

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



**STRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N. 443/01**

**TRATTA A.V. /A.C. TERZO VALICO DEI GIOVI PROGETTO ESECUTIVO**

**RIMODELLAMENTO MORFOLOGICO LIBARNA**

**Relazione idraulica abbancamento**

GENERAL CONTRACTOR	DIRETTORE DEI LAVORI
Consorzio <b>Cociv</b> Ing. P.P. Marcheselli	

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
I G 5 1	0 2	E	C V	R I	D P 0 5 0 0	0 0 1	A

Progettazione :

Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Progettista Integratore	Data	IL PROGETTISTA
A00	Prima emissione	Foltran <i>[Signature]</i>	13/12/2013	Panizza <i>[Signature]</i>	13/12/2013	A. Palomba <i>[Signature]</i>	13/12/2013	 Consorzio Collegamenti Integrati Veloci Dott. Ing. Aldo Mancarella Ordine Ingegneri Prov. TO n. 6271 R
A01	Aggiornamento testalino	B.Cipullo <i>[Signature]</i>	28/01/2014	COCIV <i>[Signature]</i>	28/01/2014	A.Palomba <i>[Signature]</i>	28/01/2014	

n. Elab.:	File: IG51-02-E-CV-RI-DP-05-0-0-001-A01.DOC
-----------	---

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG51 02 E CV RI DP05 00 001_A01 Rimodellamento Morfologico Libarna	Foglio 2 di 51

## INDICE

1.	PREMESSA	4
2.	IL SITO DI INTERVENTO	6
2.1	Inquadramento geografico	6
2.2	Topografia del sito	7
2.3	Caratteristiche materiale di riporto	8
3.	DIMENSIONAMENTO DRENAGGI SUPERFICIALI	9
3.1	Descrizione	9
3.2	Analisi idrologica reti di drenaggio	10
3.3	Analisi idraulica reti di drenaggio	13
3.3.1	Analisi idraulica canale in terra	13
3.3.2	Analisi idraulica canale in legname e pietrame	13
3.3.3	Analisi idraulica canale in lamiera ondulata $\Phi$ 1000 mm	13
3.3.4	Analisi idraulica tubazione in CLS	14
3.3.5	Dimensionamento canale in terra C1	15
3.3.6	Dimensionamento canale in terra C2	21
3.3.7	Dimensionamento canale in terra C3	23
3.3.8	Dimensionamento canale in terra C4	29
3.3.9	Dimensionamento canale C7 in legname e pietrame	31
3.3.10	Dimensionamento canale in terra C8	33
3.3.11	Dimensionamento canale in lamiera ondulata $\Phi$ 1000 mm	35
3.3.12	Dimensionamento tubazione attraversamento viabilità di accesso alla piazzola tecnica	38
3.3.13	Dimensionamento tubazione scarico da canale C8	41
4.	DIMENSIONAMENTO DRENAGGIO DI FONDO	44
4.1	Descrizione	44
4.2	Analisi idrologica per il dimensionamento dei drenaggi di fondo	44
4.3	Analisi idraulica drenaggi di fondo	50
4.3.1	Analisi idraulica dreno di fondo D1	50
4.3.2	Analisi idraulica dreno di fondo D2	51

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51 02 E CV RI DP05 00 001_A01 Rimodellamento Morfologico Libarna
	Foglio 4 di 51

## 1. PREMESSA

Il presente documento è parte della progettazione esecutiva della riqualificazione ambientale relativa al materiale di risulta proveniente dagli scavi in galleria e dalle opere propedeutiche relative alla costruzione della linea ferroviaria ad AC/AV Milano-Genova – Terzo Valico dei Giovi. Il sito ricade sul territorio dei Comuni di Serravalle e Arquata Scrivia, in provincia di Alessandria. I materiali di risulta verranno utilizzati per il recupero della cava dismessa di Libarna localizzata in sinistra del Torrente Scrivia, a partire dalla zona posta a quota 228 m s.l.m. circa, fino ad una quota massima di circa 252 m s.l.m. con esposizione prevalente Est. Il volume del materiale è pari a circa 360.000 mc e deriva dallo scavo delle gallerie di monte e di valle. L'area esaminata copre complessivamente una superficie di circa 5.40 ha.

Oggetto della presente relazione è il dimensionamento idraulico dei sistemi di drenaggio superficiale e profondo del deposito stesso.

Si riporta una rapida descrizione delle principali opere idrauliche presenti, più dettagliatamente descritte nel seguito.

Il sistema di raccolta delle acque di precipitazione che insistono sul deposito in progetto, denominato *drenaggio superficiale*, è costituito da:

- canali in terra a sezione trapezia di base minore 40 cm, 60 cm e 80 cm, altezza variabile compresa tra 40 cm e 100 cm. Le sponde sono inclinate 1/1. La pendenza prevista è variabile da 0.50% a 1.0 %. Sponde e fondo del canale, rivestite con geotessile, verranno poi inerbite mediante idrosemina; la continuità del canale C2 in corrispondenza della viabilità di accesso al S.S.E. ARQUATA è garantita da una tubazione in c.a. diametro interno 800 mm;
- canale in legname e pietrame, realizzato lungo la scarpata nord, con pendenza longitudinale pari a circa 16% e sezione trapezia di base minore 80 cm, larghezza in testa 110 cm ed altezza 70 cm;
- tubazione in C.A.  $\Phi$  800 mm di continuità in corrispondenza della viabilità di accesso alla piazzola tecnica;
- tubazione in C.A.  $\Phi$  400 mm di scarico del canale C8;
- idrosemina dei versanti realizzata con l'ausilio di leganti e di collanti per garantire, già dalla prima fase di stendimento, una protezione del versante che verrà migliorata con la crescita della vegetazione.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG51 02 E CV RI DP05 00 001_A01 Rimodellamento Morfologico Libarna	Foglio 5 di 51

Il drenaggio delle acque superficiali del versante dovrà procedere di pari passo con la realizzazione dell'abbancamento.

Per quanto concerne la regimazione delle acque di percolazione, si rende necessario predisporre un sistema di drenaggio di fondo, per garantire un adeguato convogliamento delle acque di infiltrazione in direzione dei recettori superficiali di valle. In particolare si prevede la posa, lungo i punti più depressi del piano campagna attuale, di uno strato drenante in ghiaia confinato entro un geotessile con funzione di separazione e filtrazione. All'interno dello strato di ghiaia sarà posata una tubazione finestrata in CLS, del diametro pari a 600 (dreno D1) e 800 mm (dreno D2). La trincea presenta sezione trapezia di base minore 1.50 m, maggiore 3.00 m ed altezza 2.00 m.

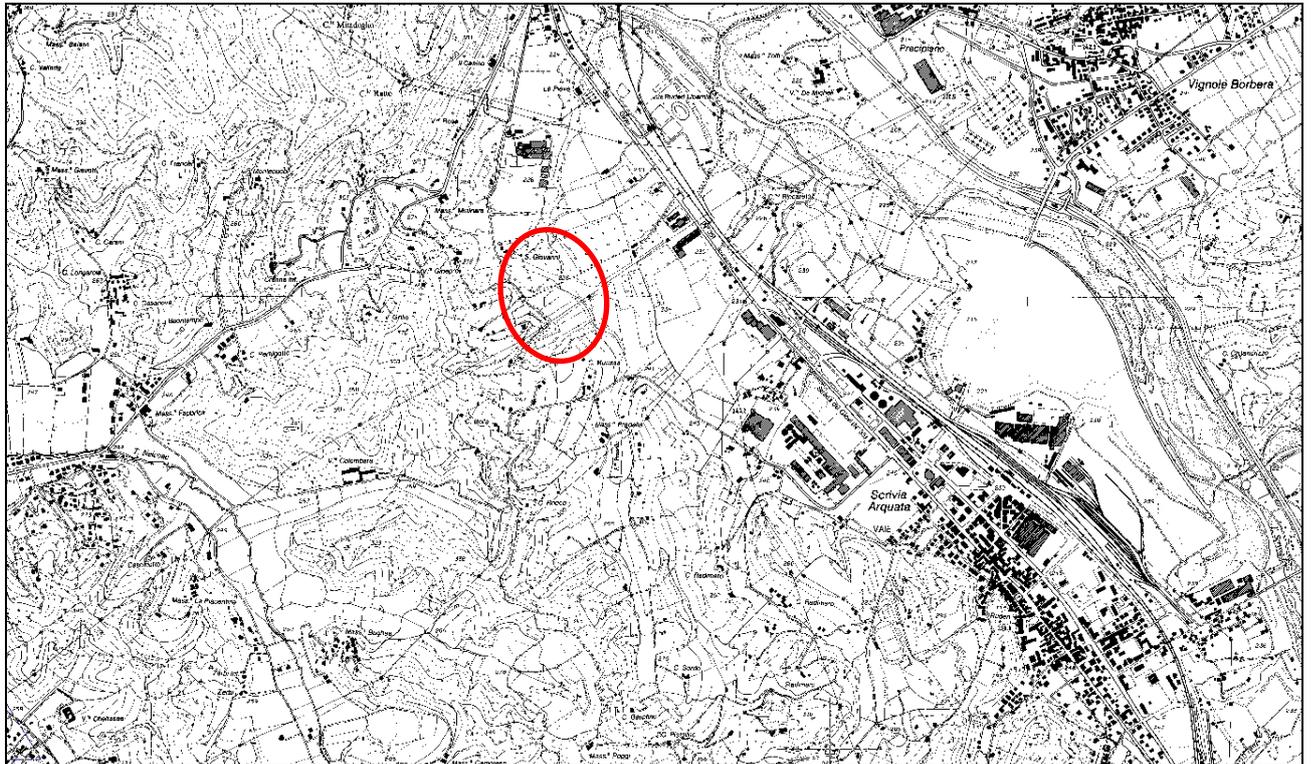
## 2. IL SITO DI INTERVENTO

### 2.1 Inquadramento geografico

L'area in esame si trova a cavallo dei Comuni di Serravalle Scrivia e Arquata Scrivia, in loc. Libarna. Si sviluppa fra le quote di m 228 e m 252 s.l.m., con esposizione prevalente Est.

L'area di intervento copre complessivamente una superficie di circa 5.40 ha e si trova a Ovest della SS 35 dei Giovi, in una area dedicata, per la parte basale, alla pioppicoltura e per le parti in scarpata caratterizzata dalla presenza di vegetazione arborea ed arbustiva spontanea.

Si riporta, su base CTR della Regione Piemonte e di seguito su immagine aerofotogrammetrica, l'area relativa al deposito del materiale.



**Figura 1** – Localizzazione del sito di intervento su base CTR della Regione Piemonte



**Figura 2** – Ripresa aerofotografica dell'area di deposito del materiale

## 2.2 Topografia del sito

La topografia del sito è nota a mezzo di un accurato rilievo di dettaglio effettuato appositamente per il progetto che ha consentito di rilevare un congruo numero di punti quotati.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 	
	<p>IG51 02 E CV RI DP05 00 001_A01 Rimodellamento Morfologico Libarna</p>	<p>Foglio 8 di 51</p>

### 2.3 Caratteristiche materiale di riporto

I materiali che verranno utilizzati per il Rimodellamento Morfologico di Libarna sono rappresentati per la maggior parte dai materiali di risulta non riutilizzati delle gallerie; in particolare in questo sito il materiale preponderante è costituito dalle Argille a Palombini.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG51 02 E CV RI DP05 00 001_A01 Rimodellamento Morfologico Libarna	Foglio 9 di 51

### 3. DIMENSIONAMENTO DRENAGGI SUPERFICIALI

#### 3.1 Descrizione

Il drenaggio superficiale del deposito, evidenziato in Figura 3, è affidato ad un sistema di smaltimento finalizzato al collettamento dell'acqua meteorica ruscellante sul deposito stesso.

Si prevede la realizzazione, sul corpo dell'abbancamento, di un sistema di canali in terra a sezione trapezia di base compresa tra 40 cm e 80 cm ed altezza variabili da 40 cm a 100 cm. In particolare si prevede la realizzazione di 4 canali, C1, C2, C6 e C8 nella porzione sud e di tre, C3, C4 e C5, nella porzione nord. I canali C2 e C4 svolgono anche la funzione di smaltimento della porzione di rilevato ferroviario in corrispondenza dell'abbancamento. Il canale C2 alimenta una tubazione in CLS  $\Phi$  800 mm di attraversamento della viabilità di accesso alla piazzola tecnica. Le acque convogliate dalla tubazione alimentano poi il tratto di canale in terra C4.

Tutte i canali saranno rivestiti con geotessile, e quindi rinverditi mediante l'idrosemina. Le pendenze indicate e la geometria della sezione rendono superflue ulteriori opere di difesa dall'erosione.

Lo scarico del canale C1 avviene all'interno dell'incisione esistente, indicata come fosso 2 nella WBS IN1T, rivestito in pietrame e massi di cava di peso medio 1200-1500 kg. La sezione trapezia dell'impluvio IN1T presenta larghezza di base 4.0 m, altezza 1.0 m e una pendenza delle sponde pari a  $h/b=2/3$ .

Lo scarico del breve tratto di canale C8 avviene all'interno di un pozzetto in CLS prefabbricato 150x150 posto al piede del rilevato ferroviario all'estremo sud dell'abbancamento. In uscita dal pozzetto un breve tratto di tubazione in CLS  $\Phi$  400 mm scarica le acque in un secondo pozzetto prefabbricato in CLS 150 x 150 appoggiato alla soletta superiore del manufatto in CLS indicato con la WBS IN1Y. La soletta superiore del manufatto IN1Y sarà perforata per dare continuità verticale allo scarico del fosso C8.

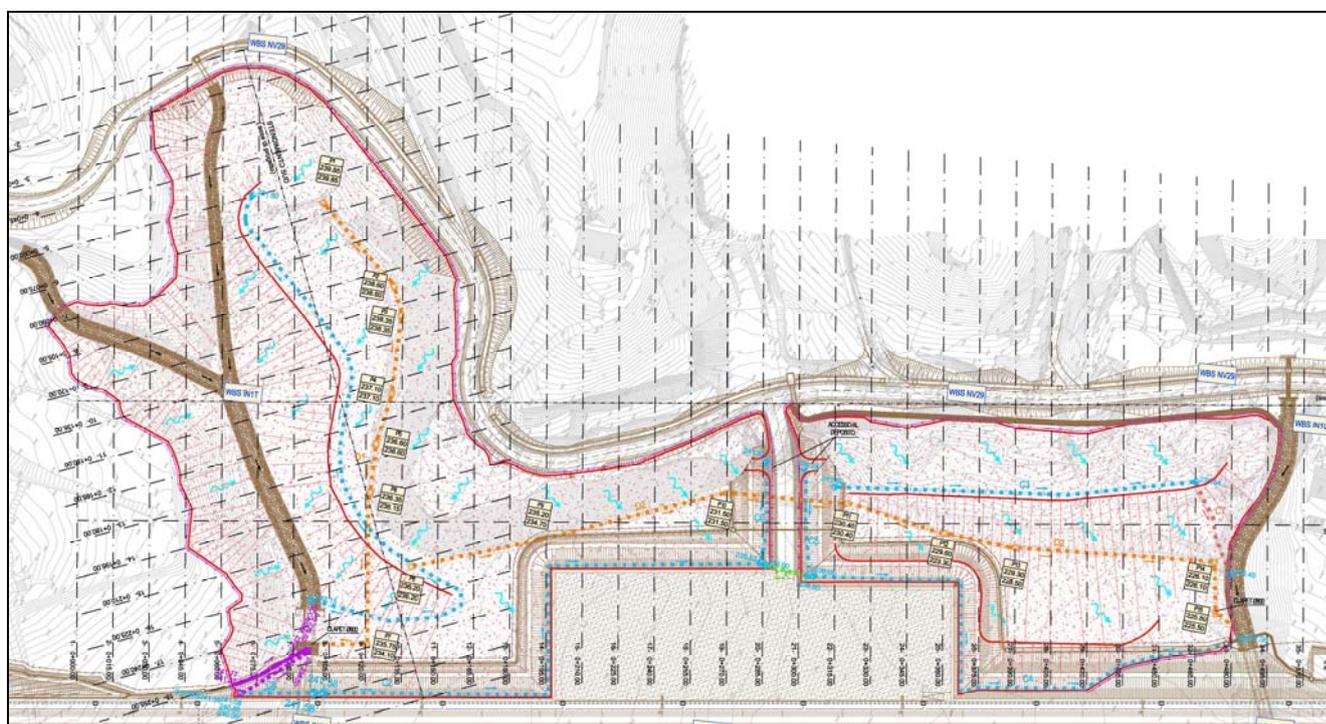
Lo scarico del canale C3 avviene all'interno del canale C7 in legname e pietrame, realizzato utilizzando paleria di castagno o larice di lunghezza superiore a m 2.0 e  $\Phi > 20$  cm e pietrame, oltre che graffe metalliche e chiodi. Tale canale presenta sezione trapezia con dimensione di base maggiore  $B=110$  cm e dimensione di base minore  $b=80$  cm e profondità di cm 70. Il fondo del canale verrà realizzato con pietrame spigoloso sporgente dal fondo in modo da dare massima scabrezza al fine di ridurre la velocità di scorrimento delle acque.

Lo scarico della canale C7 avviene al piede dell'abbancamento nord all'interno dell'impluvio, indicato con fosso 3 nella WBS IN1Z, rivestito in massi di cava cementati a sezione trapezia,

caratterizzato da una pendenza delle sponde  $h/b=2$ , una base di 4,0 metri, un'altezza di 2,0 metri, con un rivestimento di pietrame in massi di cava di peso medio 1200-1500 kg.

Inoltre lo scarico del canale C4 avviene all'interno dell'incisione esistente, indicata come fosso 3 nella WBS IN1Z descritta in precedenza.

Si prevede il prolungamento del fosso CS02, facente parte del sistema di smaltimento del rilevato ferroviario, sino allo scarico nel pozzetto posto in corrispondenza del manufatto WBS IN1Y. Il prolungamento è realizzato con canale mezzotubo  $\Phi$  1000 mm in lamiera ondulata.



**Figura 3 – Planimetria idraulica**

Si analizzeranno nel seguito le condizioni di afflusso dei singoli tratti, le loro caratteristiche, le soluzioni progettuali previste per lo smaltimento, i materiali costituenti, le tecniche realizzative, il dimensionamento delle opere.

### **3.2 Analisi idrologica reti di drenaggio**

Il dimensionamento delle sezioni delle opere di regimazione delle acque superficiali è sviluppato secondo le seguenti considerazioni:

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51 02 E CV RI DP05 00 001_A01 Rimodellamento Morfologico Libarna
	Foglio 11 di 51

- per la determinazione dell'altezza di precipitazione si fa riferimento a quanto contenuto nel PAI (Piano per l'Assetto Idrogeologico) del Bacino del Fiume Po, Direttiva Piene-Progetto, Allegato III, in cui il territorio di riferimento viene suddiviso in celle pluviometricamente omogenee, di dimensioni 2x2 km, per ciascuna delle quali vengono indicati i parametri della curva di possibilità pluviometrica;
- il dimensionamento e la verifica delle sezioni di deflusso, per le differenti tipologie, viene svolta in riferimento alla portata massima con tempo di ritorno 200 anni di cui è richiesto il convogliamento.

Analizzando le superfici di pertinenza di ciascuna delle tratte in cui può essere suddivisa la rete di regimazione delle acque superficiali, e svolgendo l'analisi in condizioni di moto uniforme, essendo costanti per ogni tratta le pendenze e le dimensioni della sezione dei manufatti, si perviene all'individuazione delle portate, delle altezze del pelo libero della corrente, della velocità media all'interno della sezione e del franco residuo.

Il sito di abbancamento in esame ricade interamente nella cella pluviometricamente omogenea denominata CQ125, avente riferimento cartografico UTM E = 488995, N = 4949523.

Per la cella di riferimento, considerato i tempi di ritorno pari a 20, 100, 200 e 500 anni, i parametri della curva segnalatrice di possibilità pluviometrica ( $h=at^n$ ) sono.

	<b>a</b>	<b>n</b>
<b>TR=20 anni</b>	56.30	0.382
<b>TR=100 anni</b>	75.31	0.378
<b>TR=200 anni</b>	83.40	0.377
<b>TR=500 anni</b>	94.10	0.375

La determinazione delle portate al colmo, insistenti sui vari tratti della rete di drenaggio in progetto, è stata effettuata mediante il metodo cinematico, secondo la formula di Turazza:

$$Q = \frac{c \cdot h \cdot S}{3.6 \cdot t_c}$$

dove:

S = superficie del bacino (km<sup>2</sup>);

c = coefficiente di deflusso in piena del bacino valutato in base a considerazioni derivanti dalla conoscenza diretta del bacino e dalle indicazioni di letteratura; nel caso in esame è stato adottato, a favore di sicurezza, un valore del coefficiente di deflusso medio pari a 0.4 per l'abbancamento,

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG51 02 E CV RI DP05 00 001_A01 Rimodellamento Morfologico Libarna	Foglio 12 di 51

1.00 per le superfici impermeabili del rilevato ferroviario e 0.70 per le superfici permeabili del rilevato ferroviario;

$h$  = altezza massima di precipitazione di assegnato tempo di ritorno per una durata pari al tempo di corrivazione del bacino (mm);

$t_c$  = tempo di corrivazione del bacino (ore).

Tale metodo si basa sulle seguenti ipotesi:

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

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

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

$$t_c = t_a + t_r$$

con:

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

$t_r$  = tempo di rete, dato dalla somma dei tempi di percorrenza di ogni singola canalizzazione seguendo il percorso più lungo della rete fognaria, secondo la relazione

$$t_r = \sum_i \frac{L_i}{V_i}$$

dove  $L_i$  è la lunghezza dei singoli tratti e  $V_i$  la velocità della corrente all'interno di essi.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51 02 E CV RI DP05 00 001_A01 Rimodellamento Morfologico Libarna
	Foglio 13 di 51

### 3.3 Analisi idraulica reti di drenaggio

#### 3.3.1 Analisi idraulica canale in terra

Date le condizioni di sezione trapezia costante e pendenza del fondo pari rispettivamente a 0.50 % e 0.90 % per C1, 0.50 % per C2, 0.50 % per C3, 1.00 % per C4 e 3.00 % per C8, il deflusso lungo i canali in terra in progetto è stato studiato assumendo l'ipotesi di moto uniforme, secondo la formulazione di Chezy:

$$Q = k_s i_f^{0.5} A^{5/3} B^{-2/3}$$

dove:

Q = portata;

$k_s$  = coefficiente di scabrezza secondo Strickler;

$i_f$  = pendenza media del fondo;

A = area della sezione;

B = contorno bagnato della sezione.

Il coefficiente di scabrezza è assunto pari a 20 m<sup>1/3</sup>/s.

#### 3.3.2 Analisi idraulica canale in legname e pietrame

Date le condizioni di sezione trapezia costante di larghezza al fondo di 80 cm ed altezza 70 cm e pendenza del fondo costante e pari a 22.0 %, il deflusso è stato studiato assumendo l'ipotesi di moto uniforme, secondo la formulazione di Chezy:

$$Q = k_s i_f^{0.5} A^{5/3} B^{-2/3}$$

dove:

Q = portata;

$k_s$  = coefficiente di scabrezza secondo Strickler;

$i_f$  = pendenza media del fondo;

A = area della sezione;

B = contorno bagnato della sezione.

Il coefficiente di scabrezza è assunto pari a 22 m<sup>1/3</sup>/s.

#### 3.3.3 Analisi idraulica canale in lamiera ondulata $\Phi$ 1000 mm

Date le condizioni di sezione circolare costante e pendenza del fondo pari a 7.0 %, il deflusso lungo il canale in progetto è stato studiato assumendo l'ipotesi di moto uniforme, secondo la formulazione di Chezy:

$$Q = k_s i_f^{0.5} A^{5/3} B^{-2/3}$$

dove:

Q = portata;

$k_s$  = coefficiente di scabrezza secondo Strickler;

$i_f$  = pendenza media del fondo;

A = area della sezione;

B = contorno bagnato della sezione.

Il coefficiente di scabrezza è assunto pari a 47 m<sup>1/3</sup>/s.

### 3.3.4 Analisi idraulica tubazione in CLS

Date le condizioni di sezione circolare costante il deflusso lungo le tubazioni in CLS in progetto è stato studiato assumendo l'ipotesi di moto uniforme, secondo la formulazione di Chezy:

$$Q = k_s i_f^{0.5} A^{5/3} B^{-2/3}$$

dove:

Q = portata;

$k_s$  = coefficiente di scabrezza secondo Strickler;

$i_f$  = pendenza media del fondo;

A = area della sezione;

B = contorno bagnato della sezione.

Il coefficiente di scabrezza è assunto pari a 50 m<sup>1/3</sup>/s.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51 02 E CV RI DP05 00 001_A01 Rimodellamento Morfologico Libarna
	Foglio 15 di 51

### 3.3.5 Dimensionamento canale in terra C1

Il canale in terra C1, a sezione trapezia di base 80 cm, altezza variabile da 40 cm a 80 cm e sponde inclinate a 45°, è stato dimensionato in moto uniforme secondo quanto descritto in §3.3.1.

Il canale è stato verificato con una portata Tr 200 anni in corrispondenza delle sezioni di progetto 7, 13 ed in corrispondenza dello scarico. Si riportano le verifiche anche per le portate Tr 20 anni e Tr 100 anni.

In particolare la portata Tr 200 anni è pari a 452 l/s. Il tirante all'interno del canale è pari a 45 cm. La velocità è pari a 0.80 m/s.

DP05 - CANALE IN TERRA C1 TR 20 - SEZ 7	
<b>ANALISI IDROLOGICA</b>	
Località	DP05
Superficie totale bacino (ha)	0.433
L asta principale (m)	30
v particella liquida ipotizzata (m/s)	0.478
coefficiente di deflusso f	0.55
a (mm)	56.3
n (-)	0.382
<b>T di concentrazione</b>	
tempo di rete $Tr = L/v$ (s)	62.805
Ta tempo d'accesso (s)	300.000
Tc = Tr + ta (s)	362.805
Tc = Tr + ta (h)	0.101
portata massima Q max (mc/s)	0.15
portata massima Q max (l/s)	152.5
coefficiente udometrico U (l/s,hmq)	352
<b>ANALISI IDRAULICA</b>	
Larghezza Fondo canale (m):	<b>0.8</b>
Pendenza sponde (m/m)	<b>1.00</b>
Altezza canale (H):	0.40
Scabrezza fondo :	<b>20</b>
Pendenza del fondo:	<b>0.005</b>
<b>valore tirante</b>	<b>0.292</b>
verifica portata convogliata	0.153
v (m/s)	0.478

DP05 - CANALE IN TERRA C1 TR 100 - SEZ 7	
<b>ANALISI IDROLOGICA</b>	
Località	DP05
Superficie totale bacino (ha)	0.433
L asta principale (m)	30
v particella liquida ipotizzata (m/s)	0.521

coefficiente di deflusso f	0.55
a (mm)	75.3
n (-)	0.378
<b>T di concentrazione</b>	
tempo di rete $Tr = L/v$ (s)	57.573
Ta tempo d'accesso (s)	300.000
$Tc = Tr + ta$ (s)	357.573
$Tc = Tr + ta$ (h)	0.099
portata massima Q max (mc/s)	0.21
portata massima Q max (l/s)	207.8
coefficiente udometrico U (l/s,hmq)	480
<b>ANALISI IDRAULICA</b>	
Larghezza Fondo canale (m):	<b>0.8</b>
Pendenza sponde (m/m)	<b>1.00</b>
Altezza canale (H):	0.70
Scabrezza fondo :	<b>20</b>
Pendenza del fondo:	<b>0.005</b>
<b>valore tirante</b>	<b>0.347</b>
verifica portata convogliata	0.208
v (m/s)	0.521

<b>DP05 - CANALE IN TERRA C1 TR 200 - SEZ 7</b>	
<b>ANALISI IDROLOGICA</b>	
Località	DP05
Superficie totale bacino (ha)	0.433
L asta principale (m)	30
v particella liquida ipotizzata (m/s)	0.537
coefficiente di deflusso f	0.55
a (mm)	83.4
n (-)	0.377
<b>T di concentrazione</b>	
tempo di rete $Tr = L/v$ (s)	55.888
Ta tempo d'accesso (s)	300.000
$Tc = Tr + ta$ (s)	355.888
$Tc = Tr + ta$ (h)	0.099
portata massima Q max (mc/s)	0.23
portata massima Q max (l/s)	231.3
coefficiente udometrico U (l/s,hmq)	534
<b>ANALISI IDRAULICA</b>	
Larghezza Fondo canale (m):	<b>0.8</b>
Pendenza sponde (m/m)	<b>1.00</b>
Altezza canale (H):	0.70
Scabrezza fondo :	<b>20</b>
Pendenza del fondo:	<b>0.005</b>
<b>valore tirante</b>	<b>0.369</b>
verifica portata convogliata	0.231



v (m/s)

0.537

<b>DP05 - CANALE IN TERRA C1 TR 20 - SEZ 13</b>	
<b>ANALISI IDROLOGICA</b>	
Località	DP05
Superficie totale bacino (ha)	0.936
L asta principale (m)	100
v particella liquida ipotizzata (m/s)	0.546
coefficiente di deflusso f	0.52
a (mm)	56.3
n (-)	0.382
<b>T di concentrazione</b>	
tempo di rete $Tr = L/v$ (s)	183.194
Ta tempo d'accesso (s)	362.805
$Tc = Tr + ta$ (s)	545.999
$Tc = Tr + ta$ (h)	0.152
portata massima Q max (mc/s)	0.25
portata massima Q max (l/s)	245.9
coefficiente udometrico U (l/s,hmq)	263
<b>ANALISI IDRAULICA</b>	
Larghezza Fondo canale (m):	<b>0.8</b>
Pendenza sponde (m/m)	<b>1.00</b>
Altezza canale (H):	0.80
Scabrezza fondo :	<b>20</b>
Pendenza del fondo:	<b>0.005</b>
<b>valore tirante</b>	<b>0.381</b>
verifica portata convogliata	0.246
v (m/s)	0.546

<b>DP05 - CANALE IN TERRA C1 TR 100 - SEZ 13</b>	
<b>ANALISI IDROLOGICA</b>	
Località	DP05
Superficie totale bacino (ha)	0.936
L asta principale (m)	100
v particella liquida ipotizzata (m/s)	0.596
coefficiente di deflusso f	0.52
a (mm)	75.3
n (-)	0.378
<b>T di concentrazione</b>	
tempo di rete $Tr = L/v$ (s)	167.900
Ta tempo d'accesso (s)	357.573
$Tc = Tr + ta$ (s)	525.473
$Tc = Tr + ta$ (h)	0.146
portata massima Q max (mc/s)	0.34
portata massima Q max (l/s)	339.4
coefficiente udometrico U (l/s,hmq)	363

ANALISI IDRAULICA	
Larghezza Fondo canale (m):	<b>0.8</b>
Pendenza sponde (m/m)	<b>1.00</b>
Altezza canale (H):	0.80
Scabrezza fondo :	<b>20</b>
Pendenza del fondo:	<b>0.005</b>
<b>valore tirante</b>	<b>0.454</b>
verifica portata convogliata	0.339
v (m/s)	0.596

DP05 - CANALE IN TERRA C1 TR 200 - SEZ 13	
ANALISI IDROLOGICA	
Località	DP05
Superficie totale bacino (ha)	0.936
L asta principale (m)	100
v particella liquida ipotizzata (m/s)	0.614
coefficiente di deflusso f	0.52
a (mm)	83.4
n (-)	0.377
<b>T di concentrazione</b>	
tempo di rete $T_r = L/v$ (s)	162.964
Ta tempo d'accesso (s)	355.888
$T_c = T_r + t_a$ (s)	518.853
$T_c = T_r + t_a$ (h)	0.144
portata massima Q max (mc/s)	0.38
portata massima Q max (l/s)	379.6
coefficiente udometrico U (l/s,hmq)	406
ANALISI IDRAULICA	
Larghezza Fondo canale (m):	<b>0.8</b>
Pendenza sponde (m/m)	<b>1.00</b>
Altezza canale (H):	0.80
Scabrezza fondo :	<b>20</b>
Pendenza del fondo:	<b>0.005</b>
<b>valore tirante</b>	<b>0.482</b>
verifica portata convogliata	0.380
v (m/s)	0.614

DP05 - CANALE IN TERRA C1 TR 20 - SCARICO IN FOSSO 2	
ANALISI IDROLOGICA	
Località	DP05
Superficie totale bacino (ha)	1.485
L asta principale (m)	170
v particella liquida ipotizzata (m/s)	0.706
coefficiente di deflusso f	0.49
a (mm)	56.3
n (-)	0.382

<b>T di concentrazione</b>	
tempo di rete $T_r = L/v$ (s)	240.651
Ta tempo d'accesso (s)	545.999
$T_c = T_r + t_a$ (s)	786.650
$T_c = T_r + t_a$ (h)	0.219
portata massima Q max (mc/s)	0.29
portata massima Q max (l/s)	289.4
coefficiente udometrico U (l/s,hmq)	195
<b>ANALISI IDRAULICA</b>	
Larghezza Fondo canale (m):	<b>0.8</b>
Pendenza sponde (m/m)	<b>1.00</b>
Altezza canale (H):	0.70
Scabrezza fondo :	<b>20</b>
Pendenza del fondo:	<b>0.009</b>
<b>valore tirante</b>	<b>0.355</b>
verifica portata convogliata	0.289
v (m/s)	0.706

<b>DP05 - CANALE IN TERRA C1 TR 100 - SCARICO IN FOSSO 2</b>	
<b>ANALISI IDROLOGICA</b>	
Località	DP05
Superficie totale bacino (ha)	1.485
L asta principale (m)	170
v particella liquida ipotizzata (m/s)	0.773
coefficiente di deflusso f	0.49
a (mm)	75.3
n (-)	0.378
<b>T di concentrazione</b>	
tempo di rete $T_r = L/v$ (s)	219.876
Ta tempo d'accesso (s)	525.473
$T_c = T_r + t_a$ (s)	745.349
$T_c = T_r + t_a$ (h)	0.207
portata massima Q max (mc/s)	0.40
portata massima Q max (l/s)	402.8
coefficiente udometrico U (l/s,hmq)	271
<b>ANALISI IDRAULICA</b>	
Larghezza Fondo canale (m):	<b>0.8</b>
Pendenza sponde (m/m)	<b>1.00</b>
Altezza canale (H):	0.70
Scabrezza fondo :	<b>20</b>
Pendenza del fondo:	<b>0.009</b>
<b>valore tirante</b>	<b>0.425</b>
verifica portata convogliata	0.403
v (m/s)	0.773

<b>DP05 - CANALE IN TERRA C1</b>
----------------------------------



<b>TR 200 - SCARICO IN FOSSO 2</b>	
<b>ANALISI IDROLOGICA</b>	
Località	DP05
Superficie totale bacino (ha)	1.485
L asta principale (m)	170
v particella liquida ipotizzata (m/s)	0.797
coefficiente di deflusso f	0.49
a (mm)	83.4
n (-)	0.377
<b>T di concentrazione</b>	
tempo di rete $T_r = L/v$ (s)	213.188
Ta tempo d'accesso (s)	518.853
$T_c = T_r + t_a$ (s)	732.041
$T_c = T_r + t_a$ (h)	0.203
portata massima Q max (mc/s)	0.45
portata massima Q max (l/s)	451.8
coefficiente uditometrico U (l/s,hmq)	304
<b>ANALISI IDRAULICA</b>	
Larghezza Fondo canale (m):	<b>0.8</b>
Pendenza sponde (m/m)	<b>1.00</b>
Altezza canale (H):	0.70
Scabrezza fondo :	<b>20</b>
Pendenza del fondo:	<b>0.009</b>
<b>valore tirante</b>	<b>0.452</b>
verifica portata convogliata	0.452
v (m/s)	0.797

### 3.3.6 Dimensionamento canale in terra C2

Il canale in terra C2, a sezione trapezia di base 80 cm, altezza 70 cm e sponde inclinate a 45°, è stato dimensionato in moto uniforme secondo quanto descritto in §3.3.1.

Il canale è stato verificato con una portata Tr 200 anni. Si riportano le verifiche anche per le portate Tr 20 anni e Tr 100 anni.

In particolare la portata Tr 200 anni allo scarico è pari a 504 l/s. Il tirante all'interno del canale è pari a 56 cm. La velocità è pari a 0.66 m/s.

DP05 - CANALE IN TERRA C2 TR 20	
<b>ANALISI IDROLOGICA</b>	
Località	DP05
Superficie totale bacino (ha)	1.5418
L asta principale (m)	240
v particella liquida ipotizzata (m/s)	0.588
coefficiente di deflusso f	0.49
a (mm)	56.3
n (-)	0.382
<b>T di concentrazione</b>	
tempo di rete $Tr = L/v$ (s)	407.961
Ta tempo d'accesso (s)	300.000
$Tc = Tr + ta$ (s)	707.961
$Tc = Tr + ta$ (h)	0.197
portata massima Q max (mc/s)	0.32
portata massima Q max (l/s)	324.1
coefficiente udotometrico U (l/s, hmq)	210
<b>ANALISI IDRAULICA</b>	
Larghezza Fondo canale (m):	<b>0.8</b>
Pendenza sponde (m/m)	<b>1.00</b>
Altezza canale (H):	0.70
Scabrezza fondo :	<b>20</b>
Pendenza del fondo:	<b>0.005</b>
<b>valore tirante</b>	<b>0.443</b>
verifica portata convogliata	0.324
v (m/s)	0.588

DP05 - CANALE IN TERRA C2 TR 100	
<b>ANALISI IDROLOGICA</b>	
Località	DP05
Superficie totale bacino (ha)	1.5418
L asta principale (m)	240
v particella liquida ipotizzata (m/s)	0.642
coefficiente di deflusso f	0.49

a (mm)	75.3
n (-)	0.378
<b>T di concentrazione</b>	
tempo di rete $T_r = L/v$ (s)	373.967
Ta tempo d'accesso (s)	300.000
$T_c = T_r + t_a$ (s)	673.967
$T_c = T_r + t_a$ (h)	0.187
portata massima Q max (mc/s)	0.45
portata massima Q max (l/s)	449.9
coefficiente udometrico U (l/s,hmq)	292
<b>ANALISI IDRAULICA</b>	
Larghezza Fondo canale (m):	<b>0.8</b>
Pendenza sponde (m/m)	<b>1.00</b>
Altezza canale (H):	0.70
Scabrezza fondo :	<b>20</b>
Pendenza del fondo:	<b>0.005</b>
<b>valore tirante</b>	<b>0.528</b>
verifica portata convogliata	0.450
v (m/s)	0.642

<b>DP05 - CANALE IN TERRA C2 TR 200</b>	
<b>ANALISI IDROLOGICA</b>	
Località	DP05
Superficie totale bacino (ha)	1.5418
L asta principale (m)	240
v particella liquida ipotizzata (m/s)	0.661
coefficiente di deflusso f	0.49
a (mm)	83.4
n (-)	0.377
<b>T di concentrazione</b>	
tempo di rete $T_r = L/v$ (s)	362.966
Ta tempo d'accesso (s)	300.000
$T_c = T_r + t_a$ (s)	662.966
$T_c = T_r + t_a$ (h)	0.184
portata massima Q max (mc/s)	0.50
portata massima Q max (l/s)	504.3
coefficiente udometrico U (l/s,hmq)	327
<b>ANALISI IDRAULICA</b>	
Larghezza Fondo canale (m):	<b>0.8</b>
Pendenza sponde (m/m)	<b>1.00</b>
Altezza canale (H):	0.70
Scabrezza fondo :	<b>20</b>
Pendenza del fondo:	<b>0.005</b>
<b>valore tirante</b>	<b>0.561</b>
verifica portata convogliata	0.504
v (m/s)	0.661

### 3.3.7 Dimensionamento canale in terra C3

Il canale in terra C3, a sezione trapezia di base 60 cm, altezza variabile da 48 cm a 96 cm e sponde inclinate a 45°, è stato dimensionato in moto uniforme secondo quanto descritto in §3.3.1.

Il canale è stato verificato con una portata Tr 200 anni in corrispondenza delle sezioni di progetto 24, 27 ed in corrispondenza dello scarico. Si riportano le verifiche anche per le portate Tr 20 anni e Tr 100 anni.

In particolare la portata Tr 200 anni allo scarico è pari a 320 l/s. Il tirante all'interno del canale è pari a 49 cm. La velocità è pari a 0.59 m/s.

DP05 - CANALE IN TERRA C3 TR 20 - SEZ 24	
<b>ANALISI IDROLOGICA</b>	
Località	DP05
Superficie totale bacino (ha)	0.257
L asta principale (m)	45
v particella liquida ipotizzata (m/s)	0.435
coefficiente di deflusso f	0.65
a (mm)	56.3
n (-)	0.382
<b>T di concentrazione</b>	
tempo di rete $Tr = L/v$ (s)	103.505
Ta tempo d'accesso (s)	300.000
Tc = Tr + ta (s)	403.505
Tc = Tr + ta (h)	0.112
portata massima Q max (mc/s)	0.10
portata massima Q max (l/s)	100.3
coefficiente udometrico U (l/s,hmq)	390
<b>ANALISI IDRAULICA</b>	
Larghezza Fondo canale (m):	<b>0.6</b>
Pendenza sponde (m/m)	<b>1.00</b>
Altezza canale (H):	0.48
Scabrezza fondo :	<b>20</b>
Pendenza del fondo:	<b>0.005</b>
<b>valore tirante</b>	<b>0.266</b>
verifica portata convogliata	0.100
v (m/s)	0.435

DP05 - CANALE IN TERRA C3 TR 100 - SEZ 24	
<b>ANALISI IDROLOGICA</b>	
Località	DP05
Superficie totale bacino (ha)	0.257
L asta principale (m)	45
v particella liquida ipotizzata (m/s)	0.474

coefficiente di deflusso f	0.65
a (mm)	75.3
n (-)	0.378
<b>T di concentrazione</b>	
tempo di rete $Tr = L/v$ (s)	95.022
Ta tempo d'accesso (s)	300.000
$Tc = Tr + ta$ (s)	395.022
$Tc = Tr + ta$ (h)	0.110
portata massima Q max (mc/s)	0.14
portata massima Q max (l/s)	137.1
coefficiente udometrico U (l/s,hmq)	533
<b>ANALISI IDRAULICA</b>	
Larghezza Fondo canale (m):	<b>0.6</b>
Pendenza sponde (m/m)	<b>1.00</b>
Altezza canale (H):	0.48
Scabrezza fondo :	<b>20</b>
Pendenza del fondo:	<b>0.005</b>
<b>valore tirante</b>	<b>0.316</b>
verifica portata convogliata	0.137
v (m/s)	0.474

<b>DP05 - CANALE IN TERRA C3 TR 200 - SEZ 24</b>	
<b>ANALISI IDROLOGICA</b>	
Località	DP05
Superficie totale bacino (ha)	0.257
L asta principale (m)	45
v particella liquida ipotizzata (m/s)	0.488
coefficiente di deflusso f	0.65
a (mm)	83.4
n (-)	0.377
<b>T di concentrazione</b>	
tempo di rete $Tr = L/v$ (s)	92.283
Ta tempo d'accesso (s)	300.000
$Tc = Tr + ta$ (s)	392.283
$Tc = Tr + ta$ (h)	0.109
portata massima Q max (mc/s)	0.15
portata massima Q max (l/s)	152.8
coefficiente udometrico U (l/s,hmq)	595
<b>ANALISI IDRAULICA</b>	
Larghezza Fondo canale (m):	<b>0.6</b>
Pendenza sponde (m/m)	<b>1.00</b>
Altezza canale (H):	0.48
Scabrezza fondo :	<b>20</b>
Pendenza del fondo:	<b>0.005</b>
<b>valore tirante</b>	<b>0.335</b>
verifica portata convogliata	0.153

v (m/s)

0.488

<b>DP05 - CANALE IN TERRA C3 TR 20 – SEZ. 27</b>	
<b>ANALISI IDROLOGICA</b>	
Località	DP05
Superficie totale bacino (ha)	0.4115
L asta principale (m)	35
v particella liquida ipotizzata (m/s)	0.461
coefficiente di deflusso f	0.55
a (mm)	56.3
n (-)	0.382
<b>T di concentrazione</b>	
tempo di rete $Tr = L/v$ (s)	75.991
Ta tempo d'accesso (s)	403.505
$Tc = Tr + ta$ (s)	479.495
$Tc = Tr + ta$ (h)	0.133
portata massima Q max (mc/s)	0.12
portata massima Q max (l/s)	123.7
coefficiente udometrico U (l/s,hmq)	301
<b>ANALISI IDRAULICA</b>	
Larghezza Fondo canale (m):	<b>0.6</b>
Pendenza sponde (m/m)	<b>1.00</b>
Altezza canale (H):	0.64
Scabrezza fondo :	<b>20</b>
Pendenza del fondo:	<b>0.005</b>
<b>valore tirante</b>	<b>0.299</b>
verifica portata convogliata	0.124
v (m/s)	0.461

<b>DP05 - CANALE IN TERRA C3 TR 100 – SEZ. 27</b>	
<b>ANALISI IDROLOGICA</b>	
Località	DP05
Superficie totale bacino (ha)	0.4115
L asta principale (m)	35
v particella liquida ipotizzata (m/s)	0.502
coefficiente di deflusso f	0.55
a (mm)	75.3
n (-)	0.378
<b>T di concentrazione</b>	
tempo di rete $Tr = L/v$ (s)	69.755
Ta tempo d'accesso (s)	395.022
$Tc = Tr + ta$ (s)	464.777
$Tc = Tr + ta$ (h)	0.129
portata massima Q max (mc/s)	0.17
portata massima Q max (l/s)	170.1
coefficiente udometrico U (l/s,hmq)	413

ANALISI IDRAULICA	
Larghezza Fondo canale (m):	<b>0.6</b>
Pendenza sponde (m/m)	<b>1.00</b>
Altezza canale (H):	0.64
Scabrezza fondo :	<b>20</b>
Pendenza del fondo:	<b>0.005</b>
<b>valore tirante</b>	<b>0.355</b>
verifica portata convogliata	0.170
v (m/s)	0.502

DP05 - CANALE IN TERRA C3 TR 200 SEZ. 27	
ANALISI IDROLOGICA	
Località	DP05
Superficie totale bacino (ha)	0.4115
L asta principale (m)	35
v particella liquida ipotizzata (m/s)	0.517
coefficiente di deflusso f	0.55
a (mm)	83.4
n (-)	0.377
<b>T di concentrazione</b>	
tempo di rete $T_r = L/v$ (s)	67.739
Ta tempo d'accesso (s)	392.283
$T_c = T_r + t_a$ (s)	460.022
$T_c = T_r + t_a$ (h)	0.128
portata massima Q max (mc/s)	0.19
portata massima Q max (l/s)	190.0
coefficiente udometrico U (l/s,hmq)	462
ANALISI IDRAULICA	
Larghezza Fondo canale (m):	<b>0.6</b>
Pendenza sponde (m/m)	<b>1.00</b>
Altezza canale (H):	0.64
Scabrezza fondo :	<b>20</b>
Pendenza del fondo:	<b>0.005</b>
<b>valore tirante</b>	<b>0.377</b>
verifica portata convogliata	0.190
v (m/s)	0.517

DP05 - CANALE IN TERRA C3 TR 20 - SCARICO IN FOSSO 3	
ANALISI IDROLOGICA	
Località	DP05
Superficie totale bacino (ha)	0.85
L asta principale (m)	85
v particella liquida ipotizzata (m/s)	0.528
coefficiente di deflusso f	0.53
a (mm)	56.3
n (-)	0.382

<b>T di concentrazione</b>	
tempo di rete $T_r = L/v$ (s)	160.962
Ta tempo d'accesso (s)	479.495
$T_c = T_r + t_a$ (s)	640.457
$T_c = T_r + t_a$ (h)	0.178
portata massima Q max (mc/s)	0.21
portata massima Q max (l/s)	206.4
coefficiente udometrico U (l/s,hmq)	243
<b>ANALISI IDRAULICA</b>	
Larghezza Fondo canale (m):	<b>0.6</b>
Pendenza sponde (m/m)	<b>1.00</b>
Altezza canale (H):	0.96
Scabrezza fondo :	<b>20</b>
Pendenza del fondo:	<b>0.005</b>
<b>valore tirante</b>	<b>0.393</b>
verifica portata convogliata	0.206
v (m/s)	0.528

<b>DP05 - CANALE IN TERRA C3 TR 100 - SCARICO IN FOSSO 3</b>	
<b>ANALISI IDROLOGICA</b>	
Località	DP05
Superficie totale bacino (ha)	0.85
L asta principale (m)	85
v particella liquida ipotizzata (m/s)	0.575
coefficiente di deflusso f	0.53
a (mm)	75.3
n (-)	0.378
<b>T di concentrazione</b>	
tempo di rete $T_r = L/v$ (s)	147.892
Ta tempo d'accesso (s)	464.777
$T_c = T_r + t_a$ (s)	612.669
$T_c = T_r + t_a$ (h)	0.170
portata massima Q max (mc/s)	0.29
portata massima Q max (l/s)	285.7
coefficiente udometrico U (l/s,hmq)	336
<b>ANALISI IDRAULICA</b>	
Larghezza Fondo canale (m):	<b>0.6</b>
Pendenza sponde (m/m)	<b>1.00</b>
Altezza canale (H):	0.96
Scabrezza fondo :	<b>20</b>
Pendenza del fondo:	<b>0.005</b>
<b>valore tirante</b>	<b>0.466</b>
verifica portata convogliata	0.286
v (m/s)	0.575

**DP05 - CANALE IN TERRA C3**

<b>TR 200 - SCARICO IN FOSSO 3</b>	
<b>ANALISI IDROLOGICA</b>	
Località	DP05
Superficie totale bacino (ha)	0.85
L asta principale (m)	85
v particella liquida ipotizzata (m/s)	0.592
coefficiente di deflusso f	0.53
a (mm)	83.4
n (-)	0.377
<b>T di concentrazione</b>	
tempo di rete $T_r = L/v$ (s)	143.647
Ta tempo d'accesso (s)	460.022
$T_c = T_r + t_a$ (s)	603.669
$T_c = T_r + t_a$ (h)	0.168
portata massima Q max (mc/s)	0.32
portata massima Q max (l/s)	319.9
coefficiente udometrico U (l/s,hmq)	376
<b>ANALISI IDRAULICA</b>	
Larghezza Fondo canale (m):	<b>0.6</b>
Pendenza sponde (m/m)	<b>1.00</b>
Altezza canale (H):	0.96
Scabrezza fondo :	<b>20</b>
Pendenza del fondo:	<b>0.005</b>
<b>valore tirante</b>	<b>0.494</b>
verifica portata convogliata	0.320
v (m/s)	0.592

### 3.3.8 Dimensionamento canale in terra C4

Il canale in terra C4, a sezione trapezia di base 80 cm, altezza 100 cm e sponde inclinate a 45°, è stato dimensionato in moto uniforme secondo quanto descritto in §3.3.1.

Il canale è stato verificato con una portata Tr 200 anni. Si riportano le verifiche anche per le portate Tr 20 anni e Tr 100 anni.

In particolare la portata Tr 200 anni allo scarico è pari a 1625 l/s. Il tirante all'interno del canale è pari a 85 cm. La velocità è pari a 1.15 m/s.

DP05 - CANALE IN TERRA C4 TR 20	
<b>ANALISI IDROLOGICA</b>	
Località	DP05
Superficie totale bacino (ha)	4.6597
L asta principale (m)	230
v particella liquida ipotizzata (m/s)	1.031
coefficiente di deflusso f	0.62
a (mm)	56.3
n (-)	0.382
<b>T di concentrazione</b>	
tempo di rete $Tr = L/v$ (s)	223.190
Ta tempo d'accesso (s)	707.961
$Tc = Tr + ta$ (s)	931.151
$Tc = Tr + ta$ (h)	0.259
portata massima Q max (mc/s)	1.04
portata massima Q max (l/s)	1038.8
coefficiente udotometrico U (l/s,hmq)	223
<b>ANALISI IDRAULICA</b>	
Larghezza Fondo canale (m):	<b>0.8</b>
Pendenza sponde (m/m)	<b>1.00</b>
Altezza canale (H):	1.00
Scabrezza fondo :	<b>20</b>
Pendenza del fondo:	<b>0.01</b>
<b>valore tirante</b>	<b>0.681</b>
verifica portata convogliata	1.039
v (m/s)	1.031

DP05 - CANALE IN TERRA C4 TR 100	
<b>ANALISI IDROLOGICA</b>	
Località	DP05
Superficie totale bacino (ha)	4.6597
L asta principale (m)	230
v particella liquida ipotizzata (m/s)	1.121
coefficiente di deflusso f	0.62

a (mm)	75.3
n (-)	0.378
<b>T di concentrazione</b>	
tempo di rete $T_r = L/v$ (s)	205.125
Ta tempo d'accesso (s)	673.967
$T_c = T_r + t_a$ (s)	879.091
$T_c = T_r + t_a$ (h)	0.244
portata massima Q max (mc/s)	1.45
portata massima Q max (l/s)	1447.8
coefficiente udometrico U (l/s,hmq)	311
<b>ANALISI IDRAULICA</b>	
Larghezza Fondo canale (m):	<b>0.8</b>
Pendenza sponde (m/m)	<b>1.00</b>
Altezza canale (H):	1.00
Scabrezza fondo :	<b>20</b>
Pendenza del fondo:	<b>0.01</b>
<b>valore tirante</b>	<b>0.805</b>
verifica portata convogliata	1.448
v (m/s)	1.121

<b>DP05 - CANALE IN TERRA C4 TR 200</b>	
<b>ANALISI IDROLOGICA</b>	
Località	DP05
Superficie totale bacino (ha)	4.6597
L asta principale (m)	230
v particella liquida ipotizzata (m/s)	1.154
coefficiente di deflusso f	0.62
a (mm)	83.4
n (-)	0.377
<b>T di concentrazione</b>	
tempo di rete $T_r = L/v$ (s)	199.227
Ta tempo d'accesso (s)	662.966
$T_c = T_r + t_a$ (s)	862.193
$T_c = T_r + t_a$ (h)	0.239
portata massima Q max (mc/s)	1.63
portata massima Q max (l/s)	1625.3
coefficiente udometrico U (l/s,hmq)	349
<b>ANALISI IDRAULICA</b>	
Larghezza Fondo canale (m):	<b>0.8</b>
Pendenza sponde (m/m)	<b>1.00</b>
Altezza canale (H):	1.00
Scabrezza fondo :	<b>20</b>
Pendenza del fondo:	<b>0.01</b>
<b>valore tirante</b>	<b>0.852</b>
verifica portata convogliata	1.625
v (m/s)	1.154

### 3.3.9 Dimensionamento canale C7 in legname e pietrame

Il canale in legname e pietrame, a sezione trapezia di base 80 cm, larghezza in testa 110 cm ed altezza 50 cm, è stato dimensionato in moto uniforme secondo quanto descritto in §3.3.2

Il canale è stato verificato con una portata  $Tr$  200 anni. Si riportano le verifiche anche per le portate  $Tr$  20 anni e  $Tr$  100 anni.

In particolare la portata  $Tr$  200 anni allo scarico è pari a 326 l/s. Il tirante all'interno del canale è pari a 16 cm. La velocità è pari a 2.49 m/s.

DP05 - CANALE IN LEGNAME E PIETRAMI C7 TR 20	
<b>ANALISI IDROLOGICA</b>	
Località	DP05
Superficie totale bacino (ha)	0.85
L asta principale (m)	40
v particella liquida ipotizzata (m/s)	2.151
coefficiente di deflusso f	0.55
a (mm)	56.3
n (-)	0.382
<b>T di concentrazione</b>	
tempo di rete $Tr = L/v$ (s)	18.599
Ta tempo d'accesso (s)	640.457
$Tc = Tr + ta$ (s)	659.056
$Tc = Tr + ta$ (h)	0.183
portata massima Q max (mc/s)	0.21
portata massima Q max (l/s)	210.0
coefficiente udometrico U (l/s,hmq)	247
<b>ANALISI IDRAULICA</b>	
Larghezza Fondo canale (m):	<b>0.8</b>
Pendenza sponde (m/m)	<b>5.33</b>
Altezza canale (H):	0.50
Scabrezza fondo :	<b>22</b>
Pendenza del fondo:	<b>0.22</b>
<b>valore tirante</b>	<b>0.119</b>
verifica portata convogliata	0.210
v (m/s)	2.151

DP05 - CANALE IN LEGNAME E PIETRAMI C7 TR 100	
<b>ANALISI IDROLOGICA</b>	
Località	DP05
Superficie totale bacino (ha)	0.85
L asta principale (m)	40
v particella liquida ipotizzata (m/s)	2.399
coefficiente di deflusso f	0.55



a (mm)	75.3
n (-)	0.378
<b>T di concentrazione</b>	
tempo di rete $Tr = L/v$ (s)	16.673
Ta tempo d'accesso (s)	612.669
$Tc = Tr + ta$ (s)	629.342
$Tc = Tr + ta$ (h)	0.175
portata massima Q max (mc/s)	0.29
portata massima Q max (l/s)	291.0
coefficiente udometrico U (l/s,hmq)	342
<b>ANALISI IDRAULICA</b>	
Larghezza Fondo canale (m):	<b>0.8</b>
Pendenza sponde (m/m)	<b>5.33</b>
Altezza canale (H):	0.50
Scabrezza fondo :	<b>22</b>
Pendenza del fondo:	<b>0.22</b>
<b>valore tirante</b>	<b>0.147</b>
verifica portata convogliata	0.291
v (m/s)	2.399

<b>DP05 - CANALE IN LEGNAME E PIETRAMME C7 TR 200</b>	
<b>ANALISI IDROLOGICA</b>	
Località	DP05
Superficie totale bacino (ha)	0.85
L asta principale (m)	40
v particella liquida ipotizzata (m/s)	2.490
coefficiente di deflusso f	0.55
a (mm)	83.4
n (-)	0.377
<b>T di concentrazione</b>	
tempo di rete $Tr = L/v$ (s)	16.064
Ta tempo d'accesso (s)	603.669
$Tc = Tr + ta$ (s)	619.733
$Tc = Tr + ta$ (h)	0.172
portata massima Q max (mc/s)	0.33
portata massima Q max (l/s)	325.9
coefficiente udometrico U (l/s,hmq)	383
<b>ANALISI IDRAULICA</b>	
Larghezza Fondo canale (m):	<b>0.8</b>
Pendenza sponde (m/m)	<b>5.33</b>
Altezza canale (H):	0.50
Scabrezza fondo :	<b>22</b>
Pendenza del fondo:	<b>0.22</b>
<b>valore tirante</b>	<b>0.158</b>
verifica portata convogliata	0.326
v (m/s)	2.490

### 3.3.10 Dimensionamento canale in terra C8

Il canale in terra C8, a sezione trapezia di base 40 cm, altezza 40 cm e sponde inclinate a 45°, è stato dimensionato in moto uniforme secondo quanto descritto in §3.3.1.

Il canale è stato verificato con una portata Tr 200 anni. Si riportano le verifiche anche per le portate Tr 20 anni e Tr 100 anni.

In particolare la portata Tr 200 anni allo scarico è pari a 122 l/s. Il tirante all'interno del canale è pari a 22 cm. La velocità è pari a 0.90 m/s.

DP05 - CANALE IN TERRA C8 TR 20	
<b>ANALISI IDROLOGICA</b>	
Località	DP05
Superficie totale bacino (ha)	0.205
L asta principale (m)	30
v particella liquida ipotizzata (m/s)	0.806
coefficiente di deflusso f	0.58
a (mm)	56.3
n (-)	0.382
<b>T di concentrazione</b>	
tempo di rete $Tr = L/v$ (s)	37.208
Ta tempo d'accesso (s)	300.000
$Tc = Tr + ta$ (s)	337.208
$Tc = Tr + ta$ (h)	0.094
portata massima Q max (mc/s)	0.08
portata massima Q max (l/s)	80.9
coefficiente udotometrico U (l/s,hmq)	395
<b>ANALISI IDRAULICA</b>	
Larghezza Fondo canale (m):	<b>0.4</b>
Pendenza sponde (m/m)	<b>1.00</b>
Altezza canale (H):	0.40
Scabrezza fondo :	<b>20</b>
Pendenza del fondo:	<b>0.03</b>
<b>valore tirante</b>	<b>0.175</b>
verifica portata convogliata	0.081
v (m/s)	0.806

DP05 - CANALE IN TERRA C8 TR 100	
<b>ANALISI IDROLOGICA</b>	
Località	DP05
Superficie totale bacino (ha)	0.205
L asta principale (m)	30
v particella liquida ipotizzata (m/s)	0.877
coefficiente di deflusso f	0.58

a (mm)	75.3
n (-)	0.378
<b>T di concentrazione</b>	
tempo di rete $Tr = L/v$ (s)	34.217
Ta tempo d'accesso (s)	300.000
$Tc = Tr + ta$ (s)	334.217
$Tc = Tr + ta$ (h)	0.093
portata massima Q max (mc/s)	0.11
portata massima Q max (l/s)	109.9
coefficiente udometrico U (l/s,hmq)	536
<b>ANALISI IDRAULICA</b>	
Larghezza Fondo canale (m):	<b>0.4</b>
Pendenza sponde (m/m)	<b>1.00</b>
Altezza canale (H):	0.40
Scabrezza fondo :	<b>20</b>
Pendenza del fondo:	<b>0.03</b>
<b>valore tirante</b>	<b>0.207</b>
verifica portata convogliata	0.110
v (m/s)	0.877

<b>DP05 - CANALE IN TERRA C8 TR 200</b>	
<b>ANALISI IDROLOGICA</b>	
Località	DP05
Superficie totale bacino (ha)	0.205
L asta principale (m)	30
v particella liquida ipotizzata (m/s)	0.902
coefficiente di deflusso f	0.58
a (mm)	83.4
n (-)	0.377
<b>T di concentrazione</b>	
tempo di rete $Tr = L/v$ (s)	33.249
Ta tempo d'accesso (s)	300.000
$Tc = Tr + ta$ (s)	333.249
$Tc = Tr + ta$ (h)	0.093
portata massima Q max (mc/s)	0.12
portata massima Q max (l/s)	122.2
coefficiente udometrico U (l/s,hmq)	596
<b>ANALISI IDRAULICA</b>	
Larghezza Fondo canale (m):	<b>0.4</b>
Pendenza sponde (m/m)	<b>1.00</b>
Altezza canale (H):	0.40
Scabrezza fondo :	<b>20</b>
Pendenza del fondo:	<b>0.03</b>
<b>valore tirante</b>	<b>0.219</b>
verifica portata convogliata	0.122
v (m/s)	0.902

### 3.3.11 Dimensionamento canale in lamiera ondulata $\Phi$ 1000 mm

Il canale in lamiera ondulata  $\Phi$  1000 mm, facente parte del sistema di smaltimento del rilevato ferroviario, è stato dimensionato in moto uniforme secondo quanto descritto in §3.3.3

Il canale è stato verificato con una portata  $T_r$  200 anni. Si riportano le verifiche anche per le portate  $T_r$  20 anni,  $T_r$  100 anni.

In particolare la portata  $T_r$  200 anni allo scarico è pari a 232 l/s. Il tirante all'interno del canale è pari a 17 cm. La velocità è pari a 2.71 m/s. Il coefficiente di deflusso e la superficie del bacino afferente sono acquisiti dalla relazione idraulica IG51-02-E-CV-RI-RI11-0X-001-B00.doc, per il tratto denominato CS02.2.

<b>TUBAZIONE SCARICO DA RI11 TR20</b>	
<b>ANALISI IDROLOGICA</b>	
Opera	DP05
Superficie bacino (ha)	1.40064
L asta principale (m)	34.56
v particella liquida ipotizzata (m/s)	2.407
coefficiente di deflusso f	0.33
a (mm)	56.3
n (-)	0.382
<b>T di concentrazione</b>	
tempo di rete $T_r = L/v$ (s)	14.358
Ta tempo d'accesso (s)	1050.000
$T_c = T_r + t_a$ (s)	1064.358
$T_c = T_r + t_a$ (h)	0.296
portata massima Q max (mc/s)	0.16
portata massima Q max (l/s)	155.2
coefficiente uditometrico U (l/s,hmq)	111
<b>ANALISI IDRAULICA</b>	
pendenza tubazione $i_t$	0.0700
coefficiente di scabrezza $k_s$ ( $m^{1/3}/s$ )	47
D tubazione (m)	1.000
portata corrente a bocca piena $Q_0$ (mc/s)	3.876
velocità corrente a bocca piena $U_0$ (m/s)	4.93
rapporto di portata $Q/Q_0$	0.040
grado di riempimento $y/D$	0.137
Battente eccessivo?	<b>NO</b>
rapporto di velocità $v/v_0$	0.4878
altezza pelo libero $y$ (m)	0.14
velocità corrente $v$ (m/s)	2.407

<b>TUBAZIONE SCARICO DA RI11 TR100</b>	
<b>ANALISI IDROLOGICA</b>	
Opera	DP05
Superficie bacino (ha)	1.40064
L asta principale (m)	34.56
v particella liquida ipotizzata (m/s)	2.629
coefficiente di deflusso f	0.33
a (mm)	75.3
n (-)	0.378
<b>T di concentrazione</b>	
tempo di rete $Tr = L/v$ (s)	13.144
Ta tempo d'accesso (s)	1050.000
$Tc = Tr + ta$ (s)	1063.144
$Tc = Tr + ta$ (h)	0.295
portata massima Q max (mc/s)	0.21
portata massima Q max (l/s)	208.7
coefficiente udometrico U (l/s,hmq)	149
<b>ANALISI IDRAULICA</b>	
pendenza tubazione $i_t$	0.0700
coefficiente di scabrezza $ks$ (m <sup>1/3</sup> /s)	47
D tubazione (m)	1.000
portata corrente a bocca piena $Q_0$ (mc/s)	3.876
velocità corrente a bocca piena $U_0$ (m/s)	4.93
rapporto di portata $Q/Q_0$	0.054
grado di riempimento $y/D$	0.158
Battente eccessivo?	<b>NO</b>
rapporto di velocità $v/v_0$	0.5328
altezza pelo libero $y$ (m)	0.16
velocità corrente $v$ (m/s)	2.629

<b>TUBAZIONE SCARICO DA RI11 TR200</b>	
<b>ANALISI IDROLOGICA</b>	
Opera	DP05
Superficie bacino (ha)	1.40064
L asta principale (m)	34.56
v particella liquida ipotizzata (m/s)	2.711
coefficiente di deflusso f	0.33
a (mm)	83.4
n (-)	0.377
<b>T di concentrazione</b>	
tempo di rete $Tr = L/v$ (s)	12.746
Ta tempo d'accesso (s)	1050.000
$Tc = Tr + ta$ (s)	1062.746
$Tc = Tr + ta$ (h)	0.295

portata massima Q max (mc/s)	0.23
portata massima Q max (l/s)	231.5
coefficiente udometrico U (l/s,hmq)	165
<b>ANALISI IDRAULICA</b>	
pendenza tubazione $i_t$	0.0700
coefficiente di scabrezza $k_s$ (m <sup>1/3</sup> /s)	47
D tubazione (m)	1.000
portata corrente a bocca piena $Q_0$ (mc/s)	3.876
velocità corrente a bocca piena $U_0$ (m/s)	4.93
rapporto di portata $Q/Q_0$	0.060
<b>grado di riempimento <math>y/D</math></b>	0.166
<b>Battente eccessivo?</b>	<b>NO</b>
rapporto di velocità $v/v_0$	0.5494
<b>altezza pelo libero <math>y</math> (m)</b>	0.17
velocità corrente $v$ (m/s)	2.711

### 3.3.12 Dimensionamento tubazione attraversamento viabilità di accesso alla piazzola tecnica

La tubazione in CLS  $\Phi$  800 mm è stata dimensionata in moto uniforme secondo quanto descritto in §3.3.4. La tubazione è stata verificata con una portata Tr 200 anni. Si riportano le verifiche anche per le portate Tr 20 anni e Tr 100 anni.

In particolare la portata Tr 200 anni è pari a 890 l/s. Il tirante all'interno della tubazione è pari a 47 cm. Il grado di riempimento è pari a 59%. La velocità è pari a 2.88 m/s.

TUBAZIONE SOTTO VIABILITA' $\Phi$ 800 mm TR20	
<b>ANALISI IDROLOGICA</b>	
Opera	DP05
Superficie bacino impermeabile (ha)	1.54180
L asta principale (m)	20
v particella liquida ipotizzata (m/s)	2.603
coefficiente di deflusso f	0.90
a (mm)	56.3
n (-)	0.382
<b>T di concentrazione</b>	
tempo di rete $Tr = L/v$ (s)	15.369
Ta tempo d'accesso (s)	707.961
Tc = Tr + ta (s)	723.330
Tc = Tr + ta (h)	0.201
portata massima Q max (mc/s)	0.59
portata massima Q max (l/s)	585.1
coefficiente udometrico U (l/s,hmq)	379
<b>ANALISI IDRAULICA</b>	
pendenza tubazione $i_i$	0.0250
coefficiente di scabrezza $k_s$ ( $m^{1/3}/s$ )	50
D tubazione (m)	0.800
portata corrente a bocca piena $Q_0$ (mc/s)	1.359
velocità corrente a bocca piena $U_0$ (m/s)	2.70
rapporto di portata $Q/Q_0$	0.430
grado di riempimento $y/D$	0.459
Battente eccessivo?	<b>NO</b>
rapporto di velocità $v/v_0$	0.9626
altezza pelo libero $y$ (m)	0.37
velocità corrente $v$ (m/s)	2.603

TUBAZIONE SOTTO VIABILITA' $\Phi$ 800 mm TR100	
<b>ANALISI IDROLOGICA</b>	
Opera	DP05
Superficie bacino (ha)	1.54180

L asta principale (m)	20
v particella liquida ipotizzata (m/s)	2.824
coefficiente di deflusso f	0.90
a (mm)	75.3
n (-)	0.378
<b>T di concentrazione</b>	
tempo di rete $Tr = L/v$ (s)	14.167
Ta tempo d'accesso (s)	<b>673.967</b>
$Tc = Tr + ta$ (s)	688.133
$Tc = Tr + ta$ (h)	0.191
<b>portata massima Q max (mc/s)</b>	0.81
<b>portata massima Q max (l/s)</b>	812.4
<b>coefficiente udometrico U (l/s,hmq)</b>	527
<b>ANALISI IDRAULICA</b>	
pendenza tubazione $i_i$	0.0250
coefficiente di scabrezza $ks$ ( $m^{1/3}/s$ )	50
D tubazione (m)	0.800
portata corrente a bocca piena $Q_0$ (mc/s)	1.359
velocità corrente a bocca piena $U_0$ (m/s)	2.70
rapporto di portata $Q/Q_0$	0.598
<b>grado di riempimento <math>y/D</math></b>	0.557
<b>Battente eccessivo?</b>	<b>NO</b>
rapporto di velocità $v/v_0$	1.0443
<b>altezza pelo libero y (m)</b>	0.45
velocità corrente v (m/s)	2.824

<b>TUBAZIONE SOTTO VIABILITA' <math>\Phi</math> 800 mm TR200</b>	
<b>ANALISI IDROLOGICA</b>	
Opera	DP05
Superficie bacino (ha)	1.54180
L asta principale (m)	20
v particella liquida ipotizzata (m/s)	1.000
coefficiente di deflusso f	0.90
a (mm)	83.4
n (-)	0.377
<b>T di concentrazione</b>	
tempo di rete $Tr = L/v$ (s)	40.000
Ta tempo d'accesso (s)	<b>662.966</b>
$Tc = Tr + ta$ (s)	702.966
$Tc = Tr + ta$ (h)	0.195
<b>portata massima Q max (mc/s)</b>	0.89
<b>portata massima Q max (l/s)</b>	889.3
<b>coefficiente udometrico U (l/s,hmq)</b>	577
<b>ANALISI IDRAULICA</b>	
pendenza tubazione $i_i$	0.0250



coefficiente di scabrezza $k_s$ ( $m^{1/3}/s$ )	50
D tubazione (m)	0.800
portata corrente a bocca piena $Q_0$ ( $mc/s$ )	1.359
velocità corrente a bocca piena $U_0$ (m/s)	2.70
rapporto di portata $Q/Q_0$	0.654
<b>grado di riempimento <math>y/D</math></b>	0.590
<b>Battente eccessivo?</b>	<b>NO</b>
rapporto di velocità $v/v_0$	1.0662
<b>altezza pelo libero <math>y</math> (m)</b>	0.47
velocità corrente $v$ (m/s)	2.883

### 3.3.13 Dimensionamento tubazione scarico da canale C8

La tubazione in CLS  $\Phi$  400 mm è stata dimensionata in moto uniforme secondo quanto descritto in §3.3.4. La tubazione è stata verificata con una portata Tr 200 anni. Si riportano le verifiche anche per le portate Tr 20 anni e Tr 100 anni.

In particolare la portata Tr 200 anni allo scarico è pari a 890 l/s. Il tirante all'interno della tubazione è pari a 47 cm. Il grado di riempimento è pari a 59%. La velocità è pari a 2.88 m/s.

TUBAZIONE SCARICO DA C8 TR20	
<b>ANALISI IDROLOGICA</b>	
Opera	DP05
Superficie bacino (ha)	0.20500
L asta principale (m)	30
v particella liquida ipotizzata (m/s)	2.278
coefficiente di deflusso f	0.90
a (mm)	56.3
n (-)	0.382
<b>T di concentrazione</b>	
tempo di rete $Tr = L/v$ (s)	13.170
Ta tempo d'accesso (s)	337.208
Tc = Tr + ta (s)	350.378
Tc = Tr + ta (h)	0.097
portata massima Q max (mc/s)	0.12
portata massima Q max (l/s)	121.8
coefficiente udometrico U (l/s,hmq)	594
<b>ANALISI IDRAULICA</b>	
pendenza tubazione $i_t$	0.0500
coefficiente di scabrezza $k_s$ ( $m^{1/3}/s$ )	50
D tubazione (m)	0.400
portata corrente a bocca piena $Q_0$ (mc/s)	0.303
velocità corrente a bocca piena $U_0$ (m/s)	2.41
rapporto di portata $Q/Q_0$	0.402
grado di riempimento $y/D$	0.441
Battente eccessivo?	<b>NO</b>
rapporto di velocità $v/v_0$	0.9457
altezza pelo libero y (m)	0.18
velocità corrente v (m/s)	2.278

TUBAZIONE SCARICO DA C8 TR100	
<b>ANALISI IDROLOGICA</b>	
Opera	DP05

Superficie bacino (ha)	0.20500
L asta principale (m)	30
v particella liquida ipotizzata (m/s)	2.463
coefficiente di deflusso f	0.90
a (mm)	75.3
n (-)	0.378
<b>T di concentrazione</b>	
tempo di rete $Tr = L/v$ (s)	12.182
Ta tempo d'accesso (s)	334.217
Tc = Tr + ta (s)	346.399
Tc = Tr + ta (h)	0.096
portata massima Q max (mc/s)	0.17
portata massima Q max (l/s)	165.5
coefficiente udometrico U (l/s,hmq)	807
<b>ANALISI IDRAULICA</b>	
pendenza tubazione $i_t$	0.0500
coefficiente di scabrezza $k_s$ ( $m^{1/3}/s$ )	50
D tubazione (m)	0.400
portata corrente a bocca piena $Q_0$ (mc/s)	0.303
velocità corrente a bocca piena $U_0$ (m/s)	2.41
rapporto di portata $Q/Q_0$	0.547
grado di riempimento $y/D$	0.527
Battente eccessivo?	<b>NO</b>
rapporto di velocità $v/v_0$	1.0224
altezza pelo libero y (m)	0.21
velocità corrente v (m/s)	2.463

<b>TUBAZIONE SCARICO DA C8 TR200</b>	
<b>ANALISI IDROLOGICA</b>	
Opera	DP05
Superficie bacino impermeabile (ha)	0,20500
L asta principale (m)	30
v particella liquida ipotizzata (m/s)	2,526
coefficiente di deflusso f	0,90
a (mm)	83,4
n (-)	0,377
<b>T di concentrazione</b>	
tempo di rete $Tr = L/v$ (s)	11,876
Ta tempo d'accesso (s)	333,249
Tc = Tr + ta (s)	345,125
Tc = Tr + ta (h)	0,096
portata massima Q max (mc/s)	0,18
portata massima Q max (l/s)	184,2
coefficiente udometrico U (l/s,hmq)	899
<b>ANALISI IDRAULICA</b>	



pendenza tubazione $i_t$	0,0500
coefficiente di scabrezza $k_s$ ( $m^{1/3}/s$ )	50
D tubazione (m)	0,400
portata corrente a bocca piena $Q_0$ ( $m^3/s$ )	0,303
velocità corrente a bocca piena $U_0$ (m/s)	2,41
rapporto di portata $Q/Q_0$	0,609
<b>grado di riempimento <math>y/D</math></b>	<b>0,563</b>
<b>Battente eccessivo?</b>	<b>NO</b>
rapporto di velocità $v/v_0$	1,0487
<b>altezza pelo libero <math>y</math> (m)</b>	<b>0,23</b>
velocità corrente $v$ (m/s)	2,526

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG51 02 E CV RI DP05 00 001_A01 Rimodellamento Morfologico Libarna	Foglio 44 di 51

## 4. DIMENSIONAMENTO DRENAGGIO DI FONDO

### 4.1 Descrizione

Le acque di percolazione, potenzialmente infiltrate alla base dell'abbancamento e accumulate nei punti di minimo del piano campagna attuale, sono smaltite da un drenaggio di fondo costituito da uno strato drenante in ghiaia confinato entro un geotessile con funzione di separazione e filtrazione. All'interno dello strato di ghiaia sarà posata una tubazione finestrata in cls, del diametro di 600 per la linea D1 e 800 mm per la linea D2. La trincea presenta sezione trapezia di base minore 1.50 m, maggiore 3.00 m ed altezza 2.00 m. L'assenza di materiale di natura organica esclude l'utilizzo di vasche di biofiltrazione.

La tubazione di drenaggio profondo verrà posata nei punti depressi della topografia attuale.

La line di drenaggio indicata in planimetria con D1, costituita da una tubazione finestrata in CLS  $\Phi$  600 mm, si sviluppa per una lunghezza di 194 m e pendenza 3.0 % dalla zona sud sino allo scarico nel manufatto in CLS a gradoni a monte della tombinatura IN1Y. A valle di ognuno dei salti suddetti si trova una vasca rivestita in pietra della larghezza di 4,5 m utile a dissipare l'energia della corrente.

La linea di drenaggio indicata in planimetria con D2, costituita da una tubazione finestrata in CLS  $\Phi$  800 mm, si sviluppa per una lunghezza di 344 m e pendenza 3.0 %. dalla progressiva 0+135 in direzione nord fino allo scarico all'interno dell'impiuvio indicato nella WBS IN1Z come fosso 3.

### 4.2 Analisi idrologica per il dimensionamento dei drenaggi di fondo

Si evidenzia che il materiale di smarino abbancato, a costituire il deposito DP05, presenta una permeabilità piuttosto contenuta; in una ottica di cautela si prevede che, durante le fasi di realizzazione dell'abbancamento, il drenaggio di fondo consenta il collettamento delle acque eventualmente infiltratesi nel deposito e accumulate nei punti di minimo; tale funzione risulta più marcata nelle fasi realizzative, in quanto in fase post-operam il deposito è ricoperto dal terreno vegetale, inerbimento e specie arboree che riducono i contributi di infiltrazione. Le condizioni più gravose per il dimensionamento idraulico dei dreni di fondo sono quelle per le quali le tubazioni drenanti risultano esposte direttamente alle acque meteoriche prima della ricopertura col materiale di smarino.

La verifica idraulica è quindi condotta nelle condizioni più sfavorevoli, ossia quelle relative alle prime fasi di lavorazione, nell'ipotesi di piogge direttamente insistenti sulla trincea.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG51 02 E CV RI DP05 00 001_A01 Rimodellamento Morfologico Libarna	Foglio 45 di 51

Il tempo di ritorno dell'evento associato alla fase di realizzazione dell'abbancamento si calcola come il tempo di ritorno avente lo stesso rischio dell'opera di progetto a vita intera. Dato un tempo di vita dell'opera generale ( $N_{og}$ ), in questo caso, assunto pari a 100 anni, e un tempo di ritorno dell'evento di piena di progetto fissato a 200 anni ( $TR_{og}$ ), si può calcolare il rischio di superamento ( $R_{og}$ ) della portata duecentennale in 100 anni di servizio dell'opera generale secondo la seguente formula:

$$R_{og} = 1 - \left(1 - \frac{1}{TR_{og}}\right)^{N_{og}} = 1 - \left(1 - \frac{1}{200}\right)^{100} = 0.39$$

con  $R_{og}$  il rischio di superamento dell'evento associato al tempo di ritorno  $T_{Rog}$  (pari a 200 anni) in  $N_{og}$  anni (pari a 100 anni).

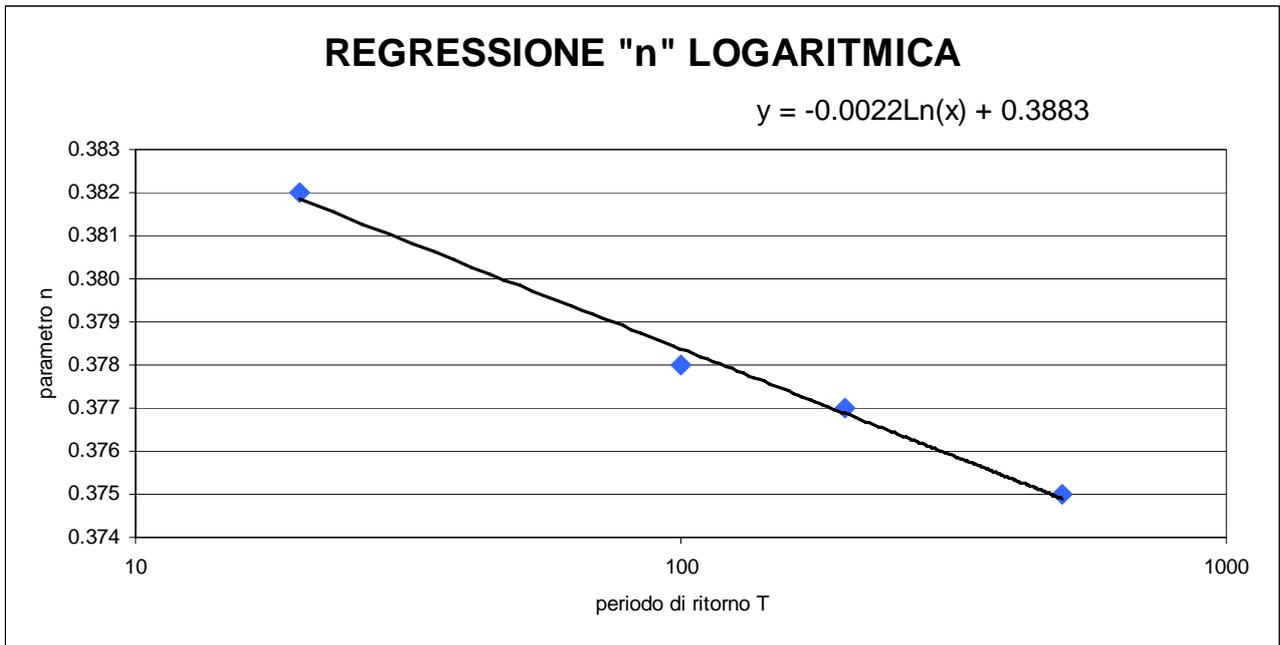
Si ipotizza cautelativamente che il tempo di esposizione diretta di ciascun dreno alla precipitazione meteorica durante le fasi di realizzazione sia di 1 anno.

Eseguendo il calcolo a ritroso, noto il tempo di vita dell'opera provvisoria ( $N_{op} = 12 \text{ mesi} = 1 \text{ anno}$ ), si va a calcolare il tempo di ritorno della portata che risulta avere lo stesso rischio di superamento dell'opera generale.

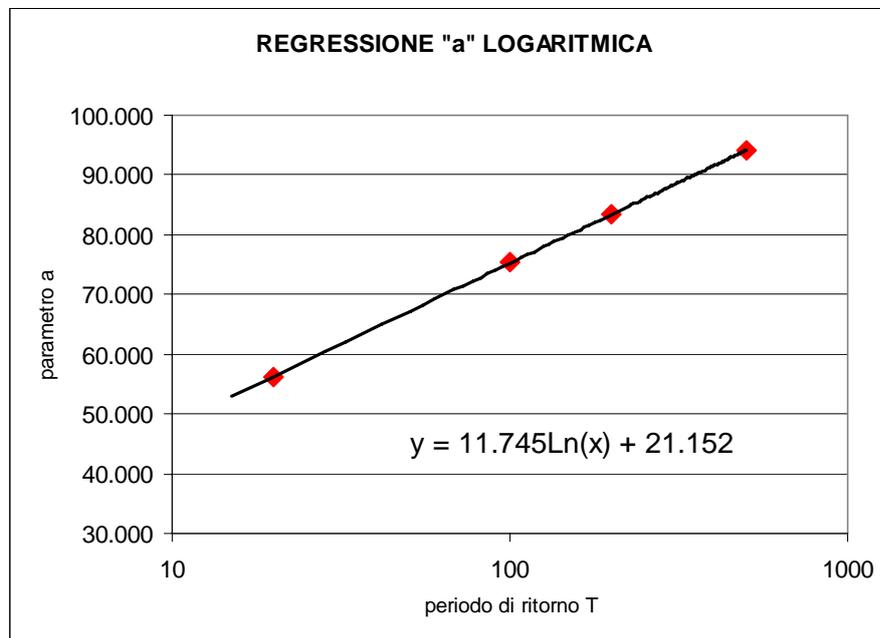
$$0.39 = 1 - \left(1 - \frac{1}{TR_{op}}\right)^{N_{op}} = 1 - \left(1 - \frac{1}{TR_{op}}\right)^{1,00}$$

Il tempo di ritorno ( $TR_{op}$ ) dell'evento di piena di riferimento per il progetto della pista di cantiere è pari a circa 2.6 anni. approssimati a 3.

Utilizzando i parametri pluviometrici a ed n per i tempi di ritorno 20, 100, 200 e 500 anni, è stata eseguita una regressione lineare, al fine di individuare i valori relativi al tempo di ritorno pari a 3 anni.



**Figura 4** – Regressione lineare per il parametro n



**Figura 5** – Regressione lineare per il parametro a

I parametri della curva di possibilità pluviometrica utilizzati per l'analisi idrologica con  $T_r = 3$  anni sono pertanto i seguenti:

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51 02 E CV RI DP05 00 001_A01 Rimodellamento Morfologico Libarna
	Foglio 47 di 51

$$a = 34.06 \text{ mm}$$

$$n = 0.386$$

La determinazione delle portate al colmo, insistenti sui vari tratti della rete di drenaggio in progetto, è stata effettuata mediante il metodo cinematico, secondo la formula di Turazza:

$$Q = \frac{c \cdot h \cdot S}{3.6 \cdot t_c}$$

dove:

- $S$  = superficie del bacino ( $\text{km}^2$ );
- $c$  = coefficiente di deflusso in piena del bacino valutato in base a considerazioni derivanti dalla conoscenza diretta del bacino e dalle indicazioni di letteratura; nel caso in esame è stato adottato a favore di sicurezza un valore del coefficiente di deflusso medio pari a 0.5;
- $h$  = altezza massima di precipitazione di assegnato tempo di ritorno per una durata pari al tempo di corrivazione del bacino (mm);
- $t_c$  = tempo di corrivazione del bacino (ore).

La valutazione del tempo di corrivazione viene effettuata utilizzando le seguenti formule empiriche:

Ventura: 
$$t_c = 0.0053 \sqrt{\frac{S}{i}}$$

Pasini: 
$$t_c = \frac{0.0045}{\sqrt{i}} \sqrt[3]{SL}$$

Pezzoli: 
$$t_c = 0.055 \frac{L}{\sqrt{i}}$$

con:

$i$  = pendenza media asta principale;

$L$  = lunghezza dell'asta principale (Km);

$S$  = superficie del bacino ( $\text{km}^2$ );

$t_c$  = tempo di corrivazione (giorni).

Il tempo di corrivazione adottato è quello medio fornito dalle tre formule empiriche.

Si riporta, per le due linee di drenaggio di fondo, il calcolo del tempo di corrivazione e delle portate.

**VALUTAZIONE DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE DEL BACINO**

A seguito si riporta il calcolo del tempo di corrivazione del bacino eseguito utilizzando quattro fra le formule empiriche esistenti in letteratura. In base ai risultati che si otterranno ed alla loro media, si valuterà il tempo di corrivazione da utilizzare nei calcoli idrologici delle portate di colmo di piena.

PARAMETRI DI INGRESSO	
S = Superficie del bacino	0.0163 km <sup>2</sup>
L = Lunghezza asta principale	0.3 km
H <sub>max</sub> = Altitudine massima del bacino	254 m s.l.m.
H <sub>min</sub> = Altitudine sezione di chiusura	232 m s.l.m.
H <sub>med</sub> = Altitudine media del bacino	244 m s.l.m.
i <sub>m</sub> = Pendenza media asta	0.040 --

$$T_c = \frac{4\sqrt{S+1.5 \cdot L}}{0.8\sqrt{H_{med}-H_{min}}} = \text{Formula di Pezzoli} \quad \text{Metodo tarato per superfici inferiori a 20 Km}^2$$

$$T_c = \frac{0.055 \cdot L}{\sqrt{i_m}} = 0.07 \text{ ore}$$

**Formula di Ventura**

Metodo tarato per superfici inferiori a 40 Km<sup>2</sup>

$$T_c = 0.1272 \cdot \left(\frac{S}{i_m}\right)^{0.5} = 0.08 \text{ ore}$$

**Formula di Pasini**

Metodo tarato per superfici inferiori a 40 Km<sup>2</sup>

$$T_c = \frac{0.108(S \cdot L)^{0.33}}{i_m^{0.5}} = 0.09 \text{ ore}$$

Media dei valori ottenuti dalle formule per il calcolo del Tempo di Corrivazione:

$$T_{c(\text{med})} = 0.08 \text{ ore}$$

Stima Tempo di Corrivazione adottata:

**0.08 ore**

**Figura 6 – Calcolo tempo corrivazione linea D1**

**PLUVIOMETRIA**

Cella pluviometrica di riferimento: **CQ125**

i di a ed n per i vari tempi di ritorno:

T = 3 anni					
a <sub>3</sub>	n <sub>20</sub>				
34.06	0.386				

Coefficiente di deflusso: **0.50**

**RISULTATI ANALISI**

T <sub>corr</sub>	0.08	ore
-------------------	------	-----

RAZIONALE		
Q <sub>20</sub>	0.368	m <sup>3</sup> /s

**Figura 7 – Calcolo portata linea D1**

## VALUTAZIONE DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE DEL BACINO

A seguito si riporta il calcolo del tempo di corrivazione del bacino eseguito utilizzando quattro fra le formule empiriche esistenti in letteratura. In base ai risultati che si otterranno ed alla loro media, si valuterà il tempo di corrivazione da utilizzare nei calcoli idrologici delle portate di colmo di piena.

## PARAMETRI DI INGRESSO

S = Superficie del bacino	0.055 km <sup>2</sup>
L = Lunghezza asta principale	0.4 km
H <sub>max</sub> = Altitudine massima del bacino	246.0 m s.l.m.
H <sub>min</sub> = Altitudine sezione di chiusura	226.0 m s.l.m.
H <sub>med</sub> = Altitudine media del bacino	240.0 m s.l.m.
i <sub>m</sub> = Pendenza media asta	0.027 --

$$T_c = \frac{4\sqrt{S+1.5 \cdot L}}{\sqrt{i_m}} = \text{Formula di Pezzoli} \quad \text{Metodo tarato per superfici inferiori a 20 Km}^2$$

$$T_c = \frac{0.055 \cdot L}{\sqrt{i_m}} = t_{\min} = 0.12 \text{ ore}$$

$$T_c = 0.1272 \cdot \left(\frac{S}{i_m}\right)^{0.5} = \text{Formula di Ventura} \quad \text{Metodo tarato per superfici inferiori a 40 Km}^2$$

$$T_c = 0.18 \text{ ore}$$

$$T_c = \frac{0.108(S \cdot L)^{0.33}}{i_m^{0.5}} = \text{Formula di Pasini} \quad \text{Metodo tarato per superfici inferiori a 40 Km}^2$$

$$T_c = 0.18 \text{ ore}$$

Media dei valori ottenuti dalle formule per il calcolo del Tempo di Corrivazione:  $T_{c(\text{med})} = 0.16 \text{ ore}$

Stima Tempo di Corrivazione adottata: **0.16 ore**

Figura 8 – Calcolo tempo corrivazione linea D2

## PLUVIOMETRIA

Cella pluviometrica di riferimento: **CQ125**

i di a ed n per i vari tempi di ritorno:

T = 3 anni					
a <sub>3</sub>	n <sub>3</sub>				
34.06	0.386				

Coefficiente di deflusso: **0.50**

## RISULTATI ANALISI

T <sub>corr</sub>	0.16	ore
RAZIONALE		
Q <sub>20</sub>	0.802	m <sup>3</sup> /s

Figura 9 – Calcolo portata linea D2

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG51 02 E CV RI DP05 00 001_A01 Rimodellamento Morfologico Libarna	Foglio 50 di 51

### 4.3 Analisi idraulica drenaggi di fondo

#### 4.3.1 Analisi idraulica dreno di fondo D1

Date le condizioni di sezione circolare costante e pendenza del fondo pari rispettivamente a 3.0 %, il deflusso lungo il canale in progetto è stato studiato assumendo l'ipotesi di moto uniforme, secondo la formulazione di Chezy:

$$Q = k_s i_f^{0.5} A^{5/3} B^{-2/3}$$

dove:

Q = portata;

$k_s$  = coefficiente di scabrezza secondo Strickler;

$i_f$  = pendenza media del fondo;

A = area della sezione;

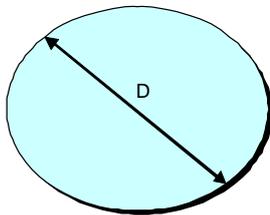
B = contorno bagnato della sezione.

Il coefficiente di scabrezza è assunto pari a 50 m<sup>1/3</sup>/s.

Il dreno di fondo D1 è stato verificato con una portata Tr 3 anni, pari a 370 l/s. Il tirante all'interno della tubazione è pari a 31 cm. Il grado di riempimento è pari al 51%. La velocità è pari a 2.49 m/s.

## VERIFICA IDRAULICA DRENO D1 TR 3 ANNI

Pendenza minima tubazione $i_f$	0.03
Coefficiente di scabrezza $k_s$ ( $m^{1/3}/s$ )	50
D tubazione (m)	0.600
velocità corrente $v$ (m/s)	2.486



Grado di riempimento	Tirante (m)	Area bagnata ( $m^2$ )	Perimetro bagnato (m)	Raggio idraulico (m)	Velocità (m/s)	Portata (l/s)
0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.05	0.03	0.01	0.27	0.02	0.63	3.32
0.10	0.06	0.01	0.39	0.04	0.98	14.43
0.15	0.09	0.03	0.48	0.06	1.26	33.60
0.20	0.12	0.04	0.56	0.07	1.50	60.54
0.25	0.15	0.06	0.63	0.09	1.71	94.69
0.30	0.18	0.07	0.70	0.10	1.90	135.37
0.35	0.21	0.09	0.76	0.12	2.06	181.76
0.40	0.24	0.11	0.82	0.13	2.21	232.95
0.45	0.27	0.12	0.88	0.14	2.33	287.94
0.50	0.30	0.14	0.94	0.15	2.44	345.64
0.55	0.33	0.16	1.00	0.16	2.54	404.89
0.60	0.36	0.18	1.06	0.17	2.62	464.43
0.65	0.39	0.19	1.13	0.17	2.69	522.89
0.70	0.42	0.21	1.19	0.18	2.74	578.76
0.75	0.45	0.23	1.26	0.18	2.77	630.36
0.80	0.48	0.24	1.33	0.18	2.79	675.70
0.85	0.51	0.26	1.41	0.18	2.78	712.32
0.90	0.54	0.27	1.50	0.18	2.75	736.76
0.95	0.57	0.28	1.61	0.17	2.68	742.78
1.00	0.60	0.28	1.88	0.15	2.44	691.27

Portata di progetto =	370 l/s
TIRANTE IDRAULICO (m) =	0.31 m
GRADO DI RIEMPIMENTO =	52 %

4.3.2 Analisi idraulica dreno di fondo D2

Date le condizioni di sezione circolare costante e pendenza del fondo pari rispettivamente a 3.0 %, il deflusso lungo il canale in progetto è stato studiato assumendo l'ipotesi di moto uniforme, secondo la formulazione di Chezy:

$$Q = k_s i_f^{0.5} A^{5/3} B^{-2/3}$$

dove:

$Q$  = portata;

$k_s$  = coefficiente di scabrezza secondo Strickler;

$i_f$  = pendenza media del fondo;

$A$  = area della sezione;

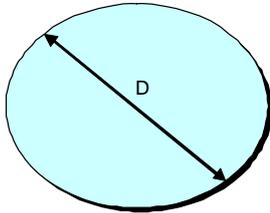
$B$  = contorno bagnato della sezione.

Il coefficiente di scabrezza è assunto pari a  $50 m^{1/3}/s$ .

Il dreno di fondo D2 è stato verificato con una portata Tr 3 anni, pari a 802 l/s. Il tirante all'interno della tubazione è pari a 42 cm, il grado di riempimento è pari a 52%, la velocità è pari 3.02 m/s.

## VERIFICA IDRAULICA DRENO D2 TR 3 ANNI

Pendenza minima tubazione $i_t$	0.03
Coefficiente di scabrezza $k_s$ ( $m^{1/3}/s$ )	50
D tubazione (m)	0.800
velocità corrente $v$ (m/s)	3.017



Grado di riempimento	Tirante (m)	Area bagnata ( $m^2$ )	Perimetro bagnato (m)	Raggio idraulico (m)	Velocità (m/s)	Portata (l/s)
0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.05	0.04	0.01	0.36	0.03	0.76	7.15
0.10	0.08	0.03	0.51	0.05	1.19	31.08
0.15	0.12	0.05	0.64	0.07	1.53	72.37
0.20	0.16	0.07	0.74	0.10	1.82	130.37
0.25	0.20	0.10	0.84	0.12	2.08	203.93
0.30	0.24	0.13	0.93	0.14	2.30	291.54
0.35	0.28	0.16	1.01	0.15	2.50	391.45
0.40	0.32	0.19	1.10	0.17	2.67	501.69
0.45	0.36	0.22	1.18	0.19	2.83	620.11
0.50	0.40	0.25	1.26	0.20	2.96	744.37
0.55	0.44	0.28	1.34	0.21	3.08	871.97
0.60	0.48	0.31	1.42	0.22	3.18	1000.20
0.65	0.52	0.35	1.50	0.23	3.26	1126.10
0.70	0.56	0.38	1.59	0.24	3.32	1246.43
0.75	0.60	0.40	1.68	0.24	3.36	1357.55
0.80	0.64	0.43	1.77	0.24	3.38	1455.20
0.85	0.68	0.46	1.88	0.24	3.37	1534.06
0.90	0.72	0.48	2.00	0.24	3.33	1586.70
0.95	0.76	0.49	2.15	0.23	3.24	1599.68
1.00	0.80	0.50	2.51	0.20	2.96	1488.75

Portata di progetto =	802 l/s
TIRANTE IDRAULICO (m) =	0.42 m
GRADO DI RIEMPIMENTO =	52 %