

# AUTOSTRADA (A14): BOLOGNA – BARI - TARANTO

TRATTO: BOLOGNA BORGO PANIGALE – BOLOGNA SAN LAZZARO

## POTENZIAMENTO IN SEDE DEL SISTEMA AUTOSTRADALE E TANGENZIALE DI BOLOGNA INTERVENTI DI COMPLETAMENTO DELLA RETE VIARIA DI ADDUZIONE LUNGO SAVENA LOTTO 3

### PROGETTO DEFINITIVO


#### VIABILITÀ LUNGO SAVENA

#### IDROLOGIA E IDRAULICA PARTE GENERALE

#### RELAZIONE DELLE INTERFERENZE IDROGRAFICHE

<b>IL PROGETTISTA SPECIALISTICO</b>  Ing. Paolo De Paoli Ord. Ingg. Pavia n. 1739 Responsabile Idraulica	<b>IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE</b>  Ing. Fabio Serrau Ord. Ingg. Bologna n. 6007/A	<b>IL DIRETTORE TECNICO</b>  Ing. Gianluca Salvatore Spinazzole Ord. Ingg. Milano n. A26796 T. A. Strade
--	---	--

CODICE IDENTIFICATIVO											Ordinatore --
RIFERIMENTO PROGETTO			RIFERIMENTO DIRETTORIO				RIFERIMENTO ELABORATO				
Codice Commessa	Lotto, Sub-Prog, Cod. Appalto	Fase	Capitolo	Paragrafo	WBS	PARTE D'OPERA	Tipo	Disciplina	Progressivo	Rev.	
111454	0000	PD	IN	IDR	GE000	00000	R	IDR	0001	0	SCALA -

	PROJECT MANAGER:		SUPPORTO SPECIALISTICO:				REVISIONE	
	Ing. Fabio Serrau Ord. Ingg. Bologna n. 6007/						n.	data
							0	Marzo 2022
							1	
REDATTO:		VERIFICATO:				2		

<b>VISTO DEL COMMITTENTE</b>  IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO Ing. Fabio Visintin	<b>VISTO DEL CONCEDENTE</b>  <b>Ministero delle Infrastrutture e della mobilità sostenibili</b> <small>DIPARTIMENTO PER LA PROGRAMMAZIONE, LE INFRASTRUTTURE DI TRASPORTO A RETE E I SISTEMI INFORMATIVI</small>
--	--

## Sommario

1	PREMESSA.....	3
2	INQUADRAMENTO NORMATIVO .....	4
2.1	NORMATIVA COMUNITARIA.....	4
2.2	NORMATIVA NAZIONALE.....	4
2.3	NORMATIVA REGIONALE.....	7
2.4	AUTORITÀ DI BACINO .....	7
3	DESCRIZIONE DELL'INTERFERENZA CON IL SISTEMA DELLO SCOLO ZENETTA.....	9
4	MODALITÀ DI RISOLUZIONE DELL'INTERFERENZA CON IL SISTEMA DELLO SCOLO ZENETTA.....	11
5	INTERVENTI DI RICUCITURA DEL RETICOLO IDRAULICO ESISTENTE.....	12
5.1	VERIFICHE IDRAULICHE DEI FOSSI E DEI TOMBINI IN PROGETTO.....	12
5.1.1	<i>Stima della portata di progetto per <math>T_r= 25</math> anni.....</i>	<i>12</i>
5.1.2	<i>Stima del livello di massima piena per <math>T_r=25</math> anni e verifica idraulica.....</i>	<i>13</i>

---

## Indice delle Tabelle e delle Figure

FIGURA 3-1. RAPPORTO FRA LA NUOVA VIABILITÀ (IN ROSSO) E I TORRENTI SAVENA E IDICE .....	9
FIGURA 3-2. RAPPORTO FRA LA NUOVA VIABILITÀ (IN ROSSO) E IL SISTEMA SCOLO ZENETTA .....	10
FIGURA 4-1. PROTEZIONE SCOLO ZENETTA .....	11
FIGURA 4-2. TOMBAMENTO ZENETTA DI QUARTO .....	11

## 1 PREMESSA

Il presente documento costituisce la relazione idraulica finalizzata all'analisi dell'interazione tra il progetto della nuova viabilità Lungo Savena Lotto 3 e i corsi d'acqua interferenti.

Più specificatamente, questa relazione si articola nei seguenti corpi tematici:

- Inquadramento normativo;
- Descrizione dell'interferenza con il sistema dello Scolo Zenetta e modalità di risoluzione dell'interferenza;
- Interventi di ricucitura del reticolo idraulico esistente e verifiche idrauliche dei fossi e dei tombini in progetto.

## 2 INQUADRAMENTO NORMATIVO

Si riportano nel seguito, accompagnati da un breve stralcio descrittivo, i principali riferimenti normativi e gli strumenti di pianificazione e di tutela presenti sul territorio, a scala nazionale e regionale, al fine di fornire un quadro esaustivo della normativa vigente nel campo idrologico-idraulico, ambientale e di difesa del suolo.

### 2.1 NORMATIVA COMUNITARIA

#### Direttiva 2000/60/CE

Direttiva del Parlamento europeo e del Consiglio, del 23 ottobre 2000, che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque (Direttiva acque).

#### Direttiva 2006/118/CE

Direttiva del Parlamento europeo e Consiglio, del 12 dicembre 2006, sulla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento.

#### Direttiva 2007/60/CE

Direttiva del Parlamento europeo e del Consiglio, del 23 ottobre 2007, relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni.

### 2.2 NORMATIVA NAZIONALE

#### RD 25/07/1904 n° 523

Testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie.

#### Regio Decreto Legislativo 30/12/1923, n° 3267

Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani.

La legge introduce il vincolo idrogeologico.

#### DPR 15/01/1972 n° 8

Trasferimento alle Regioni a statuto ordinario delle funzioni amministrative statali in materia di urbanistica e di viabilità, acquedotti e lavori pubblici di interesse regionale e dei relativi personali ed uffici.

#### L. 64/74

Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.

#### L. 319/76 (Legge Merli)

Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento.

La legge sancisce l'obbligo per le Regioni di elaborare il Piano di risanamento delle acque.

#### DPR 24/7/1977 n° 616

Trasferimento delle funzioni statali alle Regioni

L. 431/85 (Legge Galasso)

Conversione in legge con modificazioni del decreto legge 27 giugno 1985, n. 312 concernente disposizioni urgenti per la tutela delle zone di particolare interesse ambientale.

L. 183/89

Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo.

Scopo della legge è la difesa del suolo, il risanamento delle acque, la fruizione e la gestione del patrimonio idrico per gli usi di razionale sviluppo economico e sociale, la tutela degli aspetti ambientali ad essi connessi (art. 1 comma 1).

Vengono inoltre individuate le attività di pianificazione, di programmazione e di attuazione (art. 3); vengono istituiti il Comitato Nazionale per la difesa del suolo (art. 6) e l'Autorità di Bacino (art. 12).

Vengono individuati i bacini idrografici di rilievo nazionale, interregionale e regionale (artt. 13, 14, 15, 16) e date le prime indicazioni per la redazione dei Piani di Bacino (artt. 17, 18, 19).

L. 142/90

Ordinamento delle autonomie locali.

DL 04-12-1993 n° 496

Disposizioni urgenti sulla riorganizzazione dei controlli ambientali e istituzione della Agenzia nazionale per la protezione dell'ambiente. (Convertito con modificazioni dalla L. 61/94).

L. 36/94 (Legge Galli)

Disposizioni in materia di risorse idriche.

DPR 14/4/94

Atto di indirizzo e coordinamento in ordine alle procedure ed ai criteri per la delimitazione dei bacini idrografici di rilievo nazionale ed interregionale, di cui alla legge 18 maggio 1989, N. 183.

DPR 18/7/95

Approvazione dell'atto di indirizzo e coordinamento concernente i criteri per la redazione dei Piani di Bacino.

DPCM 4/3/96

Disposizioni in materia di risorse idriche (direttive di attuazione della Legge Galli).

Decreto Legislativo 31/3/1998, n° 112

Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle regioni ed agli enti locali, in attuazione del capo I della legge 15 marzo 1997, n. 59

DPCM 29/9/98

Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1, commi 1 e 2, del decreto-legge 11 giugno 1989, N. 180.

Il decreto indica i criteri di individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico (punto 2) e gli indirizzi per la definizione delle norme di salvaguardia (punto 3).

#### L. 267/98 (Legge Sarno)

Conversione in legge del DL 180/98 recante misure urgenti per la prevenzione del rischio idrogeologico ed a favore delle zone colpite da disastri franosi nella Regione Campania.

La legge impone alle Autorità di Bacino nazionali e interregionali la redazione dei Piani Stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico e le misure di prevenzione per le aree a rischio (art. 1).

#### DL 152/99

Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole.

#### DL 258/00

Disposizioni correttive e integrative del DL 152/99.

#### L. 365/00 (Legge Soverato)

Conversione in legge del DL 279/00 recante interventi urgenti per le aree a rischio idrogeologico molto elevato ed in materia di protezione civile, nonché a favore delle zone della Regione Calabria danneggiate dalle calamità di settembre e ottobre 2000.

La legge individua gli interventi per le aree a rischio idrogeologico e in materia di protezione civile (art. 1); individua la procedura per l'adozione dei progetti di Piano Stralcio (art. 1-bis); prevede un'attività straordinaria di polizia idraulica e di controllo sul territorio (art. 2).

#### DLgs 152/2006

Ha riorganizzato le Autorità di bacino introducendo i distretti idrografici. Tale Decreto legislativo disciplina, in attuazione della legge 15 dicembre 2004, n. 308, la difesa del suolo e la lotta alla desertificazione, la tutela delle acque dall'inquinamento e la gestione delle risorse idriche. Istituisce i distretti idrografici nei quali sarà istituita l'Autorità di bacino distrettuale, che va a sostituire la o le Autorità di bacino previste dalla legge n. 183/1989. In forza del recente d.lgs 8 novembre 2006, n. 284, nelle more della costituzione dei distretti idrografici di cui al Titolo II della Parte terza del d.lgs. 152/2006 e della revisione della relativa disciplina legislativa con un decreto legislativo correttivo, le autorità di bacino di cui alla legge 18 maggio 1989, n. 183, sono prorogate fino alla data di entrata in vigore del decreto correttivo che, ai sensi dell'articolo 1, comma 6, della legge n. 308 del 2004, definisca la relativa disciplina. Fino alla data di entrata in vigore del decreto legislativo correttivo di cui al comma 2-bis dell'articolo 170 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, come inserito dal comma 3, sono fatti salvi gli atti posti in essere dalle Autorità di Bacino dal 30 aprile 2006.

#### D.M. 17/01/2018

Nuove norme tecniche per le costruzioni

#### Circolare n. 7 C.S.LL.PP. del 21/01/2019

Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.

## 2.3 **NORMATIVA REGIONALE**

### Delibera della giunta regionale 14 febbraio 2005 n. 286

Attuazione al D.lgs 152/1999, ha per oggetto la tutela delle acque, tra cui, art.1, comma 1 c), le acque meteoriche e di lavaggio delle aree esterne di cui all'art. 39 del decreto legislativo citato.

### Delibera giunta regionale 18 dicembre 2006 n. 1860

Tale delibera concerne "Linee guida d'indirizzo per la gestione delle acque meteoriche di dilavamento e acque di prima pioggia in attuazione alla deliberazione G.R. del 14 febbraio 2005 n° 286". Contiene specifiche Linee guida attuative in merito, tra gli altri aspetti, agli orientamenti tecnici di riferimento "per la scelta e la progettazione dei sistemi di gestione delle acque di prima pioggia da altre condotte separate con particolare riferimento a quelle asservite alla rete viaria".

### Piano di Tutela delle Acque dell'Emilia Romagna

Il Piano di Tutela delle Acque rappresenta lo strumento principale del governo dell'acqua in Emilia Romagna. Attraverso il monitoraggio e il quadro conoscitivo dello stato attuale delle risorse idriche, individua le attività e le azioni di governo necessarie a raggiungere gli obiettivi qualitativi e quantitativi prefissati. Il Piano di Tutela delle Acque dell'Emilia Romagna è stato approvato con in via definitiva con Delibera n. 40 dell'Assemblea legislativa il 21 dicembre 2005.

## 2.4 **AUTORITÀ DI BACINO**

### Bacino interregionale Fiume Reno, Piano Stralcio Assetto Idrogeologico

Il Piano per l'assetto idrogeologico (PAI) persegue l'obiettivo generale di assicurare l'incolumità della popolazione nei territori dei bacini di rilievo regionale e garantire livelli di sicurezza adeguati rispetto ai fenomeni di dissesto idraulico e geomorfologico in atto o potenziali.

Più in particolare, il Piano, nel rispetto delle finalità generali indicate all'art. 17 della legge 18 maggio 1989 n. 183 per il piano di bacino, ed in attuazione delle disposizioni della L.R. 5/95 e del Piano di indirizzo territoriale (D.C.R. n. 12/2000), si pone i seguenti obiettivi:

- la sistemazione, la conservazione ed il recupero del suolo nei bacini idrografici, con interventi idrogeologici, idraulici, idraulico-forestali, idraulico-agrari, silvo-pastorali, di forestazione, di bonifica, di consolidamento e messa in sicurezza;
- la difesa ed il consolidamento dei versanti e delle aree instabili nonché la difesa degli abitati e delle infrastrutture contro i fenomeni franosi e altri fenomeni di dissesto;
- la difesa, la sistemazione e la regolazione dei corsi d'acqua;
- la moderazione delle piene, anche mediante serbatoi d'invaso, vasche di laminazione, casse di espansione, scaricatori, scolmatori, diversivi o altro, per la difesa dalle inondazioni e dagli allagamenti;
- la riduzione del rischio idrogeologico, il riequilibrio del territorio ed il suo utilizzo nel rispetto del suo stato, della sua tendenza evolutiva e delle sue potenzialità d'uso;
- la riduzione del rischio idraulico ed il raggiungimento di livelli di rischio socialmente accettabili.

In recepimento della direttiva 2007/60/CE e del D.lgs 49/2010, il 3 marzo 2016 è stato approvato il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) del Distretto dell'Appennino Settentrionale UoM Reno (ITI021) atto a creare un quadro di riferimento omogeneo a scala europea per la gestione dei fenomeni alluvionali ponendosi l'obiettivo di ridurre i rischi di conseguenze negative derivanti dalle alluvioni per quanto riguarda la vita e la salute umana, l'ambiente, il patrimonio culturale, l'attività economica e le infrastrutture.



---

Al fine di rendere tale Piano coordinato con il Piano stralcio di assetto idrogeologico, è stata approvata dalla Giunta regionale dell'Emilia-Romagna con delibera n°2111 del 05/12/2016 (pubblicazione BUR n°375 del 15/12/2016), la "Variante di coordinamento tra il PGRA e i Piani Stralcio di bacino - Integrazioni alle Norme e alle Tavole di piano".

### 3 DESCRIZIONE DELL'INTERFERENZA CON IL SISTEMA DELLO SCOLO ZENETTA

La viabilità di progetto ricade nel bacino imbrifero del torrente Savena Abbandonato e interseca un solo corpo idrico principale, il canale di bonifica Scolo Zenetta di Quarto alla pk 1+890 questo nonostante i corpi idrici prossimi all'opera siano i torrenti Savena e Idice (v. figura sottostante), che si trovano a una distanza superiore al chilometro dalla nuova viabilità e non hanno alcun tipo di interferenza con la stessa.

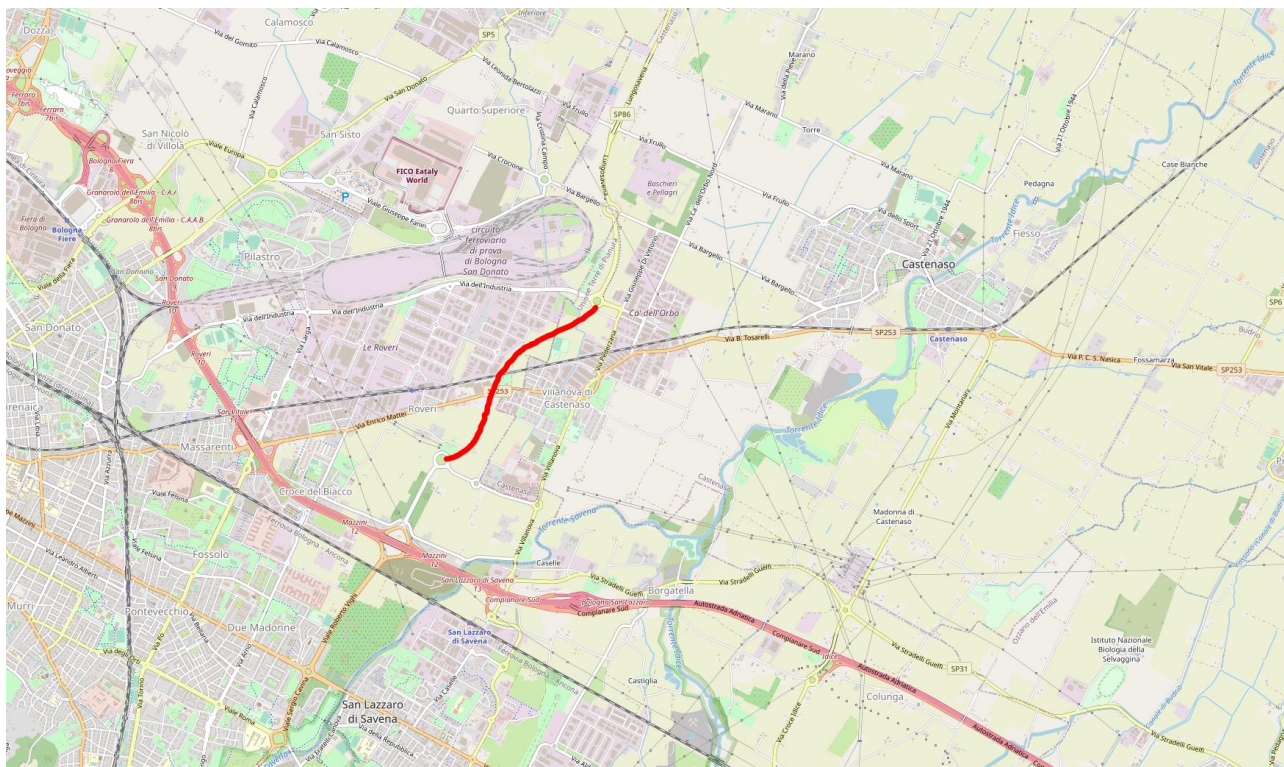


Figura 3-1. Rapporto fra la nuova viabilità (in rosso) e i torrenti Savena e Idice

L'unica interferenza idrografica è rappresentata dal sistema di scolo Zenetta che interseca l'asse principale alla pk 1+892 e che risulta composto da due elementi fra loro sovrapposti

- Uno scatolare interrato a sezione rettangolare 1,70m x 2,00m (bxh), talora identificato come Scolo Zenetta di Quarto;
- Un fosso superficiale a sezione trapezia, talora identificato come Zenetta di Quarto.

Entrambi gli elementi sono in gestione al Consorzio della Bonifica Renana.



*Figura 3-2. Rapporto fra la nuova viabilità (in rosso) e il sistema scolo Zenetta*

Lo scolo Zenetta di Quarto si forma nei pressi della chiesa di Sant’Ambrogio di Villanova di Castenaso. Si dirige a nord, passando la zona industriale di via Bruno Tosarelli, passa sotto a via dell’Industria e allo scalo merci di San Donato, esce dal territorio del comune di Bologna raggiungendo Quarto Inferiore e procede verso nord, nel territorio di Granarolo dell’Emilia dove unisce le sue acque a quelle della Canaletta di Cadriano e infine al Savena Abbandonato.

Lo Zenetta di Quarto è invece un fosso superficiale, se ne ha chiara visione dall’area retrostante la zona industriale di via Pederzana nei pressi della ferrovia Bologna – Portomaggiore come congiunzione di vari fossi campestri. Successivamente il suo percorso è sovrapposto allo Scolo nel quale confluisce nei pressi di via dell’Industria.

## 4 MODALITÀ DI RISOLUZIONE DELL'INTERFERENZA CON IL SISTEMA DELLO SCOLO ZENETTA

La gestione dell'interferenza fra la nuova viabilità e il sistema dello scolo Zenetta è così gestita:

- Lo scatolare interrato dello scolo Zenetta non è interessato dai lavori. La Lungo Savena III lotto sovrappassa l'opera in rilevato senza modificare in alcun modo l'opera idraulica. A protezione della struttura esistente sarà realizzata una soletta di protezione su pali cosicché i nuovi carichi dovuti al rilevato e al traffico stradale non graveranno sulla scatolare esistente.

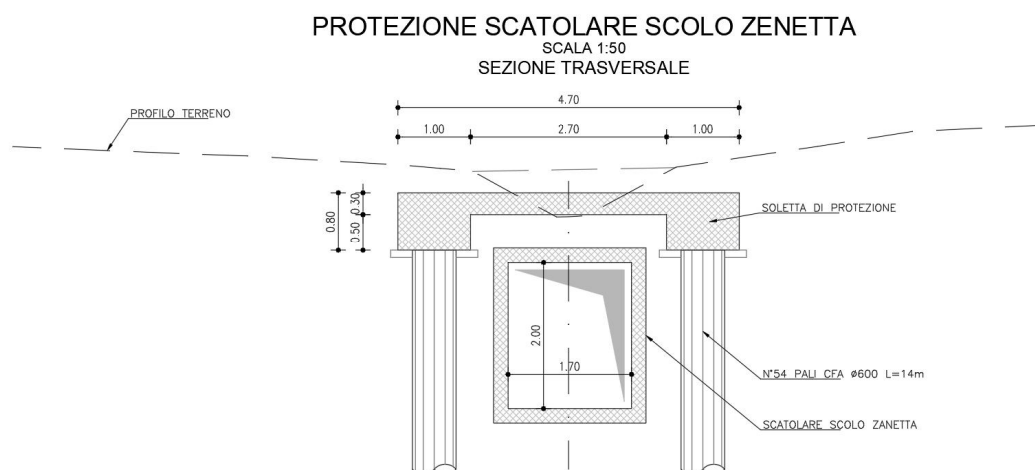


Figura 4-1. Protezione scolo Zenetta

- In accordo con le indicazioni ricevute dal Consorzio di Bonifica Renana in sede di Conferenza di Servizi, l'interferenza con il fosso superficiale Zenetta di Quarto è risolta provvedendo al tombinamento del canale mediante la posa in opera di una tubazione diametro 100 cm disposta perpendicolarmente al nuovo tracciato stradale e alla realizzazione di un nuovo tratto di canale a sezione trapezia avente una larghezza di base di 75cm, scarpate inerbite con pendenza 3/2 e altezza minima pari a 75cm. Il canale sarà interamente rivestito con pietrame lapideo di diam. 40/50 cm, per uno sviluppo di 15 m a monte e a valle degli imbocchi e in corrispondenza dei cambi di direzione. Agli imbocchi di monte e di valle del tombamento sono previsti adeguati muri di contenimento del rilevato stradale. Il valore massimo della portata smaltibile dalla tubazione in calcestruzzo di diametro 100 cm con riempimento 80%, pendenza 0.2%, è pari a 845 l/s.

### TOMBINO DN1000 ZENETTA DI QUARTO

SCALA 1:50  
 SEZIONE TOMBINO

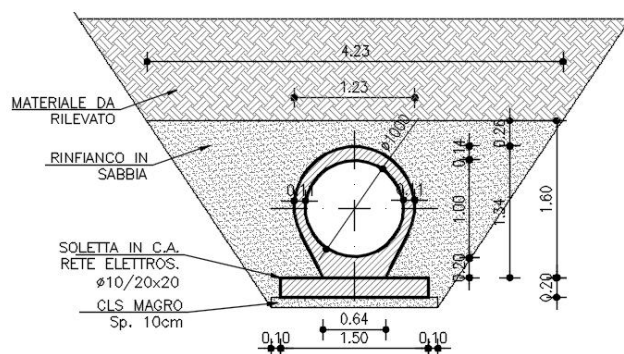


Figura 4-2. Tombamento Zenetta di Quarto



## 5 INTERVENTI DI RICUCITURA DEL RETICOLO IDRAULICO ESISTENTE

Oltre all' interferenza idrografica dell'asse principale della viabilità con il sistema dello Scolo Zenetta, evidenziata nei capitoli precedenti, l'area oggetto di intervento è interessata da una rete di fossi in terra e canali di scolo volta a garantire la raccolta e lo smaltimento delle acque meteoriche che insistono sui campi coltivati e sulle aree verdi. La strada principale in progetto e la viabilità di ricucitura interferiscono con la rete di fossi esistenti, poiché costituiscono un ostacolo, sia lungo l'asse Sud-Nord, sia lungo la direttrice Est Ovest. Pertanto, al fine di assicurare la continuità idraulica dei fossi esistenti, si è reso necessario un intervento di ricucitura del reticolo idraulico, che prevede sia la realizzazione di nuovi fossi, sia tombini in attraversamento, nel caso di interferenza stradale.

Per una migliore comprensione dell'intervento di ricucitura si rimanda alle tavole idrauliche della planimetria del sistema di drenaggio.

Qui di seguito sono riportati i criteri di calcolo utilizzati per la verifica della rete di fossi e tombini in progetto.

### 5.1 VERIFICHE IDRAULICHE DEI FOSSI E DEI TOMBINI IN PROGETTO

I fossi e i tombini previsti dagli interventi di ricucitura del reticolo idraulico esistente sono stati dimensionati per un tempo di ritorno  $T_r=25$  anni.

La verifica è stata condotta in condizioni di moto uniforme utilizzando la formula di Chézy.

#### 5.1.1 Stima della portata di progetto per $T_r= 25$ anni

Al fine di determinare il livello di massima piena per tempo di ritorno  $T_r=25$  anni lungo ciascun fosso, è stata stimata la portata di progetto, ovvero la portata massima che si instaura lungo il fosso per un evento di piena con tempo di ritorno 25 anni.

Per determinare la portata di progetto si è adottato il metodo cinematico (o metodo della corrivazione). Il metodo della corrivazione è basato sull'ipotesi che la portata massima in un bacino, dovuta a precipitazioni di intensità costanti nel tempo, si ha per eventi di durata pari al tempo di corrivazione  $t_c$  del bacino stesso e si verifica dopo il tempo  $t_c$  dall'inizio del fenomeno.

La portata è stata calcolata mediante la seguente formula:

Equazione 5-1

$$Q = 2.78 \cdot \phi \cdot A \cdot h(t_c, T) \cdot t_c^{-1} [l/s]$$

Dove:

$\phi$  = coefficiente di deflusso dell'area drenata [-];

A = superficie drenata [ha];

$h(t_c, T)$  = altezza di pioggia riferita ad una determinata durata e ad un determinato tempo di ritorno; nel caso specifico riferita ad una durata pari al tempo di corrivazione e ad un tempo di ritorno pari a 25 anni [mm];

$t_c$  = tempo di corrivazione [ore].

Nei modelli di trasformazione dell'afflusso meteorico in deflusso, la determinazione della pioggia netta avviene per depurazione della frazione lorda caduta sul terreno, considerando che una parte di questa si perde per effetto di infiltrazione e detenzione superficiale. Il coefficiente di deflusso  $\phi$  rappresenta il rapporto tra il volume della pioggia netta ed il volume della pioggia totale ed è definito sulla base della copertura della superficie scolante.

In particolare, sono state individuate 2 tipologie di copertura, alle quali è stato assegnato un determinato valore del coefficiente di deflusso, in accordo con i valori disponibili in letteratura.

Aree verdi (campi)  $\rightarrow 0.30$ ;

Aree impermeabilizzate (viabilità secondaria)  $\rightarrow 1$ .

Il coefficiente di deflusso complessivo è stato calcolato come media pesata dei coefficienti di deflusso delle singole sotto aree in cui è suddivisa l'area sottesa:

Equazione 5-2

$$\phi = \frac{\sum_i \phi_i A_i}{\sum_i A_i} [-]$$

Quindi per ciascun fosso, sulla base delle quote disponibili del terreno, si è determinata l'area scolante sottesa dal fosso stesso.

Poiché l'area di intervento si presenta pressochè pianeggiante, è stato assunto un tempo di corrivazione pari a 15 min.

I parametri a ed n utilizzati sono quelli ricavati mediante l'analisi idrologica descritta nella relazione idrologica idraulica relativa al sistema di drenaggio delle acque di piattaforma, identificata con il seguente codice. 111454-0000-PE-IN-IDR-DP000-00000-R-IDR-0003-0.

Qui di seguito si riportano i parametri a ed n per tempo di ritorno 25 anni. Nel caso specifico, poiché il tempo di corrivazione è stato assunto pari a 15 minuti, sono stati utilizzati i parametri per durate di pioggia inferiori all'ora.

Tabella 5-1: Valori dei parametri delle LSPP per  $T_R=25$ anni

Parametri LSPP				
	t < 1 ora		t ≥ 1 ora	
Tr	a'	n'	a	n
anni	mm/ ora <sup>n</sup>	-	mm/ ora <sup>n</sup>	-
25	45.43	0.515	45.43	0.320

Applicando l'Equazione 5-1 e adottando il metodo sopra descritto, è stata calcolata quindi la portata massima che si instaura lungo ciascun fosso in progetto per un evento di piena con tempo di ritorno 25 anni.

### 5.1.2 Stima del livello di massima piena per $T_R=25$ anni e verifica idraulica

La verifica dei fossi e dei tombini in progetto è stata condotta in condizioni di moto uniforme utilizzando la formula di Chézy, riportata qui di seguito:

Equazione 5-3

$$Q = A * k_s R^{\frac{2}{3}} * i^{\frac{1}{2}} \left[ \frac{m^3}{s} \right]$$

Dove:

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

R = raggio idraulico (Area bagnata/Perimetro bagnato) [m];

$k_s$  = coefficiente di scabrezza Gauckler-Strickler [m<sup>1/3</sup>/s];

i = pendenza longitudinale del fosso [-].

Al coefficiente  $k_s$  è stato assegnato un valore pari a 35 m<sup>1/3</sup>/s nel caso dei fossi in terra ed a 70 m<sup>1/3</sup>/s nel caso delle condotte di attraversamento in C.A..

La pendenza dei fossi è stata posta pari allo 0.2% in accordo con l'andamento longitudinale del fondo alveo dei fossi esistenti, mentre ai manufatti di attraversamento è stata assegnata una pendenza compresa tra lo 0.2% e lo 0.4%.

Nel caso in cui l'attraversamento in progetto convogli le acque di un fosso esistente, la verifica dell'attraversamento è stata condotta per una portata pari alla portata convogliata dal fosso in arrivo, considerando un grado di riempimento pari all'80%.

In appendice A sono riportate le tabelle delle verifiche idrauliche dei fossi e dei tombini in progetto. Qui di seguito sono riassunte le informazioni contenute nelle tabelle di verifica dei fossi e delle condotte.

<b>NOME RAMO</b>	nome del tratto di rete	[-]
<b>NUMERO COLLETTORI</b>	N° collettori dell'attraversamento	[-]
$\bar{i}_i$	pendenza media del tratto di rete	[m/m]
$L_i$	lunghezza del tratto in esame	[m]
<b>TIPOLOGIA COLLETTORE</b>	tipologia (canaletta, tubazione o fosso), materiale e dimensione	[-]
$k_s$	coefficiente di scabrezza Gauckler-Strickler del manufatto	[mm <sup>1/3</sup> s <sup>-1</sup> ]
<b>b (D)</b>	Base minore del fosso o canaletta/diametro della condotta	[m]
<b>H (D)</b>	altezza del fosso o canaletta/diametro della condotta	[m]
<b>z</b>	Pendenza scarpata	[m/m]
<b>h</b>	tirante idrico	[m]
<b>B</b>	Base maggiore del fosso	[m]
$A_b$	area bagnata dell'elemento di convogliamento	[m <sup>2</sup> ]
$R_b$	raggio idraulico dell'elemento di convogliamento	[m]
$S_p$	superficie piattaforma ferroviaria	[m <sup>2</sup> ]
$S_r$	superficie scarpate inerbite (rilevato/trincea)	[m <sup>2</sup> ]
$S_{ae}$	superficie aree verdi	[m <sup>2</sup> ]
$S_i$	superficie scolante del tratto in esame	[ha]
$\Sigma S_i$	superficie complessiva	[ha]
$\Phi_i$	coefficiente di deflusso del tratto in esame	[-]
$\Phi_{med}$	coefficiente di deflusso complessivo	[-]
<b>te</b>	tempo di accesso in rete	min
<b>tr</b>	tempo di traslazione	min
$t_{corr}$	tempo di corrivazione	[h]
$Q_{tot}$	portata meteorica	[l/s]
<b>G.R.:</b>	grado di riempimento della sezione	[%]
<b>v:</b>	velocità nell'elemento di convogliamento	[m/s]

---

## **APPENDICE A:**

### **VERIFICHE FOSSI E TOMBINI**



NOME RAMO	NUMERO COLLETTORI	$\bar{i}$	$L_i$	TIPOLOGIA COLLETTORE		$k_s$	b(D)	H (D)	z	h	B	$A_b$	$R_b$	$S_p$	$S_r$	$S_{ae}$	$\Sigma S_i$	$\Phi_i$	$\Phi_{med}$	$t_{corr}$	$Q_{tot}$	G.R.	v
[-]	[-]	[m/m]	[m]	[-]		[mm <sup>1/3</sup> s <sup>-1</sup> ]	[m]	[m]		[m]		[m <sup>2</sup> ]	[m]	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[ha]	[-]	[-]	[min]	[l/s]	[%]	[m/s]
F1		0.2%		FOSSO	T_50	35	0.500	0.500	1.500	0.402	1.706	0.443	0.271	0	0	39149	3.915	0.300	0.300	15.00	290.56	80%	0.7
F2		0.2%		FOSSO	T_50	35	0.500	0.600	1.500	0.478	1.933	0.581	0.314								420.00	80%	0.7
CA-1		0.4%	12.00	TUBAZIONE	CLS_500	70	0.500	0.500	0.000	0.395	0.500	0.167	0.152								210.00	79%	1.3
F3		0.2%		FOSSO	T_50	35	0.500	0.500	1.500	0.157	0.970	0.115	0.122	689	0	4594	0.528	0.339	0.339	15.00	44.32	31%	0.4
CA-2	1	0.2%		TUBAZIONE	CLS_500	70	0.500	0.500		0.184		0.065	0.101								44.32	37%	0.7
F13		0.2%		FOSSO	T_50	35	0.500	0.500	1.500	0.317	1.452	0.310	0.222		0	17931	1.793	0.300	0.300	15.00	177.40	63%	0.6
CA-3	1	0.4%		TUBAZIONE	CLS_500	70	0.500	0.500		0.343		0.144	0.147								177.40	69%	1.2
F4		0.2%		FOSSO	T_50	35	0.500	0.500	1.500	0.114	0.841	0.076	0.093	1643	0		0.164	0.600	0.600	15.00	24.39	23%	0.3
F5		0.2%		FOSSO	T_50	35	0.500	0.500	1.500	0.162	0.985	0.120	0.125	1523	0		0.317	0.600	0.600	15.00	46.99	32%	0.4
F6		0.2%		FOSSO	T_75	35	0.750	0.670	1.500	0.492	2.226	0.732	0.342	0	0	45161	4.833	0.300	0.300	15.00	560.46	73%	0.8
CA-4	2	0.4%	7.00	TUBAZIONE	CLS_600	70	0.600	0.600		0.429	0.600	0.216	0.179							0.00	303.73	71%	1.4
F7		0.2%		FOSSO	T_75	35	0.750	0.750	1.500	0.603	2.558	0.997	0.406	0	0	33389	3.339	0.300	0.300	15.00	855.26	80%	0.9
F8		0.2%		FOSSO	T_50	35	0.750	0.670	1.500	0.413	1.988	0.565	0.295	1077		15021	4.949	0.320	0.320	15.00	391.85	62%	0.7
CA-5	2	0.4%	11.00	TUBAZIONE	cls_500	70	0.500	0.500	0.000	0.371	0.500	0.156	0.151								195.93	74%	1.3
F9		0.2%		FOSSO	T_75	35	0.750	0.670	1.500	0.523	2.319	0.802	0.360	0	0	32844	3.284	0.300	0.300	15.00	635.61	78%	0.8
CA-6	2	1.5%		TUBAZIONE	CLS_500	70	0.500	0.500		0.325		0.135	0.144								317.81	65%	2.4
F10		0.2%		FOSSO	T_50	35	0.500	0.500	1.500	0.183	1.048	0.141	0.139	425	0	7150	0.758	0.317	0.317	15.00	59.37	37%	0.4
F11		0.2%		FOSSO	T_50	35	0.500	0.500	1.500	0.402	1.705	0.443	0.271	425	0	7150	0.758	0.317	0.317	15.00	290.00	80%	0.7
CA-7	2	0.2%		TUBAZIONE	CLS_500	70	0.500	0.500		0.387		0.163	0.152								145.00	77%	0.9
FOSSO DEI PRATI		0.2%		FOSSO	T_50	35	0.500	0.600	1.500	0.478	1.933	0.581	0.314								420.00	80%	0.7
CA-8	2	0.4%		CONDOTTE 500	CLS_500	70	0.500	0.500		0.395		0.167	0.152								210.00	79%	1.3
ZENETTA		0.2%		FOSSO	T_75	35	0.750	0.750	1.500	0.597	2.542	0.983	0.403								840.00	80%	0.9
CA-9	1	0.2%		CONDOTTA 1000	CLS_1000	70	1.000	1.000		0.715		0.601	0.298								840.00	72%	1.4

**Note:**

- Verifica fosso dei Prati: poiché soprattutto nei tratti esistenti la sezione del canale è irregolare, in via cautelativa la verifica è stata condotta utilizzando una sezione di base 50cm, nonostante si prevede una base di 60cm nei tratti in riprofilatura.
- Verifica attraversamenti con n°2 collettori: la verifica è stata condotta per una delle due tubazioni, considerando la metà della portata convogliata dal/dai fosso/i a monte dell'attraversamento.

