

**STRADA STATALE 212 "della Val Fortore"**  
**Lavori di completamento alla statale dallo svincolo di**  
**S. Marco dei Cavoti a S. Bartolomeo in Galdo**  
**1° Lotto < Variante di S. Marco dei Cavoti >**  
**1° e 3° Stralcio**

**PROGETTO DEFINITIVO**

COD.

**NA288**

PROGETTAZIONE: R.T.I.: PROGIN S.p.A. (capogruppo mandataria)  
 CREW Cremonesi Workshop S.r.l - TECNOSYSTEM S.p.A  
 ART Risorse Ambiente Territorio S.r.l - ECOPLAME S.r.l.

RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:  
 Dott. Ing. Antonio GRIMALDI (Progin S.p.A.)

CAPOGRUPPO MANDATARIA:

PROGETTAZIONE  
 GRANDI  
 INFRASTRUTTURE

Direttore Tecnico:  
 Dott. Ing. Paolo IORIO

PROGIN S.p.A.

IL GEOLOGO:  
 Dott. Geol. Giovanni CARRA (ART Ambiente Risorse e Territorio S.r.l.)

MANDANTI:

  
 GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

  
 engineering & technology

IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:  
 Dott. Ing. Michele CURIALE (Progin S.p.A.)

Direttore Tecnico:  
 Dott. Arch. Claudio TURRINI

Direttore Tecnico:  
 Dott. Ing. Andrea AVETA

VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:  
 Dott. Ing. Domenico ROY

  
 ambiente risorse territorio

  
 ambiente e paesaggio

PROTOCOLLO

DATA

\_\_\_\_ 201\_

Direttore Tecnico:  
 Dott. Ing. Ivo FRESIA

Direttore Tecnico:  
 Dott. Arch. Pasquale PISANO

**IDROLOGIA ED IDRAULICA**  
**RELAZIONE IDRAULICA**

CODICE PROGETTO

NOME FILE

T00ID00IDRRE02C-Rel\_Idraulica.docx

REVISIONE

SCALA:

D	P	N	A	2	8	8	D	2	0
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

CODICE  
 ELAB.

T	0	0	I	D	0	0	I	D	R	R	E	0	2
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

C
---

-

REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
C	Emissione a seguito istruttoria ANAS	Settembre 2021	F.Benassi	R.Malcotti	P.Iorio
B	Recepimento istruttoria ANAS	Giugno 2021	F.Benassi	R.Malcotti	P.Iorio
A	Emissione definitiva	Febbraio 2020	F.Benassi	R.Malcotti	P.Iorio

## Sommario

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>RIFERIMENTI NORMATIVI</b> .....	<b>3</b>
2.1	D. LGS. 3 APRILE 2006 N.152 E SS.MM.II. ....	3
<b>3</b>	<b>DESCRIZIONE DELLA RETE DI DRENAGGIO</b> .....	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>PARAMETRI IDROLOGICI</b> .....	<b>6</b>
<b>5</b>	<b>DIMENSIONAMENTO DELLE RETI DI RACCOLTA</b> .....	<b>7</b>
5.1	PREMESSA.....	7
5.2	INTERASSE EMBRICI, POZZETTI, CADITOIE.....	7
5.3	TRATTI IN RILEVATO.....	12
5.4	TRATTI IN TRINCEA.....	12
5.5	TRATTI IN GALLERIA.....	12
5.6	FOSSI DI GUARDIA.....	17
5.7	TOMBINI IDRAULICI.....	20
5.8	VIABILITÀ SECONDARIA.....	20
<b>6</b>	<b>PRESIDI IDRAULICI</b> .....	<b>22</b>
6.1	DESCRIZIONE GENERALE DELL'IMPIANTO DI TRATTAMENTO IN CONTINUO.....	22
6.2	STRUTTURA DI CONTENIMENTO.....	24
6.3	ATTREZZATURE.....	25
6.4	MODALITÀ DI FUNZIONAMENTO.....	25
6.5	SVERSAMENTI ACCIDENTALI.....	25
6.6	DIMENSIONAMENTO DEGLI IMPIANTI.....	26
6.7	CALCOLO DELLA PORTATA DI PROGETTO DELL'IMPIANTO.....	26
6.8	CALCOLO DELLA DIMENSIONE NOMINALE DEL DISOLEATORE.....	26
6.9	DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO.....	27
<b>7</b>	<b>ALLEGATO I</b> .....	<b>29</b>

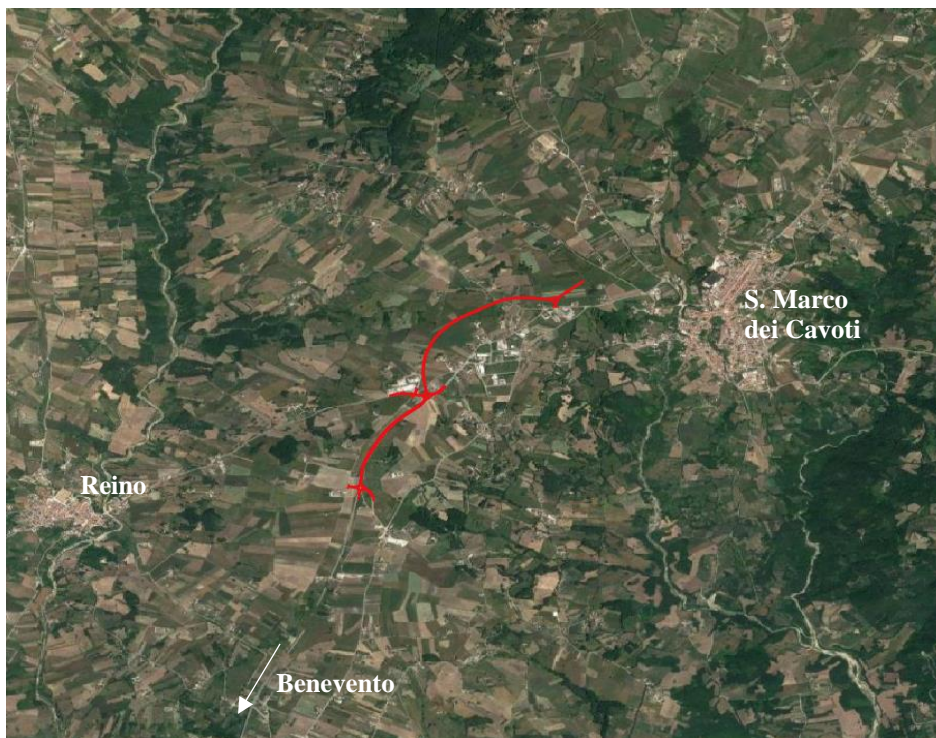
## 1 PREMESSA

Oggetto della presente relazione è la descrizione dello studio idraulico e delle soluzioni adottate per la progettazione a livello definitivo della rete di drenaggio e smaltimento delle acque meteoriche relativamente ai lavori di completamento alla statale 212 “della Val Fortore” dallo svincolo di S. Marco dei Cavoti a S. Bartolomeo in Galdo, in particolare al 1° lotto – <Variante di S. Marco dei Cavoti> 1° Stralcio.

La costruzione di un’infrastruttura stradale comporta una significativa interazione con il territorio circostante che, dal punto di vista prettamente idrologico-idraulico, presuppone lo sviluppo di una serie di tematiche di seguito brevemente riassunte:

- definizione delle portate e dei volumi di pioggia da allontanare dalla sede stradale;
- definizione del sistema di raccolta, convogliamento e scarico finale delle acque di piattaforma;
- individuazione dei recapiti finali;
- individuazione di strutture idonee alla protezione ambientale del territorio (trattamento prima pioggia).

Il tracciato progettuale è suddiviso in due tratti. Il primo, di circa 1 km, prevede l’ammodernamento della SS 212 esistente, sul sedime dell’attuale viabilità. Il secondo, che si sviluppa per circa 1.5 km riguarda un tratto di nuova realizzazione, scostato a Nord di circa 200 metri rispetto al tracciato esistente.



*Figura 1: Inquadramento da ortofoto dell'area degli interventi in progetto; in rosso l'ubicazione degli interventi in progetto.*

In linea di principio generale il trattamento delle acque di dilavamento della piattaforma stradale è di fondamentale importanza per la salvaguardia della qualità ambientale dei corpi d’acqua superficiali e profondi, data la presenza nelle acque di prima pioggia di sabbia, terriccio ed oli minerali leggeri. Pertanto, le aree pavimentate aperte al traffico

---

devono essere opportunamente predisposte per favorire il convogliamento delle precipitazioni meteoriche verso zone filtro e/o impianto di trattamento, affinché la loro immissione nel ricettore finale avvenga nei limiti di accettabilità previsti dalla normativa vigente.

L'adeguamento di strade esistenti spesso mal si concilia con tale necessità, in quanto l'infrastruttura originariamente nasce e si vincola a pregressi crismi progettuali che non lasciano invece oggi libera scelta di adeguamento; ne sono contestuale esempio la progressiva perdita di efficienza dei recapiti delle acque superficiali, il disordine del reticolo fognario urbano promiscuo, la presenza di strade, opere e sottoservizi che riducono sino ad annullare i consueti spazi necessari al corretto inserimento delle reti di drenaggio.

Gli indirizzi progettuali applicati al presente progetto prevedono sempre il trattamento delle acque di piattaforma. Negli elementi di raccordo con la viabilità esistente, come rampe degli svincoli e nuove viabilità secondarie non si prevede il trattamento di prima pioggia, tuttavia a tutela ambientale saranno preferite scelte che evitano lo scarico delle acque di piattaforma direttamente nel recapito idrico superficiale.

## 2 RIFERIMENTI NORMATIVI

Le analisi sono state svolte nel rispetto della seguente normativa regionale e nazionale:

- R.D. n°523 del 1904 e ss.mm.ii.
- D.Lgs. n°152 del 2006
- D.M. 11.03.1988 e Circolare 9.1.1996 n.218/24/3 del Ministero LL.PP.
- Decreto del Presidente della Repubblica n. 380 del 06/06/2001 - "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia"
- D.M. 17.01.2018 - Norme Tecniche per le Costruzioni e successive circolari
- N.T.A. e Linee Guida del Piano Stralcio per l'Assetto Idrologico
- Piano di Gestione Rischio di Alluvioni del Distretto idrografico Appennino Meridionale PGRA DAM, (adottato, ai sensi dell'art. 66 del d.lgs. 152/2006, con Delibera n° 1 del Comitato Istituzionale Integrato del 17 dicembre 2015, e approvato, ai sensi dell'art. 4 comma 3 del d.lgs. 219/2010, con Delibera n°2 del Comitato Istituzionale Integrato del 3 marzo 2016).

A seguire una specifica sintesi del D.Lgs. 152/2006.

### 2.1 D. LGS. 3 APRILE 2006 N.152 E SS.MM.II.

I principali temi affrontati dal Testo Unico sulle acque riguardano:

- a) individuazione e perseguimento dell'obiettivo di qualità ambientale per le acque superficiali destinate alla produzione di acqua potabile, le acque di balneazione, le acque dolci idonee alla vita dei pesci e le acque destinate alla vita dei molluschi;
- b) tutela dei corpi idrici e disciplina degli scarichi: tutela quantitativa - risparmio idrico; tutela qualitativa-disciplina degli scarichi, tutela delle aree di pertinenza dei corpi idrici;
- c) strumenti di tutela: piani di tutela delle acque, autorizzazione agli scarichi, controllo degli scarichi; in particolare vengono enunciati i criteri generali di gestione delle acque di prima pioggia e di lavaggio di aree esterne, stabilendo che le regioni debbano disciplinare i casi in cui può essere richiesto che le acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne non recapitanti in reti fognarie siano convogliate e opportunamente trattate in impianti di depurazione per particolari stabilimenti nei quali vi sia il rischio di deposizione di sostanze pericolose sulle superfici impermeabili scoperte.

### 3 DESCRIZIONE DELLA RETE DI DRENAGGIO

In attuazione dell'art. 113 comma 3 del D.Lgs. 152/06, il convogliamento, la separazione, la raccolta, il trattamento e lo scarico delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle superfici scolanti sono soggetti alla gestione qualitativa qualora tali acque provengano da stabilimenti o insediamenti di attività di produzione di beni e servizi, le cui aree esterne, siano adibite al deposito e stoccaggio di materie prime o rifiuti, ed in generale allo svolgimento di fasi di lavorazione ovvero ad altri usi per i quali vi sia la possibilità di dilavamento dalle superfici scoperte di sostanze inquinanti.

Le strade pertanto non rientrano rigorosamente nelle fattispecie elencate, tuttavia nel caso il recapito degli scarichi di drenaggio di piattaforma venga individuato come "ambientalmente sensibile", allora è "ambientalmente" obbligatorio garantire il trattamento delle acque di prima pioggia e il controllo dello sversamento accidentale.

Nel caso in esame l'intervento può essere suddiviso in due tratte:

- Una prima tratta, di ammodernamento della viabilità esistente che si sviluppa dalla rotonda nuova tratta stradale che si sviluppa per circa 1 km tra la rotonda esistente e la RT01 di nuova realizzazione al km 0+980;
- Una seconda tratta di circa 1.5 km, di nuova realizzazione, a nord dell'attuale sedime della SS 212,

Il sistema di drenaggio stradale è stato progettato come un sistema a "ciclo chiuso", per garantire continuità di soluzione rispetto a quanto già adottato in lotti adiacenti.

Il sistema "chiuso" prevede che le acque meteoriche afferenti alla piattaforma stradale (sia di prima che di seconda pioggia) vengano convogliate, nella loro totalità e senza alcuna separazione, a mezzo di collettori circolari, ai manufatti di trattamento (vasche di prima pioggia). A valle di tali manufatti, funzionanti in continuo, si ha l'immissione nei recapiti finali (corpi idrici superficiali o sottosuolo). Questo tipo di raccolta garantisce la protezione ambientale anche in caso di sversamento accidentale sulla piattaforma stradale.

#### Sezioni tipo

Nel tratto stradale oggetto d'intervento, la raccolta e lo smaltimento delle acque meteoriche dalla piattaforma stradale si differenzia a seconda che il corpo stradale sia in rilevato, in trincea o in galleria.

Nei tratti stradali in rilevato, la raccolta lungo i margini esterni della carreggiata avviene tramite canaletta continua, con griglia carrabile. Le acque vengono poi convogliate nella rete di tubazioni sottostante per mezzo di pozzetti di ispezione, disposti lungo lo sviluppo della canaletta. Il ricoprimento minimo da garantire per le condotte è di circa 1.0 m rispetto la superficie stradale, comunque mai inferiore a 0.7 m.

Per quanto riguarda i tratti stradali con sviluppo in trincea, invece, l'acqua è raccolta lungo i margini esterni attraverso una cunetta simil-triangolare e da qui convogliata nell'apposito collettore, per mezzo di pozzetti disposti longitudinalmente lungo la cunetta. La cunetta a sezione simil-triangolare è adibita alla raccolta sia delle acque di piattaforma sia quelle provenienti dalla scarpata in affiancamento esterno, in sommità della quale è comunque previsto un fosso di guardia.

Nel tratto di galleria presente la raccolta avviene a margine della banchina, attraverso il cordolo formato dalla pendenza trasversale della piattaforma e la base del profilo redirettivo a lato. Le acque di drenaggio vengono trasferite al sottostante collettore, che si innesta, con un pozzetto di transizione, al sistema previsto nei tratti di trincea o di rilevato.

Al piede dei tratti in rilevato ed in testa alle trincee a protezione della piattaforma stradale dalle acque di versante, si prevedono fossi di guardia rivestiti in calcestruzzo.

Sulla base della normativa vigente, le acque meteoriche che ricadono sulle viabilità in progetto devono subire un processo di separazione tra prime piogge, considerate ad alta concentrazione di inquinanti, e seconde piogge, considerate sostanzialmente "bianche". Le prime piogge devono subire un processo di sedimentazione e disoleazione, al fine dell'abbattimento degli inquinanti.

La separazione delle acque di 1° e 2° pioggia è realizzata attraverso pozzetti scolmatori di by-pass, previsti prima di ogni impianto di trattamento. L'acqua trattata, all'uscita dei presidi idraulici viene conferita ad un recettore nel reticolo idrografico esistente.

Questi presidi idraulici sono di fondamentale importanza per la salvaguardia della qualità ambientale dei corpi d'acqua superficiali e profondi (falda), data la potenziale presenza nelle acque di prima pioggia di oli minerali leggeri e metalli pesanti, ma anche in caso di sversamento accidentale.

Tabella 1: Suddivisione del sistema di raccolta delle acque di drenaggio.

Tratto	da progr.	a progr.	ID Impianto di trattamento	Recettore
AX00	0+000	0+976	TA.01 – AX00	A recapito
AX01	0+000	0+660	TA.02 – AX01	A recapito
AX01	0+660	1+503	TA.03 – AX01	A recapito



## 4 PARAMETRI IDROLOGICI

I parametri idrologici adottati sono desunti dalla Relazione Idrologica, a cui si rimanda per gli approfondimenti metodologici.

Lungo il tracciato stradale, infatti, non si riscontrano interferenze con il reticolo idrografico naturale. Le verifiche idrauliche hanno pertanto riguardato, oltre al drenaggio delle acque di piattaforma, il sistema di raccolta delle acque afferenti dai compluvi in adiacenza secondo il tempo di ritorno cinquantennale come da prescrizioni ANAS.

In sintesi, il dimensionamento del sistema di drenaggio è stato condotto adottando la curva di possibilità pluviometrica corrispondente a:

- rete di collettori, cunette ed elementi di piattaforma: tempo di ritorno di 25 anni;
- fossi di guardia e tombini idraulici: tempo di ritorno di 50 anni;
- vasche di dispersione: tempo di ritorno di 50 anni.

Nella Tabella 2 si riportano i parametri della curva intensità-durata-frequenza di progetto, espressa dalla relazione:

$$i_i(t, T) = \frac{a_i(T)}{(b + t)^m}$$

*Tabella 2: Parametri della curva di possibilità pluviometrica di progetto: infrastruttura viaria*

<b>b</b> <b>0.17801</b>	<b>m</b> <b>0.800</b>
<b>a</b> <b>mm</b>	<b>T</b> <b>anni</b>
65.54	25
83.84	50
136.57	200



## 5 DIMENSIONAMENTO DELLE RETI DI RACCOLTA

### 5.1 PREMESSA

In fase di modellazione idrologica, per il calcolo della portata al colmo con assegnato tempo di ritorno è stato utilizzato il Metodo Razionale. Questo metodo, valido per bacini di modesta estensione, si basa sull'ipotesi che durante un evento meteorico, che inizi istantaneamente e continui con intensità costante, la portata aumenti fino ad un tempo pari al tempo di corrivazione, ovvero fino a quando è tutta l'area del bacino a contribuire al deflusso.

Secondo il Metodo Razionale, il tempo di corrivazione corrisponde quindi alla durata critica, e la portata al colmo  $Q_c$  alla sezione di chiusura del bacino, per assegnato tempo di ritorno  $T$ , si esprime come:

$$Q_c (T) = \varphi i(t_c) A$$

Dove  $\varphi$  rappresenta il coefficiente di afflusso medio,  $A$  la superficie del bacino e  $i(t_c)$  l'intensità della precipitazione di durata pari al tempo di corrivazione e tempo di ritorno  $T$ .

Stessa metodologia viene applicata nel calcolo delle portate dei bacini afferenti la piattaforma stradale. La valutazione delle grandezze che compaiono a secondo membro della formula è stata effettuata determinando dalla planimetria di piattaforma, per ciascuna sezione di calcolo (nodo idraulico), l'estensione del bacino/area afferente  $A$ . In merito al coefficiente di afflusso da attribuire alle superfici perimetrate, si è assunto un valore pari a 1.0 per le aree di piattaforma stradale, 0.6 per le scarpate stradali e 0.3 per le porzioni esterne alla strada

Come si è detto il valore massimo dell'intensità e quindi dell'afflusso meteorico si ha per una durata della pioggia pari al tempo di corrivazione del bacino. Quest'ultimo è stato valutato come somma del tempo di accesso alla rete (assunto pari a 5-7 minuti), e del tempo di percorrenza del tratto immediatamente a monte della sezione di calcolo (solitamente pochi minuti).

La valutazione dell'intensità di pioggia corrispondente ad un evento meteorico di durata pari al tempo di corrivazione viene naturalmente effettuata con la legge bi-parametrica (per durate inferiori all'ora):

$$i = at^{n-1}$$

### 5.2 INTERASSE EMBRICI, POZZETTI, CADITOIE

La capacità del cordolo di margine è stata effettuata per tutte le casistiche elencate nei capitoli precedenti (v. descrizione della rete di drenaggio) mediante l'espressione di Chezy, garantendo sempre livelli idraulici non superiori alla linea bianca di sede stradale. La distanza della linea bianca dal margine di raccolta è variabile sia a seconda della categoria stradale (asse principale, rampe e viabilità secondarie), che in base alla sezione tipo (di rilevato, di trincea, di viadotto, di galleria, con muri etc): si rimanda alle tavole dei dettagli costruttivi idraulici per la descrizione di ogni specifico elemento di margine.

La lunghezza massima di sufficienza del margine stradale rappresenta la lunghezza massima di bacino che il margine (cordolo, cunetta, canaletta etc) è in grado di smaltire, nelle condizioni ipotizzate a seconda della pendenza longitudinale: per lunghezze superiori è necessario inserire l'elemento di scarico (embrice, caditoia, pozzetto, discenderia etc).

Nel caso siano presenti collettori, sono comunque presenti i pozzetti di manutenzione ed ispezione muniti di griglia-caditoia.



Tabella 4: Capacità di afflusso della carreggiata per scrosci TR25 anni di durata pari a 10 min.

TR 25 anni			Durata 10 min	DISTANZA (m)									
a = 65.5	b = 0.178	m = 0.800		10	15	20	25	30	35	40	45	50	
RETTIFILO Largh. 5.25 m	Area sottesa drenaggio	A (mq)	53	79	105	131	158	184	210	236	263		
	Portata carreggiata	Q (l/s)	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
CURVA (2 CORSIE) Largh. 10.50 m	Area sottesa drenaggio	A (mq)	105	158	210	263	315	368	420	473	525		
	Portata carreggiata	Q (l/s)	4	6	8	10	12	14	16	18	20		
CURVA (2+ALLARG.) Largh. 16.70 m	Area sottesa drenaggio	A (mq)	167	250.5	334	417.5	501	584.5	668	751.5	835		
	Portata carreggiata	Q (l/s)	6	10	13	16	19	22	26	29	32		

Tabella 5: Tratto AX00 in ammodernamento - Verifica del sistema di smaltimento cordolo-embrici/pozzetti/caditoie.

Rettifilo, curva SX o DX	Massimo /Minimo	Tratto			RILEVATO/TRINCEA			RILEVATO				TRINCEA	
								Ciglio sinistro		Ciglio destro		Ciglio sinistro con cunetta	Ciglio destro con cunetta
					Lungh.	Ciglio sinistro - mezzeria	Ciglio destro	Pendenza long. del tratto	Interasse scarichi	Cunetta U	Interasse Scarichi	Cunetta U	Interasse Scarichi
-	-	da km	a km	(m)	-	-	i (%)	(m)	-	(m)	-	(m)	(m)
R		00+000	00+049	49	RI	RI	2.0%	>50	SI	>50	SI		
R		00+049	00+103	55	RI	RI	1.1%	>50	SI	>50	SI		
DX	min	00+103	00+109	5	RI	RI	0.1%			30	SI		
DX	min	00+109	00+228	119	RI	RI	2.0%			>50	SI		
DX		00+228	00+298	70	RI	TR	5.1%						>50
DX		00+298	00+313	15	RI	RI	6.3%			>50	SI		
R		00+313	00+385	72	RI	RI	6.3%	>50	SI	>50	SI		
R		00+385	00+429	45	RI	TR	6.3%	>50	SI				>50
DX		00+429	00+649	220	RI	TR	6.3%						>50
DX		00+649	00+766	117	RI	TR	5.5%						>50
R		00+766	00+801	35	RI	TR	4.5%	>50	SI				>50
R		00+801	00+822	20	RI	RI	4.1%	>50	SI	>50	SI		
R		00+822	00+875	53	RI	RI	4.0%	>50	SI	>50	SI		
R		00+875	00+897	22	RI	RI	3.7%	>50	SI	>50	SI		
SX		00+897	00+956	60	RI	RI	2.7%	>50	SI				
R		00+956	00+976	19	RI	RI	2.0%	>50	SI	>50	SI		

Tabella 6: Tratto AX01 di nuova realizzazione - Verifica del sistema di smaltimento cordolo-embri/pozzetti/caditoie

Rettilifilo, curva SX o DX	Massimo /Minimo	Tratto		Lungh. (m)	RILEVATO/TRINCEA/GALLERIA		Pendenza long. del tratto i (%)	RILEVATO				TRINCEA		GALLERIA	
					Ciglio sinistro - mezzeria	Ciglio destro		Ciglio sinistro		Ciglio destro		Ciglio sinistro con cunetta	Ciglio destro con cunetta	Ciglio sinistro	Ciglio destro
								Interasse scarichi	Cunetta U	Interasse Scarichi	Cunetta U	Interasse Scarichi	Interasse Pozzetti	Interasse Caditoie	Interasse Caditoie
-	-	da km	a km	(m)	-	-	(m)	-	(m)	-	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
R	min	00+000	00+039	39	RI	RI	1.1%	>50	SI	>50	SI				
R	min	00+039	00+048	9	RI	RI	0.3%	>50	SI	>50	SI				
R		00+048	00+113	65	RI	RI	0.5%	>50	SI	>50	SI				
DX		00+113	00+463	349	RI	RI	0.5%			>50	SI				
DX		00+463	00+658	195	RI	RI	2.0%			>50	SI				
DX		00+658	00+853	195	RI	RI	5.0%			>50	SI				
DX		00+853	00+862	9	RI	RI	6.5%			>50	SI				
R		00+862	01+065	203	RI	RI	6.5%	>50	SI	>50	SI				
DX		01+065	01+070	5	RI	RI	6.5%			>50	SI				
DX		01+070	01+110	40	TR	TR	6.5%					>50			
DX		01+110	01+240	130	GA	GA	6.5%								>50
DX		01+240	01+338	98	TR	TR	6.8%					>50			
R		01+338	01+406	68	TR	TR	6.9%					>50	>50		
R		01+406	01+450	44	TR	TR	5.7%					>50	>50		
R		01+450	01+503	53	RI	RI	3.0%	>50	SI	>50	SI				

### 5.3 TRATTI IN RILEVATO

La raccolta, al margine esterno in sezione di rilevato avviene mediante canaletta grigliata continua. La verifica è condotta sempre mediante l'espressione di Chezy al fine di ottimizzare la geometria adottata.

La lunghezza massima di sufficienza rappresenta la lunghezza massima di bacino che la canaletta è in grado di smaltire prima di interessare la linea bianca. La lunghezza massima varia ovviamente a secondo della pendenza longitudinale; superata la lunghezza di sufficienza, è necessario l'ausilio del collettore posto al di sotto della canaletta stessa.

Il collegamento canaletta-collettore è garantito mediante tubi di raccordo DN250.

### 5.4 TRATTI IN TRINCEA

Il drenaggio di margine esterno carreggiata della piattaforma in trincea è realizzato per mezzo di una cunetta in calcestruzzo simil-triangolare.

La lunghezza massima di sufficienza rappresenta la lunghezza massima di bacino che la cunetta è in grado di smaltire prima di interessare la linea bianca. La lunghezza massima varia ovviamente a secondo della pendenza longitudinale; superata la lunghezza di sufficienza, è necessario l'ausilio del collettore posto al di sotto della cunetta stessa.

Il collegamento cunetta-collettore è garantito da pozzetti con griglia carrabile. L'interasse dei pozzetti di convogliamento sarebbe variabile a seconda delle pendenze longitudinali, ma tuttavia per esigenze manutenzione non dovrà mai essere superiore a 45 m, pari alla lunghezza di utilizzo della lancia dell'auto-spurgo.

### 5.5 TRATTI IN GALLERIA

In galleria il sistema di drenaggio prevede la raccolta delle modeste acque di piattaforma.

La raccolta delle acque della sede stradale avviene tramite il cordolo di margine per poi essere scaricata tramite pozzetti (appositamente sifonati per esigenze di sicurezza taglia fuoco) nei collettori principali posti sotto i cigli esterni (banchina). I collettori saranno allacciati al sistema di raccolta esterno alla galleria e le acque convogliate alle vasche di sicurezza idraulica dedicate, per la trattenuta delle sostanze inquinanti.

In questo tipo di galleria le eventuali infiltrazioni d'acqua sono impedito attraverso la predisposizione di cordoncini bentonitici idroespansivi in corrispondenza dei giunti di collegamento tra le strutture in c.a.

Tabella 7: Dimensionamento dei collettori di piattaforma.

Rete	Carreggiata	Progr.	Progr.	Tempo ingresso in rete	Sup. pavimen-tata	Sup. inerbita	Area scolante TOT	Coeff. defl. TOT	Lungh. tratto fognario	Lungh. TOT	Diametro Nominale	Pend. tratta	Portata di moto uniforme	Durata critica	Intensità pioggia TR25	Portata critica TR25	Rapporto portate TR25	Riempimento TR25≤70%
Id	-	da km	a km	t ingr	S pav	S iner	S TOT	FI TOT	L tratto	L TOT	DN	Pend. long.	Qr	t cr	i	Qc	Qc/Qr	h/D
-	-	-	-	min	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	ha	-	m	m	mm	-	l/s	min	mm/ora	l/s	-	-
AX01 - Rete.03	SX	1+503	1+450	5	278	0	0.03	0.90	53	53	400	0.03	352	5	190	13	0.04	0.13
AX01 - Rete.03	SX	1+450	1+406	5	232	0	0.05	0.90	44	97	400	0.057	485	5	189	24	0.05	0.15
AX01 - Rete.03	SX	1+406	1+300	5	556	529	0.16	0.80	106	203	400	0.0695	535	6	186	66	0.12	0.23
AX01 - Rete.03	DX	1+503	1+450	5	278	0	0.03	0.90	53	53	400	0.03	352	5	190	13	0.04	0.13
AX01 - Rete.03	DX	1+450	1+406	5	232	0	0.05	0.90	44	97	400	0.057	485	5	189	24	0.05	0.15
AX01 - Rete.03	DX	1+406	1+300	5	556	529	0.16	0.80	106	203	400	0.0695	535	6	186	66	0.12	0.23
AX01 - Rete.03	DX	1+300	1+240	5	630	960	0.48	0.77	60	263	400	0.068	529	6	185	190	0.36	0.41
AX01 - Rete.03	DX - GALLERIA	1+240	1+110	5	1	0	0.48	0.77	130	393	400	0.065	517	6	181	186	0.36	0.41
AX01 - Rete.03	DX	1+110	1+064	5	483	644	0.59	0.76	46	439	400	0.065	517	6	180	227	0.44	0.46
AX01 - Rete.03	DX	1+064	1+040	5	252	0	0.62	0.77	24	463	400	0.065	517	6	180	237	0.46	0.47
AX01 - Rete.03	DX	1+040	0+840	5	1050	0	0.72	0.79	200	663	400	0.065	517	7	175	277	0.54	0.52
AX01 - Rete.03	SX	1+040	0+840	5	1050	0	0.11	0.90	200	200	400	0.065	517	6	187	49	0.09	0.20
AX01 - Rete.03	DX	0+840	0+780	5	630	0	0.89	0.81	60	723	400	0.05	454	7	174	348	0.77	0.65
AX01 - Rete.03	DX	0+780	0+660	5	1260	0	1.02	0.82	120	843	500	0.05	823	7	171	397	0.48	0.48
TA.03 -AX01	-	0+660	0+660	5	7488	2663	1.02	0.82	30	873	600	0.01	598	8	170	395	0.66	0.59



Rete	Carreggiata	Progr.	Progr.	Tempo ingresso in rete	Sup. pavimentata	Sup. inerbata	Area scolante TOT	Coeff. defl. TOT	Lungh. tratto fognario	Lungh. TOT	Diametro Nominale	Pend. tratta	Portata di moto uniforme	Durata critica	Intensità pioggia TR25	Portata critica TR25	Rapporto portate TR25	Riempimento TR25≤70%
Id	-	da km	a km	t ingr	S pav	S iner	S TOT	FI TOT	L tratto	L TOT	DN	Pend. long.	Qr	t cr	i	Qc	Qc/Qr	h/D
-	-	-	-	min	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	ha	-	m	m	mm	-	l/s	min	mm/ora	l/s	-	-
AX01 - Rete.02	DX	0+660	0+463	5	2069	0	0.21	0.90	197	197	400	0.02	287	6	183	95	0.33	0.39
AX01 - Rete.02	DX	0+463	0+420	5	452	0	0.25	0.90	43	240	400	0.005	144	6	179	113	0.79	0.66
AX01 - Rete.02	DX	0+420	0+208	5	2226	0	0.47	0.90	212	452	500	0.005	260	8	166	197	0.76	0.64
AX01 - Rete.02	DX	0+208	0+100	5	1134	216	0.61	0.89	108	560	600	0.005	423	9	160	241	0.57	0.54
AX01 - Rete.02	DX	0+100	0+040	5	315	120	0.65	0.88	60	620	600	0.005	423	9	157	253	0.60	0.55
AX01 - Rete.02	DX	0+000	0+040	5	210	40	0.03	0.85	40	40	400	0.01	203	5	189	11	0.06	0.15
AX01 - Rete.02	SX	0+100	0+040	5	315	0	0.03	0.90	60	60	400	0.005	144	6	186	15	0.10	0.21
AX01 - Rete.02	SX	0+000	0+040	5	210	0	0.02	0.90	40	40	400	0.01	203	5	189	10	0.05	0.15
AX01 - Rete.02	SCARICO	0+040	0+040	5	0	0	0.68	0.88	11	631	600	0.005	423	9	157	261	0.62	0.55
TA.02 - AX01	-	0+000	0+040	5	6930	376	0.73	0.88	9	640	600	0.005	423	10	156	281	0.66	0.58
AX00 - Rete.01	SX	0+985	0+915	5	1170	0	0.12	0.90	70	70	400	0.02	287	5	188	55	0.19	0.29
AX00 - Rete.01	SX	0+915	0+860	5	917	0	0.21	0.90	55	125	400	0.034	374	6	187	97	0.26	0.34
AX00 - Rete.01	SX	0+860	0+746	5	599	0	0.27	0.90	114	239	400	0.043	421	6	183	123	0.29	0.37
AX00 - Rete.01	DX	0+860	0+800	5	690	0	0.07	0.90	60	60	400	0.043	421	5	190	33	0.08	0.18
AX00 - Rete.01	DX	0+800	0+746	5	621	81	0.14	0.88	54	114	400	0.043	421	5	188	64	0.15	0.26

Rete	Carregiata	Progr.	Progr.	Tempo ingresso in rete	Sup. pavimentata	Sup. inerbata	Area scolante TOT	Coeff. defl. TOT	Lungh. tratto fognario	Lungh. TOT	Diametro Nominale	Pend. tratta	Portata di moto uniforme	Durata critica	Intensità pioggia TR25	Portata critica TR25	Rapporto portate TR25	Riempimento TR25≤70%
Id	-	da km	a km	t ingr	S pav	S iner	S TOT	FI TOT	L tratto	L TOT	DN	Pend. long.	Qr	t cr	i	Qc	Qc/Qr	h/D
-	-	-	-	min	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	ha	-	m	m	mm	-	l/s	min	mm/ora	l/s	-	-
AX00 - Rete.01	DX	0+746	0+460	5	4776	572	0.94	0.88	286	525	400	0.06	497	7	176	406	0.82	0.67
AX00 - Rete.01	DX	0+460	0+430	5	509	61	1.00	0.88	31	556	500	0.06	901	7	176	429	0.48	0.48
AX00 - Rete.01	DX	0+430	0+383	5	541	71	1.06	0.88	47	603	500	0.06	901	7	175	453	0.50	0.49
AX00 - Rete.01	DX	0+383	0+290	5	1064	0	1.17	0.88	93	695	500	0.06	901	7	173	494	0.55	0.52
AX00 - Rete.01	SX	0+430	0+290	5	732	0	0.07	0.90	140	140	400	0.06	497	5	188	34	0.07	0.17
AX00 - Rete.01	DX	0+290	0+220	5	1169	140	1.37	0.88	70	765	500	0.048	806	7	172	576	0.71	0.62
AX00 - Rete.01	DX	0+220	0+109	5	1167	0	1.49	0.88	111	876	600	0.018	803	8	168	614	0.76	0.65
AX00 - Rete.01	SX	0+000	0+109	5	571	0	0.06	0.90	109	109	400	0.014	240	6	186	27	0.11	0.22
AX00 - Rete.01	DX	0+000	0+109	5	571	0	0.06	0.90	109	109	400	0.014	240	6	186	27	0.11	0.22
TA.01 - AX00	-	0+109	0+109	5	15098	925	1.60	0.88	12	888	600	0.018	803	8	168	661	0.82	0.69
Innesto-01 R1A - No trattamento	SX	0+000	0+015	5	81	31	0.01	0.82	15	15	400	0.02	287	5	191	5	0.02	0.09
Innesto-01 R1A - No trattamento	SX	0+015	0+121	5	554	211	0.08	0.82	106	106	400	0.04	406	5	188	33	0.08	0.19

Rete	Carreg-iata	Progr.	Progr.	Tempo ingresso in rete	Sup. pavimen-tata	Sup. inerbata	Area scolante TOT	Coef. defl. TOT	Lungh. tratto fognario	Lungh. TOT	Diametro Nominale	Pend. tratta	Portata di moto uniforme	Durata critica	Intensità pioggia TR25	Portata critica TR25	Rapporto portate TR25	Riempimento TR25≤70%
Id	-	da km	a km	t ingr	S pav	S iner	S TOT	FI TOT	L tratto	L TOT	DN	Pend. long.	Qr	t cr	i	Qc	Qc/Q <sub>r</sub>	h/D
-	-	-	-	min	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	ha	-	m	m	mm	-	l/s	min	mm/ora	l/s	-	-
Innesto-01 R1A - No trattamento	DX	0+000	0+015	5	81	15	0.01	0.85	15	15	400	0.02	287	5	191	4	0.02	0.08
Innesto-01 R1A - No trattamento	DX	0+015	0+121	5	554	106	0.07	0.85	106	106	400	0.04	406	5	188	29	0.07	0.18
Innesto-01 R1A - No trattamento	SCARICO	0+000	0+015	5	635	0	0.09	0.82	13	119	400	0.005	144	5	187	37	0.26	0.34
Innesto-01 R1A - No trattamento	SCARICO	0+000	0+015	5	1271	363	0.16	0.83	48	167	400	0.005	144	6	183	69	0.48	0.48

## 5.6 FOSSI DI GUARDIA

Per i fossi di guardia posti a presidio dell'infrastruttura sono stati previsti diverse tipologie, sia per dimensione che per rivestimento.

La sezione tipo è sempre trapezia con sponda inclinata a 45°, denominata a seconda della dimensione:

- Tipo FC1 – dimensioni in cm 50x50x50;
- Tipo FC2 – dimensioni in cm 75x75x75;
- Tipo FC3 – dimensioni in cm 100x100x100.

Per ciascuna delle tipologie elencate è stato previsto il rivestimento in calcestruzzo, in quanto la funzione sarà prevalentemente di collettamento delle reti di drenaggio agli impianti di trattamento e di raccolta in sommità alle scarpate in trincea.

La portata massima di un canale FC1 con pendenza minima dello 0.2% è pari a circa 400 l/s, per un canale FC2 si raggiungono circa i 1200 l/s, mentre per un canale FC3 è di circa 3000 l/s.

Il dimensionamento dei fossi di guardia è stato realizzato verificandone le rispettive sezioni tipologiche sulle portate afferenti con tempo di ritorno di 50 anni, così come da prescrizioni di capitolato ANAS, garantendo un franco idraulico minimo pari ad 1/3 dell'altezza della sezione.

Per i fossi di testata che di fatto non raccolgono acque provenienti dai compluvi, ma solamente quelle dilavate dal rilevato stradale è stata assunta la dimensione minima corrispondente alla sezione tipologica FC1.

Tabella 8: Risultati del dimensionamento dei fossi di guardia.

TRACCIATO	LATO CARREGGIATA	da km	a km	Compluvio	Portata critica Q50	Lunghezza	Quota monte	Quota valle	Pendenza i	TIPOLOGICO VERIFICATO
-	-	-	-	Id	[l/s]	m	m sm-	m sm-	%	-
AX 00	SX	0+000	0+056	C.01	310	130	573,5	568,4	3,9%	FC1
AX 00	SX	0+056	0+974	C.02	1169	943	611,1	568,4	4,5%	FC1
AX 00	DX	0+000	0+056	-	-	56	570,0	567,0	5,4%	FC1
AX 00	DX	0+056	0+088	C.01+C.02	1479	44	566,8	566,1	1,6%	FC2
AX 00	DX	0+109	0+252	C.03	2409	170	573,4	567,2	3,6%	FC2
AX 00	DX	0+268	0+667	C.03	2409	394	599,3	574,0	6,4%	FC2
AX 00	DX	0+696	0+860	-	-	164	609,0	601,4	4,6%	FC1
AX 00	DX	0+870	0+974	-	-	222	614,0	609,2	2,2%	FC1
AX 00	A RECAPITO	0+109	0+109	C.01+C.02+ C.03+TA.01	4726	103	567,2	565,0	2,1%	FC3
AX 01	SX	1+503	1+250	C.11	3152	253	669,1	659,5	3,8%	FC2
AX 01	DX	1+503	1+240	-	-	257	669,0	661,3	3,0%	FC1
AX 01	DX	1+231	1+161	-	-	63	660,9	657,5	5,4%	FC1
AX 01	Viab. Secondaria	-	-	C.10	3840	140	667,3	661,2	4,3%	FC2
AX 01	Viab. Secondaria	-	-	C.10	3840	209	660,2	638,7	10,3%	FC2
AX 01	Viab. Secondaria	-	-	C.10+C11	6992	23	637,2	636,0	5,2%	FC3
AX 01	SX	1+120	0+640	-	-	486	653,7	611,4	8,7%	FC1
AX 01	SX	0+640	0+580	-	-	60	613,0	611,9	1,8%	FC1
AX 01	DX	1+111	0+640	C.09	4060	460	651,7	615,3	7,9%	FC2
AX 01	DX	0+580	0+640	-	-	56	617,2	615,3	3,5%	FC1
AX 01	A RECAPITO	0+640	0+640	C.09+TA.03	4565	22	611,4	609,3	9,5%	FC3
AX 01	SX	0+580	0+545	-	-	40	612,9	612,6	0,7%	FC1
AX 01	DX	0+580	0+545	C.08	132	40	617,2	614,3	7,3%	FC1
AX 01	DX	0+545	0+520	C.08	132	20	615,7	614,3	7,0%	FC1
AX 01	SX	0+461	0+545	C.08	132	86	612,6	608,3	5,0%	FC1
AX01	DX	0+521	0+381	C.07	781	143	615,7	612,0	2,6%	FC1
AX01	SX	0+461	0+381	-	-	83	609,4	609,2	0,2%	FC1
AX01	Viab. Secondaria	0+381	0+292	C.07	781	91	606,7	605,7	1,1%	FC2
AX01	DX	0+175	0+361	C.06	1010	183	613,9	611,8	1,1%	FC2

TRACCIATO	LATO CARREGGIATA	da km	a km	Compluvio	Portata critica Q50	Lunghezza	Quota monte	Quota valle	Pendenza i	TIPOLOGICO VERIFICATO
-	-	-	-	Id	[l/s]	m	m sm-	m sm-	%	-
AX01	SX	0+361	0+301	C.06	1010	62	608,3	606,0	3,6%	FC2
AX01	SX	0+230	0+301	-	-	70	611,8	606,0	8,2%	FC1
AX 01	A RECAPITO	0+301	0+301	C.06+C.07	1791	22	611,4	609,3	9,5%	FC3
AX 01	SX	0+067	0+161	-	-	94	613,0	612,8	0,3%	FC1
AX 01	DX	0+067	0+175	C.05	272	156	613,9	613,0	0,5%	FC1
AX 01	DX	0+000	0+021	C.04	573	100	613,9	613,0	0,9%	FC1
AX 01	SX	0+000	0+021	C.04+C.05	845	106	611,9	610,4	1,4%	FC2
AX 01	SX	0+030	0+065	TA.02	347	61	612,8	610,4	3,9%	FC1
Innesto-02 R1B	SX	0+000	0+061	-	-	63	611,0	609,9	1,7%	FC1
Innesto-04 R1B	DX	0+030	0+059	-	-	26	610,0	609,9	0,4%	FC1
Innesto-03 R1B	SX	0+000	0+80	C.04+C.05+TA.02	1192	193	607,8	599,0	4,6%	1,0x1,5

---

## 5.7 TOMBINI IDRAULICI

Non essendo presenti interferenze tra la sede stradale in progetto ed il reticolo idrografico, i tombini idraulici presenti hanno la funzione di attraversamento per le acque raccolte dal sistema di fossi di guardia.

In particolare, lo studio del funzionamento idraulico di ciascun tombino verte sulla verifica del franco idraulico ed è determinato sul tempo di ritorno cinquantennale, in modo da garantirne il funzionamento a superficie libera, con un grado di riempimento in ogni caso inferiore al 70%.

Nella seguente Tabella 9 si riportano sinteticamente i risultati delle simulazioni idrauliche effettuate, rimandando all'Allegato I per la consultazione dei risultati dettagliati.

Così come per i fossi di guardia, anche per i tombini idraulici di testata, che non colleghino acque provenienti dai compluvi, è stata attribuita la dimensione minima, corrispondente al tombino circolare di DN 1000.

## 5.8 VIABILITÀ SECONDARIA

La viabilità secondaria non prevede un sistema di raccolta a ciclo chiuso, essendo prevalentemente tracciati stradali di raccordo delle viabilità esistenti: le acque raccolte mediante cunette, collettori e fossi sono in linea di principio convogliate rispettando gli attuali recapiti.



*Tabella 9: Risultati del dimensionamento dei tombini idraulici.*

Tombino	Tratto	pk	Tipologico	dimensioni	Lunghezza	Q monte	Q valle	i	Portata Q <sub>50</sub>	Livello monte	h/D ≤ 70%
			[-]	[m]	[m]	[m s.m.]	[m s.m.]	[%]	[l/s]	[m s.m.]	[-]
TO01	AX 00	0+055	scatolare	1,5x1,5	28	567,4	566,8	2%	1480	568,08	0,48
TO02	AX 00	0+260	scatolare	1,5x1,5	11	574,0	573,4	5%	2409	574,92	0,61
TO03	AX 00	0+680	circolare	1,00	24	599,8	599,3	2%	647	600,46	0,64
TO04	AX 00	0+870	circolare	1,00	12	609,2	609,0	2%	194	609,56	0,36
TO07	Innesto-03 R1-B	-	circolare	1,20	32	599,0	598,5	2%	1192	599,82	0,68
TO08	AX 01	0+010	circolare	1,20	20	612,3	611,9	2%	845	612,94	0,58
TO09.1	Innesto-02 R1-B	0+060	circolare	1,20	28	609,3	608,8	2%	1192	610,12	0,68
TO09.2	Innesto-04 R1-B	0+000	circolare	1,20	26	608,6	607,9	3%	1192	609,42	0,68
TO09.3	Innesto-01 R1-B	0+080	circolare	1,00	34	614,5	614,0	1%	-	-	-
TO09.4	Innesto-01 R1-B	0+080	circolare	1,00	38	614,5	613,9	2%	-	-	-
TO20	AX 01	0+300	circolare	1,20	10	606,0	605,8	2%	1010	606,75	0,63
TO10	AX 01	0+360	circolare	1,20	24	611,2	610,7	2%	1010	611,93	0,61
TO11	AX 01	0+380	circolare	1,20	24	611,8	611,2	2%	781	612,33	0,48
TO12	AX 01	0+380	circolare	1,20	15	607,3	606,8	3%	781	607,95	0,58
TO13	AX 01	0+460	circolare	1,00	12.5	607,3	607,1	2%	132	607,57	0,27
TO14	AX 01	0+545	circolare	1,00	26.5	614,2	613,8	2%	132	614,47	0,27
TO15	AX 01	0+645	scatolare	2,5x1,5	29	615,3	614,5	3%	4060	616,23	0,65
TO16	Viab. Secondaria	-	scatolare	2,5x1,5	14	637,6	637,2	3%	3840	638,54	0,63
TO17	Viab. Secondaria	-	scatolare	2,5x1,5	13	660,0	659,7	2%	3840	660,94	0,63
TO18	AX 01	1+230	circolare	1,00	11	661.0	660.9	1%	-	-	-
TO19	AX 01	1+250	scatolare	2,0x1,5	13	658,8	658,4	3%	3152	659,76	0,64

## 6 PRESIDI IDRAULICI

In Regione Campania il tema del trattamento acqua di prima pioggia non è univocamente disciplinato: il Progetto di Piano di Tutela delle Acque demanda a Linee Guida non ancora adottate alla data di stesura del presente documento. La tutela ambientale necessita un controllo dei dilavamenti delle superfici soggette a potenziali inquinamenti, soprattutto quando questi afferiscono concentrati ad un recapito naturale. Pertanto, le aree pavimentate aperte al traffico devono essere opportunamente predisposte per favorire il convogliamento delle precipitazioni meteoriche verso zone filtro e/o impianto di trattamento, affinché la loro immissione al ricettore finale avvenga nei limiti di accettabilità previsti dalla normativa vigente.

Per il dimensionamento degli impianti e la quantificazione delle acque di prima pioggia si è fatto pertanto riferimento al Regolamento della Regione Lombardia n°4 del 24 Marzo 2006 "Disciplina dello smaltimento delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne" e successive integrazioni.

In conformità al quadro normativo disponibile, il progetto prevede che le reti di smaltimento delle acque di piattaforma siano corredate anche di impianti di presidio idraulico finalizzati al trattamento delle acque di prima pioggia e al trattenimento dello sversamento accidentale di idrocarburi. La presenza degli impianti è necessaria laddove si concentrano a recapito idrico superficiale o sotterraneo le portate provenienti da piattaforma stradale; non risulta invece strettamente necessaria la presenza degli impianti laddove non ci sia concentrazione di deflusso.

Le soluzioni progettuali adottate sono volte ad assicurare la protezione ambientale del territorio, con particolare riferimento alla salvaguardia dei recapiti finali, rappresentati principalmente dai corpi idrici superficiali.

Il volume dei manufatti effettivamente previsti nel progetto è stato definito considerando l'esigenza di contenere un eventuale sversamento accidentale da parte di un'autocisterna (40 m<sup>3</sup>).

Le vasche di prima pioggia sono previste per funzionare in continuo, applicando la tecnologia delle vasche in c.a. all'interno delle quali sono ricavati i volumi necessari ai trattamenti. Le vasche saranno al loro interno costituite da comparti separati, per la sedimentazione, e per i processi di filtrazione e separazione di oli e sostanze inquinanti disciolte (metalli solubili, sostanze organiche ed eccesso di nutrienti come fosforo e azoto).

### 6.1 DESCRIZIONE GENERALE DELL'IMPIANTO DI TRATTAMENTO IN CONTINUO

In linea generale, l'impianto di trattamento in continuo consiste in:

1. Pozzetto/camera by-pass;
2. Vasca di sedimentazione;
3. Vasca di disoleatura.

Le acque meteoriche vengono selezionate nel pozzetto scolmatore tramite una soglia/bocca tarata in base alla portata servita: le acque di prima pioggia saranno convogliate al relativo sistema di trattamento in continuo, mentre la seconda pioggia defluirà verso il recapito finale by-passando l'impianto.

Dopo il by-pass l'acqua di prima pioggia entrerà nel modulo di separazione statica, o sedimentatore. Nel modulo di separazione statica si otterrà quindi una sedimentazione delle frazioni solide (terre e sabbie, materiale fangoso in genere) che si depositano sul fondo sino al momento della pulizia della vasca.

Approssimando in linea teorica la forma delle particelle in sospensione a quella sferica, è possibile determinarne dalla legge di Stokes la velocità di sedimentazione secondo l'espressione:

$$v = \frac{\gamma_s - \gamma_w}{1800\eta} d^2$$

Dove:

- $v$  è la velocità di sedimentazione;
- $\gamma_s$  è il peso specifico della particella solida;
- $\gamma_w, \eta$  sono il peso specifico e la viscosità dell'acqua;
- $d$  è il diametro della particella solida.

Sulla base della portata di prima pioggia afferente alla vasca di trattamento e alla geometria della camera di sedimentazione, è possibile determinare le componenti della velocità di sedimentazione e, conseguentemente, il minimo diametro sedimentabile delle particelle sospese.

Per le tre vasche adottate, il minimo diametro delle particelle separabili attraverso la sola sedimentazione risulta essere maggiore a 2 mm (Tabella 10).

*Tabella 10: Determinazione del minimo diametro delle particelle separabili per sedimentazione.*

Nome vasca	Progr.	Portata prima pioggia	Tipo	Carico stramazzo	Carico totale	Velocità orizzontale	Velocità sedimentazione	Diametro della particella
ID	PK	Q1p	ID	hs	H	VL	Vs	D
-	m	l/s	-	(m)	(m)	(m/s)	(m/s)	(mm)
TA.01 - AX00	0+109	475	V85	0.21	2.11	0.11	0.002	3.2
TA.02 - AX01	0+040	189	V40	0.09	1.99	0.05	0.002	2.1
TA.03 - AX01	0+660	298	V60	0.13	2.03	0.07	0.002	2.6

Per ottenere la separazione di granulometrie corrispondenti alle sabbie fini, con dimensioni dell'ordine di 0,2 mm, sono richieste velocità di deflusso longitudinali molto ridotte, raggiungibili solo con una geometria del modulo di sedimentazione non compatibile con il contesto dell'opera stradale.

Per queste ragioni, per separare la parte inquinante più fine, è presente un comparto di disoleazione e filtrazione: l'acqua, già privata della frazione solida sospesa di dimensioni maggiori a 2 mm, è convogliata attraverso batterie filtranti, che possono essere costituite da pacchi lamellari, filtri a coalescenza o ancora filtri ad adsorbimento, variabili a seconda degli inquinanti sito specifici e del grado di trattamento che si intende raggiungere. Particolarmente vantaggiosa risulta essere la filtrazione per adsorbimento che, differentemente dalle prime due tecniche, permette la separazione e la rimozione anche delle sostanze inquinanti disciolte nell'acqua.

Sono diversi i materiali impiegabili come matrice filtrante, tra i più utilizzati vi sono sicuramente:

- Carbone attivo granulare - Una matrice microporosa con un'ampia superficie per fornire alti livelli di adsorbimento. Viene utilizzato principalmente per rimuovere olio e grasso e sostanze organiche come erbicidi e pesticidi.

- Perlite - Roccia vulcanica espansa. La sua struttura porosa e multicellulare e i bordi ruvidi la rendono efficace per rimuovere solidi sospesi totali, olio e grasso.
- Zeolite - Un minerale naturale utilizzato in una varietà di applicazioni di filtrazione dell'acqua, viene utilizzato per rimuovere metalli solubili, ammonio e alcune sostanze organiche.

Un esempio di applicazione di questa tecnica di filtrazione prevede la predisposizione nel comparto di trattamento di cartucce contenenti materiale filtrante che, funzionando da filtri rovesci intrappolano il particolato e adsorbono gli inquinanti come solidi sospesi totali, idrocarburi, nutrienti in eccesso e metalli. Quando il livello dell'acqua nel comparto raggiunge la sommità delle cartucce filtranti si attiva una valvola a galleggiante e, attraverso un sistema a sifone viene convogliata verso le condotte di drenaggio in uscita.

Superato il picco di portata in ingresso da trattare, il livello idrico nel comparto di filtrazione si abbassa gradualmente, promuovendo un meccanismo di pulizia che ristabilisce la permeabilità della superficie filtrante.

Questo sistema offre svariati benefici come:

- il poter raggiungere un più elevato grado di trattamento delle acque, con possibilità di scelta in base agli inquinanti sito specifici da intercettare;
- flessibilità di progettazione in termini di distribuzione e altezza dei filtri;
- ridotto grado di manutenzione necessaria grazie al sistema autopulente dei filtri, e contenuti costi di mantenimento, con necessità di rigenerazione solamente dopo numerosi cicli di funzionamento, in genere compresi tra 1 e 5 anni.

Come ulteriore chiarimento di quanto sopra esposto, si rimanda alla consultazione dei relativi elaborati grafici (Vasche tipo e Opere di presidio) dove sono rappresentate le caratteristiche geometriche e la tipologia di impianto impiegata. L'impianto, fungendo da separatore per liquidi leggeri, è quindi regolamentato dalle norme UNI EN 858-1 e UNI EN 858-2. In particolare, in assonanza con le raccomandazioni del punto 4.1 della UNI EN 858-2, l'impianto viene adibito al trattamento delle acque meteoriche di dilavamento di strade e contestuale contenimento di qualunque rovesciamento di liquido leggero.

## 6.2 STRUTTURA DI CONTENIMENTO

L'impianto è realizzato con l'impiego di vasche in calcestruzzo armato. Il dimensionamento delle opere in c.a. dovrà garantire il rispetto delle nuove normative tecniche come previsto dal D.M. 14-01-2008 e S.M.I. per carichi di 1° categoria e azioni sismiche. Nella posa in opera le vasche di contenimento dell'impianto vengono interrate a livello della condotta drenante e ricoperte al piano di campagna mediante una copertura carrabile costituita da solette in calcestruzzo armato recanti le aperture e relativi chiusini sufficienti in numero e posizionamento per l'ispezione dell'interno vasca e per la manutenzione dei componenti impiantistici ivi installati.

In via generale la configurazione dell'impianto comprende i seguenti elementi principali:

- pozzetto scolmatore preposto ad inviare a trattamento le acque di prima pioggia e veicolare attraverso il by-pass, quindi senza trattamento, le portate eccedenti;
- bacino di sedimentazione preposto alla rimozione della fanghiglia contenuta nelle acque meteoriche di dilavamento della sede stradale;

- bacino di disoleazione e filtrazione, preposto alla rimozione delle sospensioni oleose, del particolato più fine (granulometria < 0,2 mm) e degli inquinanti in soluzione, contenuti nell'acqua decantata defluente dal bacino di sedimentazione.

### 6.3 ATTREZZATURE

La condotta/fosso di drenaggio delle acque meteoriche di dilavamento della sede stradale nonché degli eventuali liquidi ivi sversati accidentalmente si immette nell'impianto in corrispondenza del bacino di sedimentazione, dopo aver attraversato il pozzetto scolmatore. Il sedimentatore comunica per troppo pieno con il bacino di disoleazione e filtrazione attraverso una o più tubazioni.

Il bacino di disoleazione e filtrazione è un separatore a gravità affiancato ad un sistema di batterie filtranti della tipologia precedentemente descritta.

Per ottemperare alla necessità di trattenere lo sversamento accidentale di volume massimo pari a 40 m<sup>3</sup> fuoriuscito da un'autocisterna, si provvederà a garantire un volume utile della vasca almeno pari a tale valore.

### 6.4 MODALITÀ DI FUNZIONAMENTO

In condizioni di funzionamento normale le acque meteoriche sono immerse nel bacino di sfangamento, dove i solidi sedimentabili si depositano sul fondo mentre l'acqua decantata, il particolato più fine e le sospensioni oleose defluiscono nel comparto di filtrazione. Qui, gli inquinanti vengono separati e trattenuti dal sistema di filtraggio, e l'acqua chiarificata defluisce nella condotta di scarico.

Quando la matrice filtrante esaurisce la sua capacità di trattamento, occorre prevederne la rigenerazione e sostituzione, contestualmente all'estrazione dei fanghi dal bacino di sedimentazione. La segnalazione della chiusura del galleggiante può essere trasmessa alla sala di manutenzione del gestore mediante sensore trasmettente munito di batteria tampone.

Il funzionamento in continuo degli impianti garantisce il trattamento di tutte le acque provenienti dalla rete afferente fino a che i valori di portata non superano quelli per cui è stato dimensionato l'impianto. In tal caso la quota parte di portata eccedente sfiora oltre la soglia prevista nel pozzetto scolmatore e viene collettata direttamente al recapito finale attraverso la tubazione di by-pass.

### 6.5 SVERSAMENTI ACCIDENTALI

In una situazione di emergenza, provocata dallo sversamento accidentale di liquidi leggeri/oleosi sulla sede stradale, il sistema di funzionamento non differisce dal normale funzionamento in continuo. Le sostanze oleose grazie al loro peso specifico inferiore all'acqua stratificheranno in superficie spingendo l'acqua verso il basso e poi oltre il sotto-sifone verso lo scarico. Come indicato in precedenza, le vasche sono dimensionate per garantire una capacità di trattenuta in superficie delle sostanze oleose pari almeno a 40 m<sup>3</sup>. Tale volume è ottenuto considerando la superficie del bacino di disoleazione per un'altezza pari a quella compresa tra la quota d'ingresso in vasca e la quota di fondo del sotto-sifone.

## 6.6 DIMENSIONAMENTO DEGLI IMPIANTI

Le acque meteoriche provenienti dalle sedi stradali e relative pertinenze vengono in genere convogliate all'impianto di trattamento mediante una serie di canalizzazioni. Il progetto di queste canalizzazioni e il calcolo delle portate nei vari tratti del sistema sono stati definiti nel precedente capitolo. Da questo dimensionamento si evince il valore della portata massima di acqua piovana (Portata Nominale) addotta all'impianto.

Sulla base del valore di portata nominale si realizza anche il dimensionamento del sistema filtrante: la portata di progetto viene divisa per la portata della singola cartuccia o pacco di filtrazione (dato fornito dal produttore), per determinarne il numero necessario.

## 6.7 CALCOLO DELLA PORTATA DI PROGETTO DELL'IMPIANTO

Il valore della portata di progetto degli impianti di presidio è calcolato considerando che la prima pioggia, considerata pari ai primi 5 mm coerentemente a quanto indicato da diverse normative in materia, si concentri in un tempo pari a quello di corrivazione del bacino afferente a ciascun impianto. In tali circostanze tutta la piattaforma stradale del bacino contribuirà a determinare acque di prima pioggia da trattare attraverso l'impianto. Il valore di portata di progetto è pertanto definito attraverso la seguente relazione:

$$Q_p = c A \frac{h_p}{\delta}$$

Dove:

- $Q_p$  è la portata di progetto per l'impianto di prima pioggia;
- $c$  è il coefficiente di deflusso del bacino afferente;
- $A$  è la superficie del bacino;
- $h_p$  è la massima altezza di precipitazione (5 mm);
- $\delta$  è il tempo di corrivazione del bacino afferente calcolato nel capitolo relativo al dimensionamento della rete di piattaforma.

## 6.8 CALCOLO DELLA DIMENSIONE NOMINALE DEL DISOLEATORE

La dimensione/portata nominale NS del disoleatore, così come definita dal punto 3.7 della UNI EN 858-1, viene calcolata mediante la relazione (1) della UNI EN 858-2:

$$NS = Q_p f_d$$

Dove:

- $Q_p$  è la già calcolata portata di progetto in l/s;
- $f_d$  è il fattore di densità dell'olio inquinante il cui valore minimo raccomandato è specificato dal prospetto 3 della stessa norma riepilogato nella tabella che segue.

La dimensione/portata nominale da assegnare al disoleatore è quella uguale o immediatamente superiore al valore calcolato tramite la suddetta relazione compresa nella lista delle dimensioni preferenziali di cui al punto 5 della UNI EN 858-1.

Tabella 11: Fattore di densità dell'olio  $f_d$ .

Classe separatore	Densità dell'olio [g/cm <sup>3</sup> ]		
	Fino a 0,85	Da 0,85 a 0,90	Da 0,9 a 0,95
<b>II</b>	1	2	3
<b>I</b>	1	1,5	2
<b>I-II</b>	1	1	1

Tale valore è la portata che l'impianto deve essere in grado di trattare e che dovrà essere presa come dato fondamentale per il dimensionamento e la fornitura dei dispositivi.

## 6.9 DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO

Il prospetto 5 della UNI EN 858 - 2 dispone che per le aree di raccolta dell'acqua piovana in cui sono presenti piccole quantità di limo, il volume del bacino di sfangamento  $V_s$  espresso in m<sup>3</sup> deve risultare:

$$V_s \geq \frac{0,1 NS}{f_d}$$

Al contempo, il punto 6.5.6.2 della UNI EN 858 - 1 dispone che per i disoleatori gettati in opera di dimensioni nominali non inferiori a NS 150, l'area superficiale del bacino di disoleazione  $A_d$  espressa in m<sup>2</sup> e il relativo volume totale  $V_d$  espresso in m<sup>3</sup> devono risultare:

$$A_d \geq 0,2 NS \quad V_d \geq 0,5 NS$$

Il pozzetto scolmatore deve garantire l'invio della portata nominale NS alla vasca di sedimentazione, mentre per valori superiori la quota parte eccedente sfiorerà attraverso la soglia collocata nel pozzetto ed inviata alla tubazione di bypass. Questa sarà dimensionata sulla portata massima  $Q_c$  della rete afferente.

Nelle seguenti tabelle si riassumono i dati di progetto dei vari dispositivi di trattamento delle acque di prima pioggia previsti, sulla base dei dati definiti nel capitolo relativo al dimensionamento delle reti e di quanto riportato nel presente capitolo.

Gli impianti di trattamento delle acque di prima pioggia sono stati dimensionati al fine di uniformare le differenti opere ad un numero limitato di tipologie.

A tal proposito sono state previste quattro tipologie di vasche, differenti in dimensioni e volumi, in modo da garantire sia parametri geometrici  $V_s$ ,  $A_d$  e  $V_d$  ottenuti dal dimensionamento, sia la necessità di riservare un volume minimo per il trattenimento dello sversamento accidentale (40 m<sup>3</sup>).

Nella seguente Tabella 12 sono indicate le tre tipologie d'impianto che saranno adottate.

Tabella 12: Caratteristiche geometriche delle vasche di trattamento

Tipo	L [m]	Sviluppo [m]	B [m]	h [m]	Volume [m <sup>3</sup> ]
<b>V40</b>	5	11	2	1.9	42
<b>V60</b>	7.5	16	2	1.9	61
<b>V85</b>	11	23	2	1.9	87



Tabella 13: Dimensionamento e verifica degli impianti di trattamento delle acque di prima pioggia - Parte 1<sup>a</sup>.

Nome vasca	Progr.	Tratto	Altezza precipitazione	Sup. scolante	Durata critica	Portata critica di riferimento	Portata prima pioggia	Portata sfiorata	Fattore densità olio	Portata nominale	Volume sedimentatore	Area superficiale del disoleatore	Volume del disoleatore
ID	PK	-	h <sub>1p</sub>	A	d	Q <sub>r</sub>	Q <sub>1p</sub>	Q <sub>s</sub>	fd	NS	V <sub>s</sub>	Ad	V <sub>d</sub>
-	m	-	mm	ha	h	l/s	l/s	l/s	-	l/s	mc	mq	mc
TA.01 - AX00	0+109	AX00	5.00	1.60	0.13	661	475	185	1	151	15	30	75
TA.02 - AX01	0+040	AX01	5.00	0.73	0.16	281	189	92	1	56	6	NS<150	28
TA.03 -AX01	0+660	AX01	5.00	1.02	0.13	395	298	96	1	92	9	NS<150	46

Tabella 14: Dimensionamento e verifica degli impianti di trattamento delle acque di prima pioggia - Parte 2<sup>a</sup>.

Nome vasca	Progr.	Carreggiata	Portata critica di riferimento	Portata nominale	Tipo	L	Sviluppo	B	h	Volume	Diametro ingresso/uscita
ID	PK	-	Q <sub>r</sub>	NS	ID	L	Sviluppo	B	h	V	Ø1
-	m	-	l/s	l/s	-	m	m	m	-	mc	mm
TA.01 - AX00	0+109	AX00	661	151	V85	11	23	2	1.9	87.4	800
TA.02 - AX01	0+040	AX01	281	56	V40	5	11	2	1.9	41.8	600
TA.03 -AX01	0+660	AX01	395	92	V60	7.5	16	2	1.9	60.8	600

## 7 ALLEGATO I

## Indice

- 1 ALLEGATO I - RISULTATI SIMULAZIONI IDRODINAMICHE DIMENSIONAMENTO TOMBINI
  - 1.1.1. Tombino TO01 AX 00 - Pk 0+055
  - 1.1.2. Tombino TO02 AX 00 - Pk 0+260
  - 1.1.3. Tombino TO03 AX 00 - Pk 0+680
  - 1.1.4. Tombino TO04 AX 00 - Pk 0+870
  - 1.1.5. Tombino TO07 Innesto-03 R1-B
  - 1.1.6. Tombino TO08 AX 01 - Pk 0+010
  - 1.1.7. Tombino TO09.1 Innesto-02 R1-B – Pk 0+060
  - 1.1.8. Tombino TO09.2 Innesto-04 R1-B – Pk 0+000
  - 1.1.9. Tombino TO20 AX 01 - Pk 0+300
  - 1.1.10. Tombino TO10 AX 01 - Pk 0+360
  - 1.1.11. Tombino TO11 AX 01 - Pk 0+380
  - 1.1.12. Tombino TO12 AX 01 – Pk 0+380
  - 1.1.13. Tombino TO13 AX 01 – Pk 0+460
  - 1.1.14. Tombino TO14 AX 01 – Pk 0+545
  - 1.1.15. Tombino TO15 AX 01 - Pk 0+645
  - 1.1.16. Tombino TO16 Viabilità secondaria
  - 1.1.17. Tombino TO17 Viabilità secondaria
  - 1.1.18. Tombino TO19 AX 01 - Pk 1+250

**1** ALLEGATO I -  
RISULTATI SIMULAZIONI IDRODINAMICHE DIMENSIONAMENTO TOMBINI

1.1.1. Tombino TO01  
AX 00 - Pk 0+055

# Culvert Report

## TO01

Invert Elev Dn (m) = 566.8000  
Pipe Length (m) = 28.0000  
Slope (%) = 2.0000  
Invert Elev Up (m) = 567.3600  
Rise (mm) = 1500.0  
Shape = Box  
Span (mm) = 1500.0  
No. Barrels = 1  
n-Value = 0.017  
Culvert Type = Flared Wingwalls  
Culvert Entrance = 30D to 75D wingwall flares  
Coeff. K,M,c,Y,k = 0.026, 1, 0.0347, 0.81, 0.4

### Embankment

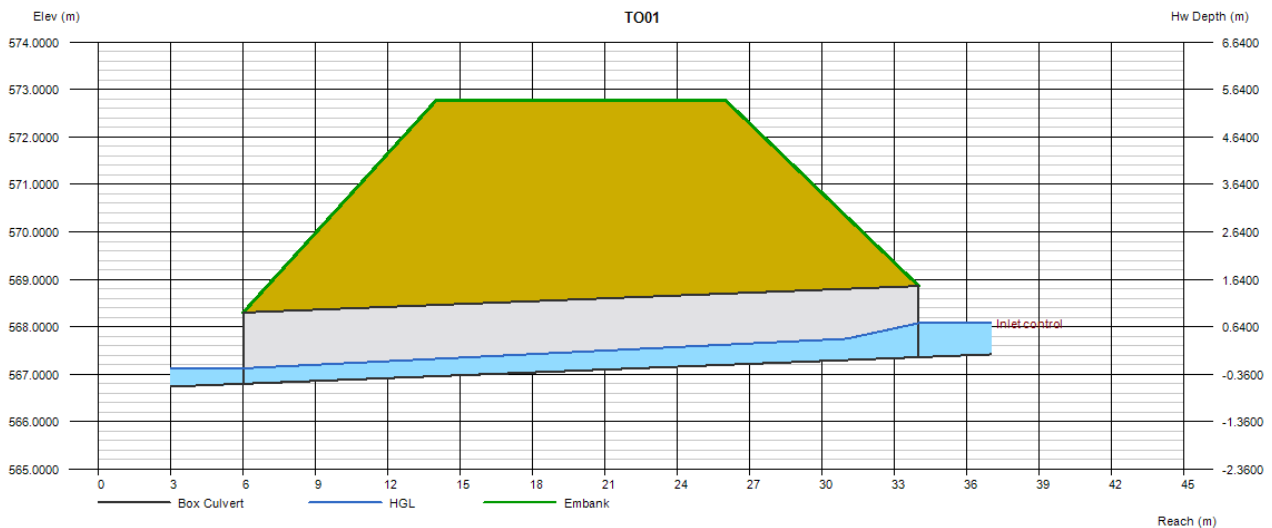
Top Elevation (m) = 572.7700  
Top Width (m) = 12.0000  
Crest Width (m) = 12.0000

### Calculations

Qmin (cms) = 1.4800  
Qmax (cms) = 1.4800  
Tailwater Elev (m) = Normal

### Highlighted

Qtotal (cms) = 1.4800  
Qpipe (cms) = 1.4800  
Qovertop (cms) = 0.0000  
Veloc Dn (m/s) = 3.0253  
Veloc Up (m/s) = 2.1315  
HGL Dn (m) = 567.1261  
HGL Up (m) = 567.8229  
Hw Elev (m) = 568.0776  
Hw/D (m) = 0.4784  
Flow Regime = Inlet Control



1.1.2. Tombino TO02  
AX 00 - Pk 0+260

# Culvert Report

## TO02

Invert Elev Dn (m) = 573.4000  
Pipe Length (m) = 11.0000  
Slope (%) = 4.9999  
Invert Elev Up (m) = 573.9500  
Rise (mm) = 1500.0  
Shape = Box  
Span (mm) = 1500.0  
No. Barrels = 1  
n-Value = 0.017  
Culvert Type = Rectagular Concrete  
Culvert Entrance = Tapered inlet throat  
Coeff. K,M,c,Y,k = 0.475, 0.667, 0.0179, 0.97, 0.2

### Calculations

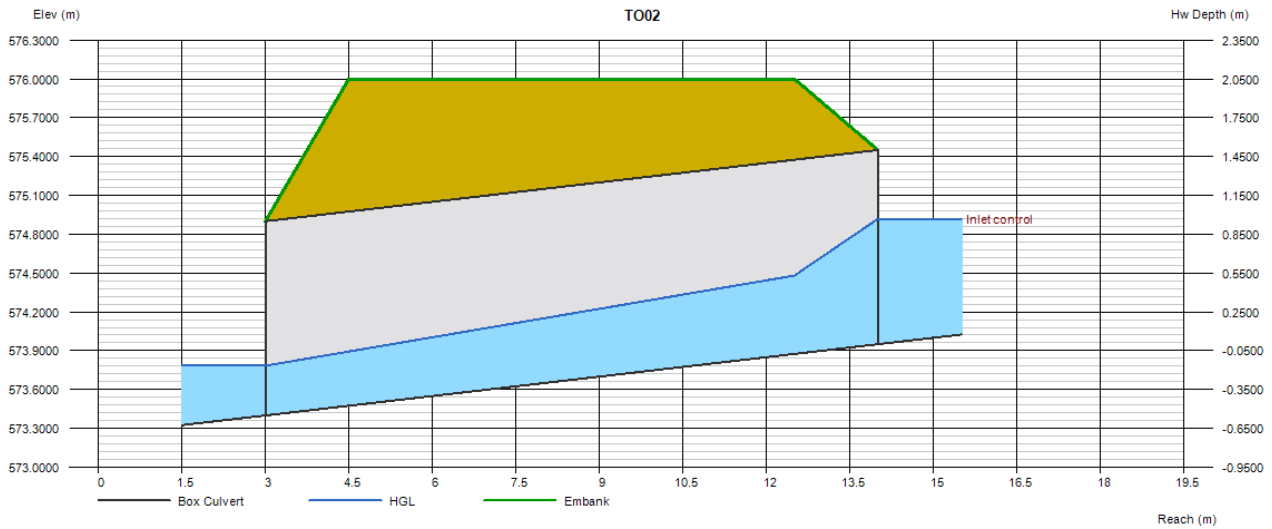
Qmin (cms) = 2.4090  
Qmax (cms) = 2.4090  
Tailwater Elev (m) = Normal

### Highlighted

Qtotal (cms) = 2.4090  
Qpipe (cms) = 2.4090  
Qovertop (cms) = 0.0000  
Veloc Dn (m/s) = 4.1817  
Veloc Up (m/s) = 2.5081  
HGL Dn (m) = 573.7841  
HGL Up (m) = 574.5903  
Hw Elev (m) = 574.9181  
Hw/D (m) = 0.6454  
Flow Regime = Inlet Control

### Embankment

Top Elevation (m) = 576.0000  
Top Width (m) = 8.0000  
Crest Width (m) = 8.0000





1.1.3. Tombino TO03  
AX 00 - Pk 0+680

# Culvert Report

## TO03

Invert Elev Dn (m)	=	599.3400
Pipe Length (m)	=	24.0000
Slope (%)	=	1.9999
Invert Elev Up (m)	=	599.8200
Rise (mm)	=	1000.0
Shape	=	Circular
Span (mm)	=	1000.0
No. Barrels	=	1
n-Value	=	0.017
Culvert Type	=	Circular Concrete
Culvert Entrance	=	Square edge w/headwall (C)
Coeff. K,M,c,Y,k	=	0.0098, 2, 0.0398, 0.67, 0.5

### Embankment

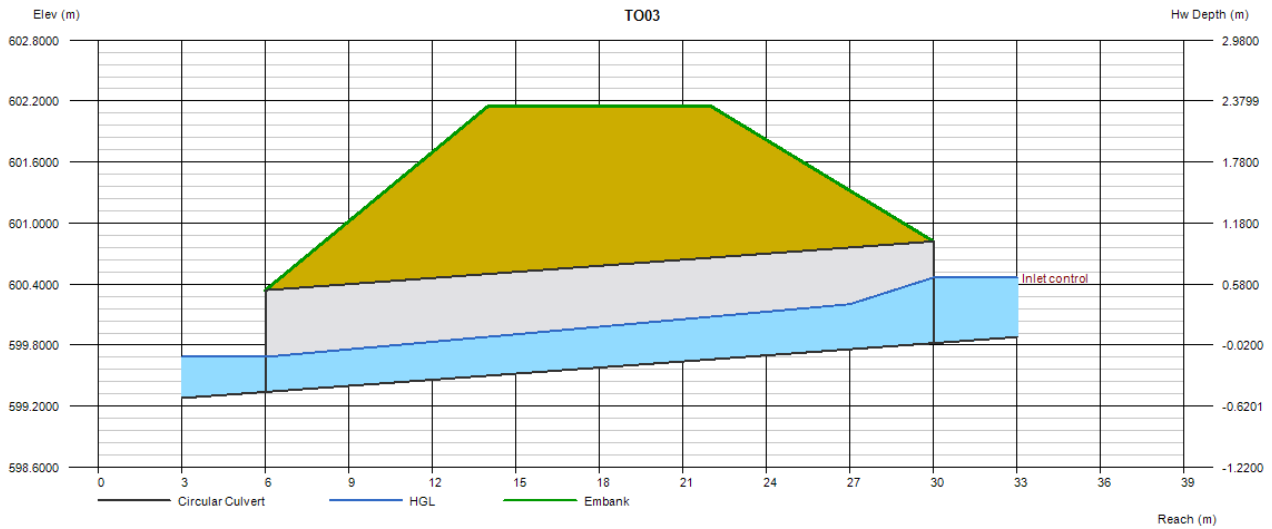
Top Elevation (m)	=	602.1500
Top Width (m)	=	8.0000
Crest Width (m)	=	8.0000

### Calculations

Qmin (cms)	=	0.6500
Qmax (cms)	=	0.6500
Tailwater Elev (m)	=	Normal

### Highlighted

Qtotal (cms)	=	0.6500
Qpipe (cms)	=	0.6500
Qovertop (cms)	=	0.0000
Veloc Dn (m/s)	=	2.7089
Veloc Up (m/s)	=	1.8590
HGL Dn (m)	=	599.6848
HGL Up (m)	=	600.2769
Hw Elev (m)	=	600.4652
Hw/D (m)	=	0.6452
Flow Regime	=	Inlet Control



1.1.4. Tombino TO04  
AX 00 - Pk 0+870

# Culvert Report

## TO04

Invert Elev Dn (m)	=	609.0000
Pipe Length (m)	=	12.0000
Slope (%)	=	1.9999
Invert Elev Up (m)	=	609.2400
Rise (mm)	=	1000.0
Shape	=	Circular
Span (mm)	=	1000.0
No. Barrels	=	1
n-Value	=	0.017
Culvert Type	=	Circular Concrete
Culvert Entrance	=	Square edge w/headwall (C)
Coeff. K,M,c,Y,k	=	0.0098, 2, 0.0398, 0.67, 0.5

### Calculations

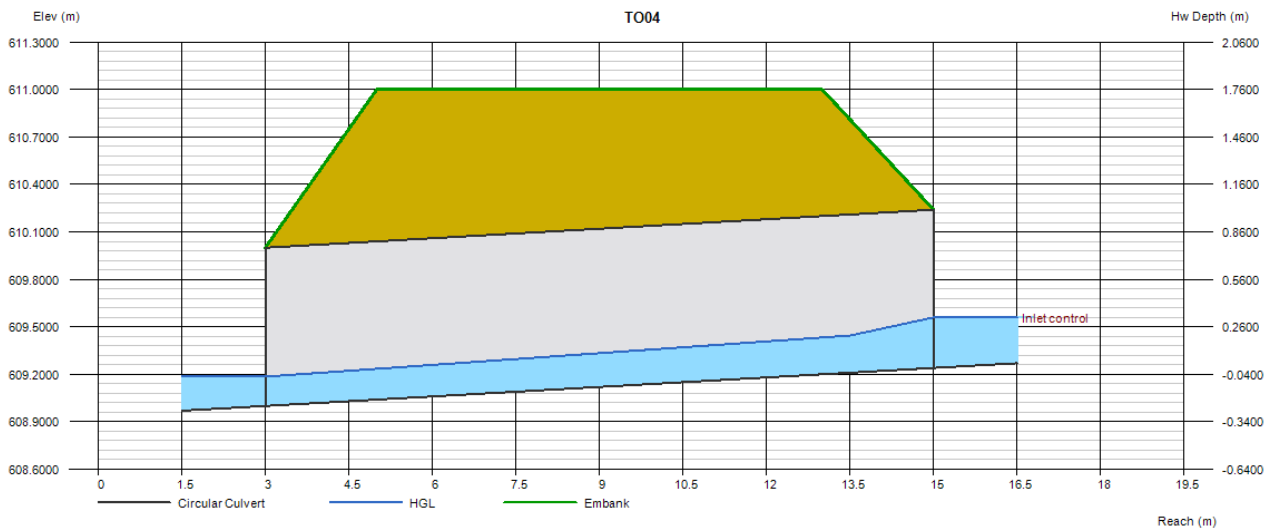
Qmin (cms)	=	0.1900
Qmax (cms)	=	0.1900
Tailwater Elev (m)	=	Normal

### Highlighted

Qtotal (cms)	=	0.1900
Qpipe (cms)	=	0.1900
Qovertop (cms)	=	0.0000
Veloc Dn (m/s)	=	1.8957
Veloc Up (m/s)	=	1.2975
HGL Dn (m)	=	609.1853
HGL Up (m)	=	609.4818
Hw Elev (m)	=	609.5595
Hw/D (m)	=	0.3195
Flow Regime	=	Inlet Control

### Embankment

Top Elevation (m)	=	611.0000
Top Width (m)	=	8.0000
Crest Width (m)	=	8.0000



1.1.5. Tombino TO07  
Innesto-03 R1-B

# Culvert Report

## TO07

Invert Elev Dn (m)	= 598.5000
Pipe Length (m)	= 32.0000
Slope (%)	= 1.5625
Invert Elev Up (m)	= 599.0000
Rise (mm)	= 1200.0
Shape	= Circular
Span (mm)	= 1200.0
No. Barrels	= 1
n-Value	= 0.017
Culvert Type	= Circular Concrete
Culvert Entrance	= Groove end w/headwall (C)
Coeff. K,M,c,Y,k	= 0.0018, 2, 0.0292, 0.74, 0.2

### Embankment

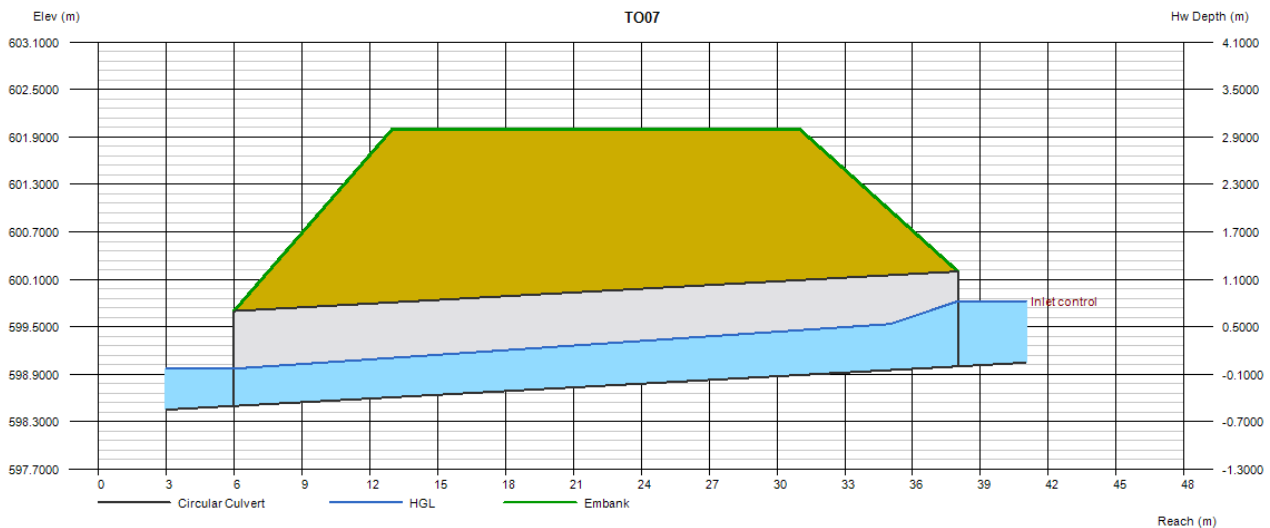
Top Elevation (m)	= 602.0000
Top Width (m)	= 18.0000
Crest Width (m)	= 18.0000

### Calculations

Qmin (cms)	= 1.1920
Qmax (cms)	= 1.1920
Tailwater Elev (m)	= Normal

### Highlighted

Qtotal (cms)	= 1.1920
Qpipe (cms)	= 1.1920
Qovertop (cms)	= 0.0000
Veloc Dn (m/s)	= 2.8897
Veloc Up (m/s)	= 2.1387
HGL Dn (m)	= 598.9715
HGL Up (m)	= 599.5932
Hw Elev (m)	= 599.8237
Hw/D (m)	= 0.6864
Flow Regime	= Inlet Control



1.1.6. Tombino TO08  
AX 01 - Pk 0+010

# Culvert Report

## TO08

Invert Elev Dn (m)	=	611.8500
Pipe Length (m)	=	20.0000
Slope (%)	=	2.0001
Invert Elev Up (m)	=	612.2500
Rise (mm)	=	1200.0
Shape	=	Circular
Span (mm)	=	1200.0
No. Barrels	=	1
n-Value	=	0.017
Culvert Type	=	Circular Concrete
Culvert Entrance	=	Square edge w/headwall (C)
Coeff. K,M,c,Y,k	=	0.0098, 2, 0.0398, 0.67, 0.5

### Embankment

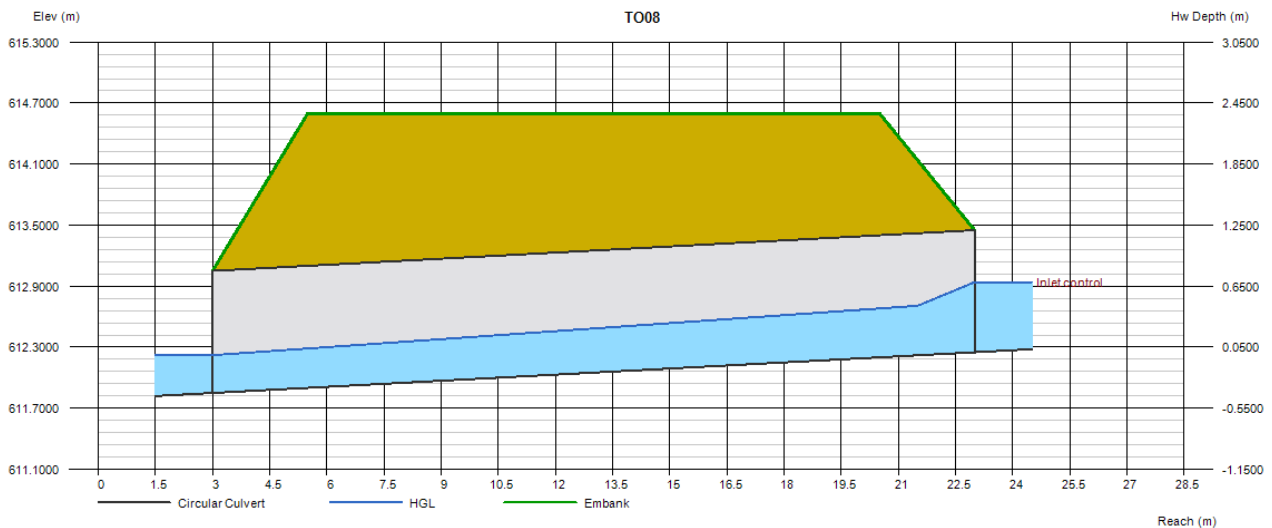
Top Elevation (m)	=	614.6000
Top Width (m)	=	15.0000
Crest Width (m)	=	15.0000

### Calculations

Qmin (cms)	=	0.8450
Qmax (cms)	=	0.8450
Tailwater Elev (m)	=	Normal

### Highlighted

Qtotal (cms)	=	0.8450
Qpipe (cms)	=	0.8450
Qovertop (cms)	=	0.0000
Veloc Dn (m/s)	=	2.8355
Veloc Up (m/s)	=	1.9165
HGL Dn (m)	=	612.2214
HGL Up (m)	=	612.7457
Hw Elev (m)	=	612.9390
Hw/D (m)	=	0.5741
Flow Regime	=	Inlet Control





1.1.7. Tombino TO09.1  
Innesto-02 R1-B – Pk 0+060

# Culvert Report

## TO09.1

Invert Elev Dn (m)	= 608.7500
Pipe Length (m)	= 28.0000
Slope (%)	= 1.9641
Invert Elev Up (m)	= 609.3000
Rise (mm)	= 1200.0
Shape	= Circular
Span (mm)	= 1200.0
No. Barrels	= 1
n-Value	= 0.017
Culvert Type	= Circular Concrete
Culvert Entrance	= Groove end w/headwall (C)
Coeff. K,M,c,Y,k	= 0.0018, 2, 0.0292, 0.74, 0.2

### Embankment

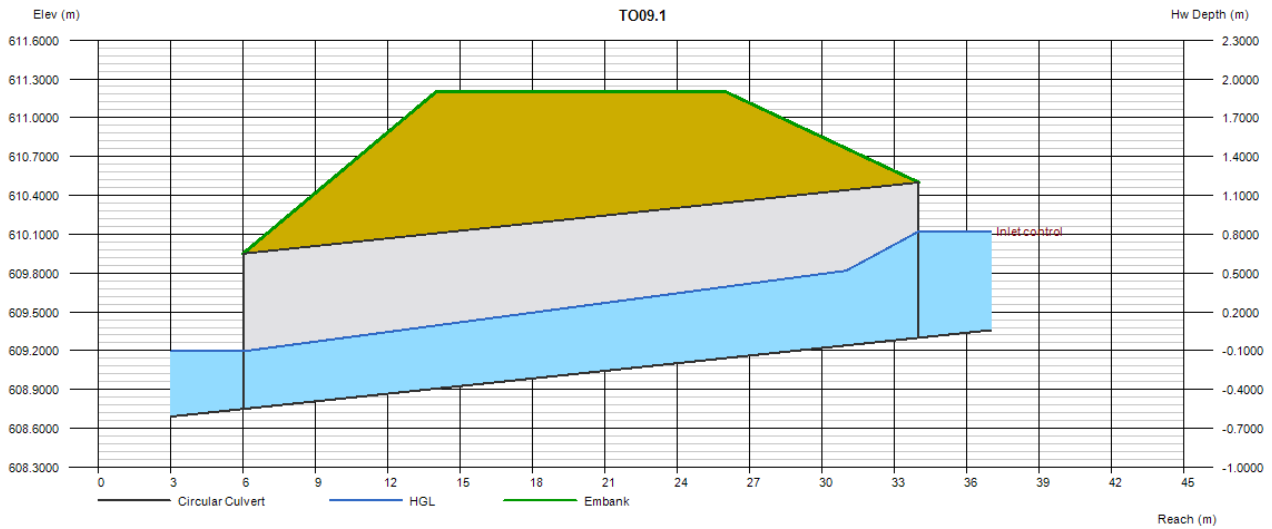
Top Elevation (m)	= 611.2000
Top Width (m)	= 12.0000
Crest Width (m)	= 12.0000

### Calculations

Qmin (cms)	= 1.1920
Qmax (cms)	= 1.1920
Tailwater Elev (m)	= Normal

### Highlighted

Qtotal (cms)	= 1.1920
Qpipe (cms)	= 1.1920
Qovertop (cms)	= 0.0000
Veloc Dn (m/s)	= 3.1211
Veloc Up (m/s)	= 2.1387
HGL Dn (m)	= 609.1953
HGL Up (m)	= 609.8932
Hw Elev (m)	= 610.1213
Hw/D (m)	= 0.6844
Flow Regime	= Inlet Control



1.1.8. Tombino TO09.2  
Innesto-04 R1-B – Pk 0+000

# Culvert Report

## TO09.2

Invert Elev Dn (m)	=	607.8500
Pipe Length (m)	=	26.0000
Slope (%)	=	2.8847
Invert Elev Up (m)	=	608.6000
Rise (mm)	=	1200.0
Shape	=	Circular
Span (mm)	=	1200.0
No. Barrels	=	1
n-Value	=	0.017
Culvert Type	=	Circular Concrete
Culvert Entrance	=	Groove end w/headwall (C)
Coeff. K,M,c,Y,k	=	0.0018, 2, 0.0292, 0.74, 0.2

### Embankment

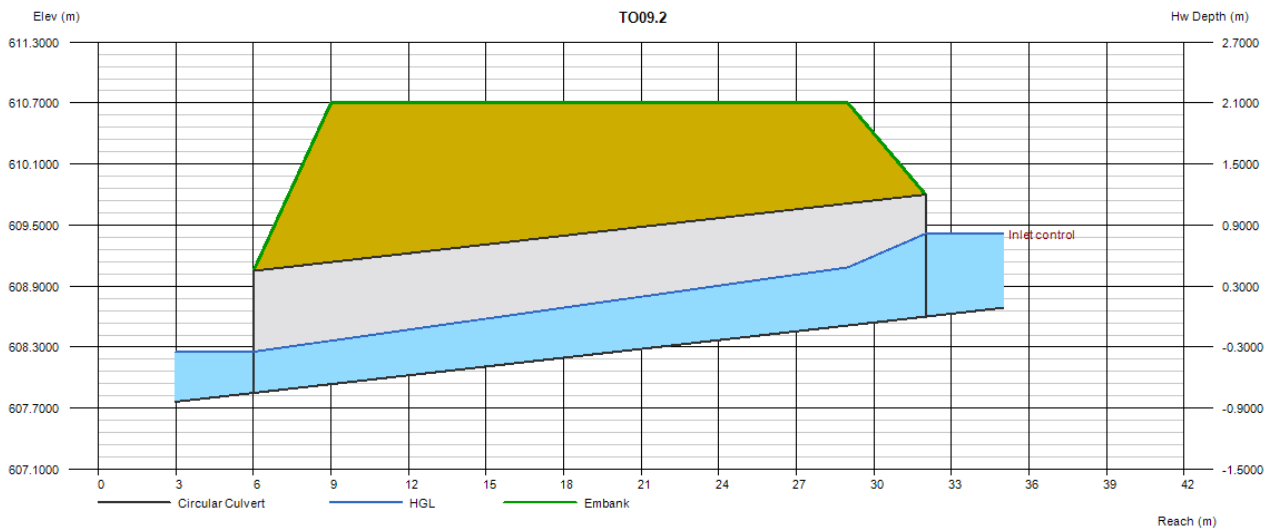
Top Elevation (m)	=	610.7000
Top Width (m)	=	20.0000
Crest Width (m)	=	20.0000

### Calculations

Qmin (cms)	=	1.1920
Qmax (cms)	=	1.1920
Tailwater Elev (m)	=	Normal

### Highlighted

Qtotal (cms)	=	1.1920
Qpipe (cms)	=	1.1920
Qovertop (cms)	=	0.0000
Veloc Dn (m/s)	=	3.5496
Veloc Up (m/s)	=	2.1387
HGL Dn (m)	=	608.2551
HGL Up (m)	=	609.1932
Hw Elev (m)	=	609.4158
Hw/D (m)	=	0.6798
Flow Regime	=	Inlet Control



1.1.9. Tombino TO20  
AX 01 - Pk 0+300

# Culvert Report

## TO20

Invert Elev Dn (m)	=	605.8000
Pipe Length (m)	=	10.0000
Slope (%)	=	2.0003
Invert Elev Up (m)	=	606.0000
Rise (mm)	=	1200.0
Shape	=	Circular
Span (mm)	=	1200.0
No. Barrels	=	1
n-Value	=	0.017
Culvert Type	=	Circular Concrete
Culvert Entrance	=	Groove end w/headwall (C)
Coeff. K,M,c,Y,k	=	0.0018, 2, 0.0292, 0.74, 0.2

### Embankment

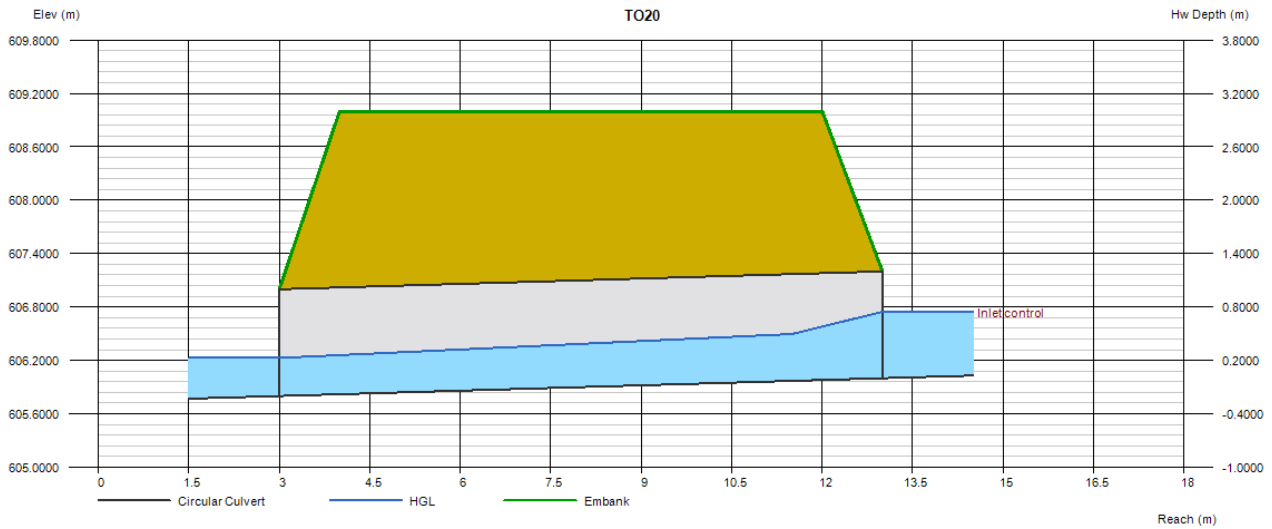
Top Elevation (m)	=	609.0000
Top Width (m)	=	8.0000
Crest Width (m)	=	12.0000

### Calculations

Qmin (cms)	=	1.0100
Qmax (cms)	=	1.0100
Tailwater Elev (m)	=	Normal

### Highlighted

Qtotal (cms)	=	1.0100
Qpipe (cms)	=	1.0100
Qovertop (cms)	=	0.0000
Veloc Dn (m/s)	=	2.7907
Veloc Up (m/s)	=	2.0261
HGL Dn (m)	=	606.2279
HGL Up (m)	=	606.5441
Hw Elev (m)	=	606.7462
Hw/D (m)	=	0.6218
Flow Regime	=	Inlet Control



1.1.10. Tombino TO10  
AX 01 - Pk 0+360

# Culvert Report

## TO10

Invert Elev Dn (m)	=	610.7000
Pipe Length (m)	=	24.0000
Slope (%)	=	2.0000
Invert Elev Up (m)	=	611.1800
Rise (mm)	=	1200.0
Shape	=	Circular
Span (mm)	=	1200.0
No. Barrels	=	1
n-Value	=	0.017
Culvert Type	=	Circular Concrete
Culvert Entrance	=	Groove end w/headwall (C)
Coeff. K,M,c,Y,k	=	0.0018, 2, 0.0292, 0.74, 0.2

### Embankment

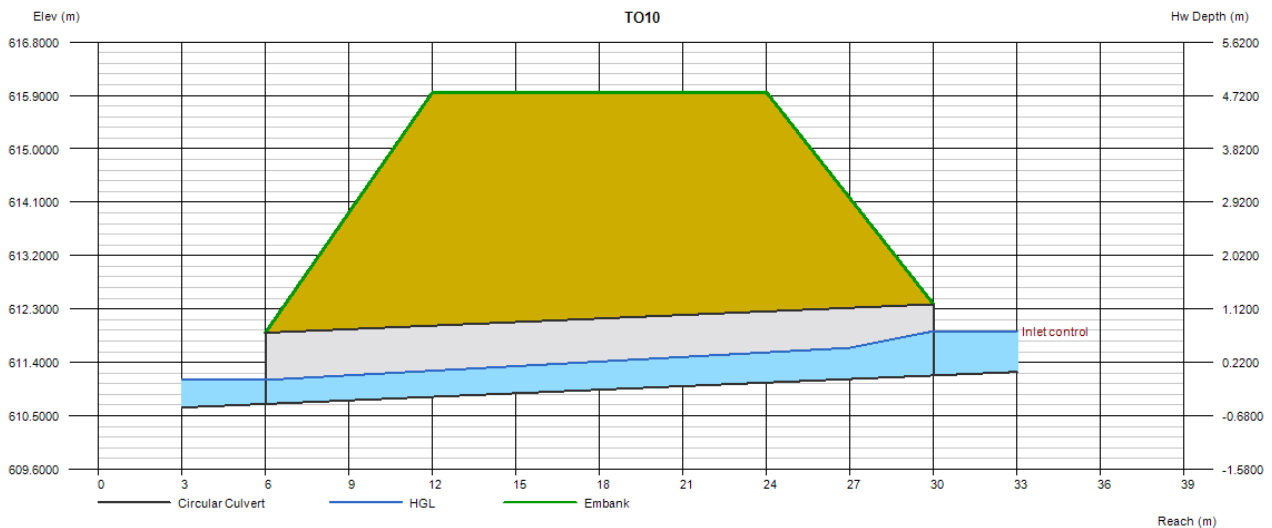
Top Elevation (m)	=	615.9500
Top Width (m)	=	12.0000
Crest Width (m)	=	12.0000

### Calculations

Qmin (cms)	=	1.0100
Qmax (cms)	=	1.0100
Tailwater Elev (m)	=	Normal

### Highlighted

Qtotal (cms)	=	1.0100
Qpipe (cms)	=	1.0100
Qovertop (cms)	=	0.0000
Veloc Dn (m/s)	=	3.0076
Veloc Up (m/s)	=	2.0261
HGL Dn (m)	=	611.1051
HGL Up (m)	=	611.7241
Hw Elev (m)	=	611.9262
Hw/D (m)	=	0.6218
Flow Regime	=	Inlet Control





1.1.11. Tombino TO11  
AX 01 - Pk 0+380

# Culvert Report

## TO11

Invert Elev Dn (m)	= 611.2000
Pipe Length (m)	= 24.0000
Slope (%)	= 2.0003
Invert Elev Up (m)	= 611.6801
Rise (mm)	= 1200.0
Shape	= Circular
Span (mm)	= 1200.0
No. Barrels	= 1
n-Value	= 0.017
Culvert Type	= Circular Concrete
Culvert Entrance	= Groove end w/headwall (C)
Coeff. K,M,c,Y,k	= 0.0018, 2, 0.0292, 0.74, 0.2

### Embankment

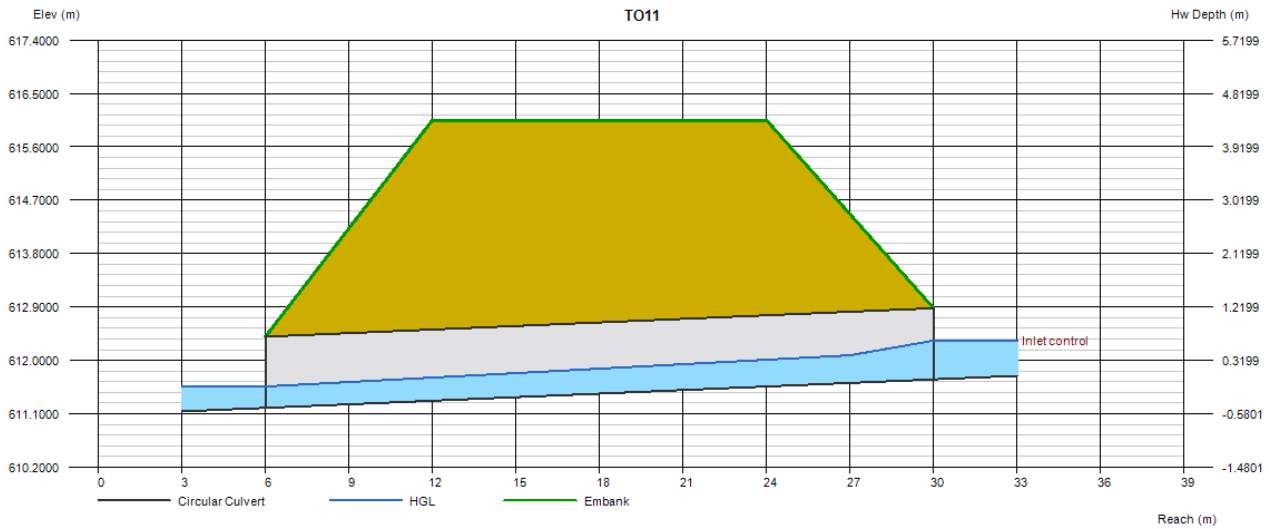
Top Elevation (m)	= 616.0500
Top Width (m)	= 12.0000
Crest Width (m)	= 12.0000

### Calculations

Qmin (cms)	= 0.8000
Qmax (cms)	= 0.8000
Tailwater Elev (m)	= Normal

### Highlighted

Qtotal (cms)	= 0.8000
Qpipe (cms)	= 0.8000
Qovertop (cms)	= 0.0000
Veloc Dn (m/s)	= 2.7992
Veloc Up (m/s)	= 1.8843
HGL Dn (m)	= 611.5604
HGL Up (m)	= 612.1619
Hw Elev (m)	= 612.3339
Hw/D (m)	= 0.5448
Flow Regime	= Inlet Control



1.1.12. Tombino TO12  
AX 01 – Pk 0+380

# Culvert Report

## TO12

Invert Elev Dn (m)	=	606.8000
Pipe Length (m)	=	15.0000
Slope (%)	=	3.3333
Invert Elev Up (m)	=	607.3000
Rise (mm)	=	1200.0
Shape	=	Circular
Span (mm)	=	1200.0
No. Barrels	=	1
n-Value	=	0.017
Culvert Type	=	Circular Concrete
Culvert Entrance	=	Groove end w/headwall (C)
Coeff. K,M,c,Y,k	=	0.0018, 2, 0.0292, 0.74, 0.2

### Embankment

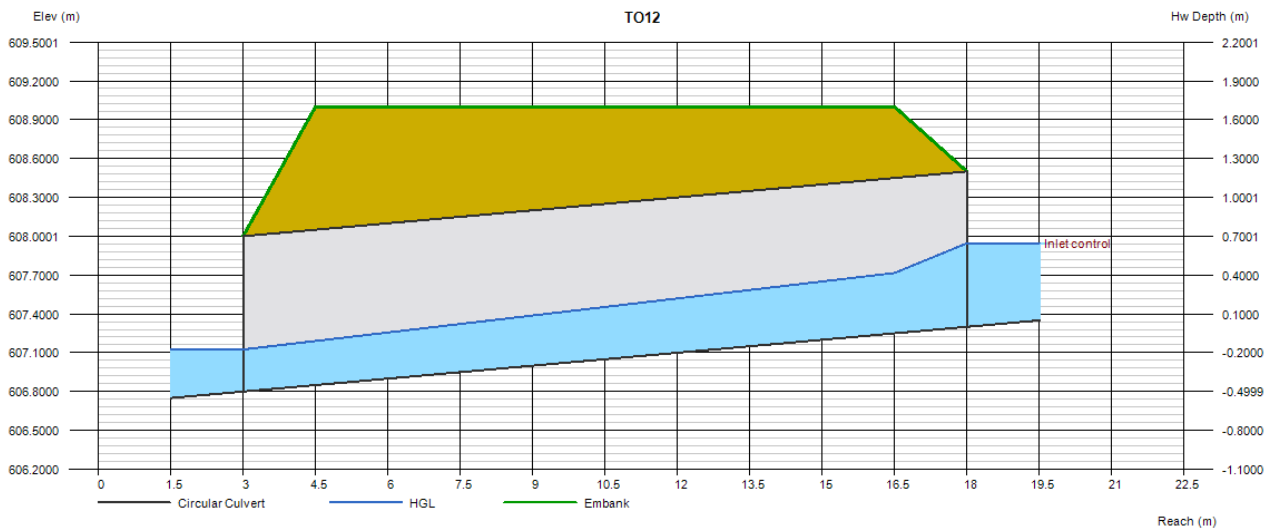
Top Elevation (m)	=	609.0000
Top Width (m)	=	12.0000
Crest Width (m)	=	12.0000

### Calculations

Qmin (cms)	=	0.8000
Qmax (cms)	=	0.8000
Tailwater Elev (m)	=	Normal

### Highlighted

Qtotal (cms)	=	0.8000
Qpipe (cms)	=	0.8000
Qovertop (cms)	=	0.0000
Veloc Dn (m/s)	=	3.2308
Veloc Up (m/s)	=	1.8843
HGL Dn (m)	=	607.1252
HGL Up (m)	=	607.7818
Hw Elev (m)	=	607.9458
Hw/D (m)	=	0.5382
Flow Regime	=	Inlet Control



1.1.13. Tombino TO13  
AX 01 – Pk 0+460

# Culvert Report

## TO13

Invert Elev Dn (m)	=	607.1000
Pipe Length (m)	=	12.5000
Slope (%)	=	1.5999
Invert Elev Up (m)	=	607.3000
Rise (mm)	=	1000.0
Shape	=	Circular
Span (mm)	=	1000.0
No. Barrels	=	1
n-Value	=	0.017
Culvert Type	=	Circular Concrete
Culvert Entrance	=	Groove end w/headwall (C)
Coeff. K,M,c,Y,k	=	0.0018, 2, 0.0292, 0.74, 0.2

### Embankment

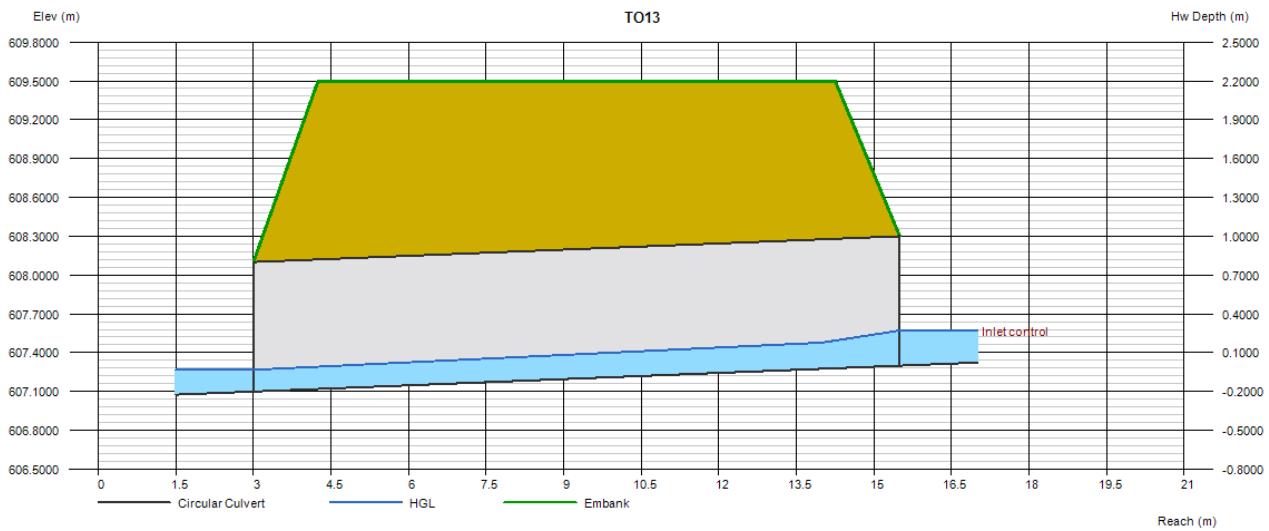
Top Elevation (m)	=	609.5000
Top Width (m)	=	10.0000
Crest Width (m)	=	10.0000

### Calculations

Qmin (cms)	=	0.1400
Qmax (cms)	=	0.1400
Tailwater Elev (m)	=	Normal

### Highlighted

Qtotal (cms)	=	0.1400
Qpipe (cms)	=	0.1400
Qovertop (cms)	=	0.0000
Veloc Dn (m/s)	=	1.6067
Veloc Up (m/s)	=	1.1941
HGL Dn (m)	=	607.2681
HGL Up (m)	=	607.5067
Hw Elev (m)	=	607.5717
Hw/D (m)	=	0.2717
Flow Regime	=	Inlet Control



1.1.14. Tombino TO14  
AX 01 – Pk 0+545

# Culvert Report

## TO14

Invert Elev Dn (m)	=	613.8000
Pipe Length (m)	=	26.5000
Slope (%)	=	1.5096
Invert Elev Up (m)	=	614.2000
Rise (mm)	=	1000.0
Shape	=	Circular
Span (mm)	=	1000.0
No. Barrels	=	1
n-Value	=	0.017
Culvert Type	=	Circular Concrete
Culvert Entrance	=	Groove end w/headwall (C)
Coeff. K,M,c,Y,k	=	0.0018, 2, 0.0292, 0.74, 0.2

### Embankment

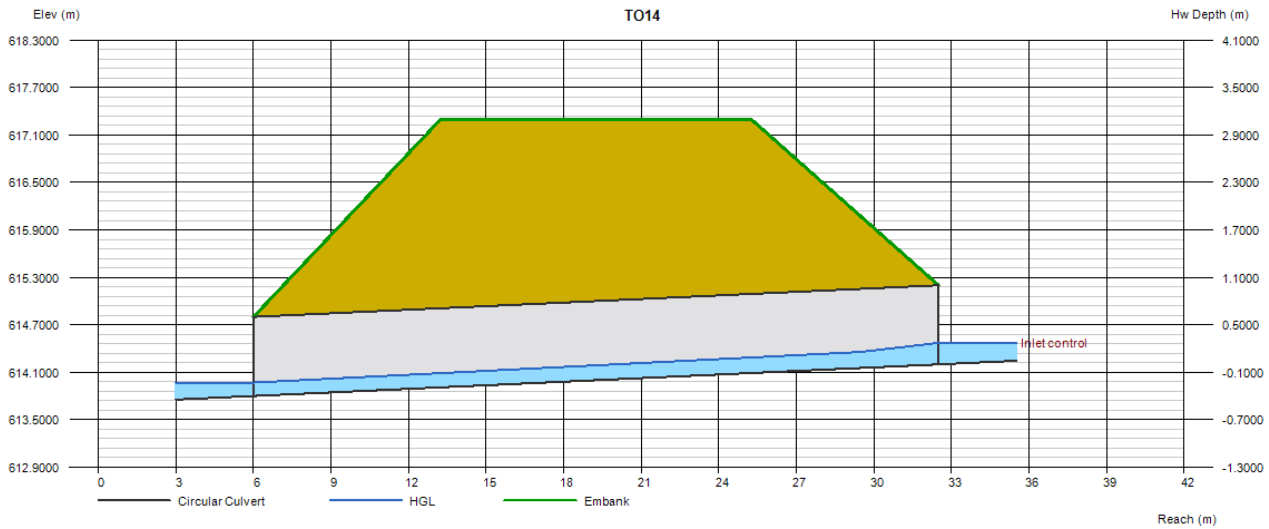
Top Elevation (m)	=	617.3000
Top Width (m)	=	12.0000
Crest Width (m)	=	12.0000

### Calculations

Qmin (cms)	=	0.1400
Qmax (cms)	=	0.1400
Tailwater Elev (m)	=	Normal

### Highlighted

Qtotal (cms)	=	0.1400
Qpipe (cms)	=	0.1400
Qovertop (cms)	=	0.0000
Veloc Dn (m/s)	=	1.5812
Veloc Up (m/s)	=	1.1941
HGL Dn (m)	=	613.9700
HGL Up (m)	=	614.4067
Hw Elev (m)	=	614.4721
Hw/D (m)	=	0.2721
Flow Regime	=	Inlet Control





1.1.15. Tombino TO15  
AX 01 - Pk 0+645

# Culvert Report

## TO15

Invert Elev Dn (m) = 614.5000  
Pipe Length (m) = 29.0000  
Slope (%) = 2.5863  
Invert Elev Up (m) = 615.2500  
Rise (mm) = 1500.0  
Shape = Box  
Span (mm) = 2500.0  
No. Barrels = 1  
n-Value = 0.017  
Culvert Type = Rectagular Concrete  
Culvert Entrance = Tapered inlet throat  
Coeff. K,M,c,Y,k = 0.475, 0.667, 0.0179, 0.97, 0.2

### Calculations

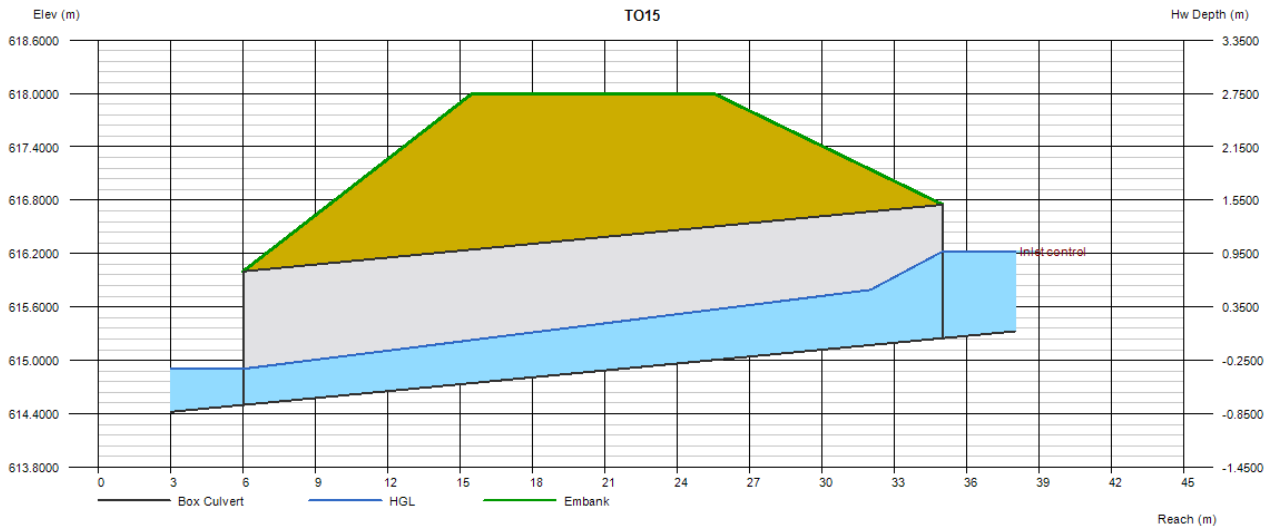
Qmin (cms) = 4.0600  
Qmax (cms) = 4.0600  
Tailwater Elev (m) = Normal

### Highlighted

Qtotal (cms) = 4.0600  
Qpipe (cms) = 4.0600  
Qovertop (cms) = 0.0000  
Veloc Dn (m/s) = 4.0061  
Veloc Up (m/s) = 2.5174  
HGL Dn (m) = 614.9053  
HGL Up (m) = 615.8951  
Hw Elev (m) = 616.2253  
Hw/D (m) = 0.6502  
Flow Regime = Inlet Control

### Embankment

Top Elevation (m) = 618.0000  
Top Width (m) = 10.0000  
Crest Width (m) = 10.0000



1.1.16. Tombino TO16  
Viabilità secondaria

# Culvert Report

## TO16

Invert Elev Dn (m)	= 637.2000
Pipe Length (m)	= 14.0000
Slope (%)	= 2.8570
Invert Elev Up (m)	= 637.6000
Rise (mm)	= 1500.0
Shape	= Box
Span (mm)	= 2500.0
No. Barrels	= 1
n-Value	= 0.017
Culvert Type	= Rectagular Concrete
Culvert Entrance	= Tapered inlet throat
Coeff. K,M,c,Y,k	= 0.475, 0.667, 0.0179, 0.97, 0.2

### Calculations

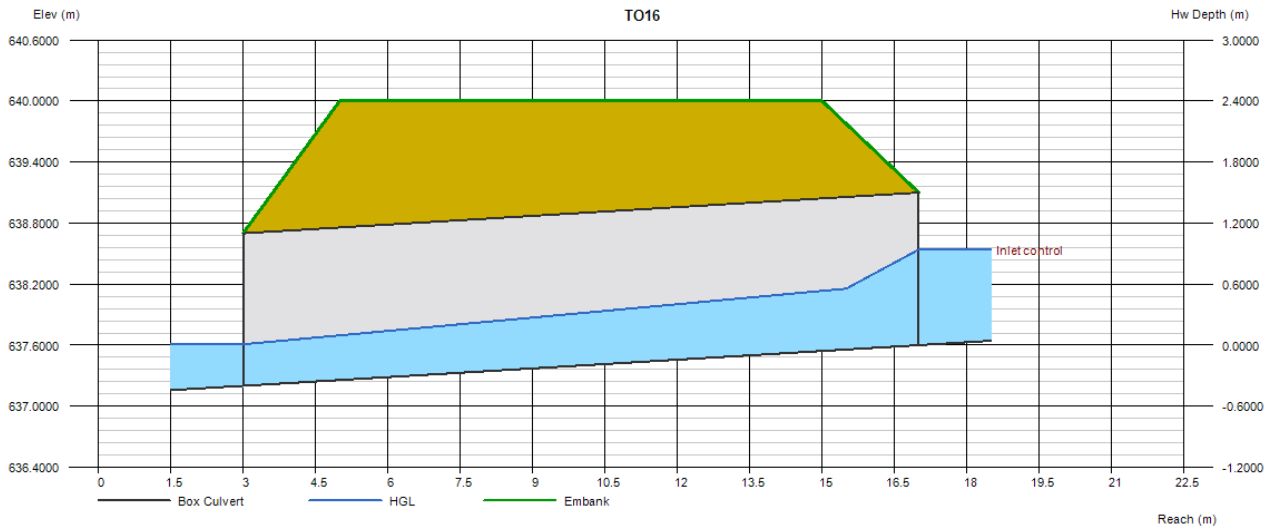
Qmin (cms)	= 3.8400
Qmax (cms)	= 3.8400
Tailwater Elev (m)	= Normal

### Highlighted

Qtotal (cms)	= 3.8400
Qpipe (cms)	= 3.8400
Qovertop (cms)	= 0.0000
Veloc Dn (m/s)	= 3.7607
Veloc Up (m/s)	= 2.4711
HGL Dn (m)	= 637.6085
HGL Up (m)	= 638.2216
Hw Elev (m)	= 638.5398
Hw/D (m)	= 0.6265
Flow Regime	= Inlet Control

### Embankment

Top Elevation (m)	= 640.0000
Top Width (m)	= 10.0000
Crest Width (m)	= 10.0000



1.1.17. Tombino TO17  
Viabilità secondaria

# Culvert Report

## TO17

Invert Elev Dn (m)	= 659.7000
Pipe Length (m)	= 13.0000
Slope (%)	= 2.3074
Invert Elev Up (m)	= 660.0000
Rise (mm)	= 1500.0
Shape	= Box
Span (mm)	= 2500.0
No. Barrels	= 1
n-Value	= 0.017
Culvert Type	= Rectagular Concrete
Culvert Entrance	= Tapered inlet throat
Coeff. K,M,c,Y,k	= 0.475, 0.667, 0.0179, 0.97, 0.2

### Calculations

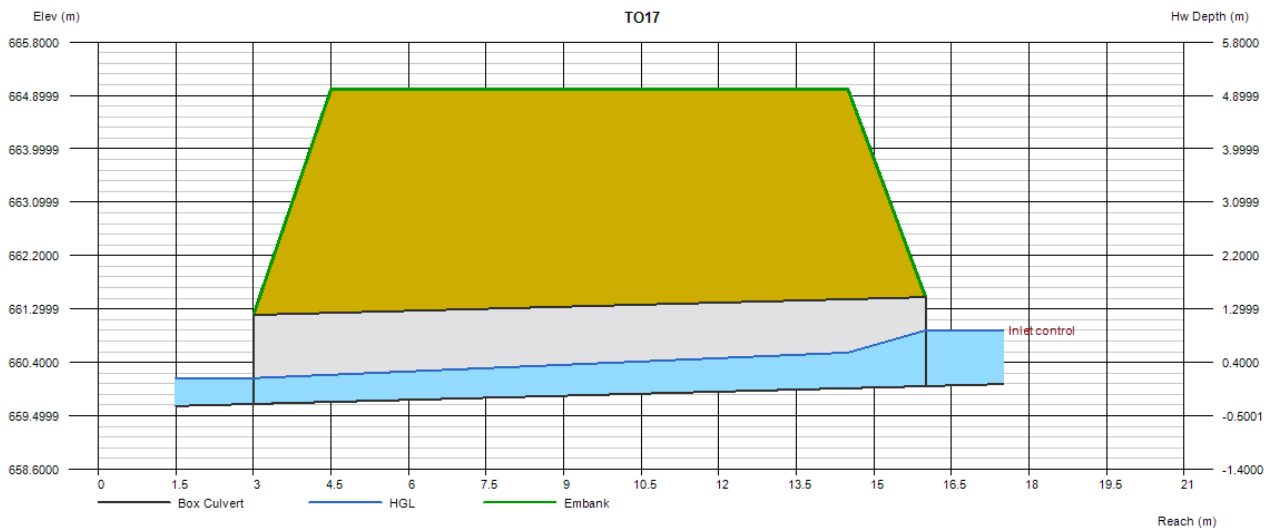
Qmin (cms)	= 3.8400
Qmax (cms)	= 3.8400
Tailwater Elev (m)	= Normal

### Highlighted

Qtotal (cms)	= 3.8400
Qpipe (cms)	= 3.8400
Qovertop (cms)	= 0.0000
Veloc Dn (m/s)	= 3.5240
Veloc Up (m/s)	= 2.4711
HGL Dn (m)	= 660.1359
HGL Up (m)	= 660.6216
Hw Elev (m)	= 660.9398
Hw/D (m)	= 0.6265
Flow Regime	= Inlet Control

### Embankment

Top Elevation (m)	= 665.0000
Top Width (m)	= 10.0000
Crest Width (m)	= 10.0000



1.1.18. Tombino TO19  
AX 01 - Pk 1+250

# Culvert Report

## TO19

Invert Elev Dn (m)	= 658.4000
Pipe Length (m)	= 13.0000
Slope (%)	= 3.0767
Invert Elev Up (m)	= 658.8000
Rise (mm)	= 1500.0
Shape	= Box
Span (mm)	= 2000.0
No. Barrels	= 1
n-Value	= 0.017
Culvert Type	= Rectangular Concrete
Culvert Entrance	= Tapered inlet throat
Coeff. K,M,c,Y,k	= 0.475, 0.667, 0.0179, 0.97, 0.2

### Calculations

Qmin (cms)	= 3.1520
Qmax (cms)	= 3.1520
Tailwater Elev (m)	= Normal

### Highlighted

Qtotal (cms)	= 3.1520
Qpipe (cms)	= 3.1520
Qovertop (cms)	= 0.0000
Veloc Dn (m/s)	= 3.7741
Veloc Up (m/s)	= 2.4925
HGL Dn (m)	= 658.8176
HGL Up (m)	= 659.4323
Hw Elev (m)	= 659.7560
Hw/D (m)	= 0.6373
Flow Regime	= Inlet Control

### Embankment

Top Elevation (m)	= 662.0000
Top Width (m)	= 12.0000
Crest Width (m)	= 12.0000

