

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



**LINEA FERROVIARIA CATANIA C.LE - GELA**

**TRATTA FERROVIARIA CALTAGIRONE - GELA**

**PROGETTO FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA**

**S.O. PROGETTAZIONE INTEGRATA SUD**

**RIPRISTINO TRATTA CALTAGIRONE - GELA**

**LOTTO 2: RIPRISTINO TRATTA NISCEMI - GELA**

**ID - IDROLOGIA E IDRAULICA**

**IDRAULICA DI PIATTAFORMA**

Relazione di drenaggio ferrovia, piazzali e viabilità

SCALA:

-

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

RS6K 00 R 78 RI ID0002 003 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Definitiva	V.Colamesta	Agosto 2022	A.Tortora	Agosto 2022	P. Mosca	Agosto 2022	F. Sacchi Settembre 2022
B	Emissione Definitiva	V.Colamesta 	Settembre 2022	A.Tortora 	Settembre 2022	P. Mosca 	Settembre 2022	 ITALEFER S.p.A. Gruppo Ferrovie dello Stato Zona Torre Tescara S.O. Progettazione Integrata e Field Engineering Dir. Ing. Vincenzo Sanna Ordine di Ingegneria n. 23172 del A

File: RS6K00R78RIID0002003B

n. Elab.:

## INDICE

1.	PREMESSA .....	3
2.	PARAMETRI IDROLOGICI IDRAULICI .....	5
2.1	INDIVIDUAZIONE DEL TEMPO DI RITORNO .....	5
3.	ANALISI IDROLOGICA.....	6
3.1	PARAMETRI DELLE CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA ADOTTATE 6	
3.2	DEFINIZIONE DELLE ALTEZZE DI PIOGGIA PER EVENTI DI DURATE INFERIORI ALL'ORA.....	8
4.	METODOLOGIA DI CALCOLO.....	9
4.1	METODI DI TRASFORMAZIONE AFFLUSSI DEFLUSSI.....	9
4.2	METODO DELL'INVASO .....	9
5.	SISTEMA DI DRENAGGIO PIATTAFORMA STRADALE.....	13
5.1	DIMENSIONAMENTO IDRAULICO .....	16
5.2	VERIFICA ELEMENTI VIABILITÀ NV03 .....	17
5.3	VERIFICA ELEMENTI VIABILITÀ NV02 .....	18
6.	SISTEMA DI DRENAGGIO PIAZZALI .....	19
6.1	METODO DELL'INVASO .....	19
6.2	DIMENSIONAMENTO IDRAULICO .....	24
6.3	COMPONENTI DEL SISTEMA DI DRENAGGIO.....	25
6.4	VERIFICA DEL SISTEMA DI DRENAGGIO PIAZZALE PT03 .....	26
6.5	VERIFICA DEL SISTEMA DI DRENAGGIO PIAZZALE PT04 .....	26
6.6	VERIFICA DEL SISTEMA DI DRENAGGIO PIAZZALE PT05 .....	26
7.	INVARIANZA IDRAULICA .....	27
8.	DIMENSIONAMENTO DELLE OPERE DI TRATTAMENTO DELLE ACQUE REFLUE DOMESTICHE .....	33
9.	SISTEMA DI DRENAGGIO PIATTAFORMA FERROVIARIA .....	37



**LINEA CATANIA C. LE - GELA**

**RIPRISTINO TRATTA CALTAGIRONE- GELA**

**LOTTO 2: RIPRISTINO TRATTA NISCEMI - GELA**

RELAZIONE DI DRENAGGIO FERROVIA, VIABILITÀ E PIAZZALI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS6K	00	R 78 RI	ID 0002 003	B	3 di 37

## 1. PREMESSA

Il presente documento è parte del progetto di fattibilità tecnico-economica finalizzato alla riattivazione della linea ferroviaria Caltagirone – Gela e in particolare della tratta compresa tra Niscemi e Gela, facente parte del Lotto 2.

Scopo della presente relazione è il dimensionamento e la verifica idraulica dei manufatti e dei dispositivi atti alla raccolta, al collettamento ed allo smaltimento delle acque meteoriche precipitate sulla piattaforma ferroviaria, sulle aree dei piazzali e viabilità.

In particolare, sono determinate le portate transitanti negli elementi costituenti il sistema di drenaggio in progetto e individuati i recapiti finali delle acque meteoriche raccolte.

Nell'ambito del presente progetto si è previsto il rifacimento di parte del sistema di smaltimento della piattaforma ferroviaria. Da sopralluoghi effettuati lungo la linea in oggetto, si è riscontrato, la presenza di un drenaggio esistente. Essendo, però, la linea fuori esercizio da circa 10 anni, la maggior parte degli elementi di drenaggio esistenti sono risultati ammalorati o comunque infestati da una folta vegetazione.

Inoltre, alla luce degli interventi in progetto, la compatibilità del sistema di drenaggio ferroviario esistente potrebbe non essere garantita per le seguenti ragioni:

- La modifica altimetriche della livelletta ferroviaria determina una modifica anche dello scorrimento, nonché delle pendenze delle canalette di piattaforma esistenti;
- L'inserimento dello strato di supercompattato potrebbe comportare una riduzione della permeabilità della sede ferroviaria rispetto alla configurazione attuale; tale circostanza dovrà essere verificata con opportune prove di permeabilità nella successiva fase progettuale.

Per le ragioni sopra esposte, a vantaggio di sicurezza, considerando una diminuzione del coefficiente di deflusso della linea, è previsto l'inserimento dei seguenti elementi di drenaggio lungo tutto lo sviluppo del tracciato esistente; le dimensioni di questi manufatti dovranno essere determinate con opportuni dimensionamenti idraulici:

- Sezioni in rilevato – è previsto l'inserimento di fossi di guardia trapezi rivestiti in cls al piede del rilevato di dimensioni 50x50;
- Sezione in trincea senza muri - in progetto si è previsto l'inserimento delle sole canalette al piede delle trincee; non sono stati previsti i fossi in testa alle trincee dal momento che le modifiche riguardano unicamente la piattaforma ferroviaria;
- Sezione in trincea tra muri – in progetto si è previsto l'inserimento delle sole canalette al piede del muro; non sono stati previsti i fossi in testa alle trincee dal momento che le modifiche riguardano unicamente la piattaforma ferroviaria.

Nell'ambito della presente fattibilità sono stati individuati canali di recapito dei fossi di guardia della linea e nuove opere di attraversamento della sede ferroviaria o di viabilità esistenti al fine di assicurare la continuità

	<b>LINEA CATANIA C. LE - GELA</b> <b>RIPRISTINO TRATTA CALTAGIRONE- GELA</b> <b>LOTTO 2: RIPRISTINO TRATTA NISCEMI - GELA</b>					
	<b>RELAZIONE DI DRENAGGIO FERROVIA, VIABILITÀ E PIAZZALI</b>	COMMESSA RS6K	LOTTO 00	CODIFICA R 78 RI	DOCUMENTO ID 0002 003	REV. B

idraulica e l'allontanamento delle acque di drenaggio della ferrovia. Per lo sviluppo planimetrico dei canali di recapito e l'ubicazione delle opere di drenaggio si rimanda alle planimetrie di progetto.

In merito al progetto delle opere di drenaggio della linea, nella successiva fase progettuale sarà necessario rilevare nel dettaglio tutta la rete esistente e verificare l'idoneità dei recapiti esistenti ed eventualmente prevederne il ripristino, in accordo con le normative vigenti, e nell'ambito delle proprietà ferroviarie, demaniali e nelle aree già previste in progetto. Inoltre, sarà necessario verificare la compatibilità tra gli elementi di drenaggio dei tratti in galleria con quelli all'esterno.

Nella presente fattibilità è previsto anche il drenaggio delle seguenti viabilità e piazzali:

- NV02 - Viabilità di accesso al piazzale PT03
- NV03 - Viabilità di accesso al piazzale PT04 (PM Priolo Sottano)
- PT03 – Piazzale emergenza galleria dell'Arcia lato Nord
- PT04 – Piazzale per fabbricato dell'Arcia lato Sud
- PT05 – Piazzale Priolo Sottano

Di seguito sono esposti i criteri e le metodologie adottate per il dimensionamento dei manufatti e per la verifica idraulica degli stessi.

	<b>LINEA CATANIA C. LE - GELA</b> <b>RIPRISTINO TRATTA CALTAGIRONE- GELA</b> <b>LOTTO 2: RIPRISTINO TRATTA NISCEMI - GELA</b>					
	RELAZIONE DI DRENAGGIO FERROVIA, VIABILITÀ E PIAZZALI	COMMESSA RS6K	LOTTO 00	CODIFICA R 78 RI	DOCUMENTO ID 0002 003	REV. B

## 2. PARAMETRI IDROLOGICI IDRAULICI

### 2.1 INDIVIDUAZIONE DEL TEMPO 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. La tabella seguente sintetizza la scelta effettuata per tipologia di opere:

	<b>Manuale di progettazione ferroviaria</b>	<b>NTC 2018 e relativa circolare applicativa</b>
<b>Drenaggio di piattaforma (cunette, tubazioni, fossi di guardia, ecc)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Linea ferroviaria TR 100 anni</li> <li>• Deviazioni stradali TR 25 anni</li> </ul>	-

*Tabella 2.1: Indicazioni Tempi di ritorno*

Con riferimento al dimensionamento delle opere di drenaggio in progetto, poiché il recapito di alcuni piazzali e viabilità è il sistema di drenaggio ferroviario, si è assunto cautelativamente un tempo di ritorno pari a 100 anni.

### 3. ANALISI IDROLOGICA

#### 3.1 PARAMETRI DELLE CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA ADOTTATE

Per la definizione delle portate transitanti nei sistemi di drenaggio dei piazzali di progetto e della viabilità (anche se non oggetto di questo appalto), si è fatto riferimento alle curve di possibilità pluviometrica ottenute mediante le elaborazioni statistiche dei dati di pioggia eseguite con il metodo di Gumbel.

La stazione pluviometrica di riferimento assunta per il calcolo delle portate dimensionanti i sistemi di drenaggio è la stazione Gela per gli interventi previsti a dell'Arcia Sud e a Priolo Sottano e di Diga Disueri per la viabilità e il piazzale previsto a dell'Arcia Sud.

Invece, per il dimensionamento dei canali di laminazione previsti per tener conto dell'invarianza idraulica, in accordo con il D.D.G. n.102 della Regione Sicilia, è stato considerato, cautelativamente, il VAPI e le risultanze introdotte da Lo Conti et al. (2007).

Si riportano di seguito i valori delle curve di possibilità pluviometrica per ciascun intervento previsto in progetto:

Stazione pluviometrica: DIGA DISUERI

Interventi in progetto:

- Viabilità dell'Arcia lato Nord – Drenaggio piazzale e viabilità di accesso.

#### CURVA DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA

\*\*\*\*\*

La determinazione delle curve di possibilità pluviometriche  $h = a \cdot t^n$  per assegnato tempo di ritorno è stata elaborata con la legge di distribuzione asintotica dei valori massimi meglio nota come legge di Gumbel:

$$h = u - 1/c \ln \ln (T/(T-1))$$

$$u = m - 0,450 \cdot s \quad c = 1,283 / s$$

Essendo:  $h$  = Altezza di pioggia (mm)  
 $T_r$  = Tempo di ritorno  
 $u = f(m,s)$ ;  $c = f(s)$   
 $m$  = Media del campione di dati  $h(1,3,6,12,24)$   
 $s$  = Scarto quadratico medio del campione

Stazione Pluviometrica: **DIGA DISUERI**  
 Bacino: **GELA**  
 Provincia: **CALTANISSETTA** Altitudine = 163,00 (ms.m.)

	h(1)	h(3)	h(6)	h(12)	h(24)
m	23,17	32,32	39,06	44,79	55,17
s	14,55	17,99	21,06	22,41	24,36
u	16,62	24,23	29,58	34,71	44,21
c	0,09	0,07	0,06	0,06	0,05

Con i valori sopra riportati si calcola la pioggia di massima intensità per assegnata durata e per fissato tempo di ritorno e si determinano per i dati così ottenuti, per regressione lineare, i parametri della curva  $h = a \cdot t^n$ .

Tr	h (1)	h (3)	h (6)	h (12)	h (24)	a	n
anni	mm	mm	mm	mm	mm	mm/ora <sup>n</sup>	
5	33,63	45,26	54,20	60,91	72,69	34,28	0,239
25	52,89	69,07	82,09	90,58	104,93	53,99	0,214
50	60,87	78,93	93,64	102,87	118,29	62,17	0,207
100	68,79	88,72	105,10	115,07	131,54	70,29	0,203
200	76,68	98,47	116,52	127,22	144,75	78,37	0,199
300	81,29	104,17	123,19	134,32	152,46	83,10	0,197
500	87,09	111,34	131,59	143,25	162,17	89,05	0,195

Tabella 1 – CPP Gumbel – Diga Disueri.

**Stazione pluviometrica: GELA**
**Interventi in progetto:**

- Viabilità di Priolo Sottano – Drenaggio piazzale e viabilità di accesso;
- Piazzale dell'Arcia lato Sud – Drenaggio piazzale.

**CURVA DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA**

\*\*\*\*\*

La determinazione delle curve di possibilità pluviometriche  $h = a t^n$  per assegnato tempo di ritorno è stata elaborata con la legge di distribuzione asintotica dei valori massimi meglio nota come legge di Gumbel:

$$h = u - 1/c \ln \ln (T/(T-1))$$

$$u = m - 0,450 * s \quad c = 1,283 / s$$

Essendo:  $h$  = Altezza di pioggia (mm)  
 $Tr$  = Tempo di ritorno  
 $u = f(m,s)$ ;  $c = f(s)$   
 $m$  = Media del campione di dati  $h(1,3,6,12,24)$   
 $s$  = Scarto quadratico medio del campione

 Stazione Pluviometrica **GELA**

 Bacino: **Minori tra Comunelli e Gattano**

Provincia: Caltanissetta      Altitudine = 30,00 (m.s.m.)

	h(1)	h(3)	h(6)	h(12)	h(24)
m	28,00	37,34	43,29	48,77	56,17
s	14,07	18,01	21,47	23,44	25,16
u	21,66	29,23	33,63	38,22	44,85
c	0,09	0,07	0,06	0,05	0,05

Con i valori sopra riportati si calcola la pioggia di massima intensità per assegnata durata e per fissato tempo di ritorno e si determinano per i dati così ottenuti, per regressione lineare, i parametri della curva  $h = a t^n$ .

Tr anni	h (1) mm	h (3) mm	h (6) mm	h (12) mm	h (24) mm	a mm/ora <sup>n</sup>	n
5	38,11	50,28	58,73	65,63	74,26	39,15	0,209
25	56,75	74,12	87,15	96,66	107,57	58,40	0,202
50	64,46	84,00	98,91	109,52	121,36	66,37	0,200
100	72,12	93,80	110,60	122,27	135,06	74,28	0,199
200	79,75	103,56	122,24	134,98	148,70	82,16	0,197
300	84,21	109,26	129,03	142,41	156,66	86,77	0,197
500	89,82	116,44	137,59	151,75	166,69	92,56	0,196

**Tabella 2 - CPP Gumbel – Gela.**

- VAPI (Lo Conti 2007)
  - Canali di laminazione per tener conto dell'invarianza idraulica in accordo con quanto previsto dal D.D.G. n.102 della Regione Sicilia.

 <b>ITALFERR</b> <small>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</small>	<b>LINEA CATANIA C. LE - GELA</b> <b>RIPRISTINO TRATTA CALTAGIRONE- GELA</b> <b>LOTTO 2: RIPRISTINO TRATTA NISCEMI - GELA</b>					
	<b>RELAZIONE DI DRENAGGIO FERROVIA, VIABILITÀ E PIAZZALI</b>	COMMESSA RS6K	LOTTO 00	CODIFICA R 78 RI	DOCUMENTO ID 0002 003	REV. B

**TABELLA RIEPILOGATIVA CURVE POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA (VAPI-Conti 2007)**

Pioggie di durata  $h \geq 1$  ora

Parametri curva possibilità pluviometrica  $h = a t^n$  (VAPI);  $h$ [mm]  $t$ [ore].

Stazione pluviometrica	Regionalizzata	
	a	n
Tempo Ritorno Tr [anni]	mm/ora <sup>n</sup>	
5	35,59	0,258
25	58,34	0,258
50	68,15	0,258
100	77,95	0,258
200	87,75	0,258
300	93,48	0,258
500	100,71	0,258

Tabella 3 – CPP VAPI (Lo Conti 2007).

### 3.2 DEFINIZIONE DELLE ALTEZZE DI PIOGGIA PER EVENTI DI DURATE INFERIORI 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:

$$\frac{h_{t,T}}{h_{60,T}} = f(t)$$

avendo indicato con  $f$  un simbolo funzionale.

Studi successivi hanno dimostrato che il legame funzionale della relazione sopra riportata può essere espresso nella semplice forma:

$$\frac{h_{t,T}}{h_{60,T}} = \left( \frac{t}{60} \right)^s$$

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.

Il legame funzionale, per la regione Sicilia, può essere pertanto espresso nella forma seguente, utilizzando la formula di Ferreri-Ferro, in cui il coefficiente  $s$  è stato opportunamente calibrato da Ferro e Bagarello ("Rainfall depth-duration relationship for South Italy", 1996).

$$h_{t,T} = h_{60,T} \left( \frac{t}{60} \right)^{0.386}$$

Il valore di  $n$  per durate inferiori all'ora (scrosci) è quindi pari a 0.386.

	<b>LINEA CATANIA C. LE - GELA</b> <b>RIPRISTINO TRATTA CALTAGIRONE- GELA</b> <b>LOTTO 2: RIPRISTINO TRATTA NISCEMI - GELA</b>					
	RELAZIONE DI DRENAGGIO FERROVIA, VIABILITÀ E PIAZZALI	COMMESSA RS6K	LOTTO 00	CODIFICA R 78 RI	DOCUMENTO ID 0002 003	REV. B

## 4. METODOLOGIA DI CALCOLO

Il dimensionamento degli elementi costituenti il sistema di raccolta e smaltimento delle acque è differente per ciascuna opera, la procedura può essere riepilogata con i seguenti passi:

- Individuazione delle curve di possibilità pluviometrica (Analisi idrologica);
- Calcolo delle portate generate dalla precipitazione meteorica (Metodo di trasformazione afflussi/deflussi);
- Dimensionamento e verifica degli elementi di raccolta delle acque.

### 4.1 METODI DI TRASFORMAZIONE AFFLUSSI DEFLUSSI

L'impostazione idrologica ed i metodi di dimensionamento delle opere tengono conto delle prescrizioni del "Manuale di progettazione"; le relazioni proposte nel manuale di progettazione derivano dal metodo dell'invaso secondo l'impostazione data dal "Metodo italiano", nel quale si fa l'ipotesi che il funzionamento dei collettori sia autonomo e sincrono:

- autonomo, significa che ogni condotto si riempie e si svuota per effetto delle caratteristiche idrologiche del bacino drenato trascurando quindi eventuali rigurgiti indotti dai rami che seguono a valle,
- sincrono, significa che tutti i condotti si riempiono e si svuotano contemporaneamente.

Tali ipotesi di funzionamento non sono pienamente aderenti alla realtà, nella quale invece si ha una propagazione dell'onda di piena da monte verso valle e quindi il volume  $W$  effettivamente invasato è minore di quello intero complessivo della rete.

### 4.2 METODO DELL'INVASO

La portata fluviale della rete è calcolata con il metodo empirico dell'invaso che tiene conto della diminuzione di portata per il velo (sottilissimo) che rimane sul terreno e per il volume immagazzinato in rete.

L'acqua di pioggia proveniente dall'atmosfera avrà una portata che indicheremo con " $p$ ", mentre " $I$ " indicheremo l'intensità di pioggia, cioè l'altezza d'acqua che cade nell'unità di tempo.

Dell'acqua piovana una parte viene assorbita dal terreno, una porzione evapora ed il resto defluisce; la porzione che evapora è molto piccola e quindi trascurabile.

Indicando con " $\varphi$ " l'aliquota che defluisce sul terreno bisogna tenere conto che tale valore dipenderà dalla natura del terreno, dalla durata dell'evento di pioggia, dal grado di umidità dell'atmosfera e dalla stagione,  $\varphi$  prende il nome di coefficiente di afflusso e moltiplicato per l'area del bacino ( $A$ ) e per l'intensità di pioggia ( $I$ ) ci fornirà una stima della portata che affluisce nel bacino nell'unità di tempo.

$$p = \varphi \cdot I \cdot A \quad (1)$$

	<b>LINEA CATANIA C. LE - GELA</b> <b>RIPRISTINO TRATTA CALTAGIRONE- GELA</b> <b>LOTTO 2: RIPRISTINO TRATTA NISCEMI - GELA</b>					
	RELAZIONE DI DRENAGGIO FERROVIA, VIABILITÀ E PIAZZALI	COMMESSA RS6K	LOTTO 00	CODIFICA R 78 RI	DOCUMENTO ID 0002 003	REV. B

Nel tempo  $dt$  il volume d'acqua affluito sarà  $p \cdot dt$ , mentre nell'istante  $t$  nella rete di drenaggio defluirà, una portata  $q$ , inizialmente nulla e man mano crescente.

Se il volume che affluisce nel tempo  $dt$  è pari a  $p \cdot dt$  e quello che defluisce è  $q \cdot dt$ , la differenza, che indicheremo con  $dw$ , rappresenterà il volume d'acqua che si invasa nel tempo.

Pertanto, l'equazione di continuità in forma differenziale sarà:

$$p \cdot dt = q \cdot dt + dw \quad (2)$$

Il metodo dell'invaso utilizzato per lo studio idraulico e la verifica dei collettori di smaltimento delle acque delle aree esterne si basa proprio sull'equazione di continuità.

Considerando che la portata  $q$  può essere considerata costante, le variabili da determinare sono  $q(t)$ ,  $w(t)$ , e  $t$ , per cui l'equazione non sarebbe integrabile se non fissando  $q$  o  $w$ .

Tuttavia, valutando che il valore massimo di portata verrà raggiunto alla fine dell'evento di pioggia di durata  $t$ , il problema di progetto si riduce ad individuare la durata di pioggia che massimizzi la portata, tenuto conto che al diminuire di questa aumenta l'intensità di pioggia  $I$ .

Tale problema è stato risolto, nell'ipotesi di intensità di pioggia ( $I$ ) costante e di rete di drenaggio inizialmente vuota ( $q = 0$  per  $t = 0$ ) considerando:

una relazione lineare tra il volume  $w$  immagazzinato nella rete a monte e l'area della sezione idrica  $\omega$ :

$$\frac{w}{\omega} = \frac{W}{\Omega} = \text{cost} \quad (3)$$

Questa condizione, nel caso di un singolo tratto, corrisponde all'ipotesi di moto uniforme, mentre nel caso di reti, si basa su due ulteriori ipotesi: che i vari elementi si riempiano contemporaneamente senza che mai il deflusso affluente sia ostacolato (funzionamento autonomo) e che il grado di riempimento di ogni elemento sia coincidente con quello degli altri (funzionamento sincrono);

una relazione lineare tra la portata defluente e l'area della sezione a monte:

$$\frac{q}{\omega} = \frac{Q}{\Omega} = \text{cost} \quad (4)$$

( $Q$  portata a monte della sezione,  $\Omega$  area della sezione a monte)

Tale relazione corrisponde all'ipotesi di velocità costante in condotta, ipotesi abbastanza prossima alla realtà nella fascia dei tiranti idrici che in genere si considerano.

Con queste ipotesi semplificative si ottiene:

$$\frac{dw}{W} = \frac{dq}{Q} \Rightarrow dw = \frac{dq}{Q} \cdot W \quad (5)$$

Sostituendo l'Eq. (5) nella (2), l'equazione di continuità diviene:

$$(p - q)dt = \frac{W}{Q} \cdot dq = \frac{dq}{Q} \cdot W \quad (6)$$

	<b>LINEA CATANIA C. LE - GELA</b> <b>RIPRISTINO TRATTA CALTAGIRONE- GELA</b> <b>LOTTO 2: RIPRISTINO TRATTA NISCEMI - GELA</b>					
	RELAZIONE DI DRENAGGIO FERROVIA, VIABILITÀ E PIAZZALI	COMMESSA RS6K	LOTTO 00	CODIFICA R 78 RI	DOCUMENTO ID 0002 003	REV. B

Ovvero:

$$p - q = \frac{dw}{dt} \quad (7)$$

L'integrazione dell'Eq. (7) consente di ottenere una relazione tra la portata e il tempo di riempimento di un canale, e quindi di stimare l'intervallo temporale tra un valore nullo di portata ed un valore massimo.

Definendo  $T$  il tempo necessario per passare da  $q = 0$  a  $q = q_{max}$ , e  $t_r$  il tempo di riempimento, si avrà:

un canale adeguato se  $T \leq t_r$ ,

un canale insufficiente se  $T > t_r$ .

Il corretto dimensionamento del canale di drenaggio delle acque piovane si ottiene ponendo  $T = t_r$ , ovvero nel caso in cui la durata dell'evento piovoso eguagli il tempo di riempimento del canale. In quest'ottica nasce il metodo dell'invaso non come metodo di verifica, ma come strumento progettazione, imponendo la relazione  $T = t_r$  si ottiene l'espressione analitica del coefficiente udometrico:

$$u = k \cdot \frac{(\varphi \cdot a)^{1/n}}{w^{\frac{1}{n}-1}} \quad (8)$$

Il coefficiente udometrico rappresenta la portata per unità di superficie del bacino, ed è espresso in  $l/s \cdot ha$ ,  $\varphi$  è il coefficiente di afflusso,  $w$  è il volume di acqua invasata riferito all'area del bacino in  $m^3/m^2$ ,  $a$  ed  $n$  sono i coefficienti della curva di probabilità pluviometrica per durate inferiori all'ora – vista l'estensione dei bacini – e per tempo di ritorno pari a 100 anni,  $k$  un coefficiente che assume il valore di  $2168 \cdot n$  [Sistemi di Fognatura, Manuale di Progettazione, CSU Editore, Hoepli; Appunti di Costruzioni idrauliche, Girolamo Ippolito, Liguori Editore].

Per la determinazione dei parametri  $a$  ed  $n$  della curva di possibilità climatica si rimanda al capitolo 3 della presente relazione.

L'espressione del coefficiente udometrico utilizzata nel nostro studio è:

$$u = 2168 \cdot n \cdot \frac{(\varphi \cdot a)^{1/n}}{w^{\frac{1}{n}-1}} \quad (9)$$

I coefficienti di afflusso adottati sono:

$\varphi = 0.70$  per superfici impermeabili (sede ferroviaria, piattaforma stradale, piazzali ecc);

$\varphi = 0.60$  per le scarpate di progetto e le superfici acclivi in terreno poco permeabile;

$\varphi = 0.40$  per le aree esterne.

Il volume  $w$  rappresenta il volume specifico di invaso totale pari al rapporto tra il volume di invaso totale  $W_{tot}$  e la superficie drenata.

$W_{tot}$  è dato dalla somma del volume proprio di invaso,  $W_1$ ; del volume di invaso dei tratti confluenti depurato



**LINEA CATANIA C. LE - GELA**

**RIPRISTINO TRATTA CALTAGIRONE- GELA**

**LOTTO 2: RIPRISTINO TRATTA NISCEMI - GELA**

**RELAZIONE DI DRENAGGIO FERROVIA, VIABILITÀ E  
PIAZZALI**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS6K	00	R 78 RI	ID 0002 003	B	12 di 37

del termine dei piccoli invasi,  $W_2$ ; del volume dei piccoli invasi considerando l'intera superficie del bacino drenata,  $W_3$ .

In particolare, il volume dei piccoli invasi è stato calcolato considerando un apporto unitario di  $50 m^3/ha$  per le superfici ferroviarie [Manuale di Progettazione Italferr] e di  $30 m^3/ha$  per le aree pavimentate e le aree esterne.



LINEA CATANIA C. LE - GELA

RIPRISTINO TRATTA CALTAGIRONE- GELA

LOTTO 2: RIPRISTINO TRATTA NISCEMI - GELA

RELAZIONE DI DRENAGGIO FERROVIA, VIABILITÀ E PIAZZALI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS6K	00	R 78 RI	ID 0002 003	B	13 di 37

## 5. SISTEMA DI DRENAGGIO PIATTAFORMA STRADALE

La verifica idraulica degli elementi costituenti il sistema di drenaggio della piattaforma stradale è stata condotta mediante il metodo dell'invaso.

### Sezioni in rilevato

La soluzione adottata consiste nello scarico dei deflussi meteorici provenienti dalla piattaforma, attraverso gli embrici, in fossi di guardia collocati al piede dei rilevati. La geometria del fosso è di tipo trapezoidale, con larghezza di base ed altezza variabili a seconda delle necessità e sponde aventi pendenza pari a 1/1. Gli embrici vengono sistemati lungo le scarpate ogni 15 m.

### Sezioni in trincea

Nei tratti al piede delle trincee è prevista l'esecuzione, in fregio alla pavimentazione stradale, di cunette alla francese in cls di larghezza idonea, con eventuale sottostante tubazione di collettamento.

Le acque raccolte dalla cunetta saranno trasferite per mezzo di caditoie poste ad interasse di circa 20 m, protette da griglie carrabili in ghisa sagomate come la stessa cunetta, alla sottostante tubazione di allontanamento in PVC. Per i particolari costruttivi dei pozzetti di raccolta si rimanda ai relativi allegati grafici.

### Fossi di guardia

I fossi di guardia, posti ai piedi del rilevato o a monte dello scavo, hanno funzione di intercettare le acque meteoriche provenienti dalla piattaforma stradale e, eventualmente, le aree esterne naturalmente scolanti verso la nuova viabilità. Le tipologie previste per i fossi di guardia a sezione trapezoidale rivestiti in cls e pendenza sponda 1/1 sono riassunti nella tabella seguente:

Tipo	Base minore (m)	Altezza (m)	Sponde
F 50x 50	0.5	0.5	1/1

I fossi di guardia sono considerati di dimensioni sufficienti qualora siano in grado di far transitare la portata di piena nella sezione di chiusura con un riempimento inferiore all' 85% dell'altezza utile.

### Embrici

Per i tratti stradali in rilevato la raccolta delle acque avviene in un canale di bordo formato dalla pavimentazione stradale stessa e dal cordolo che delimita l'arginello. Le acque vengono dapprima

convogliate nella zona compresa tra il cordolo bituminoso e lo strato di usura e poi indirizzate, a mezzo di embrici, nel fosso di guardia.

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:

$g = 9.81 \text{ m/s}^2$  (accelerazione di gravità);

$c_q = 0.385$  (coefficiente di efflusso);

$L = 0.4 \text{ m}$  (larghezza della vena sfiorante);

$h = 0.07 \text{ m}$  (altezza della lama d'acqua contenuta nel cordolino bituminoso);

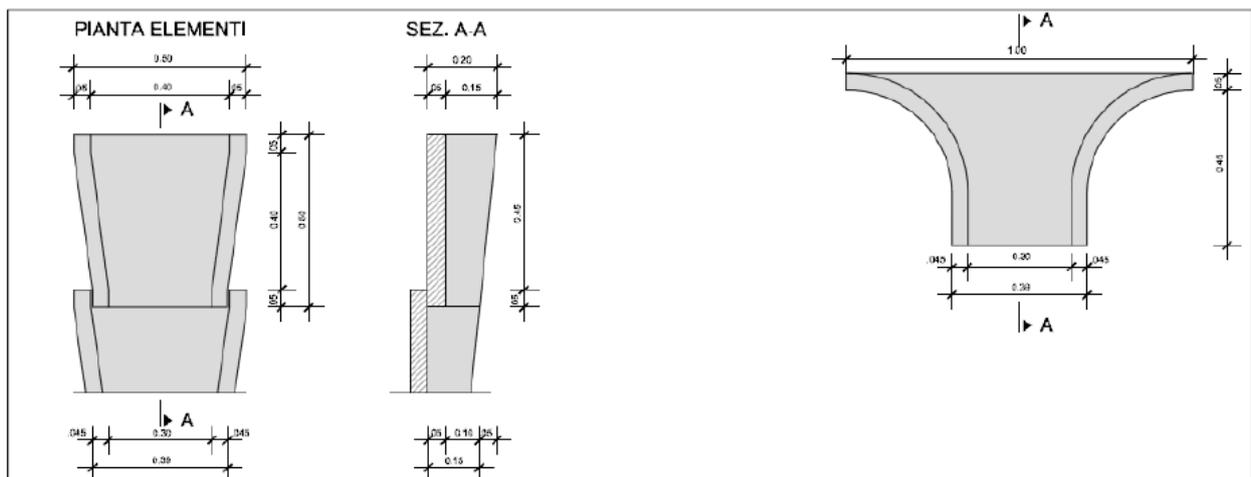


Figura 1 - Dettaglio in sezione e pianta degli embrici.

Si ottiene una capacità di smaltimento pari a  $Q = 12.6 \text{ l/s}$ .

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:

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

	<b>LINEA CATANIA C. LE - GELA</b> <b>RIPRISTINO TRATTA CALTAGIRONE- GELA</b> <b>LOTTO 2: RIPRISTINO TRATTA NISCEMI - GELA</b>					
	<b>RELAZIONE DI DRENAGGIO FERROVIA, VIABILITÀ E PIAZZALI</b>	COMMESSA RS6K	LOTTO 00	CODIFICA R 78 RI	DOCUMENTO ID 0002 003	REV. B

in cui:

$Q$  è la portata [ $m^3/sec$ ];

$\phi$  = 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/ore];

$S$  = superficie scolante che insiste su ogni embrice, che ipotizzando un interasse di 15 m, è pari a circa 95.3  $m^2$  (15m x 6.35m);

$T_c$  = 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 della zona maggiormente sollecitata dal punto di vista idrologico.

Si ottiene una portata che insiste su ogni embrice pari a 10.1 l/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.

#### Collettori circolari

I collettori circolari sono previsti nelle sezioni in trincea o in casi particolari.

I collettori sono posti a margine della piattaforma stradale.

Le acque intercettate dai collettori scaricano all'esterno del corpo stradale nei fossi di guardia o direttamente in incisioni della rete idrografica naturale.

I collettori sono in PVC SN8 di diverse dimensioni. Per i diametri < DN 500 questi risultano verificati se sono in grado di far transitare la portata con una percentuale di riempimento pari al 50%, mentre i diametri maggiori o uguali a DN500 sono ritenuti verificati con un grado di riempimento inferiore al 70 %. Nel presente progetto sono stati previsti dei collettori DN400.

#### Manufatti minori di continuità e trasparenza

Lungo la viabilità sono stati individuati una serie di manufatti minori necessari per garantire la continuità dei fossi di guardia, consentendo il normale deflusso delle acque. Tali opere d'arte sono funzionali sia per il recapito certo delle acque meteoriche provenienti dai fossi di guardia dei rilevati sia per garantire lo smaltimento saltuario delle portate in caso di eventi meteorici rilevanti.

I manufatti minori saranno per lo più dei tombini circolari in calcestruzzo che attraversano i rilevati, oppure che danno continuità in presenza di intersezioni laterali o viali per accessi privati

	<b>LINEA CATANIA C. LE - GELA</b> <b>RIPRISTINO TRATTA CALTAGIRONE- GELA</b> <b>LOTTO 2: RIPRISTINO TRATTA NISCEMI - GELA</b>					
	RELAZIONE DI DRENAGGIO FERROVIA, VIABILITÀ E PIAZZALI	COMMESSA RS6K	LOTTO 00	CODIFICA R 78 RI	DOCUMENTO ID 0002 003	REV. B

La sezione di deflusso complessiva del tombino deve consentire lo smaltimento della portata di progetto con un grado di riempimento non superiore al 66 % della sezione totale.

Le verifiche dei manufatti sono riportate nelle medesime tabelle di verifica dei fossi di guardia.

## 5.1 DIMENSIONAMENTO IDRAULICO

La verifica idraulica degli specchi in progetto viene effettuata valutando le altezze idriche e le velocità relative alle portate di progetto tramite l'espressione di Chezy:

$$V = K\sqrt{R \cdot i} \quad (10)$$

e l'equazione di continuità

$$Q = \sigma \cdot V \quad (11)$$

dove  $K$ , il coefficiente di scabrezza, è stato valutato secondo la formula di Gaukler-Strickler:

$$K = K_s \cdot R^{1/6} \quad (12)$$

ottenendo:

$$Q = K_s \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2} \cdot \sigma \quad (13)$$

Dove le variabili sono:

$Q$ , la portata in m<sup>3</sup>/s

$R$ , il raggio idraulico in metri;

$\sigma$ , la sezione idraulica [m<sup>2</sup>];

$i$ , la pendenza [m/m];

$K_s$ , il coefficiente di scabrezza in m<sup>1/3</sup>s<sup>-1</sup>, pari a 90 (tubazione in materiale plastico PVC), 67 per le strutture in cls.

Il dimensionamento idraulico è soddisfatto se le configurazioni geometriche scelte sono tali da consentire lo smaltimento delle portate afferenti con un grado di riempimento massimo del 85 % per gli elementi a sezione aperta ovvero per i fossi di guardia e per le canalette. I collettori invece risultano verificati se il loro riempimento è inferiore al 70% del diametro per diametri maggiori o uguali a DN500 e se il riempimento è inferiore al 50% del diametro per diametri inferiori a DN500. I valori limite per le velocità sono 0.5 m/s e 5 m/s.

Le tabelle di verifica sono suddivise per recapito della rete di drenaggio e contengono la progressiva iniziale e finale del generico tratto, il tipo di canaletta previsto, la lunghezza, la progressiva del tratto, la pendenza del tratto, la quota iniziale e finale, le cumulate della superficie equivalente, la portata di dimensionamento, il livello idrico all'interno del manufatto, il grado di riempimento e la velocità.

 GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA CATANIA C. LE - GELA</b> <b>RIPRISTINO TRATTA CALTAGIRONE- GELA</b> <b>LOTTO 2: RIPRISTINO TRATTA NISCEMI - GELA</b>					
	RELAZIONE DI DRENAGGIO FERROVIA, VIABILITÀ E PIAZZALI	COMMESSA RS6K	LOTTO 00	CODIFICA R 78 RI	DOCUMENTO ID 0002 003	REV. B

## 5.2 VERIFICA ELEMENTI VIABILITÀ NV03

TABELLA ELEMENTI TRATTI AFFERENTI

	Progressiva iniziale	Progressiva finale	POSIZIONE	Superfici confluenti			Superfici tratto						Volumi piccoli invasi specifici			Elementi del tratto							
				Vol. INVASO PROPRIO CONFLUENTE m <sup>3</sup>	Sup FERROVIA ha	Sup STRADA ha	Superficie ESTERNA ha	Sup FERROVIA ha	Superficie STRADA ha	Superficie ESTERNA ha	Sup FERROVIA - TOTALE ha	Superficie STRADA - TOTALE ha	Superficie ESTERNA - TOTALE ha	Vol. specifico piccoli invasi FERROVIA m <sup>3</sup> /ha	Vol. specifico piccoli invasi STRADA m <sup>3</sup> /ha	Vol. specifico piccoli invasi ESTERNO m <sup>3</sup> /ha	Superficie TOTALE ha	Volumi piccoli invasi TOTALE m <sup>3</sup>	Lunghezza m	Pendenza m/m	Volume proprio d'invaso m <sup>3</sup>	Volume totale d'invaso m <sup>3</sup>	Invaso specifico m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>
trincea	190	100	sx	10.27	0.077	0.000	0.000	0.000	0.068	0.045	0.077	0.068	0.045	50	30	30	0.19	5.67	90.0	0.0500	20.09	20.08969	0.01063
trincea	50	30	0	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.015	0.010	0.000	0.015	0.010	50	30	30	0.03	0.75	20.0	0.0080	1.48	1.47629	0.00591
trincea	30	10	sx	1.48	0.000	0.015	0.010	0.000	0.015	0.010	0.000	0.030	0.020	50	30	30	0.05	1.50	20.0	0.1000	3.39	3.38992	0.00678

TABELLA DI VERIFICA DELLE PORTATE

	Progressiva iniziale	Progressiva finale	POSIZIONE	Calcolo della portata				Tipo CANALETTA / COLLETTORE	Velocità m/s	Tirante idrico m	Percentuale di riempimento %	Numero di Froude
				a m/h <sup>n</sup>	n	U lt/s/ha	Portata Pluviale m <sup>3</sup> /s					
trincea	190	100	sx	0.0743	0.39	841.9	0.159	DN400	3.45	0.16	39%	2.78
trincea	50	30	0	0.0743	0.39	1832.9	0.046	DN400	1.26	0.13	33%	1.11
trincea	30	10	sx	0.0743	0.39	1471.4	0.074	DN400	3.56	0.09	22%	3.82

	<b>LINEA CATANIA C. LE - GELA</b> <b>RIPRISTINO TRATTA CALTAGIRONE- GELA</b> <b>LOTTO 2: RIPRISTINO TRATTA NISCEMI - GELA</b>					
	RELAZIONE DI DRENAGGIO FERROVIA, VIABILITÀ E PIAZZALI	COMMESSA RS6K	LOTTO 00	CODIFICA R 78 RI	DOCUMENTO ID 0002 003	REV. B

### 5.3. VERIFICA ELEMENTI VIABILITÀ NV02

TABELLA ELEMENTI TRATTI AFFERENTI

	Progressiva iniziale	Progressiva finale	POSIZIONE	Superfici confluenti			Superfici tratto						Volumi piccoli invasi specifici			Elementi del tratto							
				Vol. INVASO PROPRIO CONFLUENTE	Sup FERROVIA	Sup STRADA	Superficie ESTERNA	Sup FERROVIA	Superficie STRADA	Superficie ESTERNA	Sup FERROVIA - TOTALE	Superficie STRADA - TOTALE	Superficie ESTERNA - TOTALE	Vol. specifico piccoli invasi FERROVIA	Vol. specifico piccoli invasi STRADA	Vol. specifico piccoli invasi ESTERNO	Superficie TOTALE	Volumi piccoli invasi TOTALE	Lunghezza	Pendenza	Volume proprio d'invaso	Volume totale d'invaso	Invaso specifico
				m <sup>3</sup>	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	m <sup>3</sup> /ha	m <sup>3</sup> /ha	m <sup>3</sup> /ha	ha	m <sup>3</sup>	m	m/m	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>
	10	80	dx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.350	0.000	0.000	0.350	50	30	30	0.35	10.50	70.0	0.0050	20.54	20.54218	0.00587
tombino	0	0	0	24.71	0.000	0.091	0.350	0.000	0.122	0.000	0.000	0.213	0.350	50	30	30	0.56	16.88	40.5	0.0200	47.13	47.13212	0.00838
	25	135	sx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.077	0.550	0.000	0.077	0.550	50	30	30	0.63	18.81	110.0	0.1055	30.62	30.62056	0.00488
	0	tb	0	130.78	0.000	0.299	1.140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.299	1.140	50	30	30	1.44	43.17	7.0	0.0100	175.22	175.22485	0.01218
trincea	15	79	dx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.038	0.032	0.000	0.038	0.032	50	30	30	0.07	2.11	64.0	0.1100	3.77	3.76568	0.00535
trincea	45	102	sx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.034	0.029	0.000	0.034	0.029	50	30	30	0.06	1.88	57.0	0.1400	3.20	3.19613	0.00510

TABELLA DI VERIFICA DELLE PORTATE

	Progressiva iniziale	Progressiva finale	POSIZIONE	Calcolo della portata								
				a	n	U	Portata Pluviale	Tipo CANALETTA / COLLETTORE	Velocità	Tirante idrico	Percentuale di riempimento	Numero di Froude
				m/h <sup>n</sup>		lt/s/ha	m <sup>3</sup> /s		m/s	m	%	
	10	80	dx	0.0703	0.39	506.9	0.177	F 50x50	1.24	0.20	41%	0.87
tombino	0	0	0	0.0703	0.39	570.3	0.321	DN1500	2.34	0.20	13%	1.69
	25	135	sx	0.0703	0.39	865.7	0.543	F 50x50	5.06	0.16	32%	4.01
	0	tb	0	0.0703	0.39	236.5	0.340	DN1500	1.87	0.24	16%	1.22
trincea	15	79	dx	0.0703	0.39	1501.3	0.106	DN400	4.09	0.10	26%	4.06
trincea	45	102	sx	0.0703	0.39	1620.8	0.102	DN400	4.40	0.10	24%	4.55

## 6. SISTEMA DI DRENAGGIO PIAZZALI

### 6.1 METODO DELL'INVASO

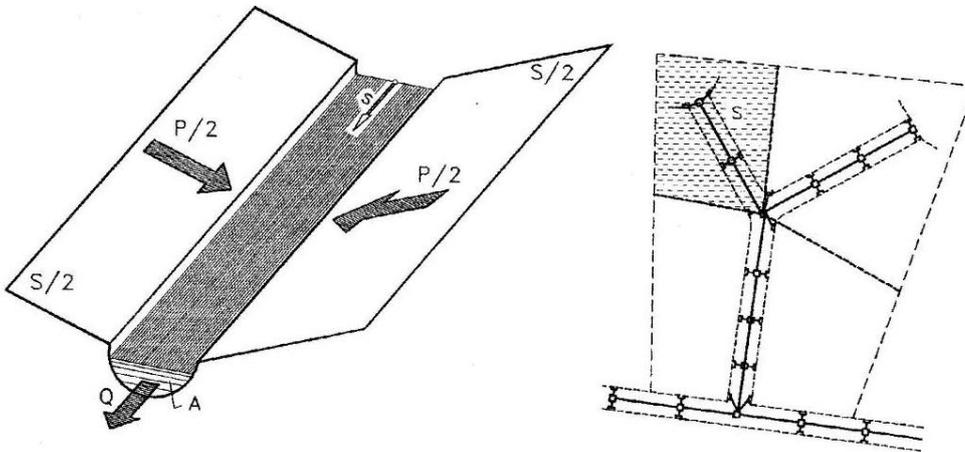
La verifica idraulica delle canalette e delle condotte per lo smaltimento delle acque meteoriche dei piazzali è stata condotta mediante il metodo dell'invaso come per le strade.

Tale metodo 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.

Si ipotizza che la superficie scolante  $S$  sia solcata da un collettore avente sezione d'area  $A$  e pendenza  $i$ .



La condizione di continuità si esprime scrivendo:

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

dove:

$p = \varphi j S$ , con  $j = a \tau^{n-1}$  intensità di pioggia costante sulla durata  $\tau$  della precipitazione;

$V$  = volume invasato a monte della sezione di chiusura;

$Q$  = portata transitante nella sezione di chiusura.

	<b>LINEA CATANIA C. LE - GELA</b> <b>RIPRISTINO TRATTA CALTAGIRONE- GELA</b> <b>LOTTO 2: RIPRISTINO TRATTA NISCEMI - GELA</b>					
	RELAZIONE DI DRENAGGIO FERROVIA, VIABILITÀ E PIAZZALI	COMMESSA RS6K	LOTTO 00	CODIFICA R 78 RI	DOCUMENTO ID 0002 003	REV. B

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:

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

### Sezioni chiuse

Per le sezioni chiuse è ammissibile una relazione lineare fra volume e portata, assumendo  $\alpha=1.0$ .

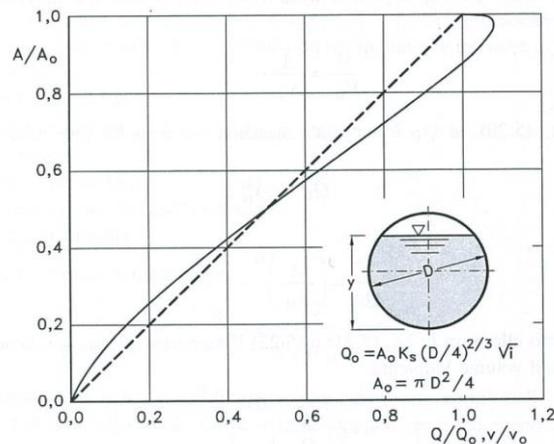


Figura 2 - Andamento della portata in funzione della sezione liquida della condotta.

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

$$dt = \frac{V_0}{Q_0} \cdot \frac{dQ}{p-Q}$$

Posto p costante, l'equazione integrata nell'intervallo  $t_2 - t_1$  dà:

$$t_2 - t_1 = \frac{V_0}{Q_0} \cdot \ln \frac{p-Q_1}{p-Q_2}$$

Per  $t_1=0$  e  $Q_1=0$ , si ha il tempo di riempimento  $t_r$  necessario, a partire dalle condizioni di condotta vuota, per raggiungere il valore massimo  $Q_0$ :

$$t_r = \frac{V_0}{Q_0} \cdot \ln \frac{p}{p-Q_0} = \frac{V_0}{Q_0} \cdot \ln \frac{\varepsilon}{\varepsilon-1}$$

con

$$\varepsilon = \frac{p}{Q_0}$$

Nota la relazione  $h = a \tau^n$ , per una prefissata intensità  $j = a \tau^{n-1}$ , si ha:

$$\varepsilon = \frac{p}{Q_0} = \frac{\varphi j S}{Q_0} = \varphi \frac{S a \tau^{n-1}}{Q_0} \Rightarrow \tau = \left( \frac{\varepsilon Q_0}{\varphi S a} \right)^{1/(n-1)}$$

La condizione  $t_r = \tau$  dà modo di ottenere:

$$V_0 = Q_0 \left( \frac{\varepsilon Q_0}{\varphi S a} \right)^{\frac{1}{n-1}} \cdot \left( \ln \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} \right)^{-1}$$

Ed anche, ricordando che  $u = Q_0 / S$ ,

$$V_0 = \frac{S}{\ln \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1}} \cdot u \cdot \left( \frac{\varepsilon \cdot u}{\varphi \cdot a} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

dalla quale, definito  $v_0 = V_0 / S$  come volume specifico si ha:

$$u = \varepsilon^{-\frac{1}{n}} \cdot \left( \ln \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} \right)^{\frac{n-1}{n}} \cdot \frac{(\varphi \cdot a)^{\frac{1}{n}}}{v_0^{\frac{(1-n)}{n}}}$$

La condizione  $du / d\varepsilon = 0$  consente di calcolare il valore di  $\varepsilon = p / Q_0$  relativo all'evento che sollecita, noto l'esponente  $n$ , in maggior misura la rete. Si ottiene:

$$n = 1 + (\varepsilon - 1) \cdot \ln \frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon}$$

da cui può dedursi, con un'approssimazione sufficiente nell'intervallo 0.25 – 0.50 dei valori di  $n$ , il desiderato valore di  $\varepsilon$ :

$$\varepsilon = 3.94 - 8.21n + 6.23n^2 + \dots$$

Esprimendo  $v_0$  in m<sup>3</sup>/ha,  $S$  in ha,  $a$  in mm/ora<sup>n</sup> e  $u$  in l/s ha si ha:

$$u = 10^{\frac{1}{n}} \cdot 0.278 \varepsilon^{-\frac{1}{n}} \cdot \left( \ln \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} \right)^{\frac{n-1}{n}} \cdot \frac{(\varphi \cdot a)^{\frac{1}{n}}}{v_0^{\frac{(1-n)}{n}}}$$

Raggruppando con la posizione:

$$K_c = \left( \frac{10 \varphi \cdot a}{\varepsilon \cdot 3.6^n} \right)^{\frac{1}{1-n}} \cdot \frac{1}{\ln \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1}}$$

le grandezze legate al carattere climatico del luogo ( $a$  e  $n$ ), direttamente e nel parametro  $\varepsilon$ , e allo stato della superficie scolante ( $\varphi$ ), l'equazione diventa:

$$u = \left( \frac{K_c}{v_0} \right)^{\frac{(1-n)}{n}}$$

L'equazione, per l'evidenza accordata al volume specifico  $v_0$ , si presta principalmente allo svolgimento pratico del calcolo.

### **Sezioni aperte**

Per le sezioni aperte è ammissibile una relazione lineare fra volume e portata, assumendo  $\alpha=1.5$ .

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 nella seguente tabella 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

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 idrometrico:

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

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA CATANIA C. LE - GELA</b> <b>RIPRISTINO TRATTA CALTAGIRONE- GELA</b> <b>LOTTO 2: RIPRISTINO TRATTA NISCEMI - GELA</b>					
	RELAZIONE DI DRENAGGIO FERROVIA, VIABILITÀ E PIAZZALI	COMMESSA RS6K	LOTTO 00	CODIFICA R 78 RI	DOCUMENTO ID 0002 003	REV. B

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 udometrico. Esprimendo  $[a]$  = metri · giorni- $n$  e  $[v_0]$  = metri, e il coefficiente udometrico  $[u]$  = litri / secondo · ettaro, l'equazione che definisce il coefficiente udometrico diventa:

$$u = (26\alpha + 66)n \cdot \frac{(\varphi \cdot a)^{1/n}}{v_0^{(1-n)/n}}$$

## 6.2 DIMENSIONAMENTO IDRAULICO

Il dimensionamento idraulico delle condotte di drenaggio delle acque meteoriche dei piazzali è stato eseguito mediante il metodo del volume d'invaso precedentemente esposto.

La determinazione delle portate all'interno di ciascun tratto è stata eseguita imponendo per il coefficiente udometrico, in favore di sicurezza, un tempo di riempimento della singola canaletta pari al tempo di pioggia ( $t_r = t_p$ ).

Nell'applicazione del metodo dell'invaso viene definito il coefficiente udometrico

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

per il quale vengono utilizzati i seguenti parametri:

- Volume specifico piccoli invasi per la piattaforma ferroviaria  $W_p = 0.005$  m mentre per la piattaforma stradale e le aree esterne  $W_p = 0.003$  m;
- Coefficiente di afflusso per la piattaforma  $\varphi_p = 0.7$ ;
- Coefficiente di scabrezza di Manning delle condotte in PVC  $n = 0.0111$  s / m<sup>1/3</sup> e delle canalette in cls  $n = 0.015$  s / m<sup>1/3</sup>;
- Larghezza piattaforma  $L$  = variabile;

	<b>LINEA CATANIA C. LE - GELA</b> <b>RIPRISTINO TRATTA CALTAGIRONE- GELA</b> <b>LOTTO 2: RIPRISTINO TRATTA NISCEMI - GELA</b>					
	<b>RELAZIONE DI DRENAGGIO FERROVIA, VIABILITÀ E PIAZZALI</b>	COMMESSA RS6K	LOTTO 00	CODIFICA R 78 RI	DOCUMENTO ID 0002 003	REV. B

La portata lungo la condotta viene quindi calcolata moltiplicando il coefficiente udometrico per la superficie del bacino afferente alle varie sezioni prese in esame.

Determinata la portata defluente, il tirante idrico che s'instaura all'interno delle condotte è calcolato mediante l'equazione del moto uniforme secondo Gauckler-Strickler:

$$Q_d = \frac{1}{n} \cdot A \cdot R_h^{2/3} \cdot \sqrt{i}$$

dove: n coefficiente di scabrezza secondo Manning [s /m<sup>1/3</sup>];

A area bagnata [m<sup>2</sup>];

Rh Raggio idraulico [m];

i Pendenza del fondo.

Nota il tirante idrico si può verificare il grado di riempimento ed il franco di sicurezza.

### 6.3 COMPONENTI DEL SISTEMA DI DRENAGGIO

Sui piazzali tecnologici è previsto un sistema di drenaggio con raccolta puntuale delle acque, costituito da caditoie grigliate afferenti alla condotta principale in PVC.

I collettori che ricevono i contributi meteorici dalle caditoie sono delle condotte in PVC di diametro variabile da un minimo di DN 250 ad un massimo di DN 400 con rigidità anulare SN 8 (8 kN/m<sup>2</sup>).

I collettori sono ispezionabili mediante i pozzetti d'ispezione in calcestruzzo.

Il dimensionamento idraulico delle condotte di drenaggio delle acque di piattaforma dei piazzali e delle viabilità connesse è stato eseguito mediante l'utilizzo del metodo dell'invaso i cui fondamenti teorici sono stati precedentemente esposti.

La verifica eseguita è volta a rispettare le seguenti condizioni:

- i collettori risultano verificati se il loro riempimento è inferiore al 70% del diametro per diametri maggiori o uguali a DN500 e se il riempimento è inferiore al 50% del diametro per diametri inferiori a DN500;
- per gli elementi a sezione aperta il grado di riempimento massimo è pari all'85%;
- i valori limite per le velocità sono 0.5 m/s e 5 m/s.

Nel paragrafo di seguito sono riportate le tabelle di verifica dei rami principali delle reti di drenaggio.

Le tabelle di verifica sono suddivise per recapito della rete di drenaggio e contengono la progressiva iniziale e finale del generico tratto, il tipo di canaletta previsto, la lunghezza, la progressiva del tratto, la pendenza del tratto, la quota iniziale e finale, le cumulate della superficie equivalente, la portata di dimensionamento, il livello idrico all'interno del manufatto, il grado di riempimento e la velocità.

Pozzetto iniziale	Pozzetto finale	Condotta	L	Progr.	$i_f$	Quota inizio	Quota fine	Superficie equivalente	Q	y	g.r.	v
			m		m/m	m	m	m <sup>2</sup>	l/s	cm	%	m/s

#### 6.4 VERIFICA DEL SISTEMA DI DRENAGGIO PIAZZALE PT03

Pozzetto iniziale	Pozzetto finale	Condotta	L	Pendenza	Quota inizio	Quota fine	Sup. Eq.	Q	y	g.r.	v
			m		m	m	m <sup>2</sup>	l/s	m	%	m/s

P1	tombino	DN250	15.00	0.010	0.00	0.00	55.0	13.66	0.080	32%	1.012
P3	tombino	DN250	4.00	0.010	0.00	0.00	55.0	25.29	0.111	45%	1.197
P2	tombino	DN400	15.00	0.020	0.00	0.00	400.0	120.88	0.175	44%	2.294
P4	tombino	DN400	6.00	0.030	0.00	0.00	400.0	177.71	0.194	48%	2.944

#### 6.5 VERIFICA DEL SISTEMA DI DRENAGGIO PIAZZALE PT04

Pozzetto iniziale	Pozzetto finale	Condotta	L	Pendenza	Quota inizio	Quota fine	Sup. Eq.	Q	y	g.r.	v
			m		m	m	m <sup>2</sup>	l/s	m	%	m/s

P1	P2	DN250	4.00	0.003	199.25	199.24	40.0	16.21	0.122	49%	0.683
P3	P4	DN250	4.00	0.003	199.25	199.24	40.0	16.21	0.122	49%	0.683

#### 6.6 VERIFICA DEL SISTEMA DI DRENAGGIO PIAZZALE PT05

Pozzetto iniziale	Pozzetto finale	Condotta	L	Pendenza	Quota inizio	Quota fine	Sup. Eq.	Q	y	g.r.	v
			m		m	m	m <sup>2</sup>	l/s	m	%	m/s

C1	P5	R 50x50	8.40	0.002	-	-	151.2	41.58	0.139	28%	0.599
C2	P6	R 50x50	8.40	0.002	-	-	151.2	41.58	0.139	28%	0.599
P5	P6	DN315	8.70	0.002	106.89	106.87	151.2	14.27	0.114	36%	0.563
P6	P3	DN315	13.70	0.002	106.87	106.84	302.4	21.24	0.141	45%	0.627
P1	P2	DN400	20.50	0.002	106.80	106.76	215.3	36.41	0.170	42%	0.716
P2	P3	DN400	13.90	0.002	106.76	106.73	361.2	42.42	0.185	46%	0.745
P3	P4	DN400	4.90	0.003	106.73	106.72	765.5	55.11	0.192	48%	0.927

## 7. INVARIANZA IDRAULICA

Con riferimento alle viabilità e ai piazzali previsti in progetto, nella presente fattibilità si è tenuto conto di quanto previsto dal D.D.G. n.102 della Regione Sicilia in materia di invarianza idraulica; in particolare si riporta di seguito il confronto tra coefficienti di deflusso ante e post operam.

Intervento in progetto	Superficie bacino del punto di scarico (mq)	Coeff. di deflusso ante bacino	Superficie impermeabile piazzale/viabilità (mq)	% sulla superficie del bacino	Coeff. di deflusso post operam bacino del punto di scarico
Viabilità NV02/Piazzale PT03 dell'Arcia Nord	1421000	0.45	2317	0.16	0.4507
Piazzale PT04 dell'Arcia Sud	810000	0.45	326	0.04	0.4503
Viabilità NV03/Piazzale PT05 Priolo Sottano	271000	0.45	3892	1.44	0.4547

Come si evince dai valori riportati in tabella, gli interventi in progetto incidono in maniera pressoché irrilevante sui coefficienti di deflusso dello stato di fatto; in ogni caso, al fine di tener conto di quanto previsto dalla normativa regionale, sono stati previsti manufatti di laminazione allo scopo di garantire una portata ammissione allo scarico non superiore a 20 l/s per ettaro di superficie impermeabile.

Si riporta di seguito il dimensionamento dei canali di laminazione per gli interventi in progetto:

- Viabilità NV02 e piazzale PT03 (dell'Arcia Nord)

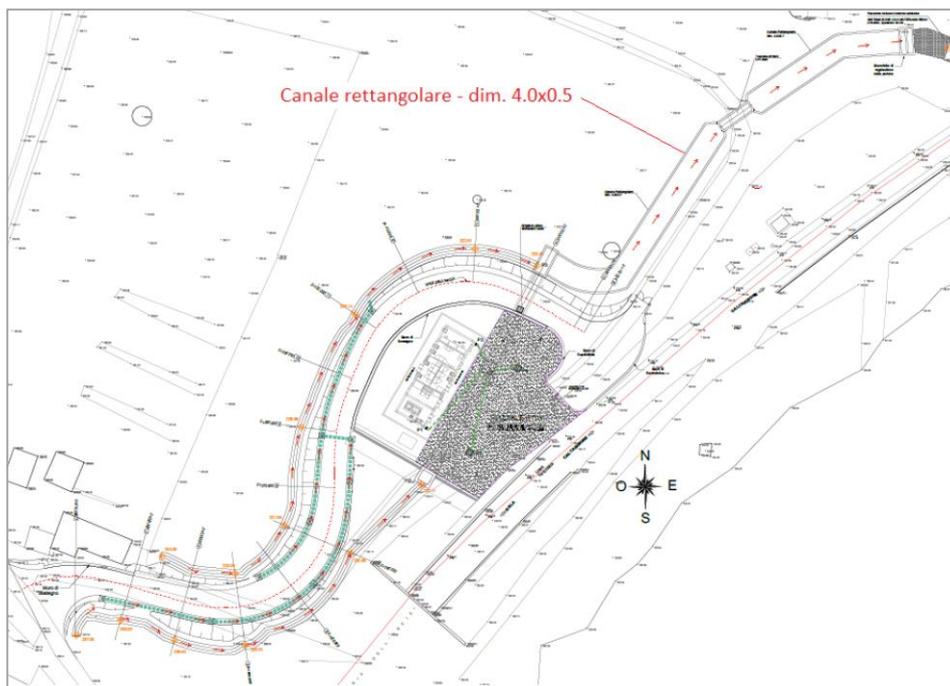


Figura 1 - Drenaggio dell'Arcia Nord.



- Piazzale PT04 (dell'Arcia Sud)

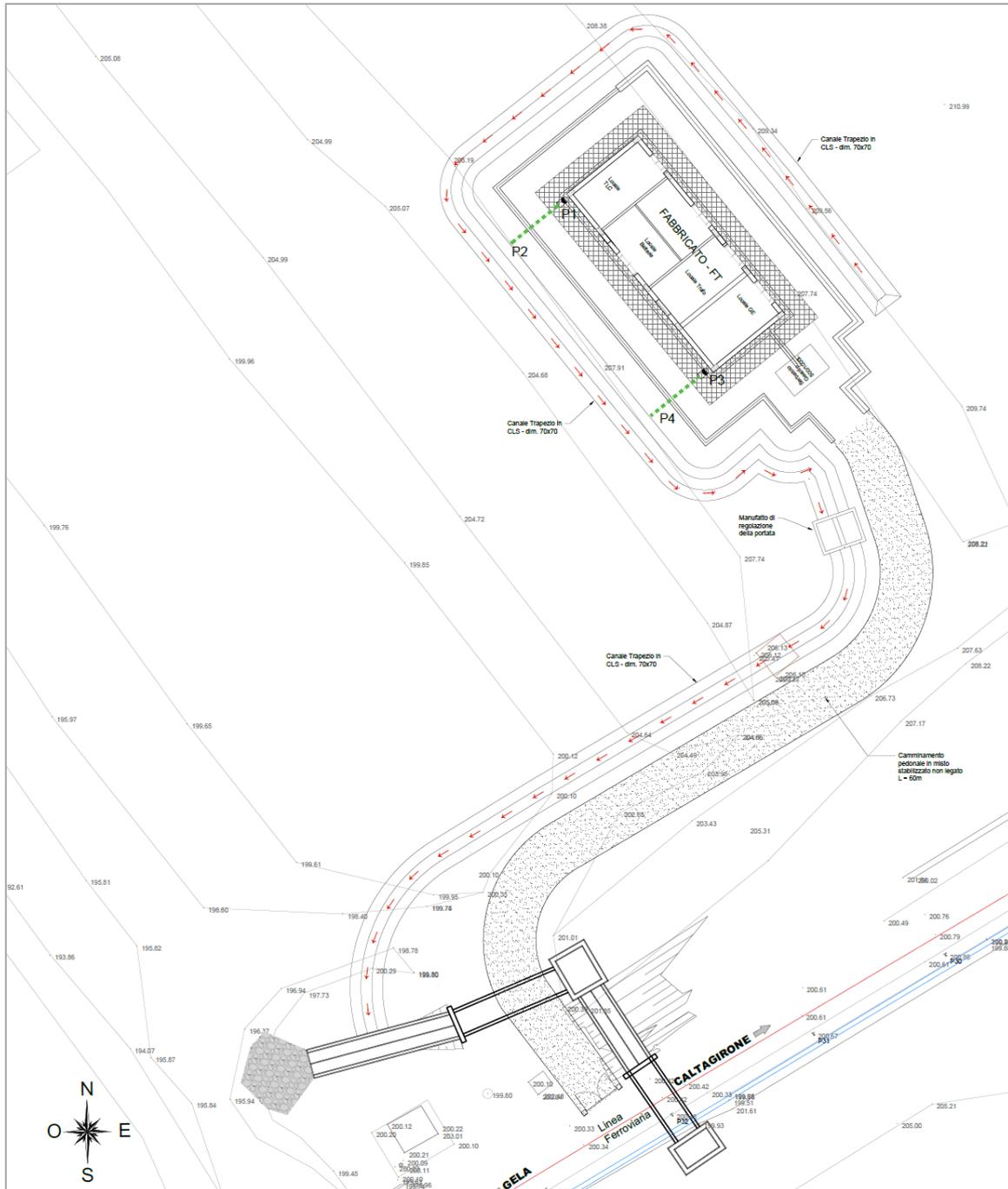


Figura 2 - Drenaggio dell'Arcia Sud.



Dati di Base				Portata in uscita					
Idrologia			Geometria di progetto	ulim (l/s/ha)	20	Coeff. Udom.			
Durata	d>1h		$S_{pneumatica}$ (ha)	$Q_{lim}$ (l/s)	1.3212	Portata massima scaricabile			
a (mm)	77.95	Valori di progetto	$\Phi_{medio}$	$Q_{out}$ (l/s)	1.3212	Uscita costante (pompaggio, efflusso)			
n (-)	0.26		0.06606	0.30711297	0	Filtrazione			
TR (anni)	100		Permeabilità	$Q_{filt}$ (l/s)	0	Portata totale in uscita			
			k (m/s)	0.00E+00					
Geometria manufatto				Metodo delle sole piogge in forma chiusa					
	Tipo di manufatto	FOSSO		Dw (ore)	4.00	Durata dell'evento critico			
Geometria Fosso/Vasca	L1/L2 (m)	65.00	2.50	Dimensioni di base	W0 (mc)	54.61	Volume idrico massimo		
	A1 (mq)	162.5		Area di base	Verifica sul volume				
	P (m)	135		Perimetro di base	$V_{eff}$ (mc)	81.25	>	$W_0$ (mc)	54.61
	Cot(α)	0.00		Pendenza sponde b/h	Fs (-)	1.49	$V_{eff}/W_0$		
	A'1 (mq)	162.5		Area in sommità	Verifica sul tempo di corrivazione				
	P' (m)	135		Perimetro in sommità	tc (h)	0.17	<	Dw (h)	4.00
	h1 (m)	0.50		Altezza massima	Verifica sul tempo di svuotamento				
	n1 (-)	1.00		Indice dei vuoti fosso	ts(h)	11.48	<	48.00	h
	D1 (mm)	0.00		Diametro tubazione	Vres,48h (mc)	81.25	>	54.61	mc
	V1 (mc)	81.25		Volume compl. Fosso/vasca					
Geometria Bauletto	Veff, 1 (mc)	81.25		Volume effettivo fosso/vasca					
	h2 (m)	0.00		Altezza bauletto					
	B (m)	0.00		Larghezza bauletto					
	A2 (mq)	0		Area di base bauletto					
	n2 (-)	0.00		Indice dei vuoti bauletto					
	D2 (mm)	0.00		Diametro tubazione					
	V2 (mc)	0		Volume compl. bauletto					
	Veff, 2 (mc)	0		Volume eff. bauletto					
	Vtot(mc)	81.25		Volume effettivo					

Canale B

Dati di Base				Portata in uscita					
Idrologia			Geometria di progetto	ulim (l/s/ha)	20	Coeff. Udom.			
Durata	d>1h		$S_{pneumatica}$ (ha)	$Q_{lim}$ (l/s)	2.4948	Portata massima scaricabile			
a (mm)	77.95	Valori di progetto	$\Phi_{medio}$	$Q_{out}$ (l/s)	2.4948	Uscita costante (pompaggio, efflusso)			
n (-)	0.26		0.12474	0.92195122	0	Filtrazione			
TR (anni)	100		Permeabilità	$Q_{tot}$ (l/s)	2.4948	Portata totale in uscita			
			k (m/s)	0.00E+00					
Geometria manufatto				Metodo delle sole piogge in forma chiusa					
	Tipo di manufatto	FOSSO		Dw (ore)	4.00	Durata dell'evento critico			
Geometria Fosso/Vasca	L1/L2 (m)	138.00	2.50	Dimensioni di base	W0 (mc)	103.12	Volume idrico massimo		
	A1 (mq)	345		Area di base	Verifica sul volume				
	P (m)	281		Perimetro di base	$V_{eff}$ (mc)	172.5	>	$W_0$ (mc)	103.12
	Cot(α)	0.00		Pendenza sponde b/h	Fs (-)	1.67	$V_{eff}/W_0$		
	A'1 (mq)	345		Area in sommità	Verifica sul tempo di corrivazione				
	P' (m)	281		Perimetro in sommità	tc (h)	0.17	<	Dw (h)	4.00
	h1 (m)	0.50		Altezza massima	Verifica sul tempo di svuotamento				
	n1 (-)	1.00		Indice dei vuoti fosso	ts(h)	11.48	<	48.00	h
	D1 (mm)	0.00		Diametro tubazione	Vres,48h (mc)	172.5	>	103.12	mc
	V1 (mc)	172.5		Volume compl. Fosso/vasca					
Geometria Bauletto	Veff, 1 (mc)	172.5		Volume effettivo fosso/vasca					
	h2 (m)	0.00		Altezza bauletto					
	B (m)	0.00		Larghezza bauletto					
	A2 (mq)	0		Area di base bauletto					
	n2 (-)	0.00		Indice dei vuoti bauletto					
	D2 (mm)	0.00		Diametro tubazione					
	V2 (mc)	0		Volume compl. bauletto					
	Veff, 2 (mc)	0		Volume eff. bauletto					
	Vtot(mc)	172.5		Volume effettivo					

Canale C





e pari a 134 l/AE per il comparto di digestione.

Il volume della vasca previsto in progetto è pari a 1.3 m<sup>3</sup>; essa è costituita da un manufatto prefabbricato in calcestruzzo dotato di due accessi per le operazioni di gestione, spurgo e manutenzione di dimensioni 0.40x0.40m.

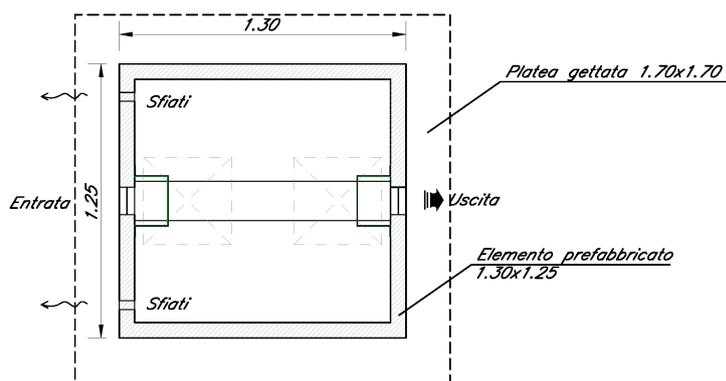


Figura 4 - Pianta Vasca Imhoff

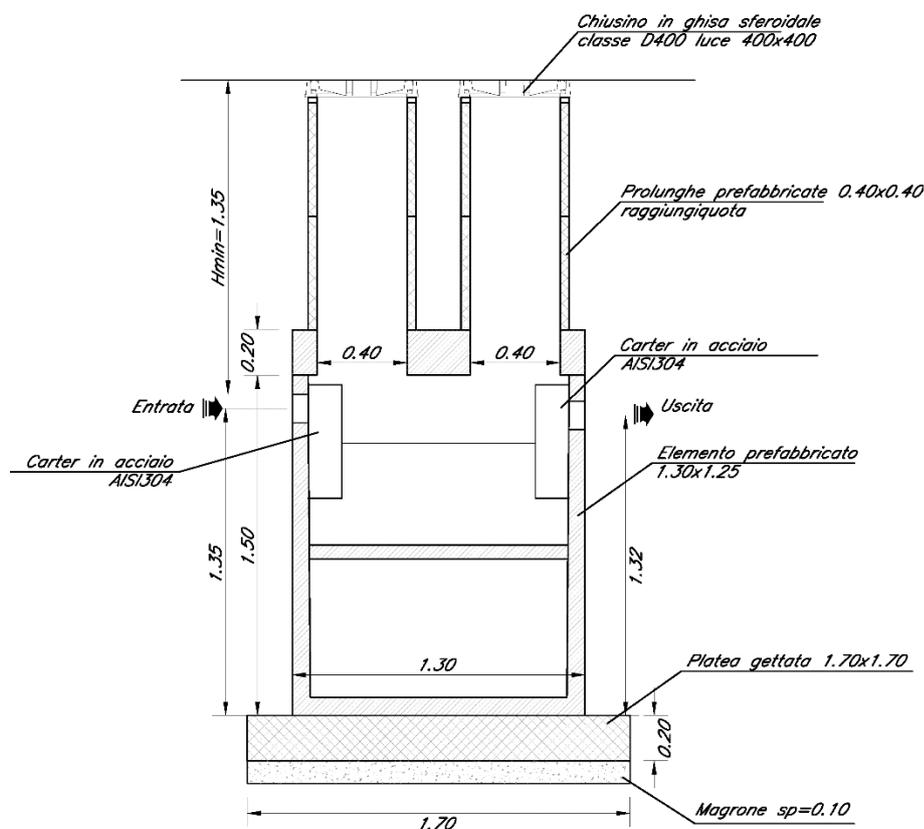


Figura 5 - Sezione Vasca Imhoff

Il fango verrà asportato con periodicità almeno trimestrale ad opera di ditte autorizzate allo smaltimento.

Lo sviluppo della condotta disperdente, in funzione della natura del terreno, si assume pari a 2-4 m per AE.



**LINEA CATANIA C. LE - GELA**

**RIPRISTINO TRATTA CALTAGIRONE- GELA**

**LOTTO 2: RIPRISTINO TRATTA NISCEMI - GELA**

RELAZIONE DI DRENAGGIO FERROVIA, VIABILITÀ E  
PIAZZALI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS6K	00	R 78 RI	ID 0002 003	B	35 di 37

In progetto è prevista che la posa della tubazione della sub-irrigazione avverrà in una trincea con riempimento in pietrisco. La tubazione ha uno sviluppo di 6m e la trincea in totale ha una lunghezza di circa 10 m.

Lungo l'asse della condotta disperdente saranno messe a dimora piante sempreverdi ad elevato apparato fogliare (tipo lauroceraso, pitosforo, oleandro, etc.) che consentono il rapido smaltimento del liquido chiarificato per evapotraspirazione.

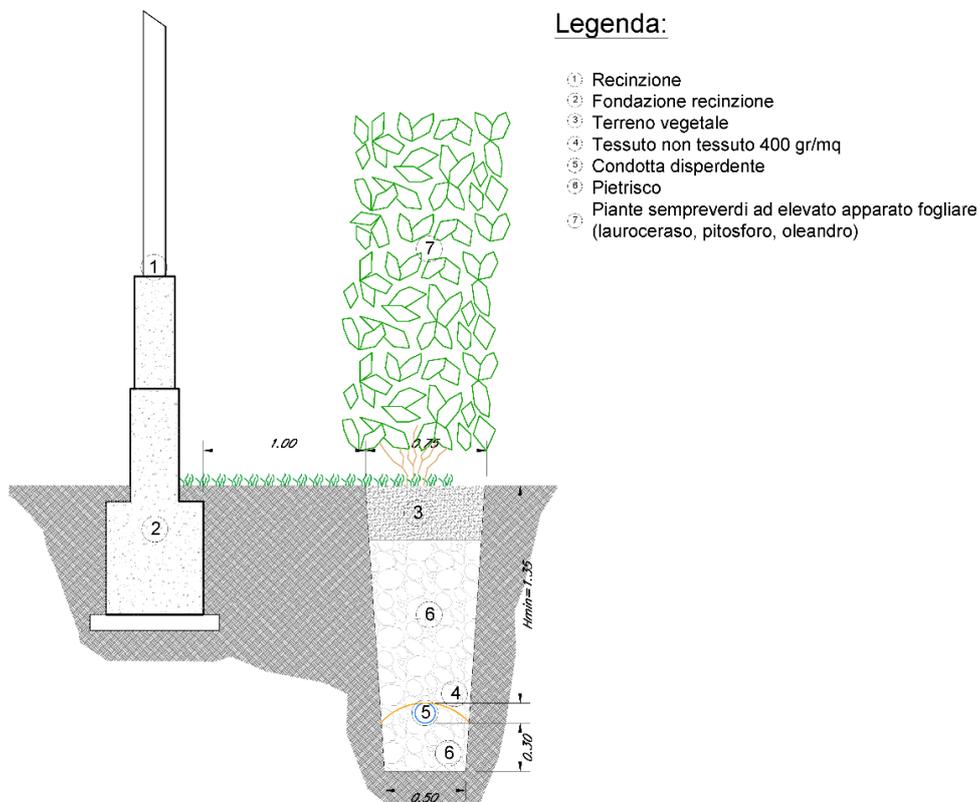


Figura 6 - Trincea drenante.

	<b>LINEA CATANIA C. LE - GELA</b> <b>RIPRISTINO TRATTA CALTAGIRONE- GELA</b> <b>LOTTO 2: RIPRISTINO TRATTA NISCEMI - GELA</b>					
	RELAZIONE DI DRENAGGIO FERROVIA, VIABILITÀ E PIAZZALI	COMMESSA RS6K	LOTTO 00	CODIFICA R 78 RI	DOCUMENTO ID 0002 003	REV. B

## 9. SISTEMA DI DRENAGGIO PIATTAFORMA FERROVIARIA

Come riferito in precedenza, nell'ambito del presente progetto si è previsto il rifacimento di parte del sistema di smaltimento della piattaforma ferroviaria.

Alla luce degli interventi in progetto, la compatibilità del sistema di drenaggio ferroviario esistente potrebbe non essere garantita per le seguenti ragioni:

- La modifica altimetriche della livelletta ferroviaria determina una modifica anche dello scorrimento, nonché delle pendenze delle canalette di piattaforma esistenti;
- L'inserimento dello strato di supercompattato potrebbe comportare una riduzione della permeabilità della sede ferroviaria rispetto alla configurazione attuale; tale circostanza dovrà essere verificata con opportune prove di permeabilità nella successiva fase progettuale.

Per le ragioni sopra esposte, a vantaggio di sicurezza, considerando una diminuzione del coefficiente di deflusso della linea, è previsto l'inserimento dei seguenti elementi di drenaggio lungo tutto lo sviluppo del tracciato esistente; le dimensioni di questi manufatti dovranno essere determinate con opportuni dimensionamenti idraulici:

- **Sezioni in rilevato** – è previsto l'inserimento di fossi di guardia trapezi rivestiti in cls al piede del rilevato di dimensioni 50x50;
- **Sezione in trincea senza muri** - in progetto si è previsto l'inserimento delle sole canalette al piede delle trincee; non sono stati previsti i fossi in testa alle trincee dal momento che le modifiche riguardano unicamente la piattaforma ferroviaria;
- **Sezione in trincea tra muri** – in progetto si è previsto l'inserimento delle sole canalette al piede del muro; non sono stati previsti i fossi in testa alle trincee dal momento che le modifiche riguardano unicamente la piattaforma ferroviaria.

Nell'ambito della presente fattibilità sono stati individuati canali di recapito dei fossi di guardia della linea e nuove opere di attraversamento della sede ferroviaria o di viabilità esistenti al fine di assicurare la continuità idraulica e l'allontanamento delle acque di drenaggio della ferrovia. Per lo sviluppo planimetrico dei canali di recapito e l'ubicazione delle opere di drenaggio si rimanda alle planimetrie di progetto.

In merito al progetto delle opere di drenaggio della linea, nella successiva fase progettuale sarà necessario rilevare nel dettaglio tutta la rete esistente e verificare l'idoneità dei recapiti esistenti ed eventualmente prevederne il ripristino, in accordo con le normative vigenti, e nell'ambito delle proprietà ferroviarie, demaniali e nelle aree già previste in progetto. Inoltre, sarà necessario verificare la compatibilità tra gli elementi di drenaggio dei tratti in galleria con quelli all'esterno.