 18.00 | 4248.00 | 214.00 | 1.00 | 214.00 | 1.00 | / | 7.55E-05 | 283 | 428 | 1.51 |
| pk 400 F1.1S | 140.00 | 13.50 | 1890.00 | 84.00 | 4.00 | 21.00 | 1.50 | / | 7.55E-05 | 116 | 126 | 1.08 |

Tabella 2 - Dimensionamento dei fossi disperdenti, trincee drenanti e bacini di laminazione

I fossi, oltre a disperdere la portata in arrivo devono essere in grado di laminarla. Il volume dei fossi disperdenti è stato calcolato come sopra descritto con il metodo delle sole piogge, descritto al paragrafo 2.4.1.

La portata in arrivo è legata al tempo di pioggia e quindi decrescente nel tempo. L'integrale nel tempo della portata (curva blu nel grafico seguente) rappresenta il volume in ingresso Vin alla

vasca corrispondente ad un certo tempo di pioggia e presenta un andamento sempre crescente in modo sub lineare.

La portata uscente, ipotizzando un tirante h costante nel fosso pari al tirante massimo ammesso, è costante nel tempo quindi il suo integrale (curva rossa nel grafico seguente) che rappresenta il volume uscente V_{out} , ha un andamento linearmente crescente nel tempo.

La differenza tra le due curve (curva verde nel grafico seguente), rappresenta il volume di laminazione al tempo t , V_{netto} .

Il massimo valore raggiunto rappresenta il minimo volume da assegnare alla vasca disperdente.

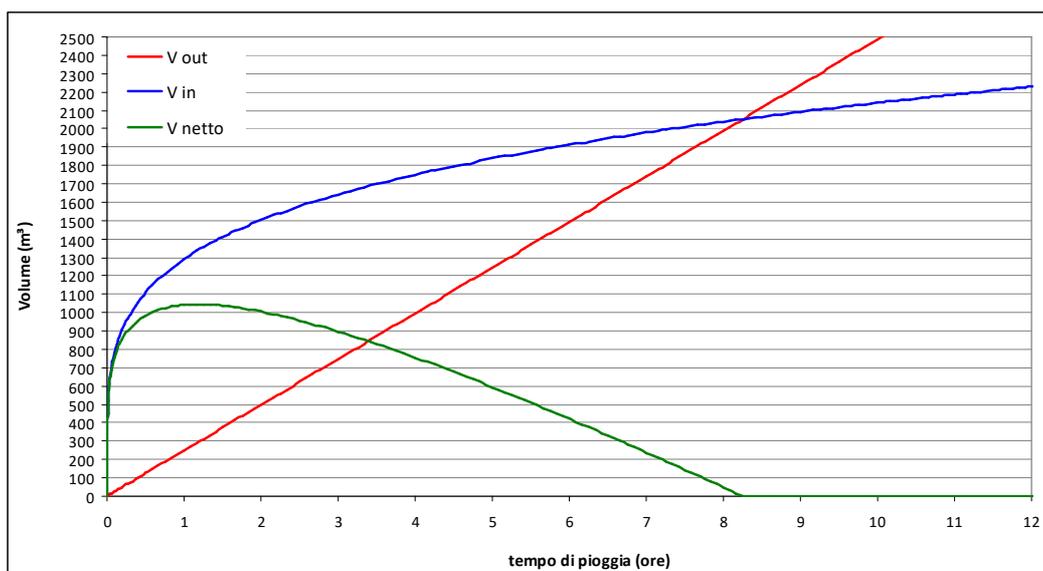


Figura 2.12 - Esempio: Curve dei volumi V_{out} , V_{in} e V_{netto}

Di seguito si riportano i grafici per ogni fosso drenante, bacino di laminazione o trincea dimensionati e riportati Tabella 2.

Relazione di dimensionamento idraulico
 drenaggio di piattaforma –
 Quadruplicamento RHO e raccordo ad Y

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| MDL1 | 32 | D 26 RI | ID 00 02 001 | B | 23 di 49 |

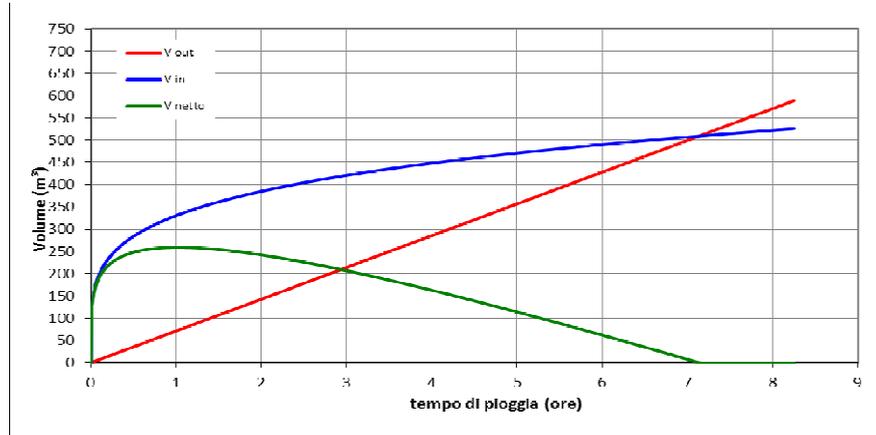


Figura 2.13 - Raccordo Y F24

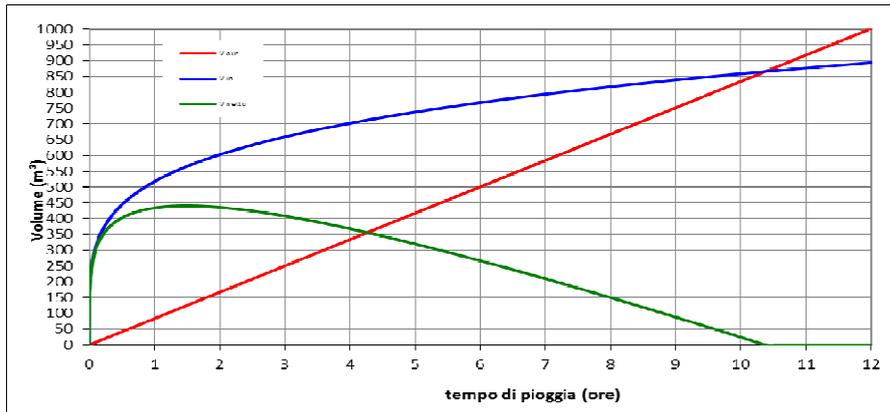


Figura 2.14 - da pk 9195 a pk 9840 F19

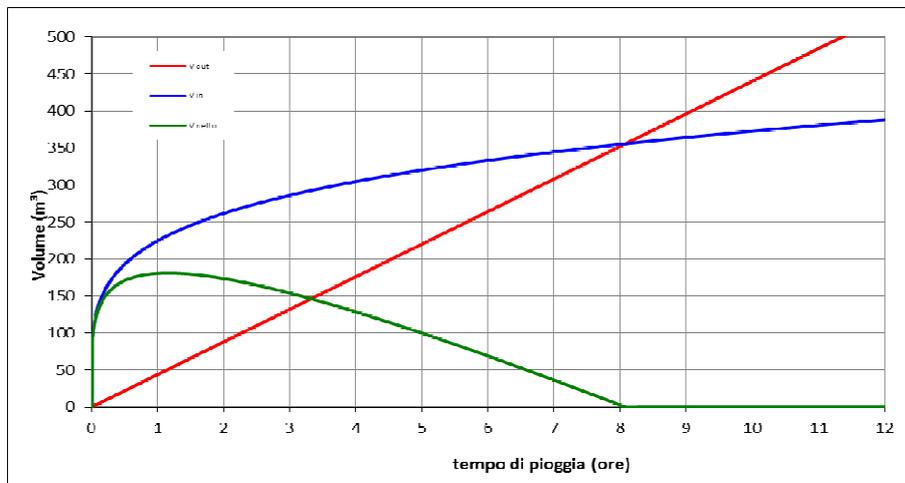


Figura 2.15 - da pk 8984 a pk 9171 F18

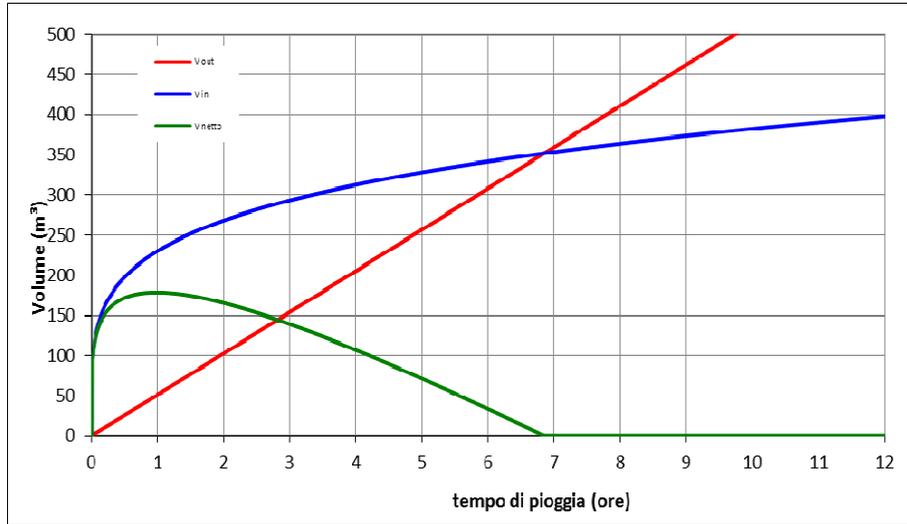


Figura 2.16 - da pk 8938 a pk 8735 F17

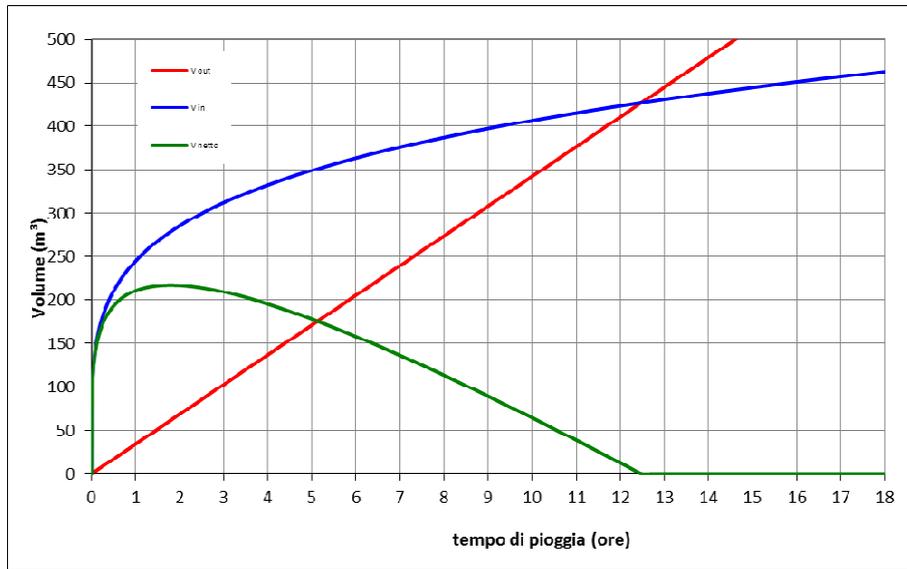


Figura 2.17 - pk 8454 F23

Relazione di dimensionamento idraulico
 drenaggio di piattaforma –
 Quadruplicamento RHO e raccordo ad Y

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| MDL1 | 32 | D 26 RI | ID 00 02 001 | B | 25 di 49 |

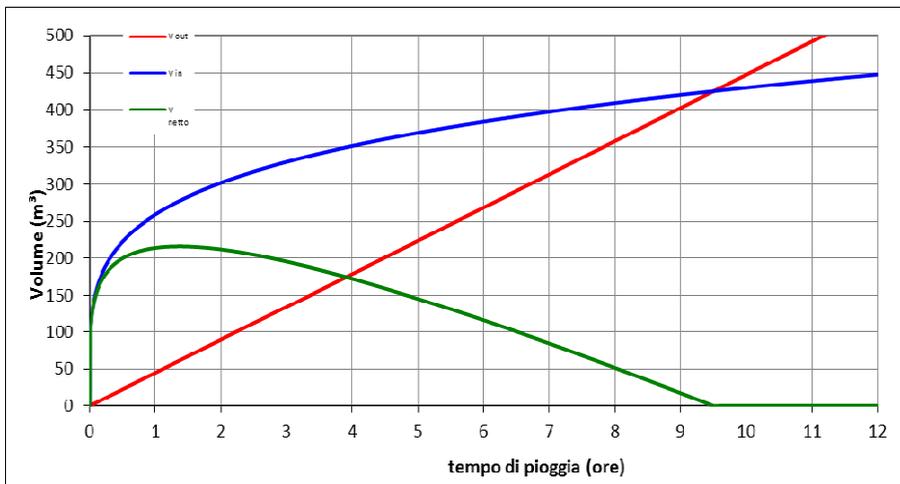


Figura 2.18 - da pk 8271 a pk 7917 F16

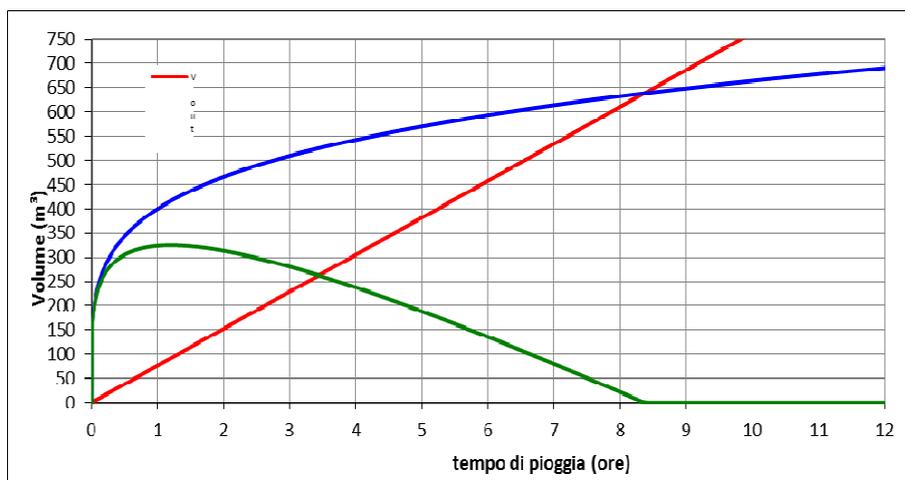


Figura 2.19 - da pk 7693 a pk 7512 F15

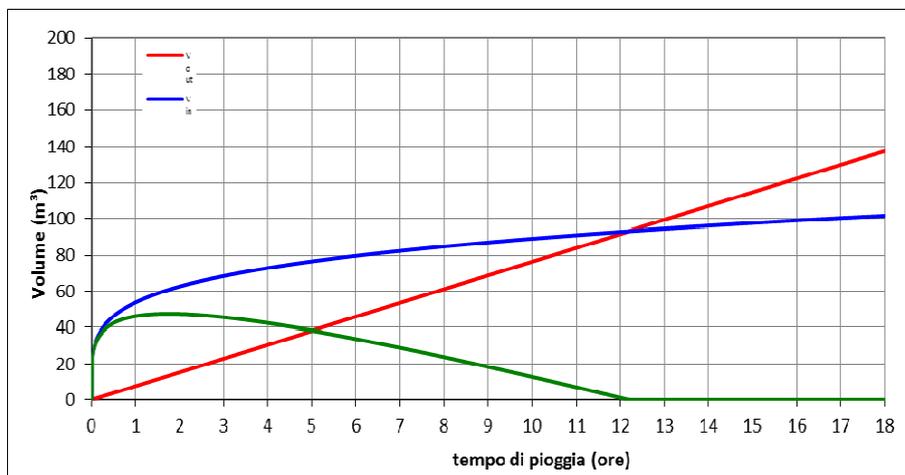


Figura 2.20 - da pk 7197 a pk 7150 F14.1

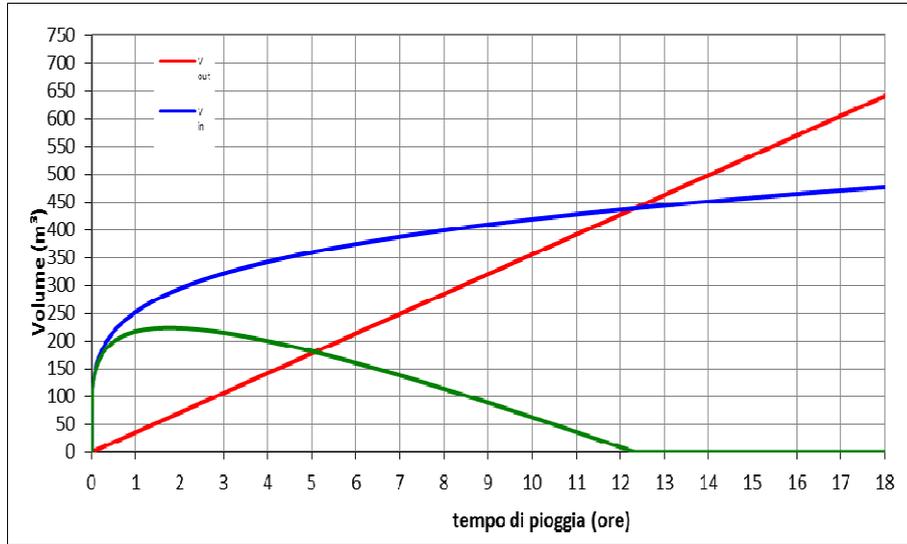


Figura 2.21 - da pk 7460 a pk 7228 F14

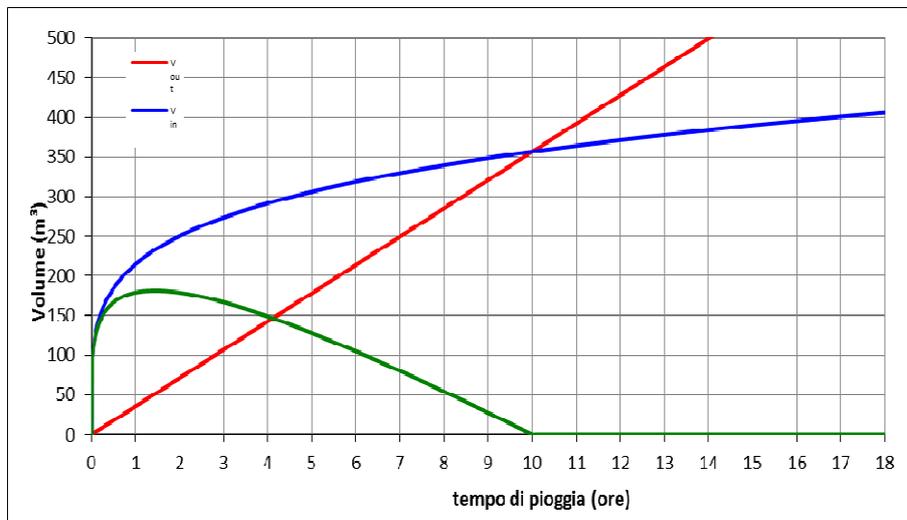


Figura 2.22 - da pk 6874 a pk 7049 F13

Relazione di dimensionamento idraulico
drenaggio di piattaforma –
Quadruplicamento RHO e raccordo ad Y

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| MDL1 | 32 | D 26 RI | ID 00 02 001 | B | 27 di 49 |

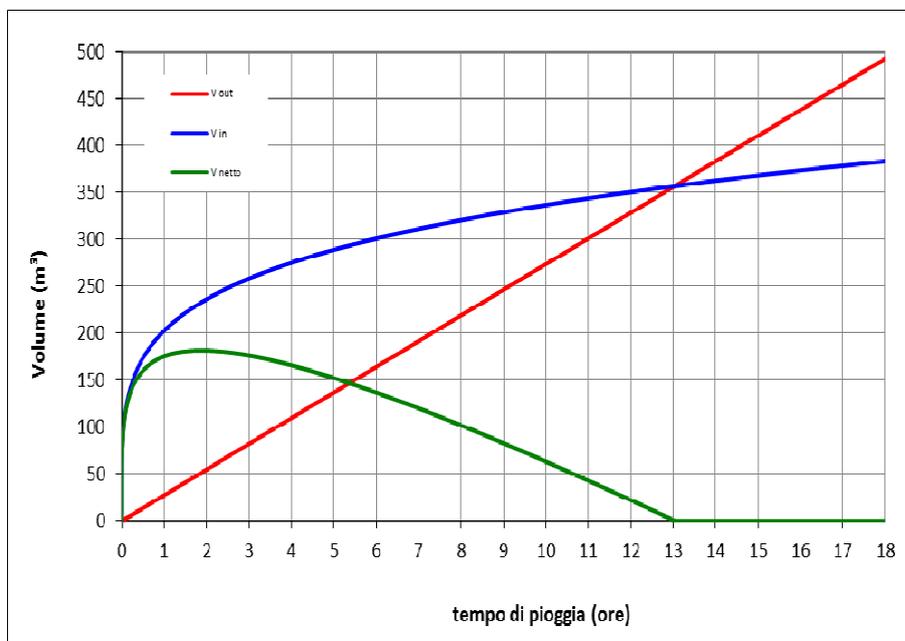


Figura 2.23 - da pk 7164 a pk 6900 F12.1

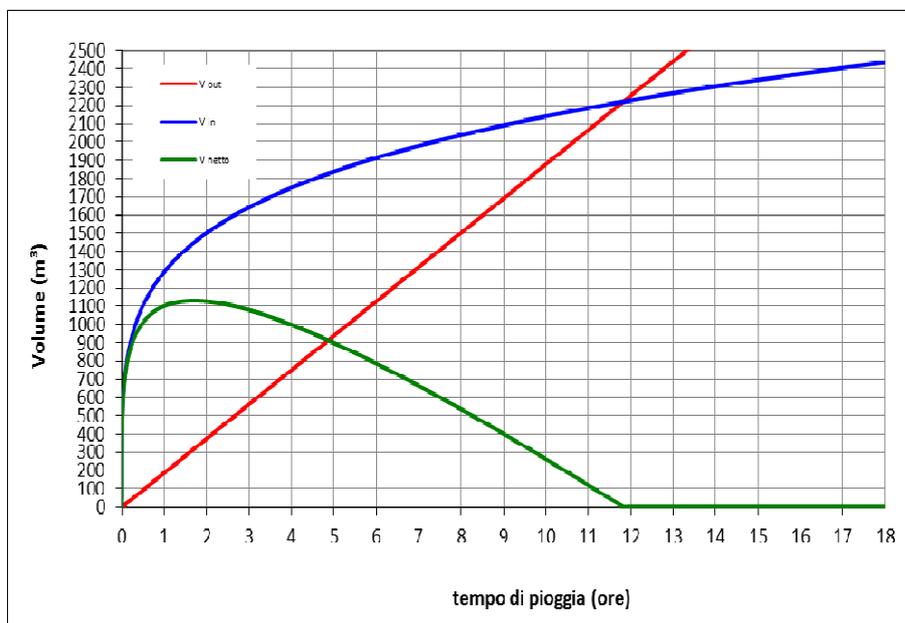


Figura 2.24 - da pk 6900a pk 6300 F12

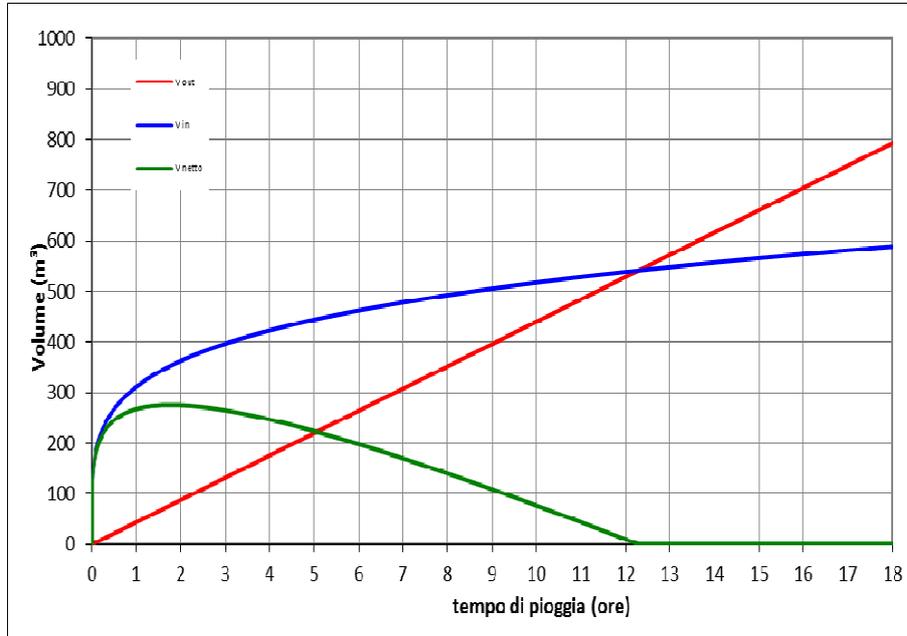


Figura 2.25 - da pk 6300a pk 6170 F11

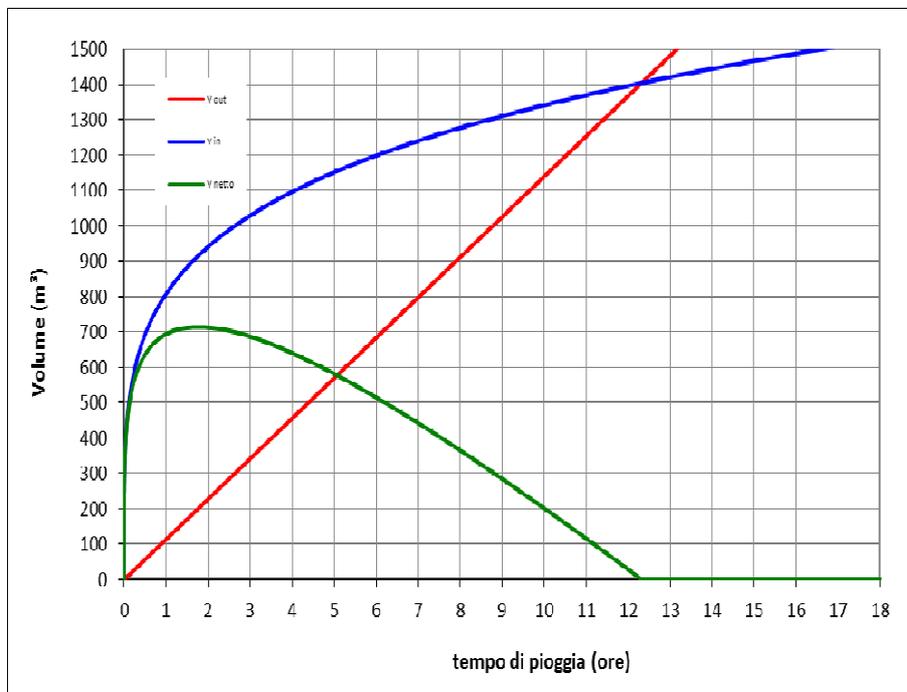


Figura 2.26 - da pk 6170 a pk 5800 F10

Relazione di dimensionamento idraulico
drenaggio di piattaforma –
Quadruplicamento RHO e raccordo ad Y

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| MDL1 | 32 | D 26 RI | ID 00 02 001 | B | 29 di 49 |

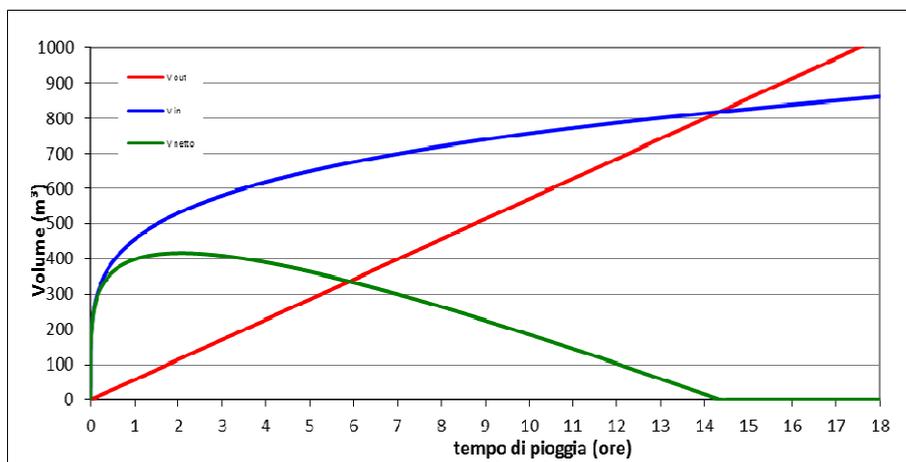


Figura 2.27 - da pk5800 a pk 5600 F10.1

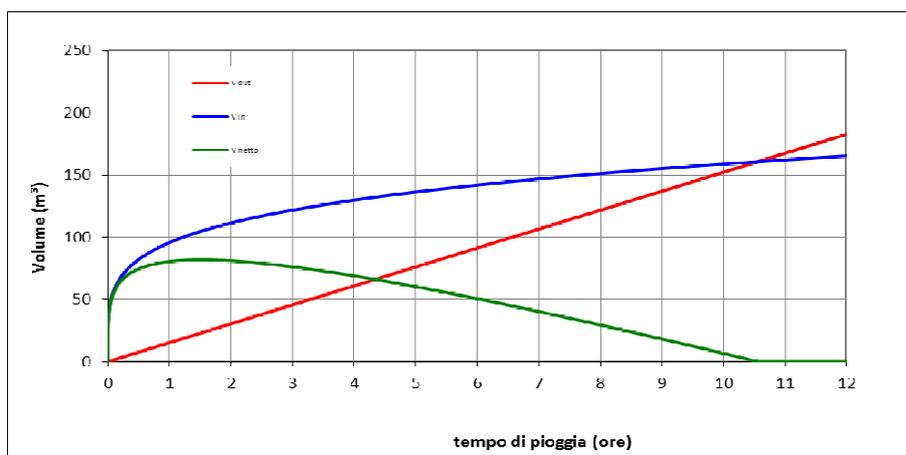


Figura 2.28 - da pk 5572 a pk 5517 F10.2N

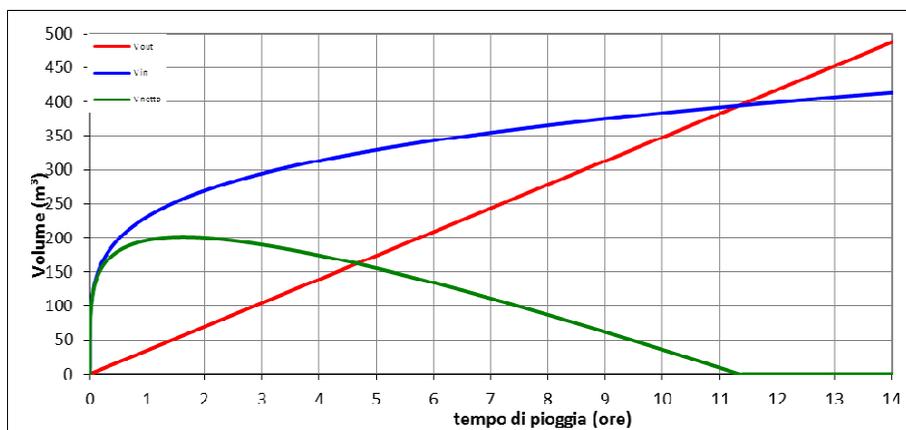


Figura 2.29 - da pk 5500 a pk 5280 F9N

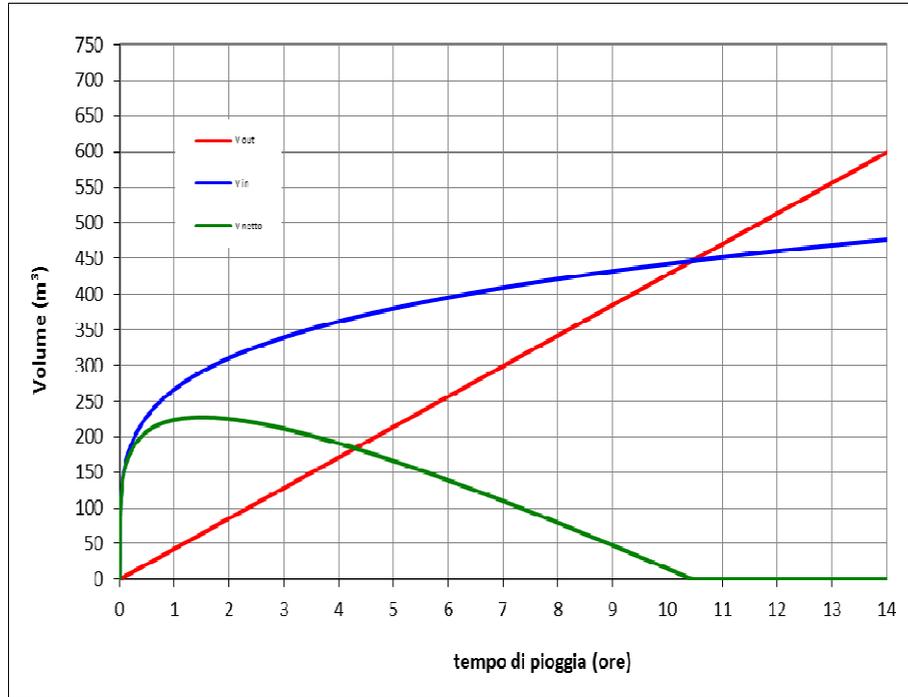


Figura 2.30 - da pk 5500 a pk 5280 F9.1S

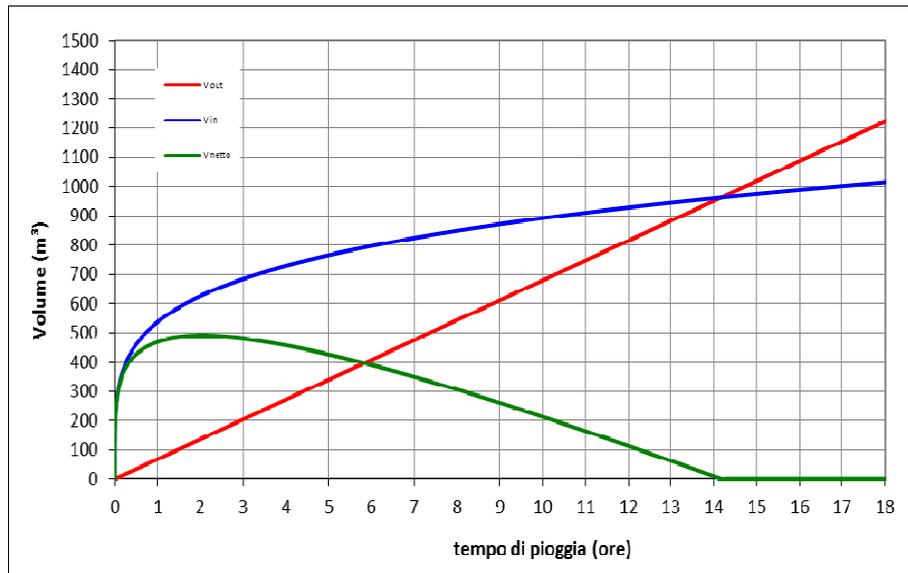


Figura 2.31 - da pk5280 a pk 5035 F9.2

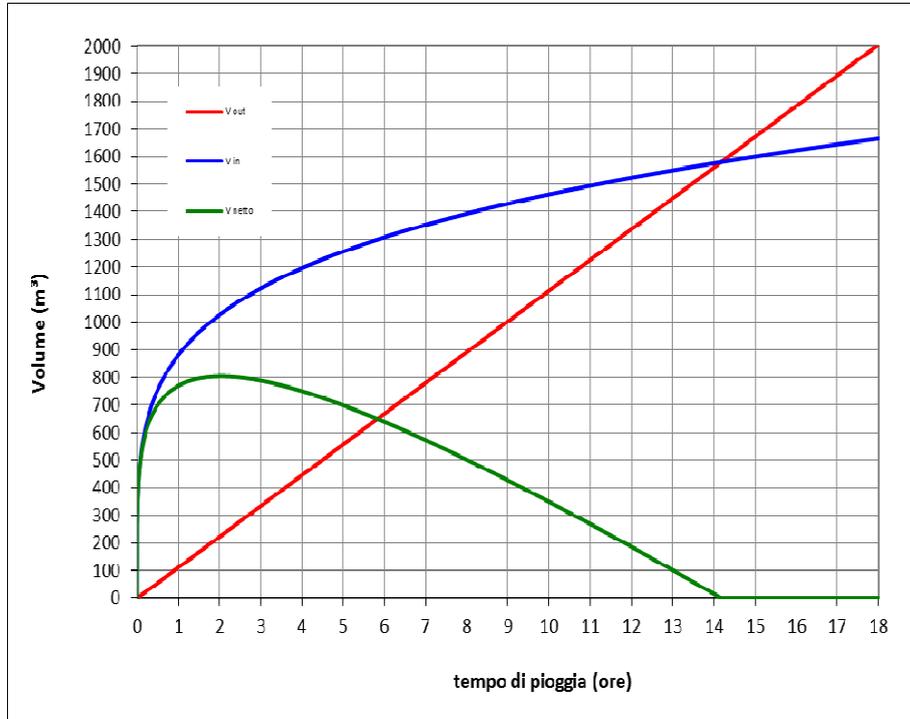


Figura 2.32 - da pk5035 a pk 4600 F9.3

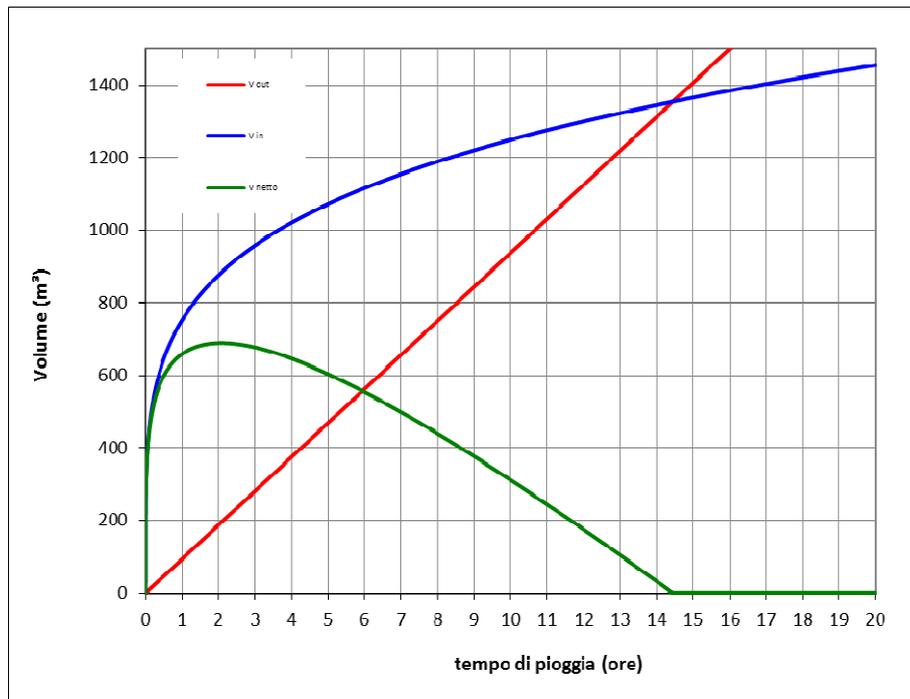


Figura 2.33 - da pk4600 a pk 4220 F9.4

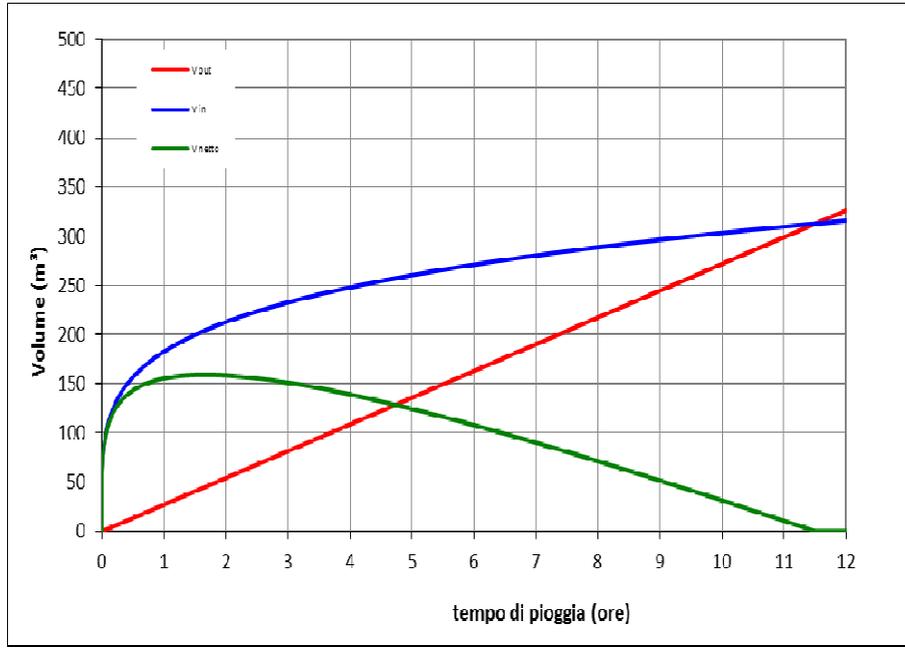


Figura 2.34 - da pk 4221 a pk 4121 F8S

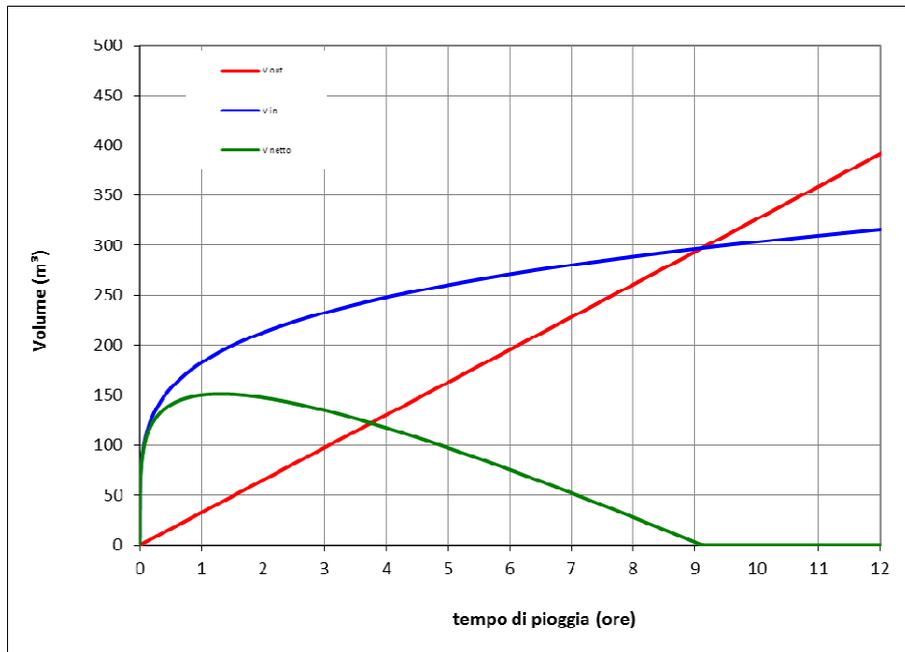


Figura 2.35 - da pk4220 a pk 4080 F8.1N

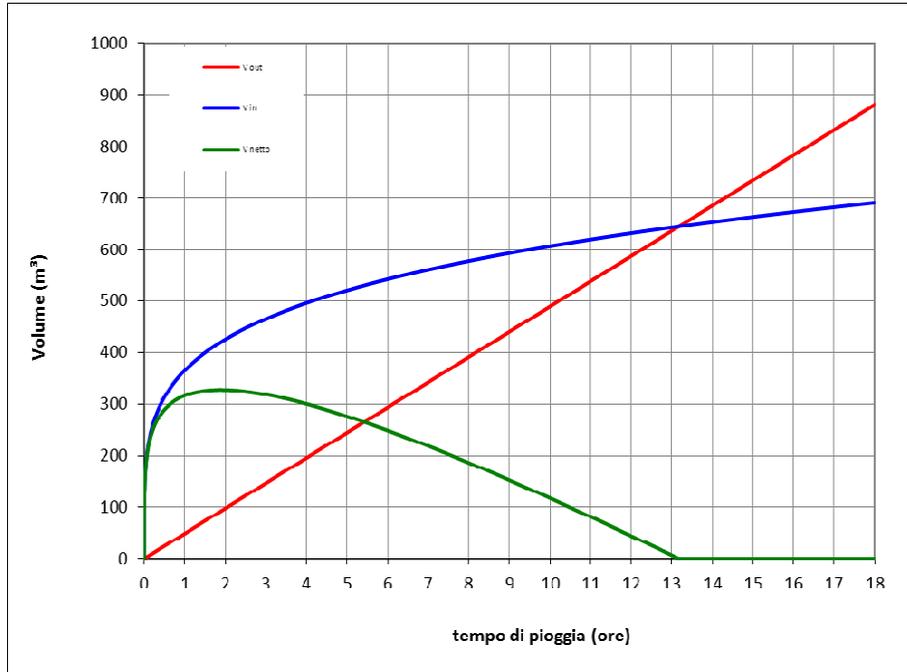


Figura 2.36 - da pk4080 a pk 3900 F7

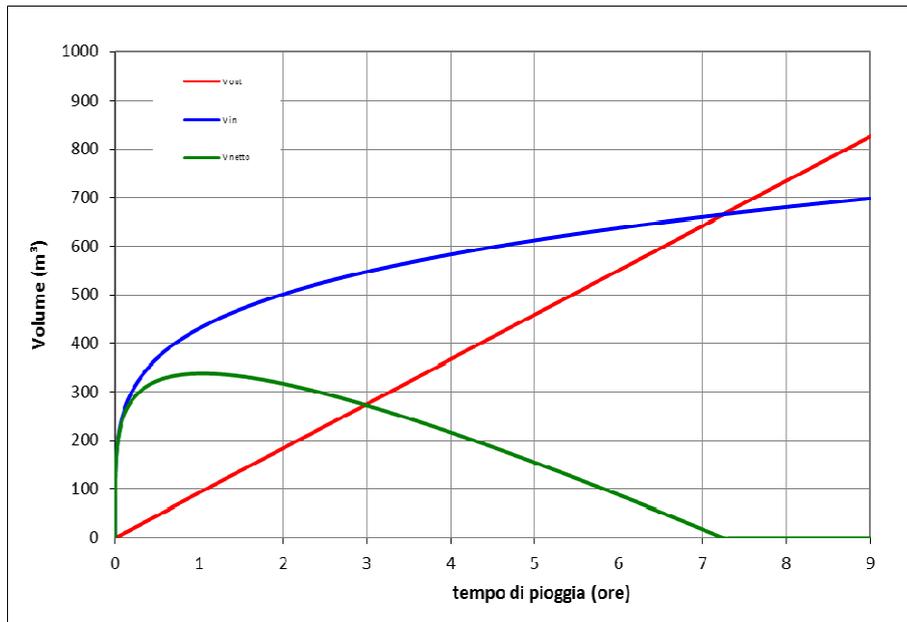


Figura 2.37 - pk 3700 F6

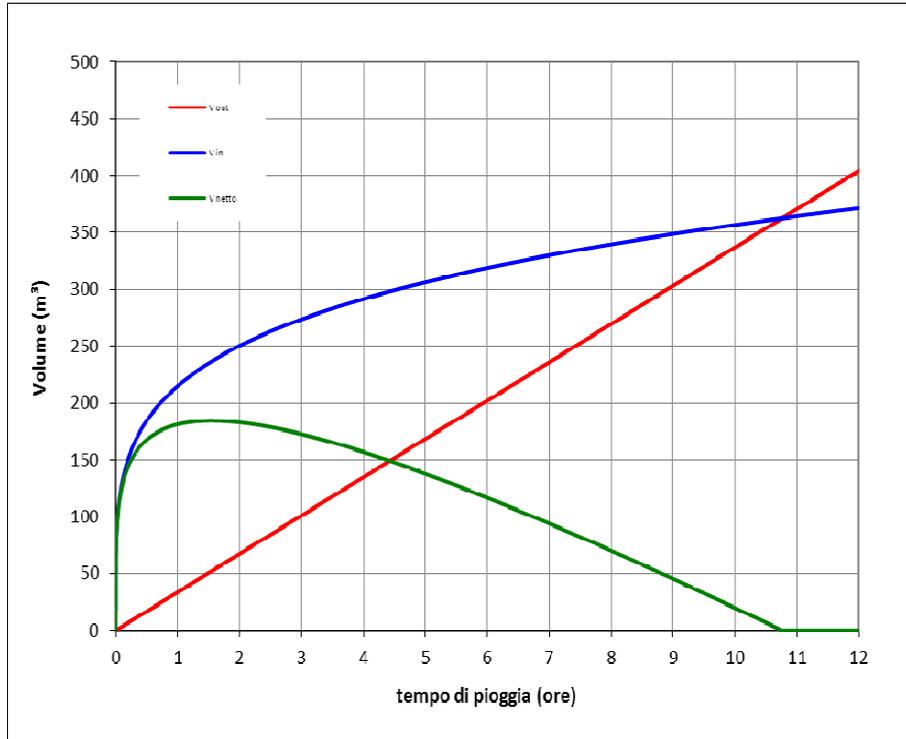


Figura 2.38 - da pk 3700 a pk 3570 F5

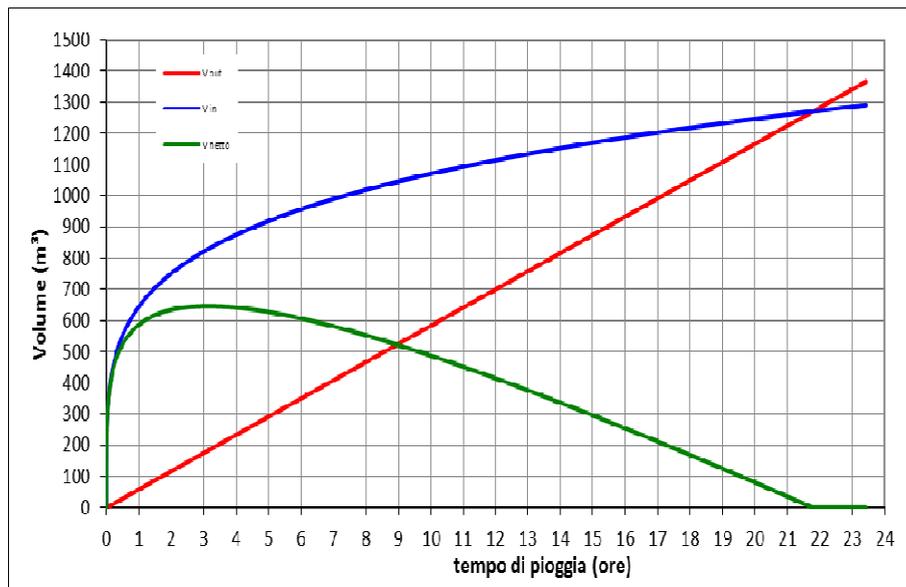


Figura 2.39 - da pk3600 a pk 3300 L20

Relazione di dimensionamento idraulico
drenaggio di piattaforma –
Quadruplicamento RHO e raccordo ad Y

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO | REV. | FOGLIO |
|----------|-------|----------|--------------|------|----------|
| MDL1 | 32 | D 26 RI | ID 00 02 001 | B | 35 di 49 |

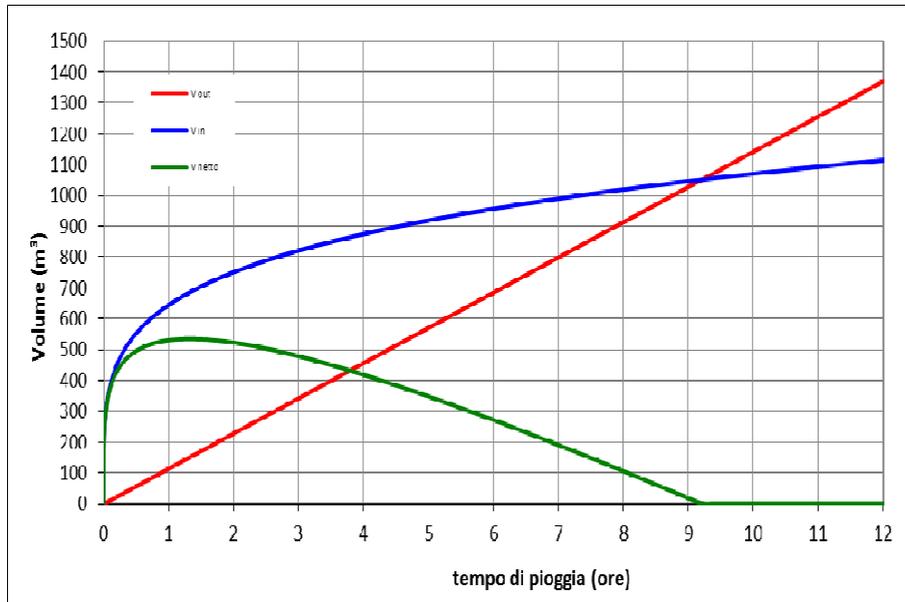


Figura 2.40 - pk 3066 F20

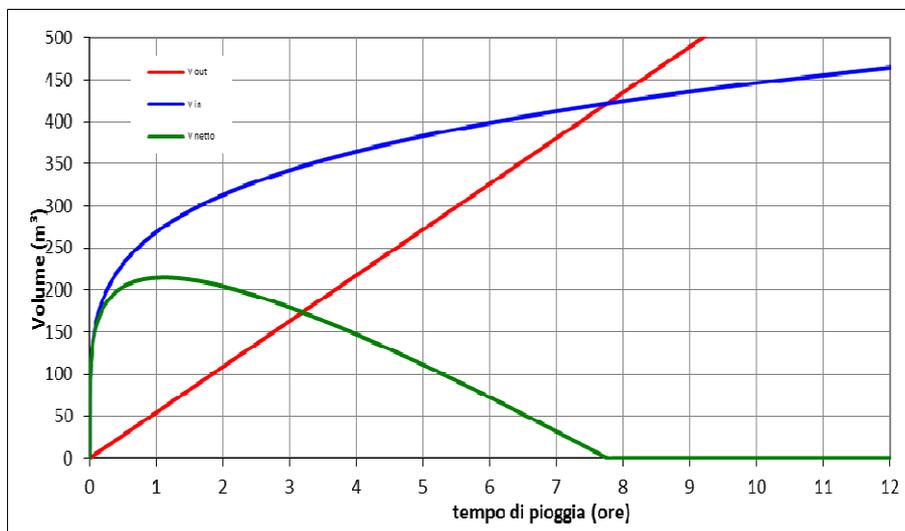


Figura 2.41 - pk 2948 F20.1

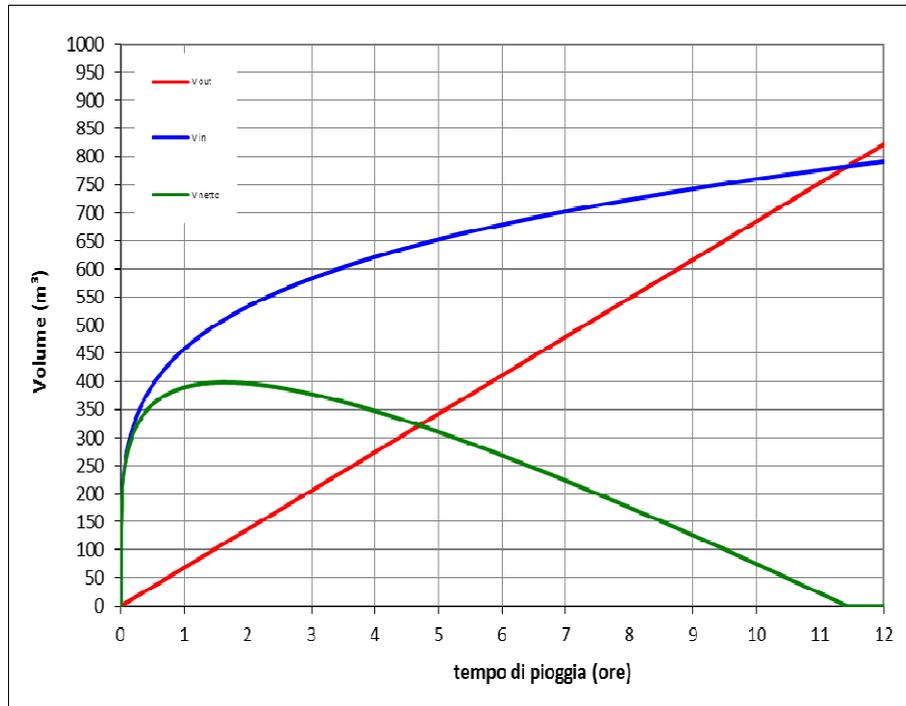


Figura 2.42 - da pk2700 a pk 2600 F20.2S

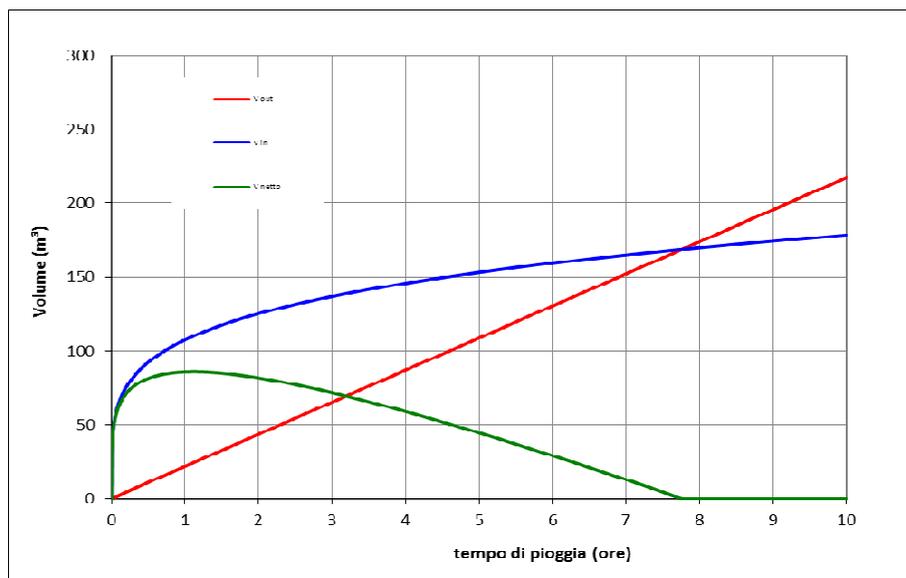


Figura 2.43 - pk 2623 F20.2N

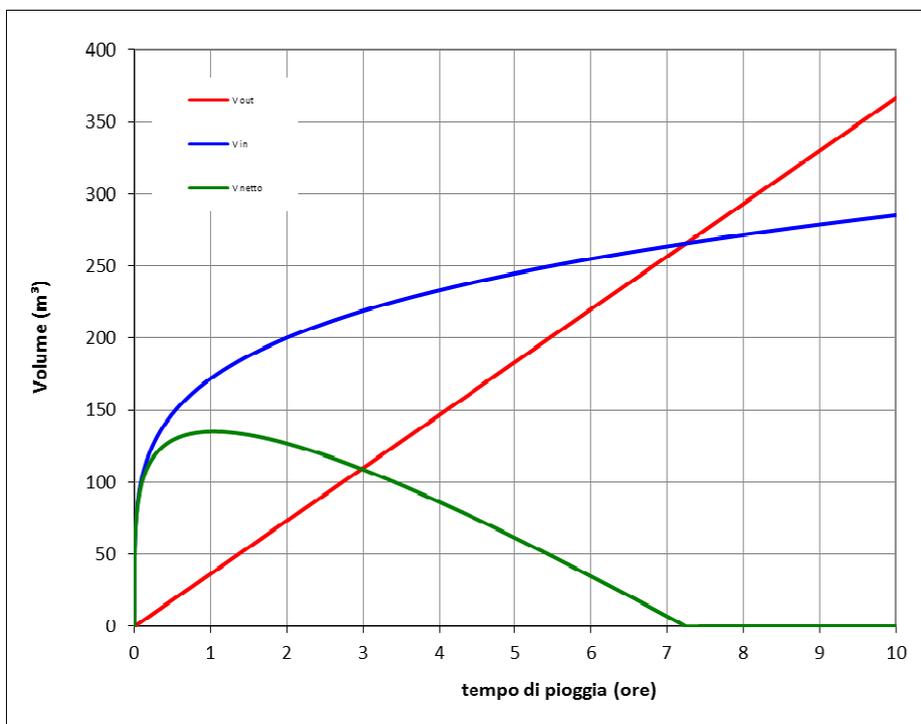


Figura 2.44 - pk 2452 F20.3N

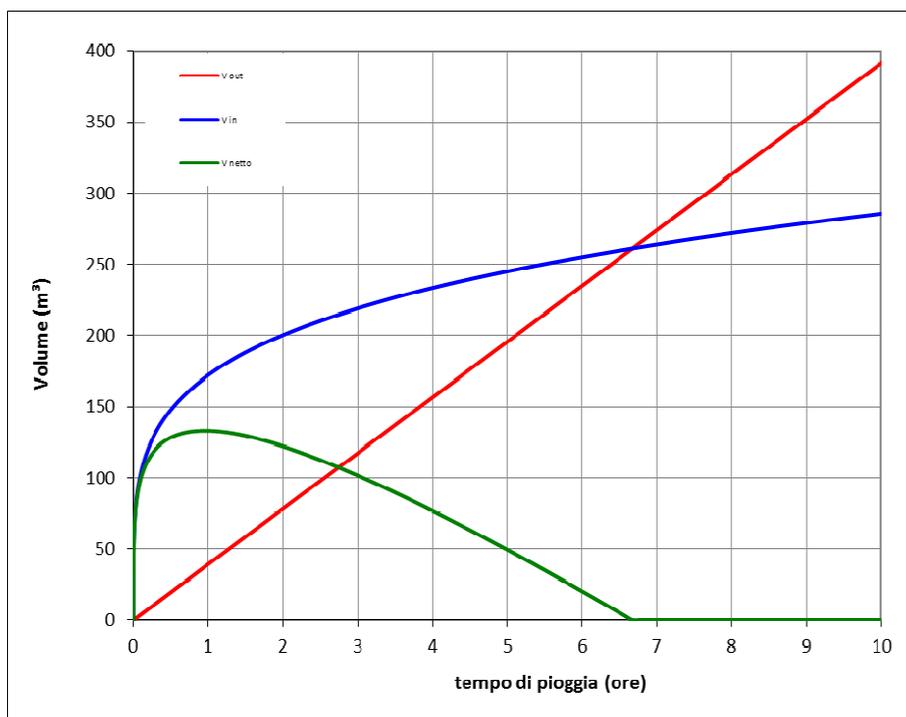


Figura 2.45 - pk 2546 F20.3S

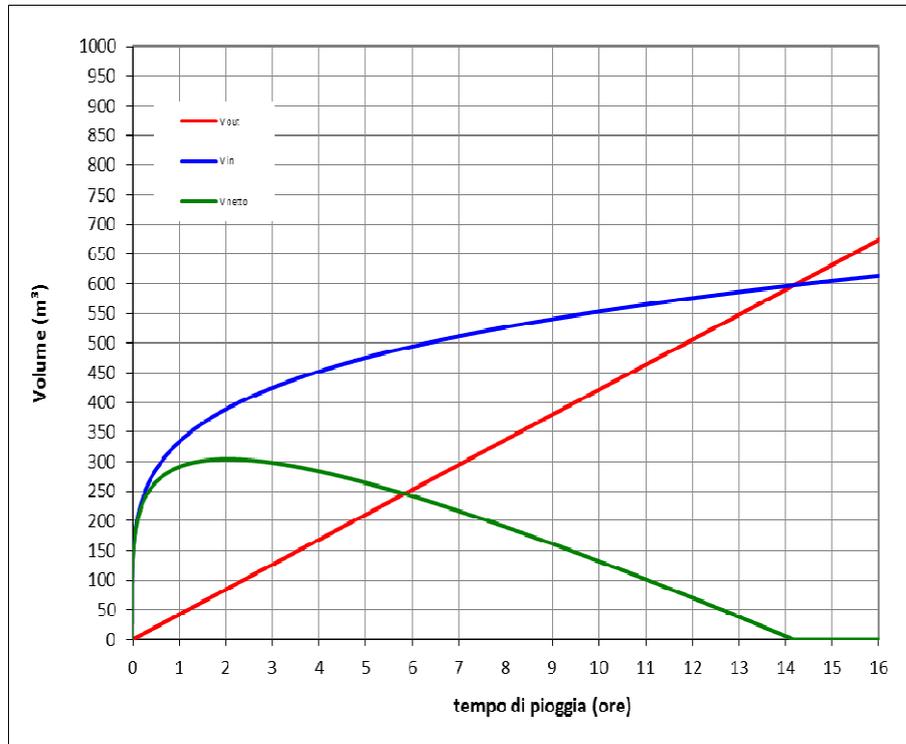


Figura 2.46 - da pk 2345 a pk 2194 F22

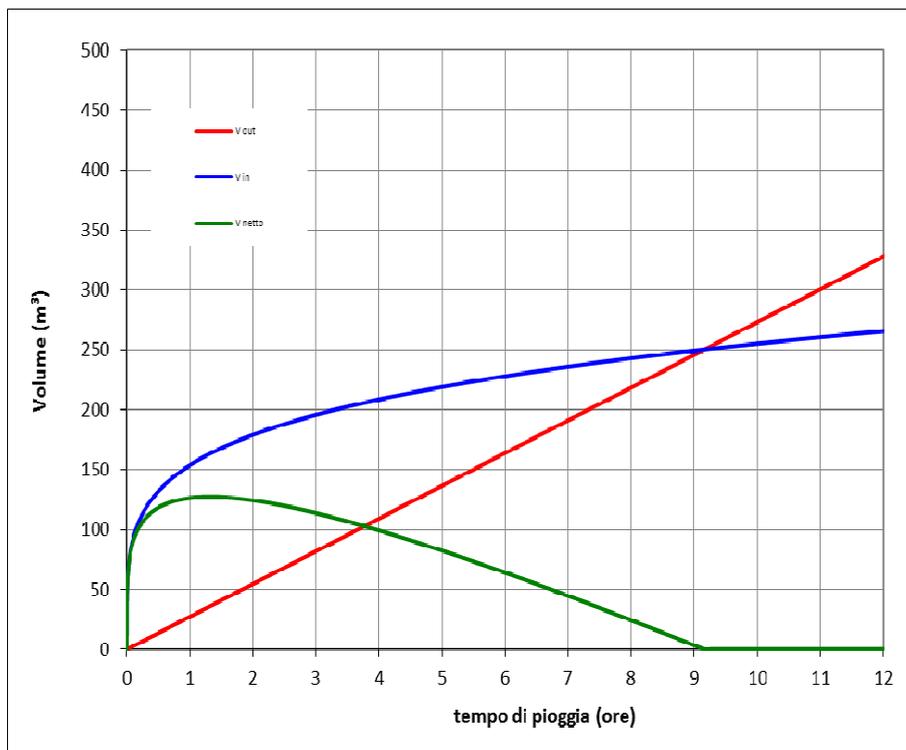


Figura 2.47 - da pk 2161 a pk 2094 F21N

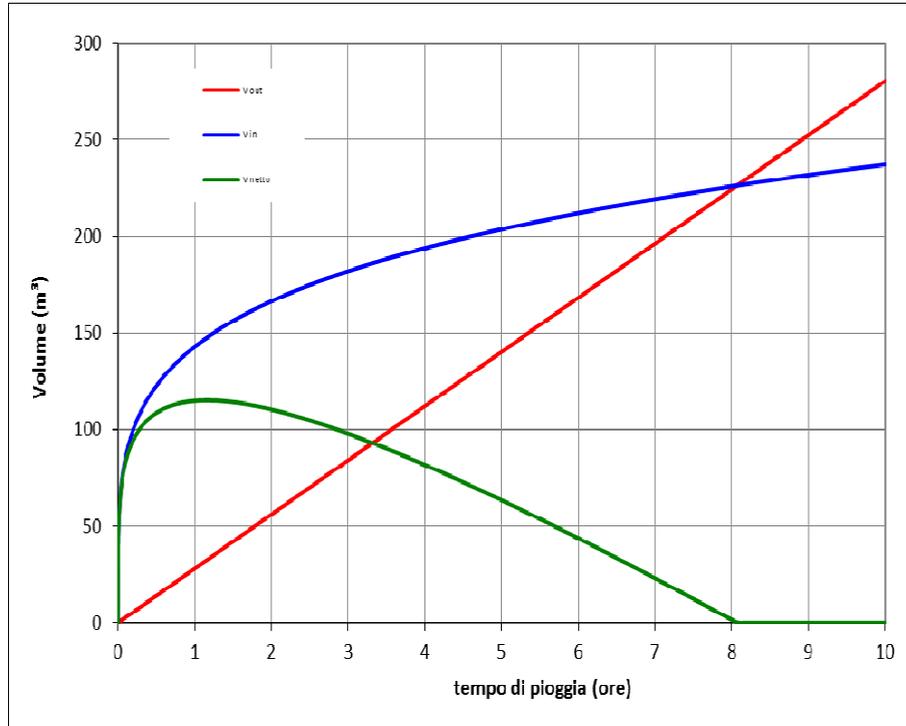


Figura 2.48 - pk 2000 F21.1N

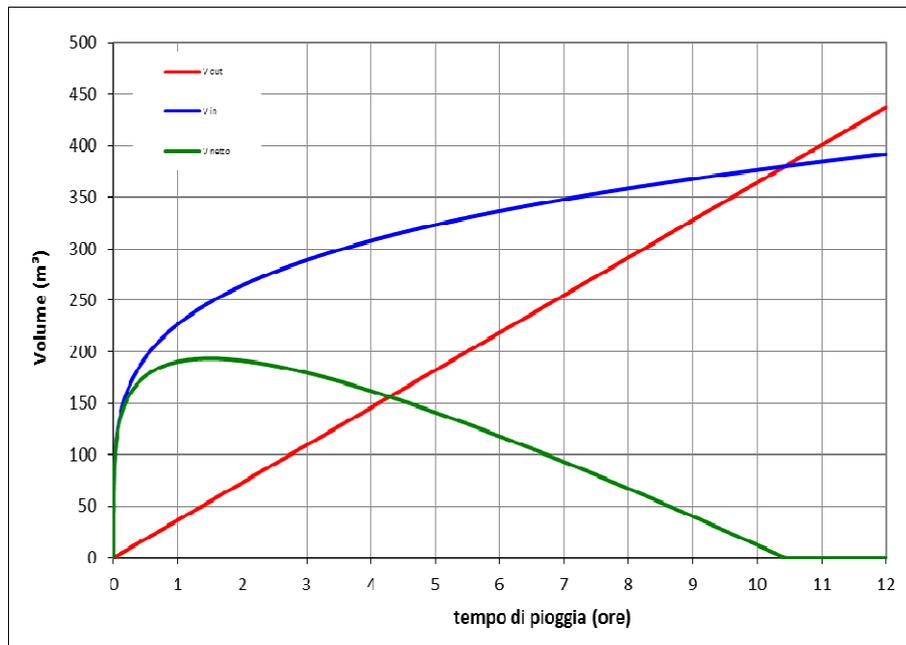


Figura 2.49 - da pk 2169 a pk 2100 F21S

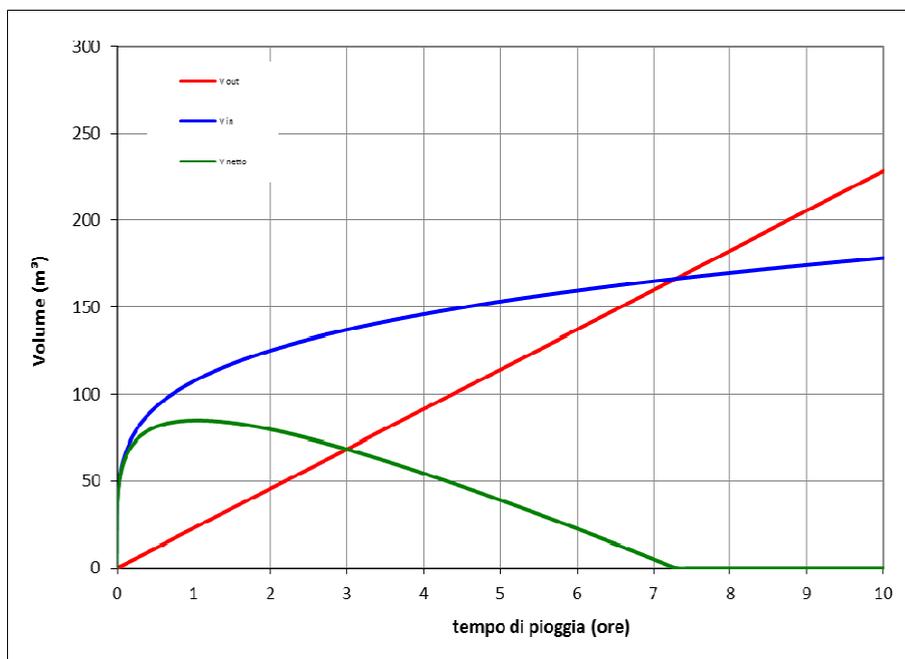


Figura 2.50 - pk 2035 F21.1S

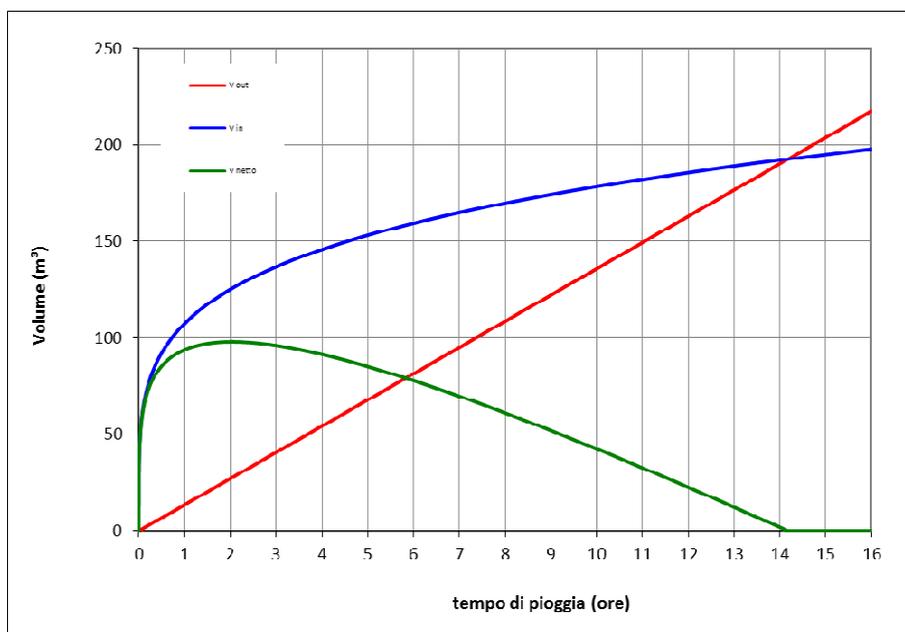


Figura 2.51 - da pk 2013 a pk 1915 F21.2S

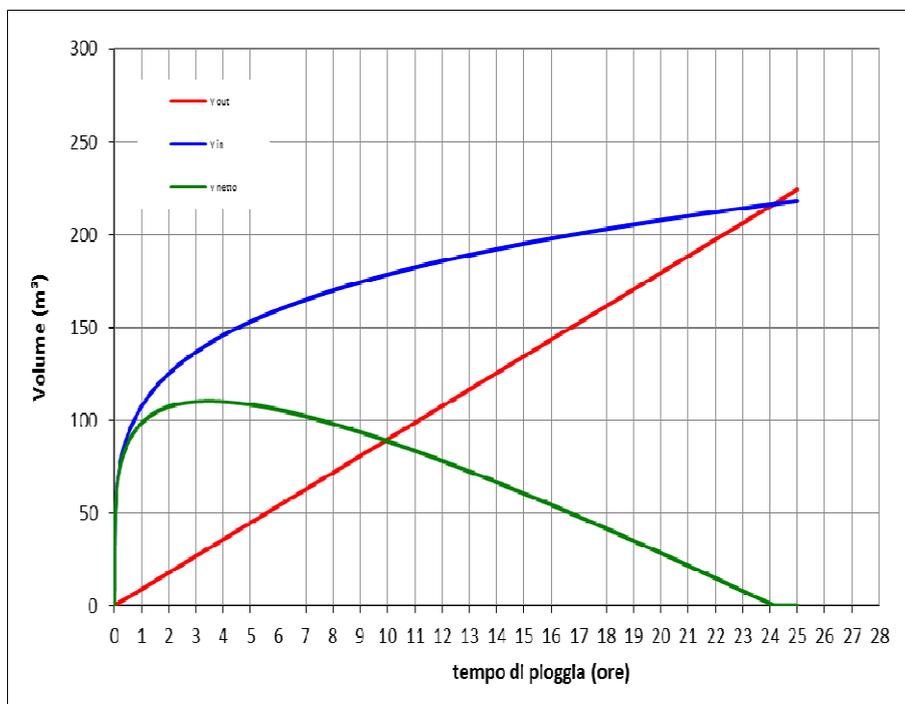


Figura 2.52 - da pk2017 a pk 1916 F21.2N

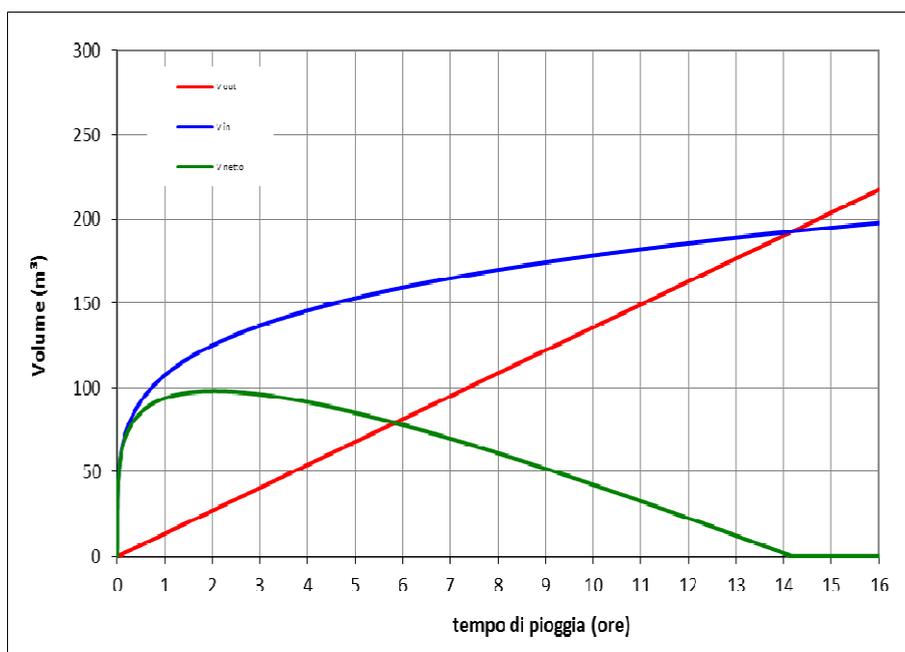


Figura 2.53 - da pk 1907 a pk 1805 F21.3S

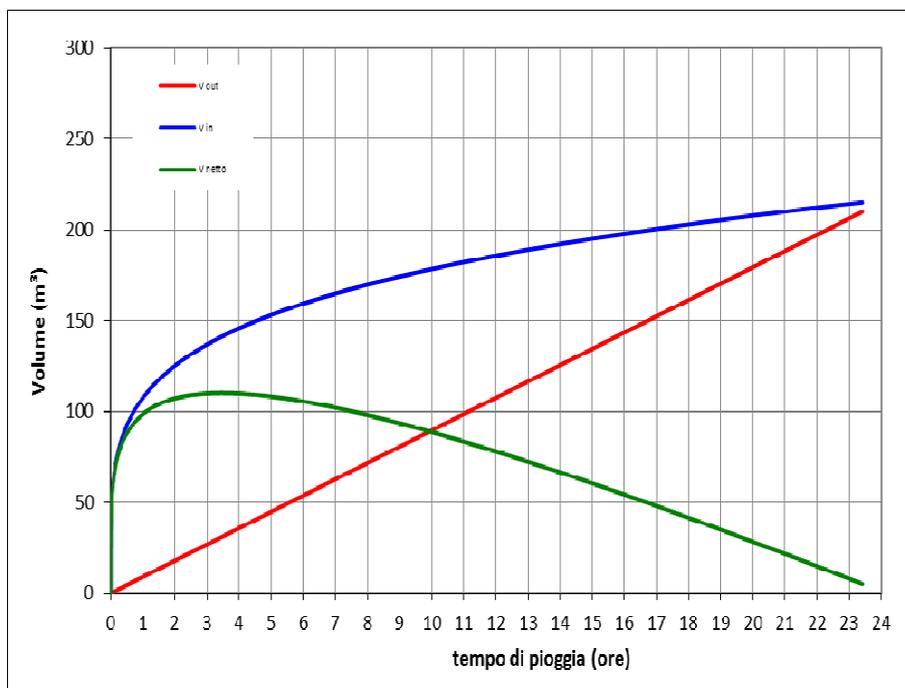


Figura 2.54 - da pk 1916 a pk 1800 F21.3N

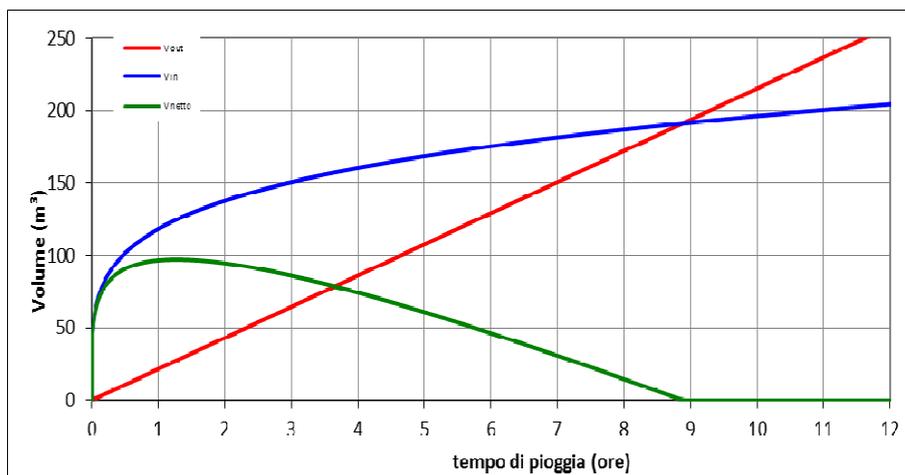


Figura 2.55 - pk 1760 F21.4

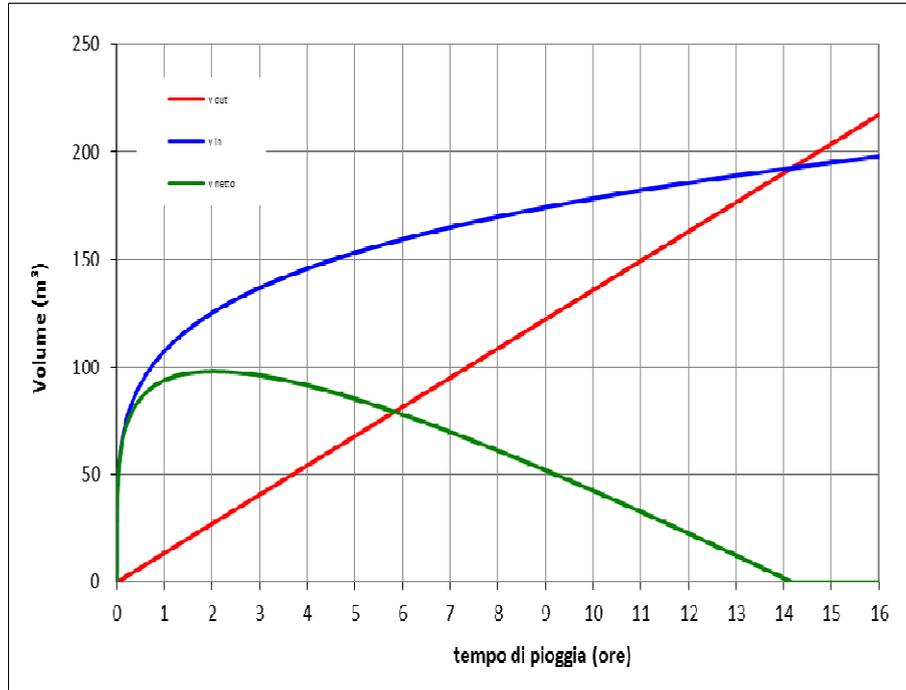


Figura 2.56 - da pk1745 a pk 1695 F21.5

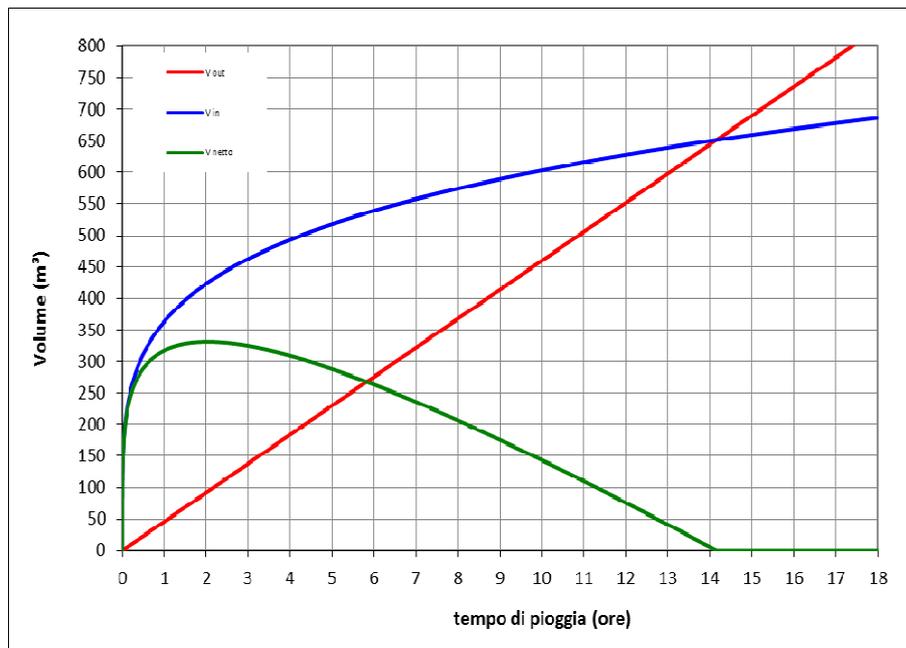


Figura 2.57 - da pk 1525 a pk 1668 F21.6

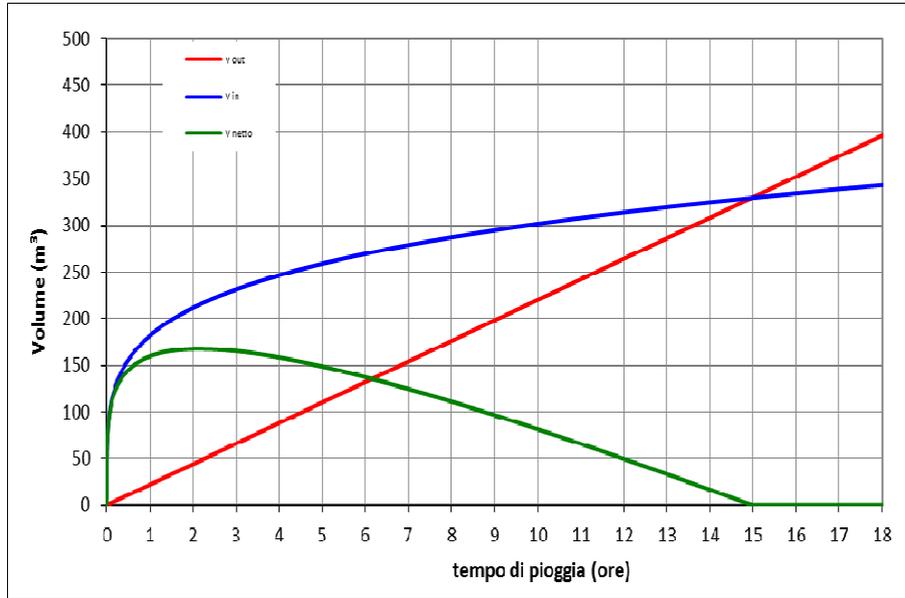


Figura 2.58 - da pk 1524 a pk 1358 F21.7N

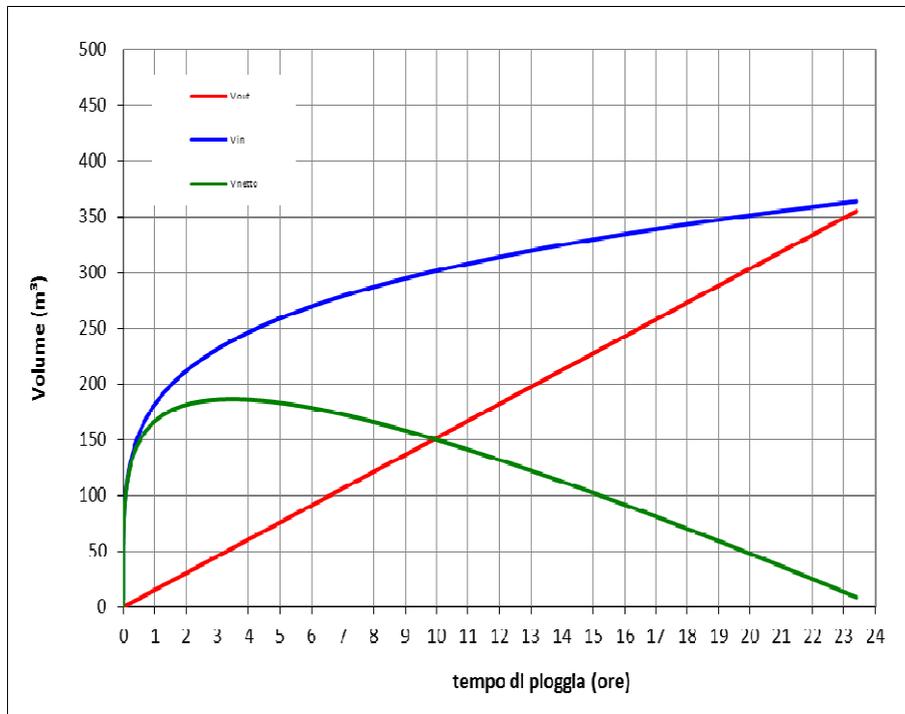


Figura 2.59 - da pk 1536 a pk 1367 F21.7S

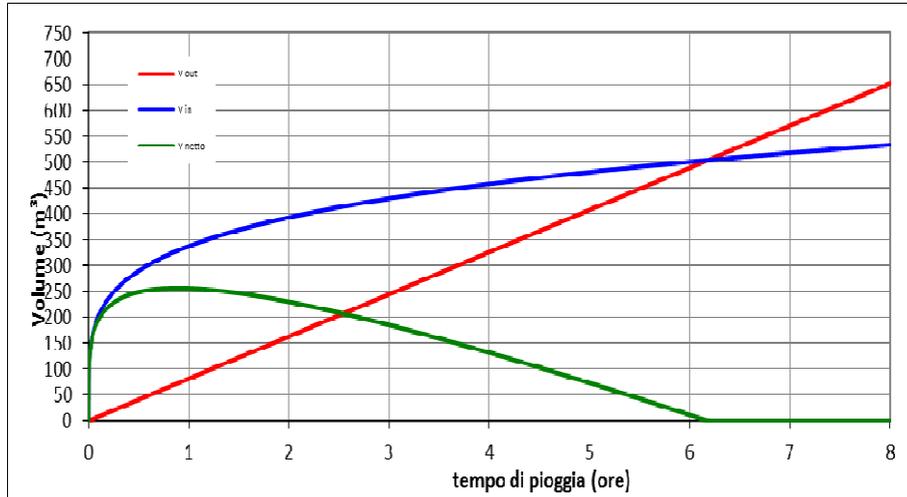


Figura 2.60 - da pk 1343 a pk 1207 F4

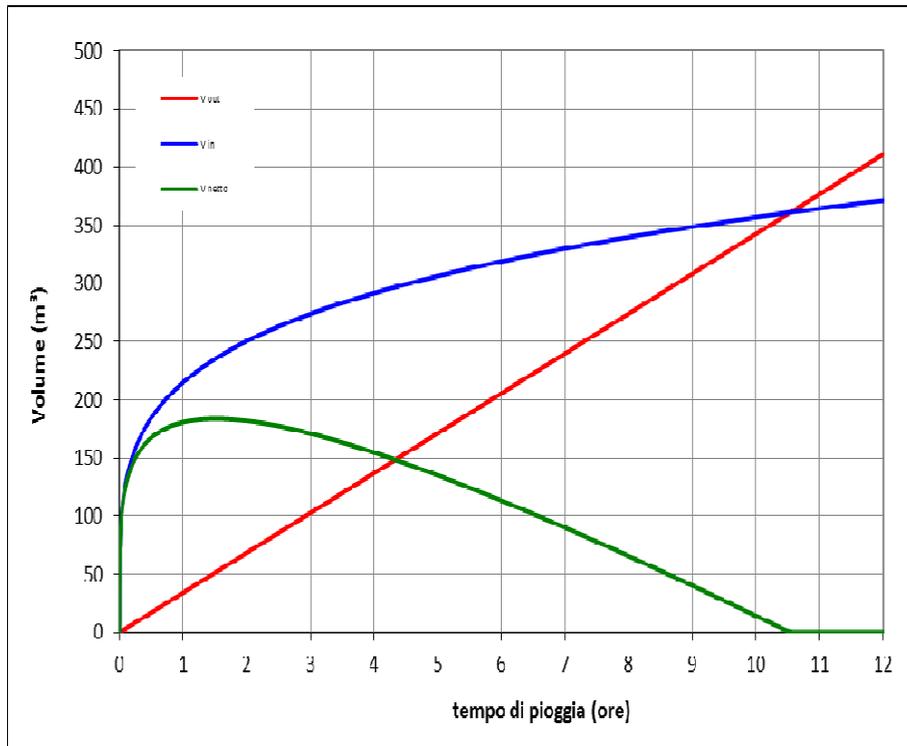


Figura 2.61 - da pk 1294 a pk 1167 F3

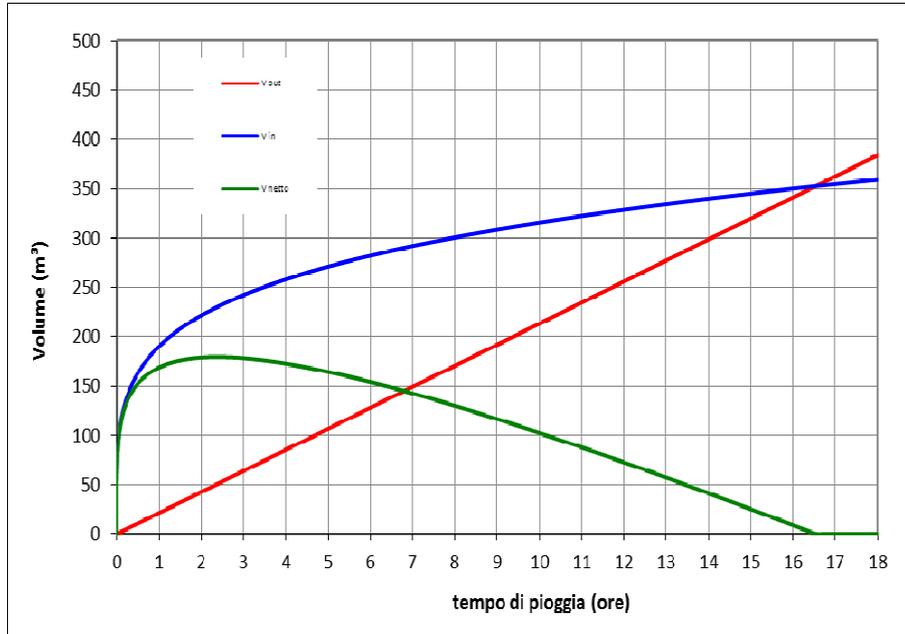


Figura 2.62 - da pk 1201 a pk 1044 F2

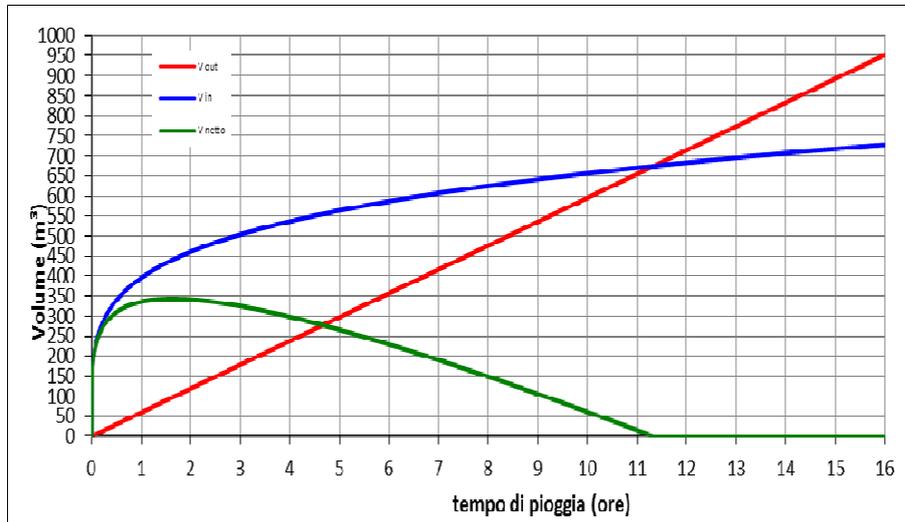


Figura 2.63 - da pk 1030 pk 819 F1.1N

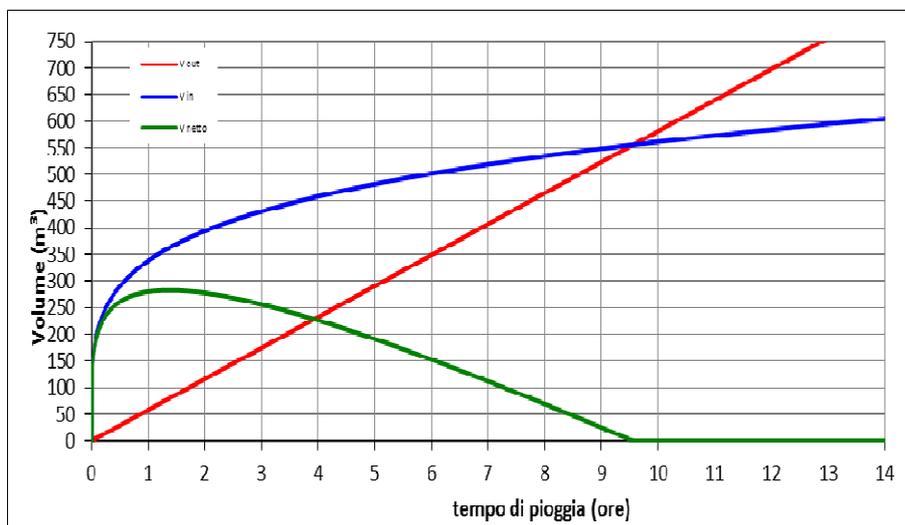


Figura 2.64 - da pk 804 pk 584 F1N

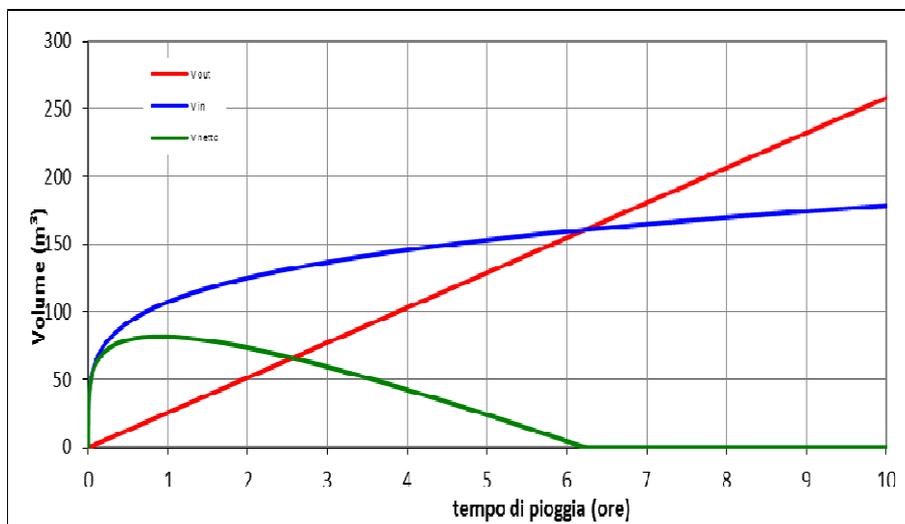


Figura 2.65 - da pk 700 pk 600 F2S

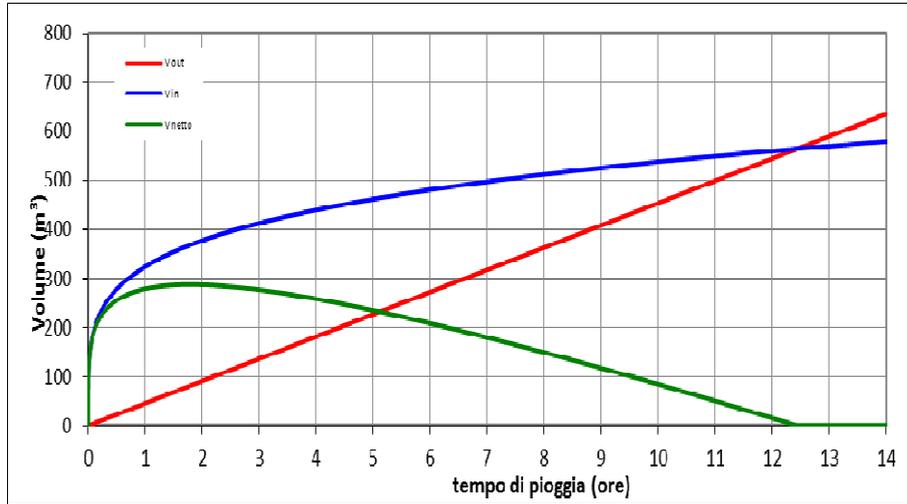


Figura 2.66 - da pk 600 pk 430 F1S

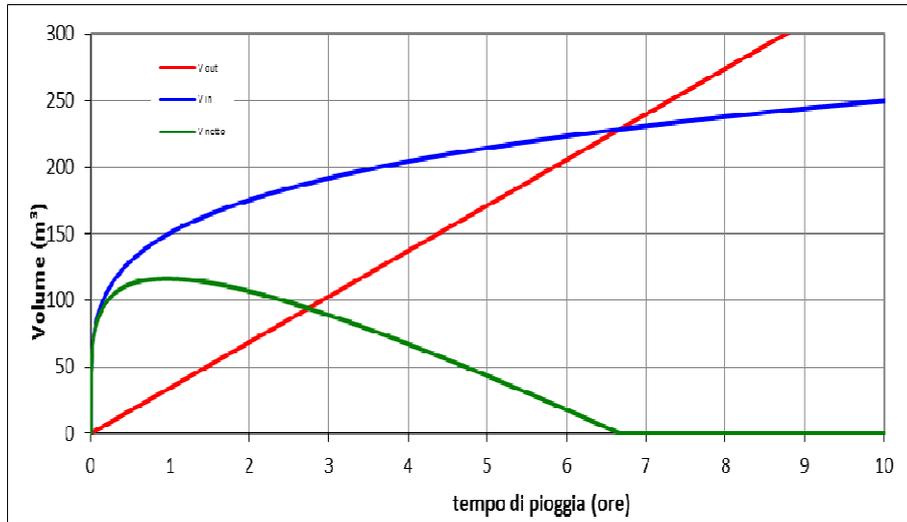


Figura 2.67 - Pk 400 F1.1S

| | | | | | | |
|---|--|-------------------------|-------------|---------------------|---------------------------|-----------|
|  | POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA. TRATTA RHO-GALLARATE. QUADRUPPLICAMENTO RHO-PARBIAGO E RACCORDO Y. PROGETTO DEFINITIVO – TRATTA RHO-GALLARATE | | | | | |
| | Relazione di dimensionamento idraulico drenaggio di piattaforma – Quadruplicamento RHO e raccordo ad Y | COMMESSA MDL1 | LOTTO 32 | CODIFICA D 26 RI | DOCUMENTO ID 00 02 001 | REV. B |

3 MATERIALI IMPIEGATI

Le canalette sono previste realizzate con impasto di conglomerato cementizio armato semiasciutto sottoposto, per l'ottenimento di una resistenza non inferiore ad RbK 350 kg / cmq, a ciclo lavorativo di vibrazione e compressione. L'armatura è costituita da gabbia rigida in acciaio singola elettrosaldata a barre longitudinali.

Le tubazioni sono previste in PVC rigido con giunto a bicchiere con anello elastomerico per condotte interrate non in pressione conformi alle norme UNI EN 1401 con classe di rigidità SN8 (8kN/m2).

I pozzetti, con finalità sia di ispezione che di confluenza saranno prefabbricati e realizzati in cemento Tipo 42.5 R e inerti lavati e vagliati per ottenere un cls di classe maggiore di 35 Mpa. La posa avverrà su platea realizzata in calcestruzzo di spessore 0.10 m e le sigillature saranno realizzate con malta cementizia.

I fossi di guardia a sezione trapezia con sponde a 45° sono costituiti da un cassonetto sottoposto al fosso di dimensioni pari alla base minore e altezza pari a $h=1.00\ m$ costituito da ciottoli di pietrame duro di pezzatura 2-5 cm e all'interfaccia con il suolo circostante è posto un geotessuto con funzione di filtro idraulico nei confronti della frazione fina del suolo stesso.