



COMUNE DI SIENA

**STUDI IDROLOGICI E IDRAULICI INERENTI I CORSI D'ACQUA CHE ATTRAVERSANO O SONO
SITUATI NELLE IMMEDIATE VICINANZE DI AREE OGGETTO DI PREVISIONE DA PARTE DEL
REGOLAMENTO URBANISTICO ADOTTATO**

E78 GROSSETO - FANO

**ADEGUAMENTO A 4 CORSIE DEL TRATTO COMPRESO TRA LO SVINCOLO CON LA SIENA-
FIRENZE (km 63.561 del tratto Grosseto-Siena) E LO SVINCOLO DI RUFFOLO (km 2.800 del
tratto Siena-Bettolle) - LOTTO 0**

d.02

RISULTATI DELLE VERIFICHE IDRAULICHE DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

Novembre 2010 Rev.0

Il tecnico incaricato

Dott. Ing. CLAUDIO LOMBARDI

Collaboratori

Dott. Ing. ALESSIO MAGAZZINI

Dott. Ing. ALBERTO NASTASI

Dott. Ing. RICCARDO RICCI

Indice

RISULTATI DELLE VERIFICHE IDRAULICHE.....	3
TORRENTE TRESSA – TRATTO TRE.01.....	3
TORRENTE RILUOGO – TRATTO RIL.01.....	5
FOSSO DEL CASTAGNO.....	8
FOSSO DEL BOLGIONE.....	10
<i>Affluente in sinistra F.sso del Bolgione</i>	11
FOSSO IN ZONA ‘BOTTEGA NUOVA’.....	13
AFFLUENTE IN SINISTRA T. RILUOGO IN LOC.TÀ “LA VELOCE”.....	15
AFFLUENTE IN SINISTRA T. SORRA IN ZONA ‘PIAN DELLE FORNACI’.....	17
FOSSO DI S. LUCIA.....	18
FOSSO DEL FOSSATONE.....	20
FOSSO DI RIBUCCIANO.....	22
FOSSO DELLE LUGLIE.....	23
FOSSO DI VALLI.....	24
FOSSO DEL CASONE.....	26
AFFLUENTE IN SINISTRA DEL F.SSO RIBUCCIANO NEI PRESSI DEL “VIADOTTO RIBUCCIANO”.....	27
FOSSO DEL BORRINO.....	28

Risultati delle verifiche idrauliche

Torrente Tressa – tratto Tre.01

Il presente studio integra il lavoro consegnato nel 2008, attraverso l'introduzione di nuove sezioni idrauliche che interessano il tratto dalla sezione 420 alla 370 e che permettono una migliore simulazione nella zona di interferenza fra il corso d'acqua e gli attraversamenti della tangenziale Ovest e della E78 Grosseto-Fano.

Nelle nuove sezioni idrauliche 410, 399, 398 e 397, l'interferenza delle pile del viadotto con il torrente è stata simulata introducendo delle ostruzioni (*obstructions*) diminuendo la sezione idraulica disponibile per il deflusso delle acque.



foto 1 – Interferenza fra il torrente e le pile del Viadotto E78 da monte (sezione 405)



foto 2- Interferenza fra il torrente e le pile Viadotto E78 da valle (sezione 390)



foto 3 - T. Tressa a valle del Molino S. Cristoforo (sezione 360)

Nel tratto studiato si verificano ovunque condizioni di corrente lenta ($Fr < 1$), con velocità medie comprese tra 0,8 m/s e 4,7 m/s.

Rispetto ai valori ricavati nel precedente studio, nella zona di interferenza fra le pile del viadotto e il torrente si ha un incremento dei livelli idrici di circa 50 cm (sezioni 400 e 410); nelle rimanenti sezioni idrauliche invece non si riscontrano significative variazioni dei battenti.

Si segnalano inoltre le seguenti criticità:

- risulta sormontato il ponticello che conduce all'impianto di distribuzione del gas metano, per evento con $Tr \geq 20$ anni (sezione 405);
- non risulta garantito il franco idraulico di sicurezza di 1,0 metri per un attraversamento esistente nei pressi della concessionaria Scotti in loc.tà Cerchiaia (sezione 379.5), per eventi con $Tr \geq 200$ anni.

Il nuovo rilievo aerofotogrammetrico in scala 1:1000 ha permesso una migliore definizione sia delle quote degli argini che delle zone limitrofe al corso d'acqua; questo ha permesso di ridisegnare le aree allagate (elaborato t-02.6) modificando i livelli di rischio idraulico ma confermando comunque le zone a rischio di allagamento individuate nello studio del 2008.

Torrente Riluogo – tratto Ril.01

Il presente studio integra il lavoro svolto nel 2008 utilizzando nuove sezioni idrauliche nel tratto fra la sezione 33.5 e la sezione 30 (interferenza attraversamenti E78 Grosseto Fano e svincolo Siena Est), oltre all'estensione del modello idraulico fino alla sezione 29 rilevata topograficamente (vedi interferenza scheda TU17), per una lunghezza complessiva dell'asta simulata pari a metri 2920.

L'interferenza delle pile del viadotto con il torrente è stata simulata introducendo delle ostruzioni (*obstructions*) nelle sezioni idrauliche 32.6 e 32.8.



foto 4 - Briglia a monte Mulino della Morte (sezione 36.5)



foto 5 – imbocco del tombino in prossimità della nuova caserma dei VVF (sezione 35)



foto 6 – Interferenza pile Viadotto con T. Riluogo (sezione 32.6)



foto 7 – Vista da valle viadotto (sezione 31.5)

Le nuove verifiche idrauliche confermano i risultati prodotti nel precedente lavoro; nel tratto studiato si verificano ovunque condizioni di corrente lenta ($Fr < 1$), ad eccezione della zona in prossimità della briglia a monte del Molino della Morte, in loc.tà Ruffolo (sezioni 37 e 36.5).

Nella zona a valle dell'interferenza fra le pile del viadotto e il torrente si ha un incremento dei livelli idrici di circa 50 cm (sezione 31); nelle rimanenti sezioni idrauliche non si riscontrano variazioni dei battenti significative.

Il nuovo studio conferma le criticità evidenziate nel precedente lavoro per i manufatti interferenti.

Osservando le aree allagate, tracciate sul rilievo aerofotogrammetrico del Lotto 0 in scala 1:1.000 (elaborato t02-8) e restituite sulla CTR 1:2.000, si segnala:

- un incremento dell'area esondabile per $Tr \geq 200$ anni nei pressi della nuova caserma dei Vigili del Fuoco a monte dell'imbocco del tratto tombato (sezione 35), in corrispondenza dell'incrocio fra il tratto in arrivo dal raccordo autostradale Siena – Bettolle e la SP n.136 traversa Romana Aretina; tale manufatto si rivela insufficiente per portate con $Tr \geq 50$ anni (superiori a 52 mc/s) e non garantisce franco di sicurezza per eventi con $Tr \geq 30$ anni.

- una aumento delle aree esondabili per $Tr \geq 30$ e $Tr \geq 200$ anni nella zona di interferenza fra il viadotto stradale e il torrente (sezioni 33 32.9 32.8 32.6 e 32), interessando comunque solo aree di campagna.

Fosso del Castagno

Il tratto oggetto di verifiche si estende per circa 370 metri dalla zona a monte del complesso del Monte dei Paschi di Siena in località S. Miniato, fino all'imbocco del tombino $\varnothing 1500$ nei pressi di via Aldo Moro; il tratto tombato di valle del F.sso del Castagno, che confluisce successivamente nel F.sso del Bolgione, è stato simulato per circa 150 metri, in modo da assegnare una corretta condizione di valle.



foto 8 – Vista da valle del F.sso del Castagno (sezione 8)



foto 9 – Imbocco tratto tombato a monte di via Aldo Moro (sezione 7)

Nel tratto studiato si verificano condizioni di corrente lenta per eventi con $Tr \geq 200$ anni ($Fr < 1$); per eventi con Tr 20 e 30 anni si ha corrente lenta ($Fr < 1$) nel tratto a monte della sezione 9 e veloce ($Fr > 1$) nel tratto a valle. I valori di velocità massime sono comprese fra 0,8 e 3,5 m/s.

Come riportato nell'elaborato grafico t-02.1 non si rilevano aree esondabili rilevanti, nonostante il profilo di rigurgito che si crea all'imbocco del tratto tombato per evento con $Tr \geq 200$ anni.

Fosso del Bolgione

Il tratto oggetto di verifiche si estende per circa 760 metri e comprende la zona tombata sotto il centro sportivo S. Miniato (sviluppo circa metri 470) e il tratto aperto (sviluppa circa metri 290) con sezione di chiusura a monte della confluenza con l'affluente in sinistra, proveniente dal podere Poggiarello (sviluppo circa metri 290).

Il tratto tombato proveniente da Via Aldo Moro (complesso MPS) e piazza Palmiro Togliatti, è stato simulato da via Enrico Berlinguer (sezione 5), dove lo scatolare ha dimensioni pari a metri 2,40 x 2,50 (h) fino allo sbocco (sezione 4), dove presenta dimensioni di metri 2,55 x 2,35 (h); lo scatolare è stato simulato con sezioni aperte, risultando sufficiente la sezione disponibile allo smaltimento delle portate di verifica con deflusso a pelo libero.

I valori di portata di piena al colmo utilizzati nelle verifiche idrauliche e riportati in tabella sono stati ricavati mediante rapporto areale dai valori prodotti nello studio idrologico del F.sso del Bolgione, secondo quanto sintetizzato nella tabella seguente:

TRATTO	AREA BACINO (Kmq)	SEZIONE IDRAULICA	Q ₂₀ (mc/s)	Q ₃₀ (mc/s)	Q ₂₀₀ (mc/s)
F.sso del Bolgione zona Via Enrico Berlinguer	2.06	5	17.1	19.3	32.8
F.sso del Bolgione a monte confluenza	2.43	4	20.1	22.7	38.6



foto 10 – Sbocco tratto tombato F.sso Bolgione (sezione 4)



foto 11 – Vista da valle F.sso Bolgione (sezione 3)

Nel tratto studiato si verificano condizioni di corrente veloce ($Fr > 1$) all'interno del tratto tombato, e condizioni di corrente lenta ($Fr < 1$) nel tratto aperto, con valori di velocità massime comprese fra 0,7 e 8,3 m/s.

Lo scatolare risulta verificato con franco di sicurezza superiore a 50 cm per eventi di piena con Tr 200 anni.

Nell'elaborato grafico t-02.2, dove sono riportate anche le aree allagate dell'affluente in sinistra, si evidenzia a monte della confluenza un'area di esondazione che interessa comunque solo zone di campagna.

A causa dell'imprecisione riscontrata dalla cartografia CTR 1:2000 nella zona della confluenza, le aste dei due corsi d'acqua sono state tracciate utilizzando il rilievo aerofotogrammetrico del Comune di Siena dell'anno 1963, scansionato dal formato cartaceo in scala 1:4000.

Affluente in sinistra F.sso del Bolgione

Il tratto studiato si estende per circa 150 m a monte della confluenza nel F.sso del Bolgione, nella zona a valle degli impianti sportivi di S. Miniato.

La confluenza è stata simulata introducendo nel modello idraulico la sezione del F.sso del Bolgione immediatamente a valle, dove è stata immessa a favore di sicurezza la portata del fosso suddetto ricavata dallo studio idrologico, che risulta superiore alla portata che si avrebbe utilizzando come durata critica dell'evento quella che massimizza la portata dell'affluente in sinistra.

Questo tipo di simulazione è stato scelto in quanto non risulta disponibile una sezione del F.sso del Bolgione più a valle della confluenza, in ragione del notevolissimo sviluppo della vegetazione e della scarsa accessibilità e visibilità in corrispondenza delle sponde e dell'alveo del corso d'acqua in studio.



foto 12 – Attraversamento su affluente fosso Bolgione (sezione AF8)



foto 13 – Confluenza affluente su fosso Bolgione (sezione AF6)

Nel tratto studiato si verificano condizioni di corrente lenta ($Fr < 1$) con velocità massime comprese fra 0,2 e 4,1 m/s.

Dallo studio idraulico si evidenzia come il tombino esistente $\varnothing 500$ mm per l'attraversamento della strada sovrastante (a valle della sezione AF8) risulta insufficiente per smaltire le portate di piena con $Tr \geq 20$ anni, provocando una zona di rigurgito a monte e il sormonto dell'attraversamento da parte dell'acqua, che resta comunque confinata in una limitata area di campagna.

Fosso in zona ‘Bottega Nuova’

Il tratto oggetto di verifiche si estende per circa 90 metri nella zona di “Bottega Nuova”, con sezione di monte in corrispondenza dello sbocco di un tombino in cls $\varnothing 600$ mm, proveniente dalla Strada Chiantigiana.

Dalla ricostruzione dei tracciati della fognatura bianca esistenti, con l’ausilio del personale del Comune di Siena, è stato individuato il sottobacino influente sul tratto tombato a monte del tratto studiato, determinando i seguenti valori di portata mediante proporzione aerea utilizzati nelle verifiche idrauliche.

TRATTO	AREA BACINO (Kmq)	SEZIONE IDRAULICA	Q ₂₀ (mc/s)	Q ₃₀ (mc/s)	Q ₂₀₀ (mc/s)
F.sso Bottega Nuova a valle dello sbocco del tombino d.600 mm	0.059	9.5	0.5	0.6	1.1
F.sso Bottega Nuova alla sezione di chiusura	0.081	8	0.6	0.8	1.5



foto 14 – Sbocco del tratto tombato d.600 mm del fosso in loc.tà Bottega Nuova (sezione 9.5)



foto 15 – Vista da monte del fosso in loc.tà Bottega Nuova (sezione 8)

Nel tratto studiato si verifica un passaggio da corrente lenta ($Fr < 1$), nelle sezioni di monte, a corrente veloce ($Fr > 1$) in quelle di valle, con valori di velocità massime comprese fra 1,0 e 2,4 m/s.

Dalle aree allagate riportate nell'elaborato t-02.3 si evidenzia un'area esondabile per $Tr \geq 200$ anni fra la sezione 9 e la sezione 8.

Affluente in sinistra T. Riluogo in loc.tà “La Veloce”

Il tratto in studio riguarda un fosso tributario del T. Riluogo collocato in sinistra idraulica nei pressi della località “La Veloce” limitrofa alla zona dei Due Ponti, per un’estensione di circa 240 metri dallo sbocco di un tombino sulla linea ferroviaria Siena – Buonconvento - Monte Antico (sezione 10) fino all’imbocco del tratto tombato che attraversa l’area del deposito del TRAIN in strada della Pieve (sezione 4); l’imbocco di questo tratto è stato modificato negli anni ’90 a seguito della costruzione del cavalcavia che ha sostituito il passaggio a livello di Santa Regina.

Il tratto tombato suddetto confluisce dopo circa 180 metri nello scatolare del T. Riluogo, che poco prima del ponte ferroviario sulla linea Siena - Chiusi sfocia nuovamente in un tratto a cielo aperto.

Al fine di simulare correttamente la condizione di valle, il tratto in studio è stato esteso fino a comprendere il manufatto scatolare, mentre non sono stati considerati gli effetti della confluenza con il T. Riluogo in ragione del dislivello rispetto la zona in studio, pari a metri 5,50.

Il rilievo topografico è stato integrato da una ispezione interna al tratto tombato, con il personale del Settore Manutenzione e Ambiente del Comune di Siena, esteso fino allo scatolare del T. Riluogo; le pendenze sono state calcolate attraverso misure di quota, utilizzando i pozzetti di ispezione esistenti per il rilievo della quota del pozzetto e misurando lo scorrimento e la sezione del tratto scatolato.



foto 16 –Zona di imbocco del fosso nello scatolare (sezione7)



foto 17 –Vista da valle del fosso dall'imbocco scatolare (sezione 4)



foto 18 –Vista interna tratto tombato (a valle del pozzetto di ispezione nell'area TRAIN)

Nel tratto studiato si verificano ovunque condizioni di corrente lenta ($Fr < 1$) con velocità massime comprese fra 0,8 e 3,0 m/s.

Dalle aree allagate riportate nell'elaborato t-02.3 si evidenzia un'area di esondazione in destra e sinistra idraulica per $TR \geq 30$, fra le sezioni 10 e 9.

A causa delle differenze riscontrate tra le sezioni rilevate e l'andamento del corso d'acqua riportato sulla cartografia CTR 1:2000, nella zona di studio l'asta del corso d'acqua tra le sezioni rilevate è stata riportata utilizzando il rilievo aerofotogrammetrico dell'anno 1963 del Comune di Siena disponibile in formato cartaceo scala 1:4.000.

Affluente in sinistra T. Sorra in zona 'Pian delle Fornaci'

Il tratto oggetto di verifica si estende per circa 300 metri, nella zona a monte dell'ippodromo di Pian delle Fornaci.



foto 19 – Vista da valle del fosso (sezione 8)

Nel tratto studiato si verificano ovunque condizioni di corrente lenta ($Fr < 1$), con velocità massime comprese fra 0,5 e 3,6 m/s.

Il bacino idraulico che alimenta il fosso individuato sulla cartografia CTR, ricadente nel reticolo di interesse del Bacino Ombrone, risulta di ridottissime dimensioni; in destra idraulica risulta presente un riporto di terreno che funziona da arginatura.

Non si evidenziano pertanto aree di esondazione esterne all'alveo, come riportato nell'elaborato t-02.4.

Fosso di S. Lucia

Il tratto oggetto di verifiche si estende per circa 670 metri, al margine della zona industriale di Isola d'Arbia.

Nel primo tratto, in corrispondenza di Piazzale Raffaele Busacca, il corso d'acqua risulta tombato con sezione quadrata di lato 2 metri, per uno sviluppo di circa 290 metri fino all'imbocco di un tombino sulla linea ferroviaria Siena - Buonconvento - Monte Antico, con sezione quadrata di lato 1,40 m dotata di arco ribassato superiore. A valle di quest'ultimo attraversamento il corso d'acqua risulta aperto fino alla confluenza con il F.sso del Fossatone, che recapita a sua volta nel T. Arbia.

Nelle verifiche idrauliche il tratto tombato a monte (dalla sezione LU12 alla sezione LU11.1) è stato simulato con una sezione aperta quadrata di lato 2 metri, avendo verificato che le dimensioni consentono lo smaltimento delle portate di piena in ingresso con deflusso a pelo libero; durante il sopralluogo effettuato, è stata rilevata la presenza di materiale depositato sul fondo dello scatolare, dovuta al restringimento indotto dal tombino ferroviario.



foto 20 –Sbocco scatolare fosso S. Lucia a monte della linea ferroviaria (sezione LU11.1)



foto 21 –Tratto aperto fosso S. Lucia a valle del tombino sulla linea ferroviaria (LU8)

Nella verifica idraulica, oltre ai valori di portata individuati dallo studio idrologico del fosso S. Lucia, sono state utilizzate anche le portate del sottobacino a monte del tombino sul rilevato della linea ferroviaria Siena - Buonconvento - Monte Antico, ricavate mediante rapporto areale.

TRATTO	AREA BACINO (Kmq)	SEZIONE IDRAULICA	Q20 (mc/s)	Q30 (mc/s)	Q200 (mc/s)
F.sso S. Lucia a monte del tombino sul rilevato ferroviario	0.44	LU14	4.8	5.4	9
F.sso S. Lucia alla sezione di chiusura	0.50	LU10	5.4	6.1	10.3

Nel tratto aperto studiato si verificano ovunque condizioni di corrente lenta ($Fr < 1$), con valori di velocità massime comprese fra 0,4 e 3,3 m/s.

In riferimento ai manufatti interferenti si segnalano le seguenti criticità:

- funzionamento idraulico con franco di sicurezza insufficiente ($GR > 70\%$) per il tombino posto sul rilevato della linea ferroviaria Siena - Buonconvento - Monte Antico, per eventi con $Tr \geq 30$ anni.

Dalla simulazione idraulica è evidente come le dimensioni del tombino non siano sufficienti a smaltire l'acqua proveniente dallo scatolare di monte, senza creare una zona di rigurgito e conseguentemente una zona di raccolta delle acque a monte della linea ferroviaria. Dalle verifiche in moto permanente risulta che la portata massima smaltibile dal tombino per eventi con Tr 200 anni sia di 7,10 mc/s; ipotizzando un idrogramma di piena di forma triangolare, con durata pari al doppio del tempo di corrivazione, secondo la teoria del metodo razionale, la portata massima che il tombino non riesce a smaltire risulta pari a 1.89 mc/s, producendo una esondazione nella zona a monte della ferrovia per un volume dell'ordine di circa 500 mc, per l'evento con Tr 200 anni.

Le aree allagate, relativamente alla zona di interesse a valle del rilevato della ferrovia Siena – Buonconvento – Monte Antico, sono riportate nell'elaborato t-02.5; si evidenzia un'area di esondazione in sinistra idraulica per $Tr \geq 30$ anni in prossimità della sezione di chiusura dello studio idraulico (sezione LU7).

Le simulazioni effettuate consentono di ricostruire le aree allagate per le portate massime in arrivo dal bacino del fosso S. Lucia; negli elaborati grafici sono riportati anche le aree allagate in condizioni di massima piena del T. Arbia individuati dallo Studio IIDEA dell'Ing. Lorenzo Castellani; in ragione delle ridotte dimensioni del bacino in studio rispetto quelle del T. Arbia non sono stati considerati gli effetti di rigurgito indotti dalle condizioni di piena di quest'ultimo.

Fosso del Fossatone

Le verifiche idrauliche riguardano un tratto del F.sso del Fossatone di lunghezza pari a 1850 metri, compreso l'affluente del F.sso della Bandita, collocato in destra idraulica, di lunghezza pari 630 metri, che confluisce in quest'ultimo a monte della zona industriale di Isola d'Arbia, dove il corso d'acqua risulta tombato per un tratto di circa 370 m.

Le sezioni idrauliche nell'area a monte della zona industriale di Isola d'Arbia utilizzate nel modello idraulico sono state estratte da modello digitale del terreno ricavato da rilievo topografico del Comune di Siena per il progetto del nuovo stadio e per la bretella stradale di Renaccio, disponibile in formato numerico scala 1:1000; le sezioni idrauliche nel tratto a valle del tombamento sono state rilevate topograficamente dal Comune di Siena.

Risultando confrontabili le aree dei sottobacini del F.sso della Bandita (Km² 0.27) e del F.sso del Fossatone (Km² 0.55) a monte della confluenza e quindi i tempi di corrivazione, i valori di portata utilizzati nella verifica idraulica sono stati ricavati dai valori di portata individuati dallo studio idrologico del bacino del F.sso del Fossatone mediante rapporto areale, secondo quanto riportato nella sottostante tabella.

TRATTO	AREA BACINO (Km ²)	SEZIONE IDRAULICA	Q20 (mc/s)	Q30 (mc/s)	Q200 (mc/s)
F.sso della Bandita	0.27	BA12	2.5	2.8	4.5
F.sso del Fossatone a monte confluenza	0.55	22	5	5.6	9
F.sso del Fossatone a valle confluenza	0.82	6	7.5	8.4	13.5
F.sso del Fossatone a monte tratto tombato	0.96	1	8.6	9.6	15.6
F.sso del Fossatone sezione di chiusura	1.13	0.4	10.1	11.3	18.5



foto 22 –Sbocco dello scatolare del F.sso Fossatone dalla zona industriale di Isola d'Arbia (sezione 0.8)



foto 23 –Tratto di valle del F.sso del Fossatone (sezione 0.6)

Nel tratto aperto del fosso Fossatone si verificano condizioni di corrente lenta ($Fr < 1$), mentre all'interno dello scatolare si instaura un regime di corrente veloce ($Fr > 1$), i valori di velocità massime sono compresi fra 0,2 e 4,3 m/s.

Nel primo tratto del F.sso della Bandita, dalla sezione BA12 alla BA6, si verificano condizioni di corrente veloce ($Fr > 1$); mentre nel secondo tratto, dalla sezione BA6 fino alla confluenza, si instaura un regime di corrente lenta ($Fr < 1$); i valori di velocità massime sono compresi fra 0,7 e 2,4 m/s.

Lo scatolare che attraversa la zona industriale di Isola d'Arbia, in CA. di sezione rettangolare con base di 2,90 metri ed altezza di 2,80, risulta in sicurezza idraulica garantendo un franco di oltre un metro per eventi di piena con Tr 200 anni.

Dalle aree allagate riportate nell'elaborato t-02.5 si evidenzia un'area di esondazione in sinistra e destra idraulica per $Tr \geq 30$ anni, collocata in prossimità della sezione di chiusura dello studio idraulico (sezione 0.4)

Le simulazioni effettuate consentono di ricostruire le aree allagate per le portate massime in arrivo dal bacino del Fosso del Fossatone; negli elaborati grafici sono riportati anche le aree allagate in condizioni di massima piena del T. Arbia individuati dallo Studio IIDEA dell'Ing. Lorenzo Castellani; in ragione delle ridotte dimensioni del bacino in studio rispetto quelle del T. Arbia non sono stati considerati gli effetti di rigurgito indotti dalle condizioni di piena di quest'ultimo.

Fosso di Ribucciano

Il tratto oggetto di verifiche si estende per circa 100 metri, a valle della galleria S. Lazzaro, attraversando la strada E78 Grosseto - Fano a mezzo di un tombino in lamiera di acciaio zincato circolare \varnothing 3200 mm.



foto 24 – Sbocco del tombino del fosso Ribucciano (sezione 10)



foto 25 – Vista di valle fosso Ribucciano (sezione 0)

Nel tratto studiato si verificano condizioni di corrente lenta ($Fr < 1$) a monte del tombino e condizioni di corrente veloce ($Fr > 1$) a valle di suddetto manufatto di attraversamento stradale, con valori di velocità massime comprese fra 0,4 e 2,1 m/s.

Fosso delle Luglie

Il tratto oggetto di verifiche si estende per circa 125 metri, ed è situato nell'area dell'omonimo viadotto della E78 Grosseto Fano.

L'interferenza delle pile del viadotto con il fosso è stata simulata introducendo delle ostruzioni (*obstructions*) nelle sezioni idrauliche 20 e 10.



foto 26 – Vista del tratto a valle del fosso delle Luglie (sezione 10)



foto 27 – Vista del viadotto delle Luglie (sezione 0)

Nel tratto studiato in condizione di piena si instaurano condizioni di corrente veloce ($Fr > 1$), con valori di velocità massime comprese fra 0,7 e 2,2 m/s.

Le aree di esondazione del corso d'acqua, riportate nell'elaborato d-02.7, interessano le pile del viadotto delle Luglie, per eventi con $Tr \geq 30$ anni, rimanendo comunque confinate all'interno di aree a destinazione agricola.

Fosso di Valli

Il tratto oggetto di verifiche si estende per circa 150 metri, ed è situato nell'area dell'omonimo viadotto della E78 Grosseto Fano.

L'interferenza delle pile del viadotto con il fosso è stata simulata introducendo delle ostruzioni (*obstructions*) nelle sezioni idrauliche 25 e 20.



foto 28 –Vista da monte della zona di interferenza fra il fosso di Valli e l'omonimo viadotto (sezione 20)



foto 29 –Vista da valle del fosso di Valli (sezione 0)

Nel tratto studiato si instaura una condizione di corrente lenta ($Fr < 1$) con valori di velocità massime comprese fra 0,3 e 3,2 m/s.

L'attraversamento campestre del fosso realizzato tramite un tombino $\varnothing 1500$ mm collocato a monte del viadotto di Valli (sezione 30), risulta sormontato per eventi di piena ventennale producendo un rigurgito dei battenti idraulici a monte dello stesso.

Le aree di esondazione del corso d'acqua riportate nell'elaborato t-02.7 interessano le pile del viadotto di 'Valli' per eventi con $Tr \geq 30$ anni, rimanendo comunque confinate all'interno di aree a destinazione agricola.

Fosso del Casone

Il tratto oggetto di verifiche si estende per circa 150 metri, ed è situato nell'area dell'omonimo viadotto della E78 Grosseto Fano.

L'interferenza delle pile del viadotto con il fosso è stata simulata introducendo delle ostruzioni (*obstructions*) nelle sezioni idrauliche 30 e 20.



foto 30 –Vista fosso del Casone con interferenza pila dell'omonimo viadotto(sezione 20)



foto 31 –Vista da valle del viadotto del Casone

Nel tratto studiato si instaurano condizioni di corrente lenta ($Fr < 1$) a monte del viadotto e condizioni di corrente veloce ($Fr > 1$) nella zona collocata a valle, con valori di velocità massime comprese fra 0,7 e 2,2 m/s.

Le aree di esondazione del corso d'acqua riportate nell'elaborato t-02.7 interessano le pile del viadotto del Casone per eventi con $Tr \geq 30$ anni, rimanendo comunque confinate all'interno di aree a destinazione agricola.

Affluente in sinistra del F.sso Ribucciano nei pressi del “Viadotto Ribucciano”

Il tratto oggetto di verifiche si estende per circa 180 metri, ed è situato nell’area dell’omonimo viadotto della E78 Grosseto Fano.

L’interferenza delle pile del viadotto con il fosso è stata simulata introducendo delle ostruzioni (*obstructions*) nelle sezioni idrauliche 30 e 20.



foto 32 –Vista dell’affluente in sinistra del fosso Ribucciano(sezione 30)



foto 33 –Vista da valle viadotto Ribucciano

Nel tratto studiato si instaurano condizioni di corrente veloce ($Fr > 1$), con valori di velocità massime comprese fra 1,1 e 2,4 m/s.

Come riportato nell’elaborato t-02.7 le verifiche idrauliche non evidenziano aree di esondazione rilevanti.

Fosso del Borrino

Il tratto oggetto di verifiche si estende per circa 380 metri; l'asta principale comprende:

- un tratto di monte tombato, in località "Ruffolo", di lunghezza pari a 180 metri;
- un tratto di valle a sezione aperta, a monte della confluenza con il T. Riluogo, di sviluppo pari a 180 metri.

Nella verifica idraulica, oltre ai valori di portata individuati dallo studio idrologico del Fosso del Borrino (immediatamente a monte della confluenza con il T. Riluogo), sono state introdotte anche le portate di piena del sottobacino a monte del tratto tombato in località Ruffolo, ricavate mediante rapporto areale, come riportato nella tabella seguente:

TRATTO	AREA BACINO (Kmq)	SEZIONE IDRAULICA	Q20 (mc/s)	Q30 (mc/s)	Q200 (mc/s)
F.sso Borrino a monte scatolare	1.73	BO90	13.3	15.1	26.2
F.sso del Borrino sezione di chiusura	1.99	BO70	14.5	16.4	28.4



foto 34 –Vista dell'imbocco dello scatolare del fosso Borrino sulla strada di Ruffolo (sezione BO90)



foto 35 –Vista dell'interno dello scatolare del F.sso del Borrino



foto 36 –Vista dello sbocco dello scatolare del fosso Borrino a valle del rilevato stradale del raccordo Siena-Bettolle (sezione BO70)



foto 37 –Vista fosso Borrino a valle sbocco scatolare (sezione BO50)

Per Tr 200 anni si verificano ovunque condizioni di corrente lenta; per Tr 20 e 30 anni si instaurano condizioni di corrente lenta nei tratti aperti e veloce ($Fr > 1$) nel tratto tombato; i valori di velocità massime sono compresi fra 0,8 e 4,4 m/s.

Si segnalano le seguenti criticità in riferimento ai manufatti interferenti:

- lo scatolare in loc.à Ruffolo, di sezione rettangolare (2,60 x 1,50 (h)), non garantisce il franco di sicurezza per eventi di piena con $Tr \geq 20$ anni (ossia $GR < 70\%$); inoltre la portata Tr 30 anni risulta essere la massima smaltibile dallo scatolare, che per portate con $Tr \geq 200$ anni presenta un funzionamento idraulico in pressione, con sormontato nella zona di imbocco e con conseguente allagamento di parte della strada di Ruffolo e delle zone limitrofe collocate a quota inferiore. Ipotizzando un idrogramma di piena di forma triangolare, con portata al colmo pari al valore di 11,1 mc/s ottenuto per differenza tra l'idrogramma delle

portate in arrivo e la portata massima smaltibile (15,1 mc/s), il volume d'acqua esondabile è stimabile nell'ordine di 10.000 mc. Dai rilievi topografici disponibili, integrati con la CTR 1:2000, è stata individuata una zona di invaso a monte del raccordo autostradale Siena Bettolle, in grado di contenere i volumi esondabili suddetti, raggiungendo una quota massima di invaso pari a 195,0 m slm, inferiore al rilevato della strada esistente. Le aree allagate rappresentate nella planimetria in scala 1:2000 individuano pertanto la zona a valle del tratto tombato del T. Riluogo, collocata a quota inferiore rispetto i tiranti idraulici nella zona di imbocco dello scatolare e delimitata a valle dal rilevato stradale del raccordo Siena – Bettolle. La presenza di muretti di accesso lungo la strada del Ruffolo impedisce l'incanalamento diretto delle portate non smaltibili dallo scatolare, che quindi andranno ad allagare la zona di valle, anche attraverso il sistema fognario delle acque meteoriche connesso. Per maggiore dettaglio circa le aree allagate in questa zona dovrebbe pertanto essere realizzato uno studio approfondito, con ricostruzione della rete fognaria collegata allo scatolare, in modo da simulare compiutamente gli effetti dell'entrata in pressione di tale manufatto.

- il ponticello della strada di campagna (sezione BO42) risulta sormontato per evento di piena con $Tr \geq 20$ anni.

Per quanto riguarda le zone a rischio allagamento si segnalano:

- la zona di Ruffolo a valle dell'imbocco dello scatolare fino al rilevato del raccordo stradale Siena Bettolle, per eventi con $Tr \geq 200$ anni;
- le aree in sinistra e destra idraulica, collocate a monte della confluenza con il T. Riluogo (sezioni da BO45 a BO30).