



Comune di
Castelfranco di Sopra

Provincia di Arezzo

Piano Strutturale

Arch. Marco Noverati
progettista

Arch. Gabriele Banchetti
Ufficio di Piano

 **G H E A**
GHEA ENGINEERING & CONSULTING

Geol. Luca Pagliuzzi
con la collaborazione di
Geol. Serena Vannetti
Indagini geologiche

 **SORGENTE INGEGNERIA**
Studio tecnico di ingegneria ambientale

Ing. Luca Rosadini – Ing. Leonardo Marini
con la collaborazione di
Ing. Jr. Valentina Lavacchini
Studi idraulici

Arch. Marco Noverati
Responsabile del Procedimento

Dicembre 2013

Approvato con Delibera di C.C. nr. 49 del 29 Dicembre 2013

RELAZIONE IDROLOGICO IDRAULICA

ELABORATO 4.10.2 (relazione integrativa a seguito dell'accoglimento delle osservazioni)

SOMMARIO

PREMESSA	3
1. EVENTO 24 OTTOBRE 2013	5
1.1 Descrizione dell'evento alluvionale.....	5
1.2 Dati pluviometrici evento 24 ottobre 2013	10
1.3 calcolo delle portate al colmo evento 24 ottobre 2013	13
1.4 Simulazione idraulica evento $T_r=5$ anni	15
1.5 Considerazioni conclusive	19
2. ZONA CAMPO CELLANI	21
2.1 Inquadramento.....	21
2.2 Rilievo fotografico	22
2.3 Modellazione idrologica	24
2.3.1 Parametri utilizzati.....	24
2.3.2 Valutazioni sullo scenario di riferimento	25
2.3.3 Condizioni al contorno di monte	25
2.3.4 Condizioni al contorno di valle	26
2.3.5 Analisi idrologica	26
2.4 Modello idraulico	28
2.4.1 Modello geometrico.....	28
2.4.2 Layout del modello idraulico	28
2.4.3 Coefficienti di resistenza al moto.....	29
2.4.4 Immissioni.....	29
2.5 Risultati delle simulazioni idrauliche	30
2.5.1 Tempo di ritorno trentennale	30
2.5.2 Tempo di ritorno duecentennale.....	32
2.5.3 Considerazioni finali	33
3. ZONA INDUSTRIALE BOTRIOLO	34
3.1 Inquadramento.....	34
3.2 Rilievo fotografico	35
3.3 Modellazione idrologica	38
3.3.1 Parametri utilizzati.....	38
3.3.2 Valutazioni sullo scenario di riferimento	39
3.3.3 Condizioni al contorno di monte	39
3.3.4 Condizioni al contorno di valle	40
3.3.5 Analisi idrologica	40
3.4 Modello idraulico	42
3.4.1 Modello geometrico.....	42

3.4.2 Layout del modello idraulico	42
3.4.3 Coefficienti di resistenza al moto.....	43
3.4.4 Immissioni.....	43
3.5 Risultati delle simulazioni idrauliche	44
3.5.1 Tempo di ritorno trentennale	44
3.5.2 Tempo di ritorno duecentennale.....	46
3.5.3 Considerazioni finali	48
4. TORRENTE FAELLA E FOSSO BARBERAIA	49
ALLEGATI	53

PREMESSA

Questa relazione fa parte dello studio idrologico-idraulico redatto, su incarico dell'Amministrazione Comunale di Castelfranco di Sopra, a supporto della Variante al Piano Strutturale del Comune di Castelfranco di Sopra (AR).

Nel dettaglio questa è una relazione integrativa redatta sulla base delle richieste effettuate dal Genio Civile di Arezzo ricevute dal Comune di Castelfranco in data 9 novembre 2013 (prot. 6479).

Poiché lo studio idraulico redatto per la variante al Piano Strutturale è alla base della proposta di modifica ed aggiornamento del Piano per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) dell'Autorità di Bacino del fiume Arno questo documento è redatto anche a supporto di questa procedura. I contenuti di questa relazione sono congruenti a quanto segnalato e richiesto dai tecnici istruttori dell'Autorità di Bacino durante vari incontri e nel sopralluogo in sito effettuato in data 9 dicembre 2013.

Per quanto riguarda il Genio Civile, sulla base dell'istruttoria effettuata sui contenuti degli elaborati redatti a supporto della variante al PS ed RU, sono stati richiesti alcuni approfondimenti su alcune tematiche, nel dettaglio:

1. Valutazioni degli effetti dell'evento alluvionale del 24 ottobre 2013 con ricostruzione del tempo di ritorno dell'evento e valutazione della bontà del modello idraulico adottato per il sistema Botriolo;
2. Estensione dello studio idraulico per valutare la pericolosità idraulica indotta da due fossi che scorrono in adiacenza a previsioni urbanistiche nella zona di Campo Cellani e nella zona industriale Botriolo (area Bowling);
3. Chiarimenti sulla modellazione del sistema torrente Faella e fosso Barberaia;
4. Viene inoltre richiesto di tenere conto di eventuali modifiche apportate durante l'istruttoria dell'Autorità di Bacino.

Per quanto riguarda l'Autorità di Bacino è stata segnalata la necessità di aggiornare le perimetrazioni di pericolosità idraulica proposte considerando anche i risultati delle modellazioni idrauliche dei due fossi richiesti dal Genio Civile (zona Campo Cellani e zona industriale Botriolo).

Questa relazione integrativa si svilupperà affrontando la tematica della taratura del modello idraulico per poi sviluppare l'estensione dello studio ai due corsi d'acqua richiesti. Fin da adesso è possibile segnalare che l'estensione dell'area indagata con

modello idraulico porterà alla modifica delle perimetrazioni di pericolosità idrauliche redatte ai sensi del Regolamento 53/R e ai sensi dell'allegato 2 del P.A.I.

La tabella seguente riporta l'elenco degli elaborati grafici redatti a supporto della variante al Piano Strutturale; in arancio sono evidenziati gli elaborati grafici variati in seguito alle integrazioni richieste da Genio Civile e Autorità di Bacino del Fiume Arno.

Variante al Piano Strutturale - elenco elaborati grafici		
N. Tavola	Titolo	Scala
TAV. IDR- 4.11 - SUD	CARTA DELLE AREE ALLAGABILI	1:10000
TAV. IDR- 4.12.1 - NORD	CARTA DELLE AREE A PERICOLOSITA' IDRAULICA	1:10000
TAV. IDR- 4.12.2 - SUD	CARTA DELLE AREE A PERICOLOSITA' IDRAULICA	1:10000
TAV. IDR- 4.12.3 – DETTAGLIO ZONA BOTRIOLO BORRO VALECCHI	CARTA DELLE AREE A PERICOLOSITA' IDRAULICA	1:10000
TAV. IDR- 4.13.1 – SUD	CARTA DELLE AREE A PERICOLOSITA' IDRAULICA - PAI	1:10000
TAV. IDR- 4.13.2 – SISTEMA BOTRIOLO – MOLINACCIO-FORNACE-SPINA	PROPOSTA DI MODIFICA DELLA CARTA DELLE AREE A PERICOLOSITA' IDRAULICA PAI ai sensi dell'art. 32 del NTA del Piano di Bacino del Fiume Arno, Stralcio "Assetto idrogeologico"	1:10000

1. EVENTO 24 OTTOBRE 2013

1.1 DESCRIZIONE DELL'EVENTO ALLUVIONALE

La mattina del 24 ottobre 2013 nel Valdarno si è verificato un evento meteorico significativo che ha provocato allagamenti in diverse località della vallata. Tale evento, nell'area del Botriolo, ha provocato una piena del borro della Spina e dei suoi affluenti ed ha fortemente sollecitato il reticolo idrografico minore costituito da fossi campestri che hanno come recapito finale il sistema idraulico di fondovalle (borro della Spina, borro della Fornace, borro del Molinaccio e fosso Steccata). Il sistema idraulico di fondovalle, nell'ambito dello studio idraulico redatto a supporto della variante al Piano Strutturale, è denominato sistema Botriolo.

In seguito ad una ricerca di dati relativi agli effetti causati dall'evento meteorico svolta in collaborazione con l'Ufficio Tecnico del Comune di Castelfranco, è stato possibile ricostruire ciò che si è verificato e che di seguito viene descritto.

Partendo da monte, la prima segnalazione di allagamento riguarda il tratto di borro della Fornace in sinistra e destra idraulica e il tratto terminale del fosso Steccata nell'area a monte della confluenza del borro Molinaccio.

Nel tratto di S.P. Botriolo antistante Campo Cellani si è verificato un allagamento della sede stradale con battente di alcuni centimetri causato da una generalizzata insufficienza del reticolo idrografico minore (costituito da fossi che raccolgono le acque provenienti dalle colline circostanti per recapitarle sul borro della Spina) aggravata anche dal mancato assorbimento dei deflussi da parte del borro della Spina. In questo tratto è presente un ponte che sotto attraversa la SP Botriolo; tale opera ha un'efficienza idraulica limitata e nel transito della piena del 24 ottobre 2013 il ponte è entrato in pressione; il tirante idrico a monte del ponte ha raggiunto il livello della sede stradale (forse per alcuni minuti è stato superato) mentre a valle è stato di poche decine di cm inferiore al piano stradale.

Più a valle, l'evento meteorico ha provocato allagamenti di aree agricole e campestri poste in adiacenza al corso d'acqua sia nel tratto a monte della confluenza del borro Renacciola (allagamenti in destra idraulica nel comune di Castelfranco di Sopra) che a valle di tale confluenza (allagamenti di zone agricole in destra idraulica nel comune di San Giovanni Valdarno). Questi allagamenti causati da esondazioni del borro della Spina non hanno interessato la SP del Botriolo.

Ancora più a valle, nel tratto fluviale in cui il borro della Spina scorre in adiacenza alla nuova rotatoria di S.Maria, il livello della piena è arrivato a lambire la vecchia sede stradale della SP Botriolo.

In alcuni tratti della SP Botriolo sono stati segnalati allagamenti di contenuta entità causati dall'insufficienza dei fossi del reticolo minore.

Di seguito di riportano alcune fotografie dell'evento scattate in loc. Campo Cellani, la prima durante il transito del colmo di piena la seconda circa due ore più tardi.



Foto 1.1 Borro della Spina al ponte SP Botriolo di Campo Cellani - vista a valle del ponte - 24-10-2013 ore 10:52



Foto 1.2 Borro della Spina al ponte SP Botriolo di Campo Cellani - vista a valle del ponte - 24-10-2013 ore 12:38

Di seguito si riportano alcune fotografie relative all'evento 24-10-2013 cortesemente fornite dal sito www.valdarnopost.it. Queste foto sono relative ai momenti successivi al transito del colmo di piena; non è disponibile l'ora esatta dello scatto ma è possibile vedere gli effetti dell'evento.



Foto 1.3 Borro della Spina nella curva della SP Botriolo a monte di Campo Cellani - vista verso monte (fonte www.valdarnopost.it).



Foto 1.4 Borro della Spina nella curva della SP Botriolo a monte di Campo Cellani - vista verso valle (fonte: www.valdarnopost.it).



Foto 1.5 SP Botriolo a valle di Campo Cellani – allagamenti causati dal reticolo minore - vista verso monte (fonte: www.valdarnopost.it).



Foto 1.6 Borro della Spina all'altezza della rotatoria di S. Maria - vista trasversale (fonte: www.valdarnopost.it).



Foto 1.7 SP Botriolo chiusa per all'altezza della Rotatoria S. Maria (fonte: www.valdarnopost.it).



Foto 1.8 Zona rotatoria S. Maria - vista della vecchia sede stradale della SP Botriolo (fonte: www.valdarnopost.it).

1.2 DATI PLUVIOMETRICI EVENTO 24 OTTOBRE 2013

La ricerca dei dati pluviometrici relativi all'evento del 24 ottobre è stata eseguita consultando le banche dati di:

- Centro Funzionale Servizio Idrologico Regionale della Toscana (<http://www.cfr.toscana.it/>);
- Servizio Idrologico Regionale della Toscana (<http://www.sir.toscana.it/>)

Si segnala che all'interno del bacino idrografico del borro della Spina è presente la stazione pluviometrica del pluviometro di Renacci. I dati raccolti da questa stazione sono quelli più significativi per la valutazione dell'evento meteorico.

Di seguito si riportano alcuni estratti dal sito del Centro Funzionale della Regione Toscana con la descrizione della stazione pluviometrica e la tabella dei dati di pioggia registrati il 24 ottobre 2013.

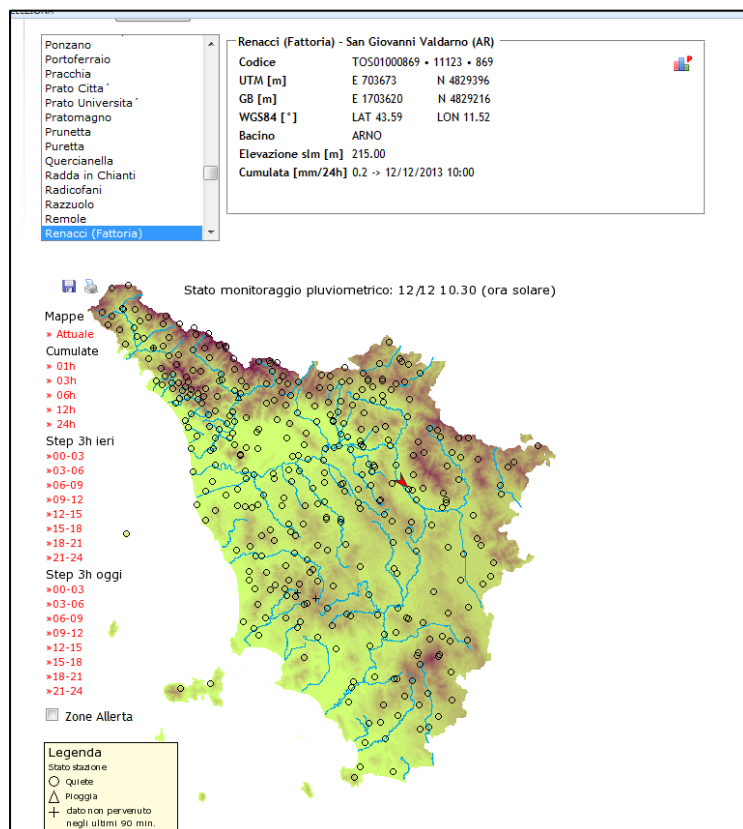


Figura 1.1 Estratto da sito CFR Regione Toscana. Stazione pluviometrica Renacci fattoria - ubicazione e dati.

Precipitazioni massime dati riferiti al 25/10/2013 09.00 (ora solare).
 [precipitazioni a 3 ore] [precipitazioni cumulate] [precipitazioni progresse]

Codice	Stazione	Provincia	Zona di allerta	Quota [m.slm]	Precipitazioni massime [mm]												Stime tempo di ritorno [anni]			
					dh1	--dh1	dh3	--dh3	dh6	--dh6	dh12	--dh12	dh24	--dh24	dh1	dh3	dh6	dh12	dh24	
TOS11000039	Anghiari	AR	E4	328	11.4	24/10 08.45	20.6	24/10 09.00	29.0	24/10 07.15	29.0	24/10 07.15	29.0	24/10 07.15	-	-	-	-	-	
TOS110000771	Arezzo	AR	E2	275	0.6	24/10 02.45	0.8	24/10 02.15	0.8	23/10 23.15	0.8	23/10 17.15	0.8	24/10 02.45	-	-	-	-	-	
TOS110000811	Badia Agnana	AR	E3	265	7.0	24/10 07.30	9.4	24/10 06.30	10.8	24/10 04.15	12.4	24/10 02.15	12.4	24/10 02.15	-	-	-	-	-	
TOS110000921	Badia Prataglia	AR	E1	845	15.6	24/10 07.45	28.4	24/10 06.30	32.8	24/10 05.30	35.0	24/10 02.45	35.0	24/10 02.45	-	-	-	-	-	
TOS30233300	Badia Tedalda	AR	E4	843	15.0	24/10 08.45	29.2	24/10 07.00	37.0	24/10 06.45	37.2	24/10 06.15	37.4	24/10 06.45	-	-	-	-	-	
TOS110000626	Bibbiena	AR	E1	415	16.8	24/10 07.30	32.4	24/10 07.15	41.8	24/10 06.00	43.8	24/10 02.45	43.8	24/10 02.45	-	2.5	2	-	-	
TOS110000611	Casaldioli	AR	E1	1111	16.6	24/10 07.30	28.6	24/10 06.30	33.8	24/10 05.00	38.6	24/10 02.00	38.6	24/10 02.00	-	-	-	-	-	
TOS11000071	Capezzano	AR	E2	327	6.8	24/10 06.45	16.6	24/10 06.45	19.0	24/10 04.30	19.0	24/10 04.30	19.0	24/10 04.30	-	-	-	-	-	
TOS110000516	Casa Rota	AR	E3	177	20.8	24/10 08.30	46.0	24/10 06.30	52.2	24/10 04.30	56.0	24/10 00.45	56.0	24/10 00.45	-	4.3	3.2	-	-	
TOS110000083	Castiglione Fibocchi	AR	E3	298	26.2	24/10 09.15	43.4	24/10 07.45	47.8	24/10 05.15	50.0	24/10 01.30	50.0	24/10 01.30	-	2.5	-	-	-	
TOS110000761	Castiglione Fiorentino	AR	E2	270	6.0	24/10 07.00	12.4	24/10 06.45	13.0	24/10 04.15	13.2	24/10 03.00	13.2	24/10 03.00	-	-	-	-	-	
TOS11000037	Cesa	AR	E2	247	6.2	24/10 08.00	11.0	24/10 06.30	12.0	24/10 03.15	12.2	24/10 02.30	12.2	24/10 02.30	-	-	-	-	-	
TOS110000112	Cesa Collina	AR	E2	268	5.4	24/10 08.00	5.6	24/10 08.00	6.0	24/10 08.00	6.0	24/10 08.00	6.0	24/10 08.00	-	-	-	-	-	
TOS110000701	Cesa Torina	AR	E2	420	7.6	24/10 06.45	15.6	24/10 06.30	16.0	24/10 06.00	16.0	24/10 06.00	16.0	24/10 06.00	-	-	-	-	-	
TOS110000084	Cortona S. Lorenzo	AR	E2	261	7.0	24/10 08.00	16.0	24/10 06.45	18.0	24/10 04.45	18.2	24/10 04.00	18.2	24/10 04.00	-	-	-	-	-	
TOS110000517	Il Piero	AR	E3	278	24.8	24/10 09.30	41.2	24/10 07.45	45.0	24/10 04.45	46.6	24/10 02.15	46.6	24/10 02.15	-	2	-	-	-	
TOS110000629	La Verna	AR	E1	1125	22.2	24/10 07.30	35.8	24/10 07.30	44.0	24/10 06.15	46.0	24/10 03.00	46.2	23/10 17.00	-	-	-	-	-	
TOS110000799	Laternina	AR	E3	210	8.0	24/10 09.00	19.4	24/10 07.30	21.4	24/10 05.45	22.6	24/10 02.15	22.6	24/10 02.15	-	-	-	-	-	
TOS110000741	Monte S. Savino	AR	E2	275	5.6	24/10 07.45	10.2	24/10 06.45	11.6	24/10 02.45	12.8	24/10 02.30	12.8	24/10 02.30	-	-	-	-	-	
TOS06000078	Montedoglio	AR	E4	412	15.2	24/10 08.30	29.2	24/10 08.30	40.6	24/10 07.00	40.8	24/10 04.45	40.8	24/10 04.45	-	-	-	-	-	
TOS110000991	Montemignato	AR	E1	745	11.8	24/10 07.00	25.6	24/10 07.00	34.2	24/10 04.00	36.8	24/10 02.00	36.8	24/10 02.00	-	-	-	-	-	
TOS110004571	Montevarchi	AR	E3	134	17.0	24/10 07.30	37.4	24/10 07.00	41.6	24/10 05.15	46.0	24/10 00.45	46.2	24/10 00.45	-	-	-	-	-	
TOS110000601	Ostiganano	AR	E1	375	20.8	24/10 07.15	42.0	24/10 07.00	54.4	24/10 05.45	59.8	24/10 02.30	59.8	24/10 02.30	-	5.3	4.9	2	-	
TOS110000038	Ottavo	AR	E2	380	5.4	24/10 08.00	9.2	24/10 06.45	9.8	24/10 04.00	10.4	24/10 02.45	10.4	24/10 02.45	-	-	-	-	-	
TOS110000881	Plan di Sco'	AR	E3	395	14.0	24/10 08.00	31.8	24/10 06.00	36.8	24/10 04.45	40.0	24/10 01.15	40.0	24/10 01.15	-	-	-	-	-	
TOS110000869	Renacci Fattoria	AR	E3	215	18.4	24/10 08.30	42.2	24/10 06.30	47.8	24/10 05.15	52.0	24/10 00.45	52.0	24/10 00.45	-	4.5	3.1	-	-	
TOS11000081	Sarnano	AR	E1	229	20.8	24/10 09.00	34.0	24/10 07.00	39.2	24/10 05.00	43.0	24/10 02.15	43.0	24/10 02.15	-	-	-	-	-	
TOS110000026	Sestino	AR	E4	998	12.0	24/10 08.00	22.2	24/10 07.00	23.0	24/10 07.15	23.4	24/10 06.30	23.6	24/10 06.30	-	-	-	-	-	
TOS110004379	Stia	AR	E1	537	14.8	24/10 07.15	21.4	24/10 06.00	25.8	24/10 04.15	28.6	24/10 02.00	28.6	24/10 02.00	-	-	-	-	-	
TOS110000105	Stia Monta	AR	E1	838	11.6	24/10 07.30	21.0	24/10 05.45	27.6	24/10 03.00	31.0	24/10 02.00	31.0	24/10 02.00	-	-	-	-	-	
TOS110000571	Valleruciole	AR	E1	745	6.4	24/10 07.00	12.6	24/10 05.45	17.4	24/10 03.45	19.2	24/10 01.45	19.2	24/10 01.45	-	-	-	-	-	
TOS110000861	Villa dell'Olto	AR	E3	300	11.2	24/10 08.45	30.2	24/10 06.45	38.2	24/10 05.00	41.6	24/10 01.30	41.6	24/10 01.30	-	-	-	-	-	
TOS110000502	Zoo di Poppi	AR	E3	420	29.0	24/10 07.30	47.2	24/10 06.30	52.4	24/10 04.45	55.2	24/10 02.15	55.2	24/10 02.15	-	3.2	-	-	-	

Figura 1.2 Estratto da sito CFR Regione Toscana. Stazione pluviometrica Renacci fattoria – precipitazioni 24-10-2013.

La stazione pluviometrica di Renacci fattoria ha registrato un'altezza di pioggia di 42.2 mm per durata t=3 ore. Le curve di possibilità pluviometrica (CPP) sono espresse nella classica equazione di forma monomia nella quale il totale h[mm] dell'altezza di precipitazione è espresso in funzione della durata d[ore] dell'evento e del suo tempo di ritorno T[anni]:

$$h = at^n T_r^m$$

Dalla suddetta equazione è possibile ricostruire il tempo di ritorno di un evento meteorico data l'altezza di pioggia registrata per una determinata durata ed i coefficienti della relativa CPP elaborata per la stazione pluviometrica in esame.

Il Centro Funzionale di Regione Toscana ha effettuato una stima del tempo di ritorno utilizzando le CPP della stazione di Renacci fattoria (i cui dati relativi a durate superiori all'ora sono riportati nella tabella seguente) stimando così un tempo di ritorno di 4.5 anni.

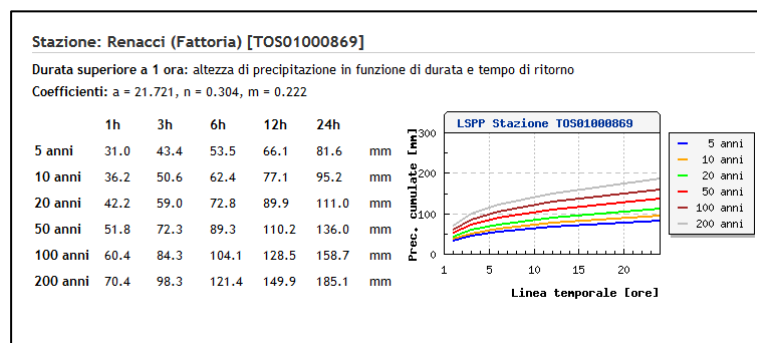


Figura 1.3 CFR Regione Toscana. Estratto da report eventi meteo-idrologici dei giorni 23-24 ottobre 2013.

La figura seguente riporta la mappatura delle stazioni regionali con tempi di ritorno significativi elaborata per l'evento 23-24 ottobre 2013. La stazione Renacci fattoria è classificata come stazione gialla con tempi di ritorno compresi tra 2.1 e 5 anni.

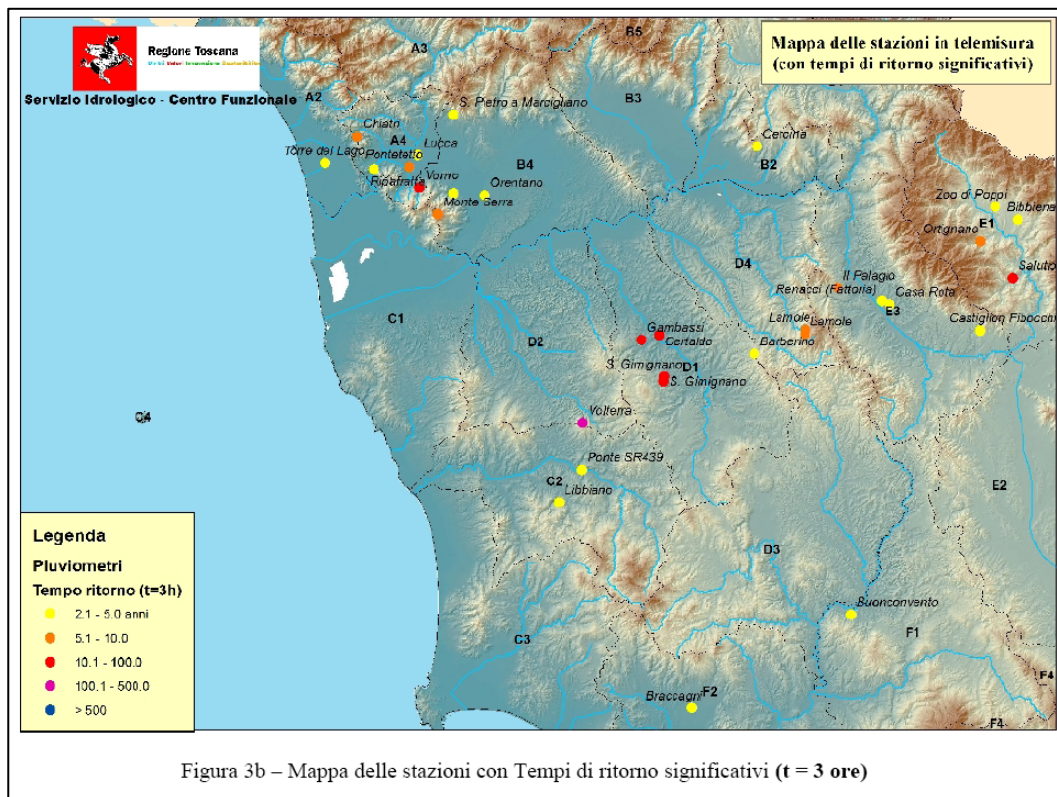


Figura 1.4 CFR Regione Toscana. Estratto da report eventi meteo-idrologici dei giorni 23-24 ottobre 2013.

L'elaborazione idrologica condotta per il sistema Botriolo nell'ambito dello studio idraulico a supporto della variante al Piano Strutturale e Regolamento Urbanistico è stata eseguita utilizzando il codice di calcolo ALTO 2000 con l'aggiornamento delle CPP al 2004.

Adottando la medesima metodologia del CFR Regione Toscana abbiamo valutato il tempo di ritorno per le varie curve di possibilità pluviometrica contenute nel database di ALTO 2000 ed utilizzate nella modellazione idrologica del sistema Botriolo. In questa valutazione si va ad assumere che la pioggia si sia verificata con le medesime caratteristiche di quella registrata dalla stazione pluviometrica di Renacci fattoria su tutti i bacini considerati. Tale ipotesi è semplificativa ma realistica vista l'ubicazione della stazione pluviometrica (che è interna al bacino del borro della Spina) e la dimensione molto contenuta dei bacini imbriferi valutati. I risultati di tali valutazioni sono riportati nella tabella seguente.

EVENTO 24-10-2013 VALUTAZIONE TEMPO DI RITORNO							
STIMA DEL TEMPO DI RITORNO SULLE CPP D>1H DI ALTO 2000							
Piogge registrate		Dh1 ora	Dh3 ore	Dh6 ore			
RENACCI fattoria		1	3	6			
data 24-10-2013		[mm]	[mm]	[mm]			
		18.4	42.2	47.8			
			Dati CPP d>1h di ALTO 2000		Stima del tempo di ritorno		
Bacino		Cpp_a	Cpp_n	Cpp_m	Durata 1 ora	Durata 3 ore	Durata 6 ore
		[mm/ore*n/anni*m]	[-]	[-]	Tr=	Tr=	Tr=
					[anni]	[anni]	[anni]
Fornace monte		21.334	0.302	0.213	0.50	5.18	3.48
Steccata		21.334	0.302	0.213	0.50	5.18	3.48
Molinaccio A		20.375	0.319	0.234	0.65	5.02	3.33
Molinaccio B		21.334	0.302	0.213	0.50	5.18	3.48
Molinaccio valle		20.375	0.319	0.234	0.65	5.02	3.33
Spina interbacino 1-A		20.375	0.319	0.234	0.65	5.02	3.33
Spina interbacino 2-A		21.334	0.302	0.213	0.50	5.18	3.48
Spina interbacino 3-A		20.387	0.318	0.232	0.64	5.10	3.38
Spina TOT Valle		20.387	0.318	0.232	0.64	5.10	3.38

Nota: l'elaborazione idrologica eseguita per il sistema Botriolo è stata effettuata sulla base dei dati di ALTO 2000 aggiornati con le CPP 2004

Tabella 1.1 Valutazione del tempo di ritorno evento 24-10-2013 per i bacini idrografici utilizzati nella modellazione idrologica del sistema Botriolo.

Sulla base delle valutazioni svolte possiamo stimare che il tempo di ritorno dell'evento del 24 ottobre 2013 per le CPP utilizzate nella modellazione idrologico-idraulica del sistema Botriolo è di 5 anni.

Le analisi svolte mostrano che l'evento meteorico verificatosi la mattina del 24 ottobre 2013 ha una frequenza elevata e non si tratta di un evento particolarmente severo per i bacini in esame.

1.3 CALCOLO DELLE PORTATE AL COLMO EVENTO 24 OTTOBRE 2013

Valutato il tempo di ritorno dell'evento meteorico, è possibile effettuare il calcolo delle portate al colmo per i vari bacini analizzati nel sistema Botriolo. Di seguito si riportano i dati del modello idrologico Botriolo (già riportati nella relazione idraulica della variante al PS) e la tabella del calcolo delle portate al colmo. Si precisa che il calcolo è stato condotto utilizzando la durata di pioggia critica del bacino SpinaTotValle (bacino completo chiuso alla confluenza sul Riofi), che è pari a 2.65 ore, a tutti i bacini imbriferi valutati nel modello idrologico del sistema Botriolo.

Modello Botriolo (Sistema Molinaccio-Fornace-Spina) - Parametri Morfologici e idrologici											
Nome	Area Bacino Km ²	la mm	Ks mm/h	N -	K h	durata < 1h			durata > 1h		
						a1	n1	m1	a	n	m
-											
MOLINACCIO A	0.506	19.03	0.775	1.855	0.226	19.989	0.214	0.19	20.375	0.319	0.234
MOLINACCIO B	0.123	3.3	0	2.505	0.078	21.374	0.27	0.17	21.334	0.302	0.213
MOLINACCIO VALLE	0.516	14.3	0.451	2.022	0.266	19.989	0.214	0.19	20.375	0.319	0.234
FORNACE MONTE	6.016	12.1	1.259	2.397	0.467	21.374	0.27	0.17	21.334	0.302	0.213
STECCATA	0.990	13.3	0.564	4.19	0.14	21.374	0.27	0.17	21.334	0.302	0.213
SPINA INT_1-A	0.983	11.271	0.899	2.464	0.533	19.989	0.214	0.19	20.375	0.319	0.234
SPINA INT_2-A	2.210	10.371	0.738	2.515	0.571	21.374	0.27	0.17	21.334	0.302	0.213
SPINA INT_3-A	6.197	9.152	0.67	2.686	0.653	20.195	0.227	0.19	20.387	0.318	0.232
SPINA TOT VALLE	17.540	9.152	0.67	2.686	0.653	20.195	0.227	0.19	20.387	0.318	0.232

Nota: il bacino SPINA TOT VALLE è il bacino completo chiuso alla confluenza sul Riofi ed è riportato in tabella per chiarezza espositiva anche se è un dato non utilizzato nel modello idrologico allestito per il sistema Botriolo

Tabella 1.2 Modello idrologico Botriolo - Parametri morfologici ed idrologici.

MODELLO BOTRIOLO (SISTEMA BORRO MOLINACCIO-FORNACE-SPINA) VALUTAZIONE EVENTO METEORICO DEL 24-10-2013 CALCOLO PORTATE AL COLMO PER TR=5 ANNI							
RISULTATI SIMULAZIONI IDROLOGICHE - PORTATE AL COLMO - Dc critico SPINA							
Corso d'acqua	Tempo di ritorno	Durata critica	Precipitazione totale	Precipitazione netta	Intensità di precipitazione	Kr	Portata
[anni]	[anni]	[h]	[mm]	[mm]	[mm/h]	[-]	[mc/s]
SPINA TOT_VALLE	5	2.649	40.371	28.259	15.238	0.937	49.583
MOLINACCIO A	5	2.649	40.515	20.493	15.295	0.998	2.05
MOLINACCIO B	5	2.649	40.339	37.158	15.228	1	0.544
MOLINACCIO VALLE	5	2.649	40.515	25.794	15.295	0.998	2.119
STECCATA	5	2.649	40.339	26.339	15.228	0.996	4.02
FORNACE MONTE	5	2.649	40.339	25.478	15.228	0.978	20.004
SPINA INT-1-A	5	2.649	40.515	27.538	15.295	0.996	3.231
SPINA INT-2-A	5	2.649	40.339	28.612	15.228	0.992	7.126
SPINA INT-3-A	5	2.649	40.37	29.553	15.24	0.976	18.299

Tabella 1.3 Modello idrologico Botriolo – Calcolo delle portate al colmo evento TR=5 anni.

I risultati delle simulazioni idrologiche condotte mostrano che la precipitazione totale è di poco superiore a 40 mm valore congruente con quanto registrato dal pluviometro di Renacci fattoria la mattina del 24 ottobre 2013.

Le simulazioni idrologiche oltre che i valori di portata al colmo permettono di definire gli idrogrammi di piena dei bacini analizzati; tali dati sono stati inseriti come input idrologico nel modello idraulico allestito in ambiente Infoworks ICM nell'ambito dello studio idraulico redatto a supporto della variante al Piano Strutturale.

1.4 SIMULAZIONE IDRAULICA EVENTO $Tr=5$ ANNI

Il passo successivo è stato quello di effettuare le simulazioni idrauliche con i valori delle portate in ingresso valutati per $Tr=5$ anni e quindi congruenti con l'evento del 24 ottobre 2013. L'analisi dei risultati della simulazione idraulica, incrociata con quanto realmente accaduto, consentirà di valutare la bontà del modello idraulico adottato.

Si precisa che il modello idraulico utilizzato è la rete allestita in ambiente Infoworks ICM per la definizione delle pericolosità idrauliche nella variante del Piano Strutturale senza alcun tipo di modifica; per la descrizione del modello idraulico si rimanda integralmente alla relazione idraulica del Piano Strutturale.

Nel tratto del borro Molinaccio analizzato non sono state segnalate criticità durante l'evento del 24 ottobre 2013. Nella zona della sua confluenza sul borro della Spina invece è stata segnalata l'esondazione del borro della Fornace in sinistra e destra idraulica e del tratto finale del fosso Steccata.

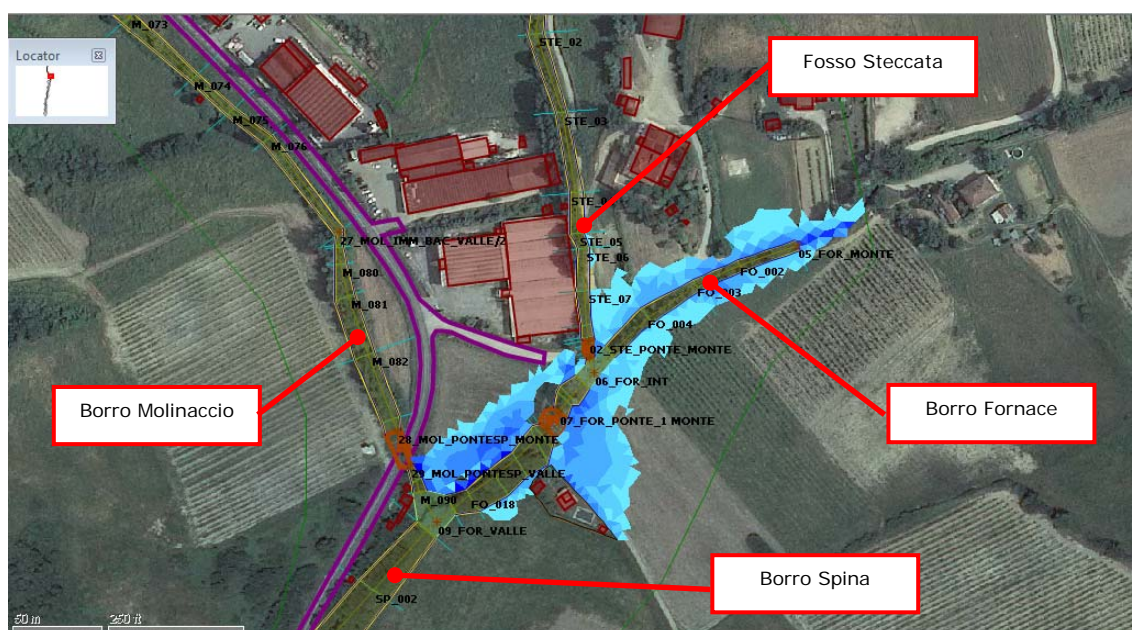


Figura 1.5 Estratto da ICM – Evento $Tr=5$ anni - Massimo allagamento - Area di confluenza Molinaccio-Spina.

I risultati della simulazione idraulica eseguita con ICM segnalano criticità con multipli fronti di esondazione in quest'area, come in effetti si è verificato nell'evento del 24 ottobre.

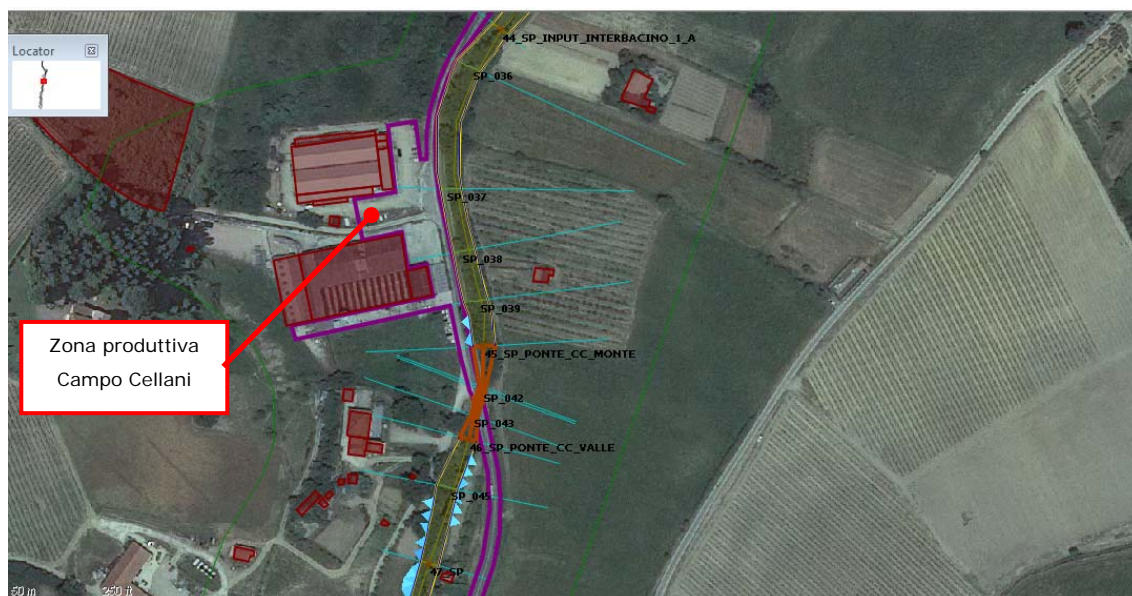


Figura 1.6 Estratto da ICM – Evento TR=5anni - Massimo allagamento – Tratto Campo Cellani

Per quanto riguarda il tratto antistante Campo Cellani, la simulazione idraulica mostra il verificarsi di limitati fronti di esondazione dal dominio monodimensionale al dominio 2D. Le verifiche mostrano che il ponte della SP Botriolo antistante Campo Cellani entra in pressione ed il livello del tirante idrico raggiunge la quota della strada come, in effetti, si è verificato il 24 ottobre. Come già descritto, per poco tempo durante l'evento può essersi verificato il sormonto della sede stradale e ciò può essere ascritto alle modalità in cui il deflusso di una piena avviene realmente con la presenza di materiale solido galleggiante (legname ed altro) che nella fase di passaggio all'interno della luce del ponte possono temporaneamente incastrarsi e provocare innalzamenti del tirante idrico.

La figura seguente riporta il massimo tirante idrico in corrispondenza della sezione SP_040 ubicata immediatamente a monte del ponte sulla SP Botriolo; si nota che il livello idrico supera il ciglio di sponda destro di alcuni cm attivando il trasferimento sulla zona 2D, ciò in planimetria si apprezza notando i triangoli di allagamento in destra idraulica a monte del ponte.

La figura successiva riporta il profilo del tratto in esame con l'andamento altimetrico del tirante idrico, del ciglio di sponda destro e sinistro. Si nota come la simulazione effettuata sia essenzialmente congruente con quanto accaduto poiché il livello del pelo libero raggiunge e sormonta il ciglio di sponda destro.

Si precisa inoltre che i risultati delle simulazioni idrauliche non tengono conto dell'insufficienza del reticolo minore. Durante l'evento questa zona, così come altri

tratti di SP Botriolo, si sono allagati (con battenti limitati) principalmente a causa del mancato assorbimento dei deflussi da parte del reticolo minore (costituito da fossi e canalizzazioni che recapitano le acque delle colline limitrofe sul reticolo principale) anche a causa di parzializzazioni delle sezioni idrauliche indotte dal trasporto solido (materiale terroso proveniente dalle colline coltivate) e di insufficiente manutenzione del reticolo minore.

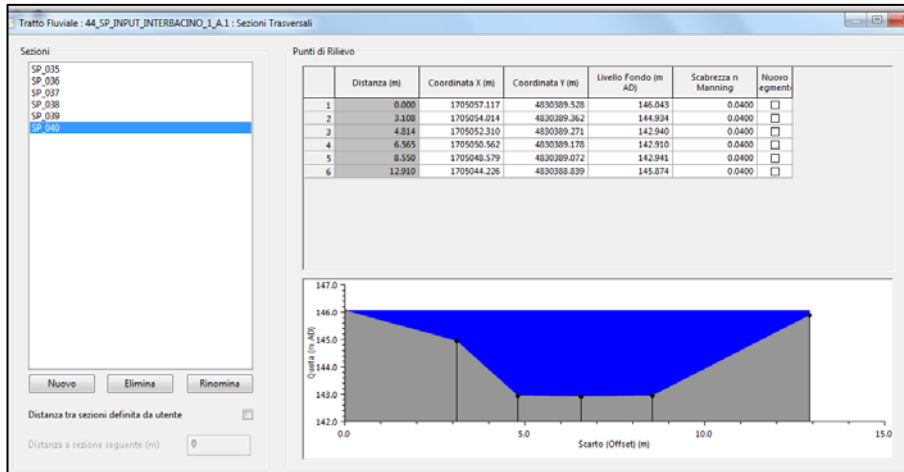


Figura 1.7 Estratto da ICM – Evento TR=5anni - Massimo allagamento – Tratto Campo Cellani – Sez. SP_040

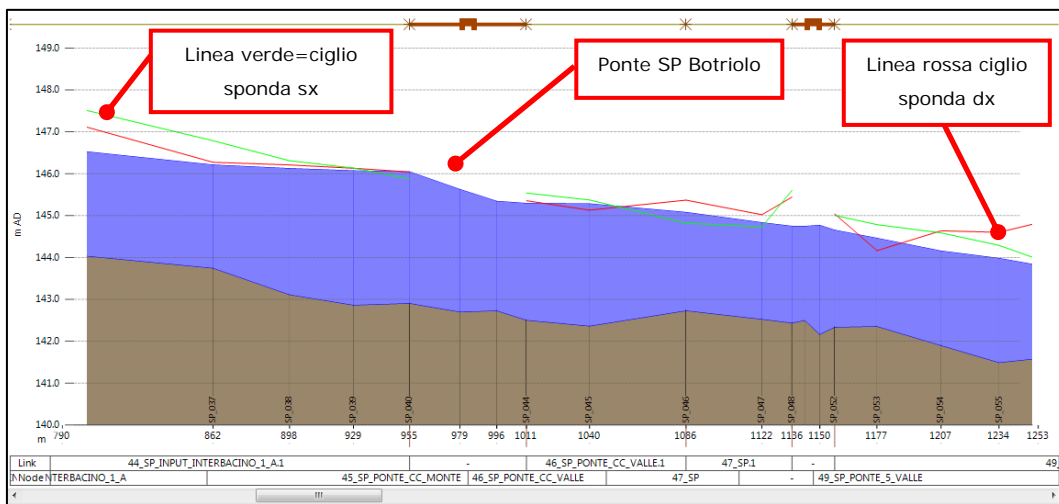


Figura 1.8 Estratto da ICM – Evento TR=5anni - Massimo allagamento – Profilo idraulico tratto Campo Cellani

Di seguito si riportano gli estratti di ICM relativi al tratto di Spina alla confluenza del Renacciola e a monte dell’abitato di S. Maria. Le simulazioni mostrano molteplici fronti di esondazione, principalmente in sinistra idraulica, che interessano zone agricole come in effetti si è verificato nell’evento del 24 ottobre 2013.

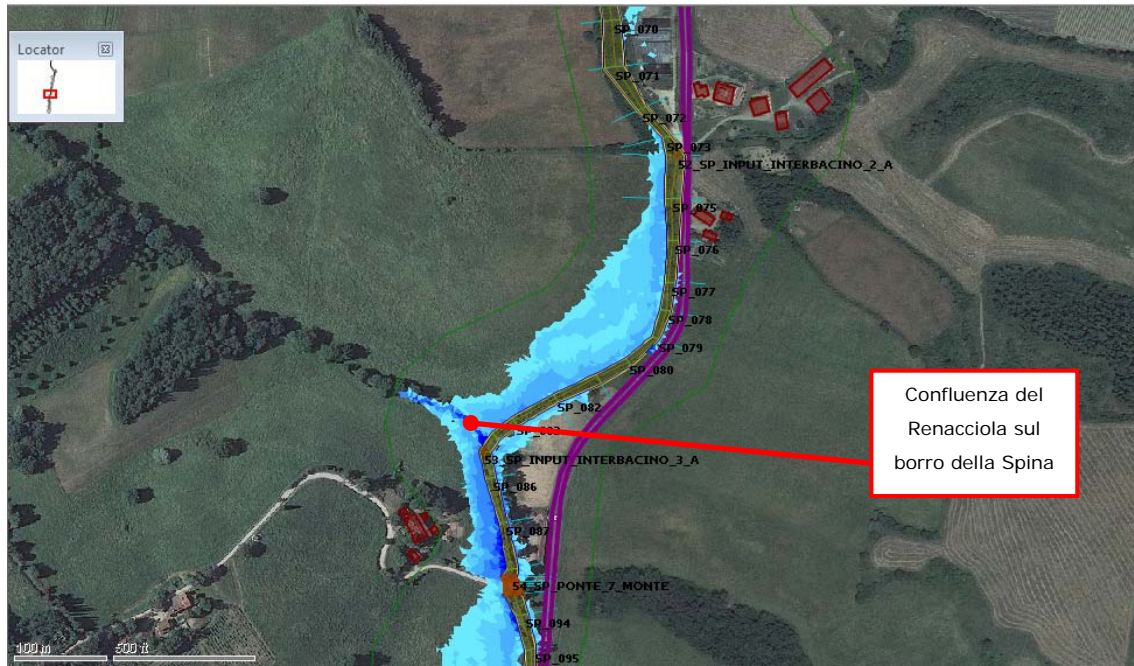


Figura 1.9 Estratto da ICM – Evento TR=5anni - Massimo allagamento – Tratto Spina alla confluenza del Renacciola.

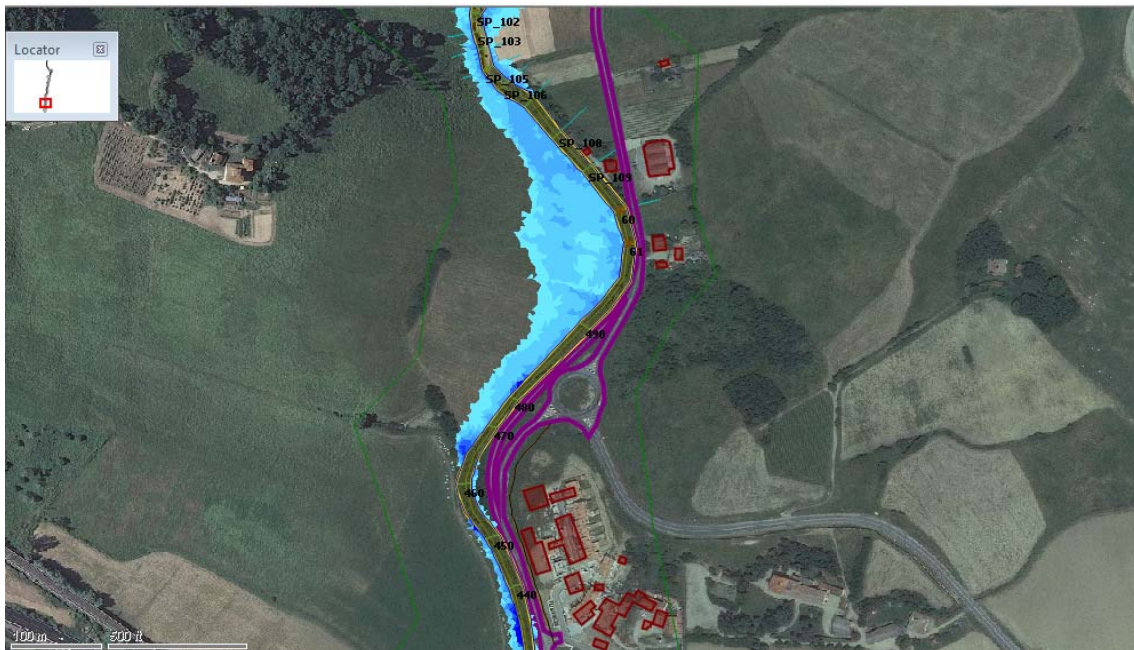


Figura 1.10 Estratto da ICM – Evento TR=5anni - Massimo allagamento – Tratto Spina a monte di S.Maria.

In relazione a quanto verificatosi nel tratto della nuova rotatoria di S. Maria, dove la piena ha lambito e parzialmente interessato la vecchia sede stradale della SP Botriolo, si nota che le simulazioni idrauliche mostrano l'instaurarsi di tiranti idrici che raggiungono il ciglio di sponda sinistro. La figura seguente riporta la sezione 480

nell'istante di massimo allagamento; è possibile verificare che la piena transita alla quota del ciglio di sponda sinistro.

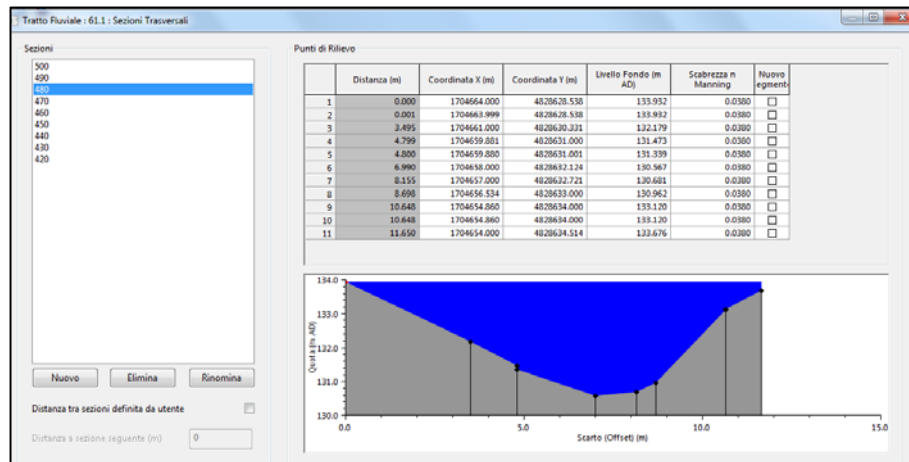


Figura 1.11 Estratto da ICM – Evento TR=5anni - Massimo allagamento – Sez. 480

1.5 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Il lavoro svolto attraverso l'analisi dei dati pluviometrici dell'evento del 24 ottobre 2013 ha consentito la ricostruzione del tempo di ritorno e la valutazione delle portate di riferimento secondo lo schema idrologico allestito con ALTO2000. L'evento meteorico verificatosi ha un tempo di ritorno di circa 5 anni; l'evento accaduto quindi ha una frequenza elevata e non è da considerarsi un evento estremo.

Le simulazioni idrauliche condotte inserendo le portate così calcolate nel modello idraulico del sistema Botriolo allestito in ambiente Infoworks ICM ci forniscono risultati confortanti sulla bontà del modello idraulico adottato in quanto il modello segnala le criticità che in effetti si sono verificate durante l'evento reale del 24 ottobre.

I risultati delle simulazioni mostrano infatti una sostanziale congruenza con quanto realmente accaduto.

E' comunque opportuno precisare che le modalità di deflusso di una piena reale hanno aspetti che il codice di calcolo non può valutare, basti pensare ai materiali flottanti (legname, arbusti ed altro) trasportati dalla corrente e che possono costituire notevoli criticità in corrispondenza dei ponti.

L'analisi eseguita consente inoltre di segnalare che nonostante l'evento del 24 ottobre 2013 non sia stato un fenomeno eccezionale, si sono verificate alcune criticità che manifestano sostanziali inadeguatezze delle sezioni idrauliche in alcuni tratti del sistema idraulico Botriolo. E' poi opportuno segnalare che, anche in presenza di sezioni idrauliche non adeguate al transito delle piene di riferimento, la manutenzione dei corsi d'acqua (taglio vegetazionale, pulizia dei fossi, manutenzione del reticolo idrografico minore) riveste un aspetto fondamentale per il mantenimento di una pur limitata efficienza del sistema di drenaggio.

2. ZONA CAMPO CELLANI

2.1 INQUADRAMENTO

Sulla zona di Campo Cellani la richiesta del Genio Civile riguarda lo studio di un fosso campestre affluente destro del borro della Spina. Il bacino imbrifero del fosso in oggetto si estende dai rilievi collinari a tergo dell'attuale zona produttiva di Campo Cellani sino al borro Spina per un'area complessiva di 0.137 kmq.

Il fosso scorre nella parte più collinare a cielo aperto tra boschi ed aree coltivate sino a raggiungere l'area a tergo della zona produttiva dove inizia un tratto tombato lungo circa 170 m e che raggiunge il borro della Spina.

Il tratto tombato è stato realizzato sotto una strada vicinale confinata dai muretti perimetrali dei resede delle due attività produttive presenti. Sul rilievo fotografico riportato nel paragrafo successivo è possibile verificare che la strada vicinale occupa quasi integralmente lo spazio presente tra i muretti perimetrali. Tale strada è utilizzata per l'accesso alle aree agricole poste a monte di Campo Cellani e per raggiungere alcuni residenze private.

Il tratto tombato inizia a monte con una tubazione in CLS DN800 mentre in corrispondenza della confluenza sul Botriolo esiste un tombino scatolare in cemento armato 1.5x1.5m dove arrivano due tubazioni accoppiate in CLS DN 800 che pochi metri a monte diventano DN600 (vedere anche il rilievo fotografico di seguito riportato). Durante il rilievo in sito non sono stati individuati pozzetti di ispezione nel tratto tombato. La modellazione di questa canalizzazione è stata quindi eseguita sulla base dei dati disponibili effettuando ipotesi realistiche sulla pendenza delle condotte.

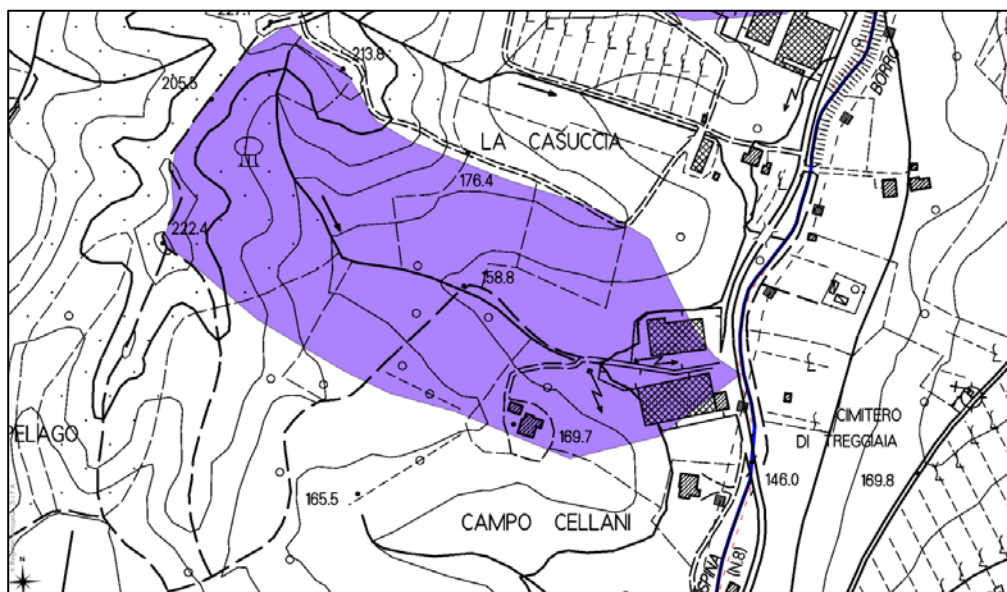


Figura 2.1 Cartografia 10K con estensione del bacino del fosso Campo Cellani



Figura 2.2 Cartografia 10K sovrapposta con ortofoto.

Il modello idraulico è stato allestito con l'inserimento delle seguenti tubazioni (da monte verso valle): tubo CLS DN 800, due tubi CLS DN600 accoppiati e tombino scatolare rettangolare 1.5x1.5m. Le due tubazioni CLS DN800 lunghe circa 3 metri non sono state modellate poiché sono influenti sulle modalità di deflusso.

2.2 RILIEVO FOTOGRAFICO



Foto 2.1 Fosso Campo Cellani vista attraversamento alla sez. CC_071 (vista verso monte).



Foto 2.2 Fosso Campo Cellani vista tratto a valle dell' attraversamento alla sez CC_071 (vista verso valle).



Foto 2.3 Fosso Campo Cellani vista zona inizio tratto tombato lato monte (vista verso valle).



Foto 2.4 Fosso Campo Cellani vista strada vicinale (vista verso monte).



Foto 2.5 Fosso Campo Cellani vista strada vicinale (vista verso valle).



Foto 2.6 Fosso Campo Cellani vista strada vicinale dalla SP Botriolo.



Foto 2.7 Fosso Campo Cellani tombino sotto SP Botriolo (vista verso monte).



Foto 2.8 Fosso Campo Cellani tombino sotto SP Botriolo particolare tubazioni CLS DN 800 e DN 600 (vista verso monte).

2.3 MODELLAZIONE IDROLOGICA

2.3.1 PARAMETRI UTILIZZATI

La stima delle portate al colmo è stata sviluppata con l'utilizzo del codice di calcolo ALTO 2000. Poiché questo fosso non è stato processato nell'ambito della regionalizzazione delle portate di piena, è stato necessario valutare i parametri morfologici I_a , K_s , n e k attraverso una analisi specifica di seguito dettagliata. Per quanto riguarda i dati di pioggia, sono state utilizzate le curve di possibilità pluviometrica CPP della limitrofa stazione di Renacci Fattoria (cod. 870 servizio idrografico).

Il parametro I_a (perdita iniziale) nel modello ALTO 2000 è stato correlato alla percentuale della frazione boscata del bacino imbrifero oggetto di valutazione. Nel caso del Fosso Campo Cellani è stata effettuata una valutazione del parametro I_a attraverso l'analisi sulla cartografia CTR 2k sovrapposta ad ortofotocarta. Il parametro I_a è stato poi calcolato secondo l'espressione:

$$I_a = 3.3 + 22 \cdot F_{boscata}$$

Nel caso in oggetto abbiamo valutato per il Fosso di Campo Cellani l'area della frazione boscata di 0.127 Km², su una superficie totale del bacino imbrifero di 0.137 Km², ottenendo $I_a = 23.649$ mm.

Il parametro K_s (perdita costante per infiltrazione a saturazione) nel modello ALTO 2000 è stato correlato alla tipologia di sottosuolo sulla base della carta geolitologica in scala 1:25.000. Per la stima di tale parametro è stata effettuata una analisi di dettaglio sulla base dei dati geolitologici contenuti nelle tavole del Piano Strutturale del Comune Castelfranco di Sopra e sulla base della tabella contenuta negli elaborati della "Regionalizzazione delle portate di piena in Toscana" che indica, per le varie classi geolitologiche, il campo di variabilità del parametro K_s .

I risultati, riportati in dettaglio di seguito, portano ad individuare per il Fosso di Campo Cellani $K_s = 0.602$ mm/h.

Per quanto riguarda i parametri di Nash n (parametro di forma) e k (fattore di scala) il calcolo di tali parametri è stato effettuato considerando per n il valore medio di 2.5 (Rossi e Villani, 1994; Bacchi, 1998), e provvedendo alla stima di k tramite la relazione (Bacchi et al. 1989):

$$K = \frac{(N-1)^{N-1} e^{-(n-1)}}{2\Gamma(N)} Tc$$

dove Γ è la funzione gamma generalizzata, T_c il tempo di corrivazione del bacino stimabile con la formula di Giandotti (Autorità di Bacino del fiume Arno - PAI Relazione 2002).

Il tempo di corrivazione del bacino imbrifero è stato valutato attraverso l'applicazione di varie formulazioni (Giandotti, Giandotti modificato per piccoli bacini, Puglisi, Pezzoli). Dallo studio dei risultati abbiamo deciso di considerare il T_c ottenuto come la media della formulazione di Giandotti e di Giandotti modificato per i piccoli bacini, ottenendo un valore di 0.559 ore per il Fosso di Campo Cellani. Dal valore del tempo di corrivazione è possibile stimare k attraverso la relazione di Bacchi et al. ottenendo $k=0.086$ [h].

2.3.2 VALUTAZIONI SULLO SCENARIO DI RIFERIMENTO

Per quanto riguarda il fosso Campo Cellani si è considerato un unico scenario, denominato BETA, in cui si sono calcolati i parametri morfologici e idrologici e montato un modello idraulico separato da quello generale del sistema Botriolo, considerando così solamente il fosso Campo Cellani (con le opportune condizioni di valle ottenute dal modello generale).

2.3.3 CONDIZIONI AL CONTORNO DI MONTE

Per ogni tempo di ritorno analizzato è stata calcolata la durata di pioggia critica che massimizza l'afflusso del relativo corso d'acqua e in funzione di questa sono stati calcolati i relativi idrogrammi di piena. Gli idrogrammi così ottenuti rappresentano la condizione al contorno di monte per il tratto fluviale analizzato.

2.3.4 CONDIZIONI AL CONTORNO DI VALLE

La condizione di valle per il modello idraulico del fosso Campo Cellani è stata ricavata dal modello generale del sistema Botriolo estraendo i dati relativi al livello idrico massimo atteso alla confluenza del fosso Campo Cellani. I livelli maggiori alla confluenza risultano essere quelli relativi allo scenario ALPHA del modello sistema Botriolo.

Si è imposto il livello massimo come livello statico per tutta la durata della simulazione del fosso Campo Cellani (questa assunzione ci pone a favore di sicurezza).

MODELLO IDRAULICO FOSSO CAMPO CELLANI	
CONDIZIONE DI VALLE estratto da risultati modello sistema Botriolo	
Tr	Livello alla confluenza sul borro Spina
[anni]	[m slm]
30	146.28
100	147.12
200	147.25
500	148.48

Tabella 2.1 Modello fosso Campo Cellani - condizione di valle.

2.3.5 ANALISI IDROLOGICA

Si riportano di seguito i parametri morfologici ed idrologici utilizzati ed i risultati numerici attraverso il codice di calcolo ALTO2000.

Fosso Campo Cellani - Parametri Morfologici e idrologici											
Nome	Area Bacino	Ia	Ks	N	K	durata < 1h			durata > 1h		
						a1	n1	m1	a	n	m
-	Kmq	mm	mm/h	-	h		-	-		-	
FOSSO CCELLANI	0.137	23.649	0.602	2.5	0.086	19.989	0.214	0.19	21.717	0.304	0.222

Tabella 2.2 Modello fosso Campo Cellani – parametri morfologici ed idrologici.

Di seguito si riportano in forma tabellare e grafica i risultati delle simulazioni idrologiche condotte con ALTO2000.

MODELLO IDROLOGICO FOSSO CCELLANI							
PORTATE AL COLMO PER CIASCUN TEMPO DI RITORNO							
SCENARIO BETA- Dc critico Ccellani							
Corso d'acqua	Tempo di ritorno	Durata critica	Precipitazione e totale	Precipitazione e netta	Intensità di precipitazione	Kr	Portata
	[anni]	[h]	[mm]	[mm]	[mm/h]	[-]	[mc/s]
FOSSO CCELLANI	500	0.477	68.833	45.915	144.557	0.999	4.519
FOSSO CCELLANI	200	0.477	56.163	33.245	117.95	0.999	3.408
FOSSO CCELLANI	100	0.477	48.153	25.235	101.127	0.999	2.706
FOSSO CCELLANI	30	0.747	42.259	19.134	56.612	0.999	1.752

Tabella 2.3 Modello fosso Campo Cellani – risultati simulazioni idrologiche condotte con ALTO 2000.

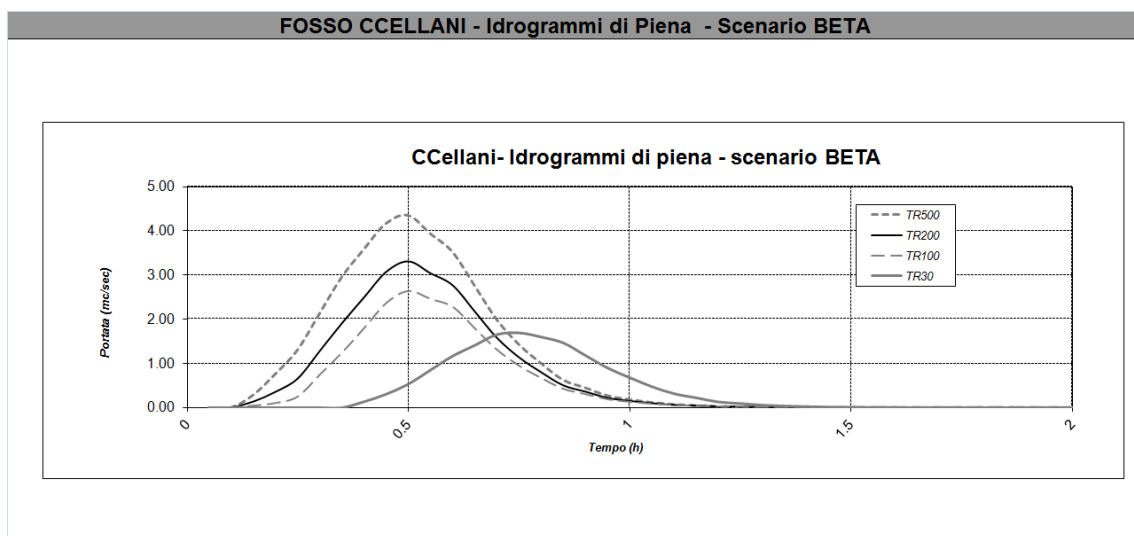


Figura 2.3 Modello fosso Campo Cellani – risultati simulazioni idrologiche - idrogrammi di piena per i vari TR.

2.4 MODELLO IDRAULICO

Come per il sistema Botriolo, le simulazioni idrauliche del fosso Campo Cellani sono state eseguite con il software Infoworks ICM sviluppato dall'azienda inglese HR Wallingford.

2.4.1 MODELLO GEOMETRICO

Il modello geometrico utilizzato per la modellistica idraulica è stato allestito in seguito al rilievo topografico di dettaglio di 12 sezioni trasversali e dal rilievo delle caratteristiche planoaltimetriche e dimensionali del tratto tombato. L'asta modellata comprende circa 180 m di fosso a cielo aperto oltre a circa 170 m di tratto tombato.

Il modello idraulico è stato allestito con modalità di simulazione mista: monodimensionale (1D) all'interno dello sviluppo delle sezioni trasversali e (2D) nelle aree esterne sulle quali è stato definito un DTM sulla base dei dati LIDAR e della cartografia CTR 2K e 10K (utilizzando curve di livello e punti quota).

Come in alcuni tratti del modello generale sistema Botriolo non coperti da LIDAR, nel tratto di monte del fosso Campo Cellani (non coperta da LIDAR) si è provveduto ad estendere il dominio monodimensionale all'intera sezione rilevata topograficamente al fine di ottenere, indipendentemente dalla qualità dei dati ricavati dalla cartografia 2K e 10K un livello di precisione analogo al tratto di valle.

2.4.2 LAYOUT DEL MODELLO IDRAULICO

Di seguito si riportano alcuni estratti da ICM nei quali viene riportato il layout del modello idraulico sovrapposto alla ortofoto dove è possibile individuare alcuni dettagli del modello.

Il modello idraulico sono state inserite le 2D linear structures attraverso le quali è possibile definire le strutture che impediscono il libero deflusso delle acque di esondazione (come i muri).



Figura 2.4 Estratto da ICM –Layout modello idraulico fosso campo Cellani su ortofotocarta.

2.4.3 COEFFICIENTI DI RESISTENZA AL MOTO

Per quanto riguarda i coefficienti di resistenza al moto (scabrezza), sulla base delle caratteristiche dei corsi d'acqua in esame, abbiamo assunto per il deflusso in alveo (1D) un valore di coefficiente di Manning pari a $0.040 [s/m^{1/3}]$.

Per quanto riguarda le aree simulate in moto bidimensionale (2D), trattandosi essenzialmente di zone coltivate con presenza di bassa vegetazione erbacea, abbiamo assunto come rappresentativo un coefficiente di Manning pari a $0.025 [s/m^{1/3}]$.

All'interno dell'ambiente Infoworks ICM sono state inoltre definite aree a scabrezza differenziata nelle zone dove è presente viabilità asfaltata e che pertanto offrono una minore resistenza al moto. Per tali aree è stato adottato un Manning pari a $0.015 [s/m^{1/3}]$.

Per quanto riguarda il tratto tombato, trattandosi di una tubazione in calcestruzzo, abbiamo adottato un coefficiente di Manning pari a $0.025 [s/m^{1/3}]$.

2.4.4 IMMISSIONI

I risultati dell'analisi idrologica sono costituiti dagli idrogrammi di piena valutati per i vari tempi di ritorno.

In Infoworks abbiamo proceduto alla definizione delle immissioni applicando al nodo di monte del modello idraulico gli idrogrammi di piena competenti ai vari tempi di ritorno.

2.5 RISULTATI DELLE SIMULAZIONI IDRAULICHE

Di seguito si riportano le considerazioni sui risultati delle simulazioni idrauliche eseguite in moto vario con Infoworks ICM suddivise per i tempi di ritorno di riferimento ($Tr=200$ e $Tr=30$ anni). Le simulazioni con $Tr=100$ anni sono state seguite per l'elaborazione della pericolosità P.A.I.

I risultati delle simulazioni idrauliche sono stati elaborati in modo grafico (involuppo dei massimi battenti per la reazione delle cartografie della pericolosità idraulica).

Si precisa che le pericolosità idrauliche relative al tratto più a valle di questo modello sono state ricollegate alle pericolosità idrauliche definite nel modello generale del sistema Botriolo valutando dettagliatamente la congruenza dei risultati del sottomodulo rispetto a quelli del modello generale.

2.5.1 TEMPO DI RITORNO TRENTENNALE

Le simulazioni idrauliche mostrano che già per un tempo di ritorno di 30 anni si manifestano allagamenti causati dalla insufficiente officiosità idraulica del fosso Campo Cellani.

A monte, in corrispondenza dell'attraversamento tra le sezioni CC_004 e CC_008, si verifica un allagamento in sinistra idraulica a causa della non sufficiente sezione del ponticello (che è costituito da una tubazione CLS DN600); le acque esondate rientrano a valle del ponticello in parte sul fosso ed in parte scorrono nella stradella campestre.

Più a valle, dove il fosso viene intubato, la criticità si manifesta non solo a causa della presenza del tratto iniziale in CLS DN800 ma anche a causa del tratto più a valle dove sono presenti due tubi CLS DN600 accoppiati che hanno una capacità di smaltimento a tubo pieno di circa 600 l/s ciascuno a fronte della portata al colmo che è di circa 1700 l/s.

Le portate di piena, non contenute sul corso d'acqua generano un allagamento della strada vicinale presente tra i due fabbricati produttivi; le acque infatti defluiscono sulla strada vicinale con un battente compreso tra 5 e 20 cm. Sul perimetro di tali aree produttive, come si vede anche dal rilievo fotografico, sono stati realizzati dei muretti. Il fabbricato posto a nord risulta protetto dal muretto perimetrale esistente mentre, per quanto riguarda il fabbricato posto a sud si osserva che, a causa della presenza di una interruzione del muretto (visibile anche in fotografia), l'allagamento va ad interessare il resede dell'edificio.

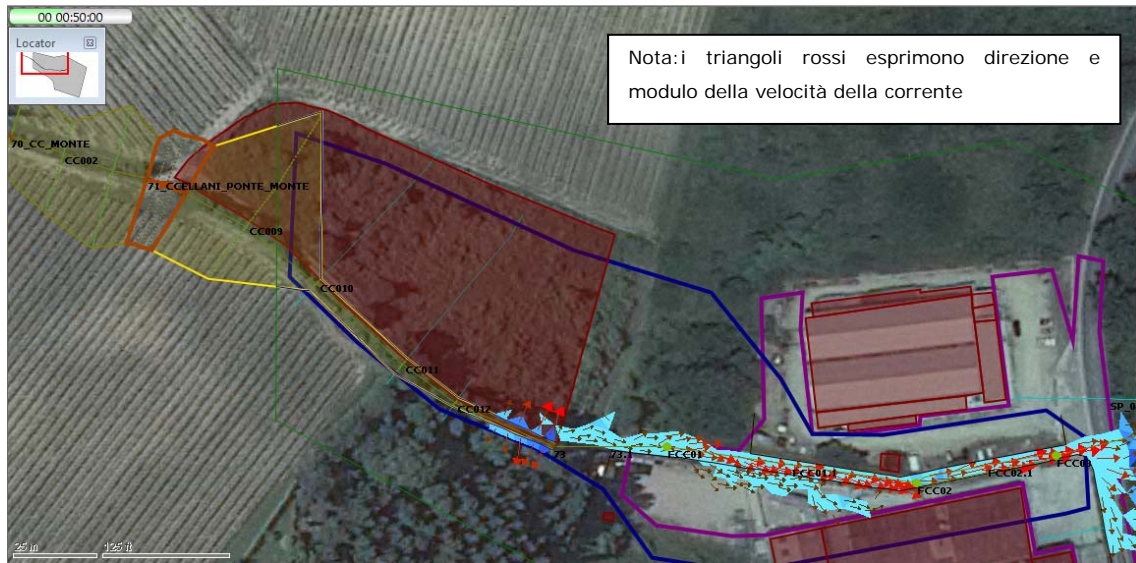


Figura 2.5 Modello idraulico C.Cellani - estratto da ICM – Scenario BETA Tr30 Istante di simulazione 00:50 h.

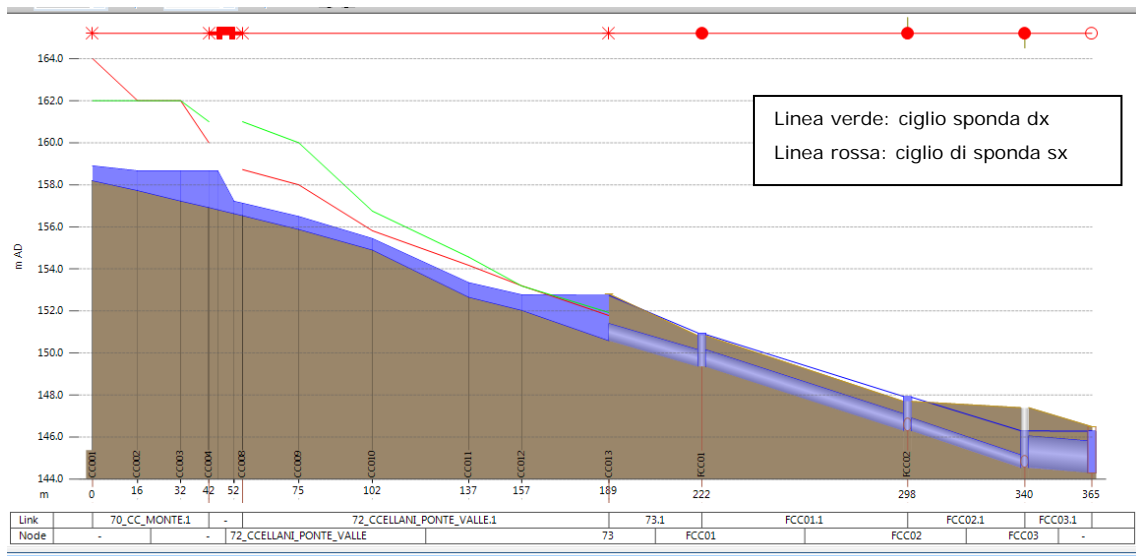


Figura 2.6 Modello idraulico C.Cellani - estratto da ICM – Profilo relativo allo scenario BETA Tr30 Massimo allagamento.

2.5.2 TEMPO DI RITORNO DUECENTENNALE

Per quanto riguarda il deflusso delle piene duecentenarie si ha chiaramente un aumento delle medesime criticità descritte per la trentennale. Il muretto perimetrale dell'area produttiva nord risulta sempre capace di impedirne l'allagamento anche perché le acque defluiscono sulla strada (con un battente massimo compreso tra 12 e 35 cm) e sul resede del fabbricato posto a sud.

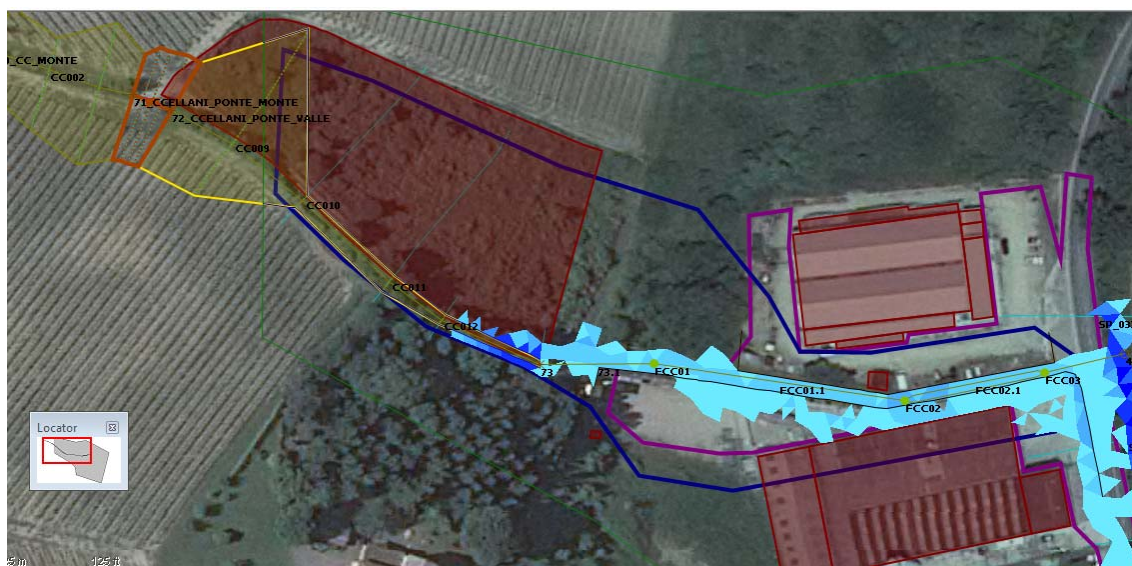


Figura 2.7 Modello idraulico C.Cellani - estratto da ICM – Scenario BETA Tr200 Massimo allagamento.

Di seguito di riporta il profilo del modello relativo all'istante di massimo allagamento. E' possibile apprezzare l'instaurarsi di profili di rigurgito a monte del ponticello tra le sezioni CC_004 e CC_008 e a monte dell'ingresso nel tratto tombato (sez CC_013). Si nota inoltre che nel tratto termnale si verifica un profilo di rigurgito causato dal tirante idrico presente sul borro della Spina.

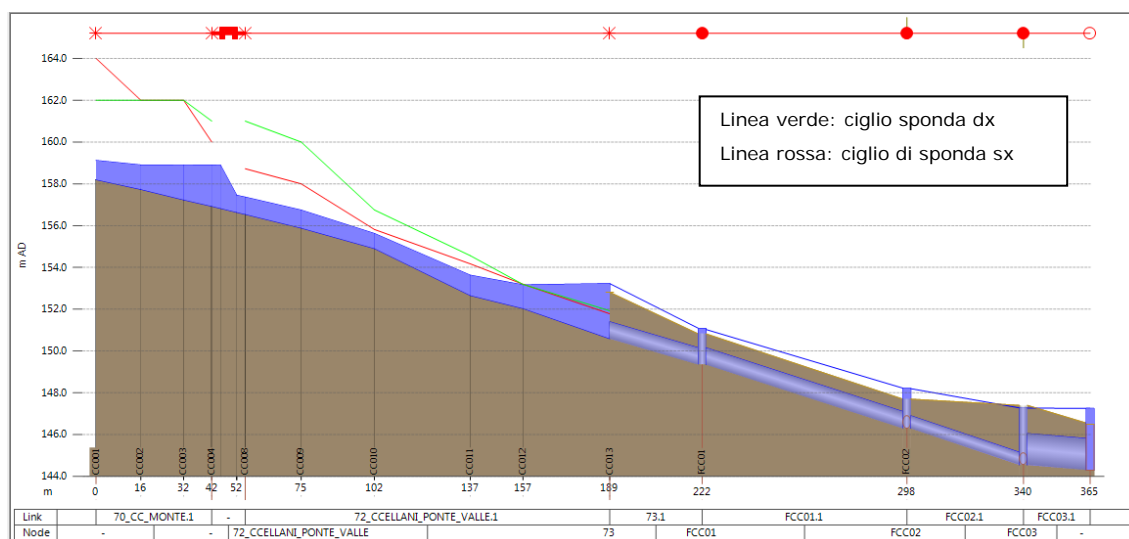


Figura 2.8 Modello idraulico C.Cellani - estratto da ICM – Profilo relativo allo scenario BETA Tr200 Massimo allagamento.

2.5.3 CONSIDERAZIONI FINALI

Le verifiche idrauliche eseguite mostrano che l’ufficiosità idraulica attuale del fosso di Campo Cellani è totalmente insufficiente al deflusso delle portate di riferimento. Già con tempi di ritorno di 30 anni si verificano allagamenti che interessano area agricole e anche una parte dell’insediamento produttivo esistente.

Attraverso i risultati delle simulazioni idrauliche condotte sono state definite le perimetrazioni di pericolosità idraulica ai sensi del Regolamento Regionale 53/R e del P.A.I. riportate nelle tavole grafiche allegate a questa relazione.

3. ZONA INDUSTRIALE BOTRIOLO

3.1 INQUADRAMENTO

Sulla zona industriale Botriolo (area bowling) la richiesta del Genio Civile riguarda lo studio di un fosso campestre affluente destro del borro della Spina. Il bacino imbrifero del fosso in oggetto si estende dai rilievi collinari a tergo dell'attuale zona produttiva sino al borro Spina per un'area complessiva di 0.230 kmq.

Il fosso scorre nella parte più collinare a cielo aperto tra boschi ed aree coltivate sino a raggiungere l'area a tergo della zona produttiva dove viene intubato all'interno della rete fognaria meteorica della lottizzazione industriale Botriolo. Il fosso scorre all'interno della fognatura costituita da una tubazione in CLS DN 800 per circa 250 metri per poi confluire sul borro della Spina.

Nella fase di esecuzione dei rilievi in sito è stato rilevato che nel tratto fluviale a cielo aperto, sul corso d'acqua è presente un attraversamento costituito da una tubazione CLS DN600 tra le sezioni BO_025 e BO_028. A monte di questo ponticello esiste un tratto in cui il corso d'acqua non ha un alveo definito probabilmente a causa di interventi antropici. Anche in corrispondenza della sezione di monte del modello (sez BO_016) l'alveo non è definito. Questi tratti non consentono il contenimento dei deflussi infatti durante i rilievi è stato possibile accertare che le acque defluiscono in modo non controllato nella zona in sinistra idraulica (che è posta a quota altimetrica inferiore rispetto alla destra) per poi confluire nell'area di inizio del tratto tombato.

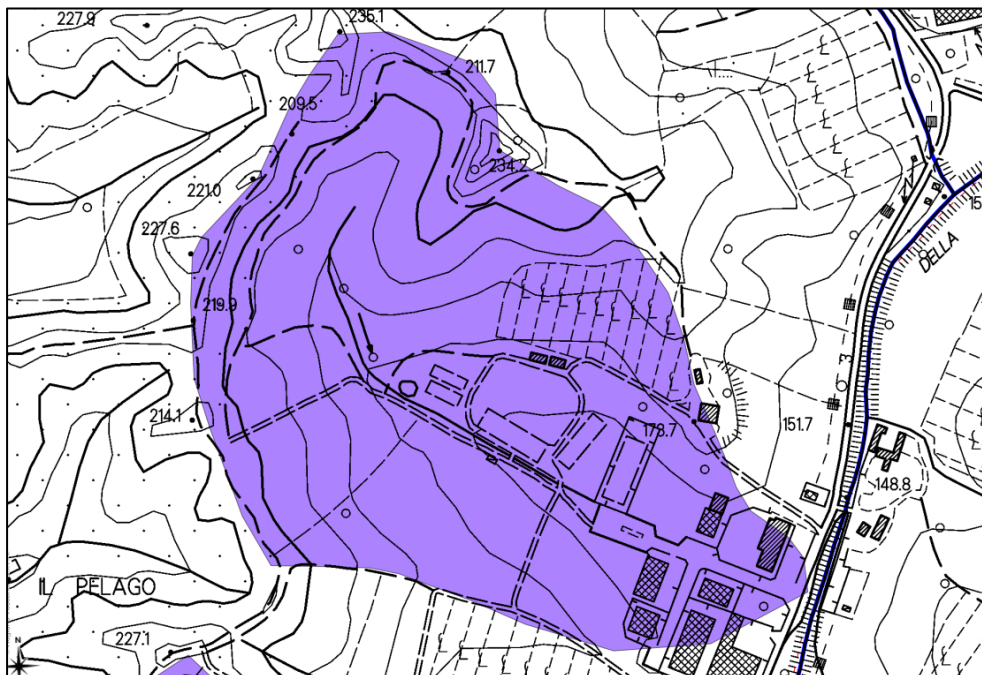


Figura 3.1 Cartografia 10K con estensione del bacino del fosso Zona Industriale Botriolo.



Figura 3.2 Cartografia 10K sovrapposta con ortofoto.

3.2 RILIEVO FOTOGRAFICO



Foto 3.1 Fosso Zona ind. Botriolo vista sezione BO_016 da destra verso sinistra idraulica.



Foto 3.2 Fosso Zona ind. Botriolo vista zona in sinistra idraulica (vista verso monte).



Foto 3.3 Fosso Zona ind. Botriolo vista zona a monte dell'area produttiva (vista verso monte).



Foto 3.4 Fosso Zona ind. Botriolo vista zona a monte dell'area produttiva (vista verso valle dell'area in destra idraulica).



Foto 3.5 Fosso Zona ind. Botriolo vista ingresso in rete fognaria CLD DN800.



Foto 3.6 Lottizzazione industriale Botriolo – piazzale a monte vista verso valle.



Foto 3.7 Lottizzazione industriale Botriolo vista verso valle.



Foto 3.8 Lottizzazione industriale Botriolo vista verso valle. Pozzetto ispezione condotta fognaria CLS DN 800.



Foto 3.9 Lottizzazione industriale Botriolo. Pozzetto ispezione condotta fognaria CLS DN 800.



Foto 3.10 Lottizzazione industriale Botriolo. Fognatura meteorica CLS DN 800 a monte della SP Botriolo.



Foto 3.11 Lottizzazione industriale Botriolo. Fognatura meteorica a valle della SP Botriolo in corrispondenza della confluenza sul borro Spina.

3.3 MODELLAZIONE IDROLOGICA

3.3.1 PARAMETRI UTILIZZATI

La stima delle portate al colmo è stata sviluppata con l'utilizzo del codice di calcolo ALTO 2000. Poiché questo fosso non è stato processato nell'ambito della regionalizzazione delle portate di piena, è stato necessario valutare i parametri morfologici I_a , K_s , n e k attraverso una analisi specifica di seguito dettagliata. Per quanto riguarda i dati di pioggia, sono state utilizzate le curve di possibilità pluviometrica CPP della limitrofa stazione di Renacci Fattoria (cod. 870 servizio idrografico).

Il parametro I_a (perdita iniziale) nel modello ALTO 2000 è stato correlato alla percentuale della frazione boscata del bacino imbrifero oggetto di valutazione. Nel caso del Fosso Zona industriale Botriolo (o anche fosso bowling) è stata effettuata una valutazione del parametro I_a attraverso l'analisi sulla cartografia CTR 2k sovrapposta ad ortofotocarta. Il parametro I_a è stato poi calcolato secondo l'espressione:

$$I_a = 3.3 + 22 \cdot F_{\text{boscata}}$$

Nel caso in oggetto abbiamo valutato per il Fosso della zona industriale Botriolo l'area della frazione di area boscata di 0.200 Km², su un bacino imbrifero di 0.230 Km², ottenendo $I_a = 23.348$ mm.

Il parametro K_s (perdita costante per infiltrazione a saturazione) nel modello ALTO 2000 è stato correlato alla tipologia di sottosuolo sulla base della carta geolitologica in scala 1:25.000. Per la stima di tale parametro è stata effettuata una analisi di dettaglio sulla base dei dati geolitologici contenuti nelle tavole del Piano Strutturale del Comune Castelfranco di Sopra e sulla base della tabella contenuta negli elaborati della "Regionalizzazione delle portate di piena in Toscana" che indica, per le varie classi geolitologiche, il campo di variabilità del parametro K_s .

I risultati, riportati in dettaglio di seguito, portano ad individuare per il Fosso della zona industriale Botriolo $K_s = 1.134$ mm/h.

Per quanto riguarda i parametri di Nash n (parametro di forma) e k (fattore di scala) il calcolo di tali parametri è stato effettuato considerando per n il valore medio di 2.5 (Rossi e Villani, 1994; Bacchi, 1998), e provvedendo alla stima di k tramite la relazione (Bacchi et al. 1989):

$$K = \frac{(N-1)^{N-1} e^{-(n-1)}}{2\Gamma(N)} Tc$$

dove Γ è la funzione gamma generalizzata, T_c il tempo di corrivazione del bacino stimabile con la formula di Giandotti (Autorità di Bacino del fiume Arno - PAI Relazione 2002).

Il tempo di corrivazione del bacino imbrifero è stato valutato attraverso l'applicazione di varie formulazioni (Giandotti, Giandotti modificato per piccoli bacini, Puglisi, Pezzoli). Dallo studio dei risultati abbiamo deciso di considerare il T_c ottenuto come la media della formulazione di Giandotti e di Giandotti modificato per i piccoli bacini, ottenendo un valore di 0.634 ore per il Fosso della zona Industriale Botriolo. Dal valore del tempo di corrivazione è possibile stimare k attraverso la relazione di Bacchi et al. ottenendo $k=0.098$ [h].

3.3.2 VALUTAZIONI SULLO SCENARIO DI RIFERIMENTO

Per quanto riguarda il fosso zona industriale Botriolo si è considerato un unico scenario, denominato BETA, in cui si sono calcolati i parametri morfologici e idrologici e montato un modello idraulico separato da quello generale del sistema Botriolo considerando così il solo fosso zona industriale Botriolo (con le opportune condizioni di valle ottenute dal modello generale).

3.3.3 CONDIZIONI AL CONTORNO DI MONTE

Per ogni tempo di ritorno analizzato è stata calcolata la durata di pioggia critica che massimizza l'afflusso del relativo corso d'acqua e in funzione di questa sono stati calcolati i relativi idrogrammi di piena. Gli idrogrammi così ottenuti rappresentano la condizione al contorno di monte per il tratto fluviale analizzato.

3.3.4 CONDIZIONI AL CONTORNO DI VALLE

La condizione di valle per il modello idraulico del fosso zona industriale Botriolo è stata ricavata dal modello generale del sistema Botriolo estraendo i dati relativi al livello idrico massimo atteso alla confluenza del fosso zona industriale Botriolo. I livelli maggiori alla confluenza risultano essere quelli relativi allo scenario ALPHA del modello sistema Botriolo.

Si è imposto il livello massimo come livello statico per tutta la durata della simulazione del fosso zona industriale Botriolo (questa assunzione ci pone a favore di sicurezza).

MODELLO IDRAULICO FOSSO ZONA IND. BOTRIOLO	
CONDIZIONE DI VALLE estratto da risultati modello sistema Botriolo	
Tr	Livello alla confluenza sul borro Spina
[anni]	[m slm]
30	149.39
100	150.58
200	150.65
500	150.82

Tabella 3.1 Modello fosso zona industriale Botriolo - condizione di valle.

3.3.5 ANALISI IDROLOGICA

Si riportano di seguito i parametri morfologici ed idrologici utilizzati ed i risultati numerici attraverso il codice di calcolo ALTO2000.

Fosso zona industriale Botriolo - Parametri Morfologici ed idrologici											
Nome	Area Bacino	Ia	Ks	N	K	durata < 1h			durata > 1h		
						a1	n1	m1	a	n	m
-	Kmq	mm	mm/h	-	h		-	-		-	0
FOSSO BOWLING	0.23	22.348	1.134	2.5	0.098	19.989	0.214	0.19	21.717	0.304	0.222

Tabella 3.2 Modello fosso Zona ind. Botriolo (fosso Bowling) – parametri morfologici ed idrologici.

Di seguito si riportano in forma tabellare e grafica i risultati delle simulazioni idrologiche condotte con ALTO2000.

MODELLO IDROLOGICO FOSSO BOWLING PORTATE AL COLMO PER CIASCUN TEMPO DI RITORNO							
SCENARIO BETA - Dc critico Bowling							
Corso d'acqua	Tempo di ritorno	Durata critica	Precipitazioni e totale	Precipitazioni e netta	Intensità di precipitazioni	Kr	Portata
	[anni]	[h]	[mm]	[mm]	[mm/h]	[-]	[mc/s]
FOSSO BOWLING	500	0.51	70.215	48.296	137.975	0.999	6.701
FOSSO BOWLING	200	0.75	64.428	42.251	86.057	0.999	5.088
FOSSO BOWLING	100	0.75	55.239	33.062	73.783	0.999	4.169
FOSSO BOWLING	30	0.674	40.94	18.892	60.808	0.999	2.842

Tabella 3.3 Modello fosso Zona ind. Botriolo (fosso Bowling) – risultati simulazioni idrologiche condotte con ALTO 2000.

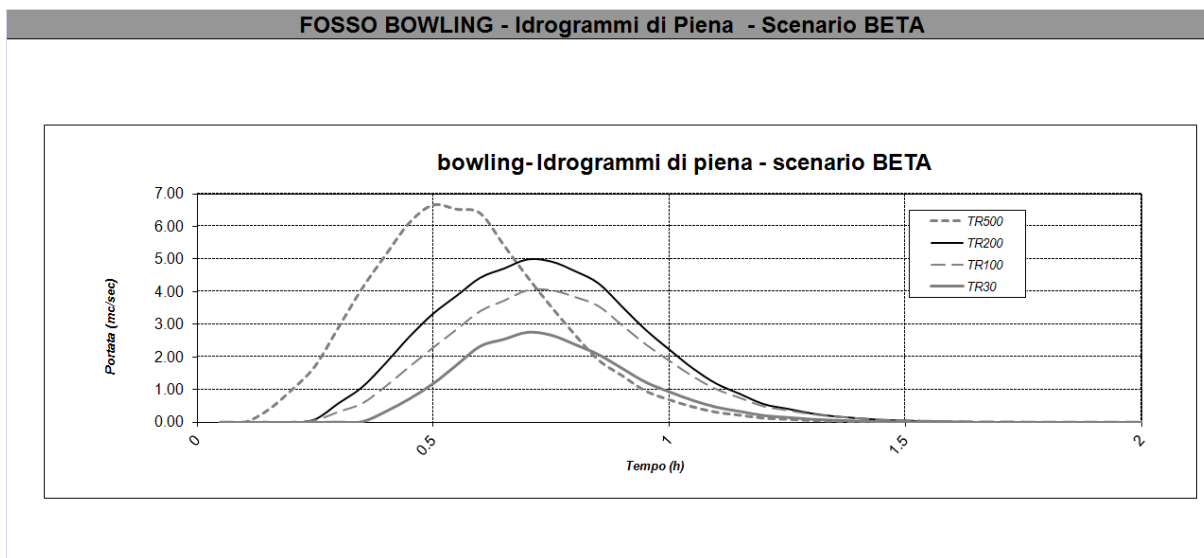


Figura 3.3 Modello fosso Zona ind. Botriolo – risultati simulazioni idrologiche - idrogrammi di piena per i vari TR.

3.4 MODELLO IDRAULICO

Come per il sistema Botriolo, le simulazioni idrauliche del fosso zona industriale Botriolo (o anche denominato fosso Bowling) sono state eseguite con il software Infoworks ICM sviluppato dall'azienda inglese HR Wallingford.

3.4.1 MODELLO GEOMETRICO

Il modello geometrico utilizzato per la modellistica idraulica è stato allestito in seguito al rilievo topografico di dettaglio di 18 sezioni trasversali e dal rilievo delle caratteristiche planoaltimetriche e dimensionali del tratto tombato. L'asta modellata comprende circa 260 m di fosso a cielo aperto oltre a circa 250 m di tratto tombato all'interno della rete fognaria della zona industriale Botriolo.

Il modello idraulico è stato allestito con modalità di simulazione mista: monodimensionale (1D) all'interno dello sviluppo delle sezioni trasversali e (2D) nelle aree esterne sulle quali è stato definito un DTM sulla base dei dati LIDAR e della cartografia CTR 2K e 10K (utilizzando curve di livello e punti quota).

Come in alcuni tratti del modello generale sistema Botriolo non coperti da LIDAR, nel tratto di monte del fosso bowling (non coperta da LIDAR) si è provveduto ad estendere il dominio monodimensionale all'intera sezione rilevata topograficamente al fine di ottenere, indipendentemente dalla qualità dei dati ricavati dalla cartografia 2K e 10K un livello di precisione analogo al tratto di valle.

3.4.2 LAYOUT DEL MODELLO IDRAULICO

Di seguito si riportano alcuni estratti da ICM nei quali viene riportato il layout del modello idraulico sovrapposto alla ortofoto dove è possibile individuare alcuni dettagli del modello.

Nel modello idraulico sono state inserite le 2D linear structures attraverso le quali è possibile definire le strutture che impediscono il libero deflusso delle acque di esondazione (come i muri).

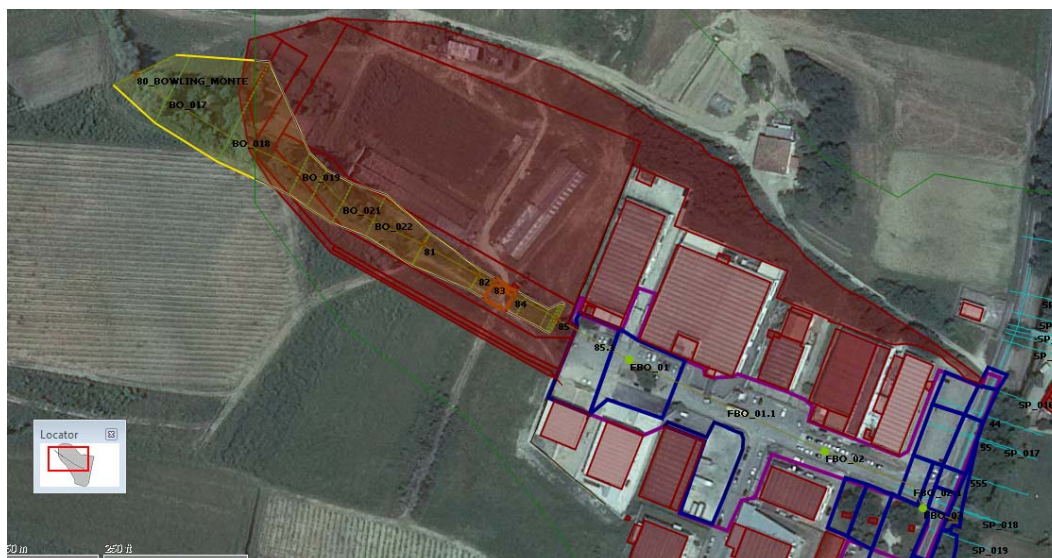


Figura 3.4 Estratto da ICM –Layout modello idraulico fosso campo Cellani su ortofotocarta.

3.4.3 COEFFICIENTI DI RESISTENZA AL MOTO

Per quanto riguarda i coefficienti di resistenza al moto (scabrezza), sulla base delle caratteristiche dei corsi d'acqua in esame, abbiamo assunto per il deflusso in alveo (1D) un valore di coefficiente di Manning pari a $0.040 \text{ [s/m}^{1/3}\text{]}$.

Per quanto riguarda le aree simulate in moto bidimensionale (2D), trattandosi essenzialmente di zone coltivate con presenza di bassa vegetazione erbacea, abbiamo assunto come rappresentativo un coefficiente di Manning pari a $0.025 \text{ [s/m}^{1/3}\text{]}$.

All'interno dell'ambiente Infoworks ICM sono state inoltre definite aree a scabrezza differenziata nelle zone dove è presente viabilità asfaltata e che pertanto offrono una minore resistenza al moto. Per tali aree è stato adottato un Manning pari a $0.015 \text{ [s/m}^{1/3}\text{]}$.

Per quanto riguarda il tratto tombato, trattandosi di una tubazione in calcestruzzo, abbiamo adottato un coefficiente di Manning pari a $0.025 \text{ [s/m}^{1/3}\text{]}$.

3.4.4 IMMISSIONI

I risultati dell'analisi idrologica sono costituiti dagli idrogrammi di piena valutati per i vari tempi di ritorno.

In Infoworks abbiamo proceduto alla definizione delle immissioni applicando al nodo di monte del modello idraulico gli idrogrammi di piena competenti ai vari tempi di ritorno.

3.5 RISULTATI DELLE SIMULAZIONI IDRAULICHE

Di seguito si riportano le considerazioni sui risultati delle simulazioni idrauliche eseguite in moto vario con Infoworks ICM suddivise per i tempi di ritorno di riferimento ($Tr=200$ e $Tr=30$ anni). Le simulazioni con $Tr=100$ anni sono state seguite per l'elaborazione della pericolosità P.A.I.

I risultati delle simulazioni idrauliche sono stati elaborati in modo grafico (in sviluppo dei massimi battenti) per la reazione delle cartografie della pericolosità idraulica.

Si precisa che le pericolosità idrauliche relative al tratto più a valle di questo modello sono state ricollegate alle pericolosità idrauliche definite nel modello generale del sistema Botriolo valutando dettagliatamente la congruenza dei risultati del sottomodello al modello generale.

3.5.1 TEMPO DI RITORNO TRENTENNALE

Le simulazioni idrauliche mostrano che già per un tempo di ritorno di 30 anni si manifestano allagamenti causati dalla insufficiente officiosità idraulica del fosso zona industriale Botriolo (denominato anche fosso bowling).

Tali criticità erano emerse anche durante la fase dei rilievi poiché, come già accennato, per alcuni tratti l'alveo del corso d'acqua è praticamente inesistente per cui i deflussi anche di portate minimali non hanno contenimento; le acque defluiscono principalmente nell'area adiacente il fosso ubicata in sinistra idraulica (che è a quota altimetrica inferiore rispetto alla destra idraulica) per raggiungere la zona dell'ingresso nel tratto tombato costituito dalla rete fognaria della lottizzazione industriale.

La simulazione dell'evento trentennale conferma tutte queste criticità ed i deflussi scorrono in sinistra idraulica sino a raggiungere l'area di ingresso nel tratto tombato dove si verifica un allagamento consistente con battenti anche superiori ad 1 m rispetto al piano campagna.

E' opportuno precisare che la lottizzazione industriale Botriolo è stata realizzata in una zona valliva con scavo sui lati verso le colline e colmamento nella zona centrale. Ne risulta che la viabilità della lottizzazione (ubicata centralmente), è a quota più elevata rispetto al piano campagna originario. Infatti la quota del piazzale nel punto più a monte della lottizzazione è di 158.00 m s.l.m. mentre la quota del piano campagna nell'area dove inizia il tratto tombato è di circa 156.15 m s.l.m.

Poiché l'officiosità idraulica della tubazione è limitata, durante la piena trentennale avviene un invaso temporaneo nell'area adiacente all'ingresso nel tombino con la formazione di battenti anche superiori ad un metro (il tirante idrico raggiunge la quota

3.5.2 TEMPO DI RITORNO DUECENTENNALE

Per quanto riguarda il deflusso delle piene duecentenarie si ha chiaramente un aumento delle criticità appena descritte. Il deflusso della piena duecentenaria inoltre comporta un allagamento anche della zona industriale esistente poichè il battente che si instaura nell'area di imbocco nella rete fognaria (circa 158.40 m slm) non è più contenuto dalla quota della viabilità esistente per cui inizia uno "sfiore" delle acque verso valle generando così l'allagamento della parte centrale della zona industriale dove è presente la viabilità di accesso. Le caratteristiche dell'allagamento della zona industriale sono dettate dalle modalità di sfioro (che si estende trasversalmente per l'intera viabilità) e dalla presenza di notevoli pendenze verso il borro della Spina. Questi due aspetti portano a generare battenti di entità contenuta che si estendono per l'intera strada centrale di lottizzazione.

La simulazione duecentenaria segnala inoltre un fenomeno di riflusso sul tratto terminale della rete fognaria causato dai battenti idraulici del borro della Spina. Viene quindi a formarsi un allagamento nella parte più limitrofa alla strada provinciale a casua di questo fenomeno; tale allagamento durante l'evento va poi ad unirsi al fronte di esondazione proveniente dallo sfioro di monte appena descritto.



Figura 3.7 Modello idraulico Zona Ind. Botriolo - estratto da ICM – Scenario BETA Tr200 Istante simulazione 00:45h (inizio sfioro su viabilità lottizzazione).

3.5.3 CONSIDERAZIONI FINALI

Le verifiche idrauliche eseguite mostrano che l'efficienza idraulica attuale del fosso della zona industriale Botriolo è insufficiente al deflusso delle portate di riferimento.

Con tempi di ritorno di 30 anni si verificano allagamenti che interessano le aree poste a monte della lottizzazione produttiva mentre nello scenario duecentenario il corso d'acqua in esame causa un allagamento dell'area produttiva principalmente confinato nella fascia centrale dove è presente la viabilità.

Attraverso i risultati delle simulazioni idrauliche condotte sono state definite le perimetrazioni di pericolosità idraulica ai sensi del Regolamento Regionale 53/R e del P.A.I. riportate nelle tavole grafiche allegate a questa relazione.

4. TORRENTE FAELLA E FOSSO BARBERAIA

In relazione all'osservazione relativa al torrente Faella-fosso Barberaia si riporta la descrizione dei collegamenti idraulici esistenti.

La definizione del rischio idraulico nell'area ubicata in destra idraulica del torrente Faella, in prossimità dell'immissione del fosso di Barberaia (vedi figura sotto), è legata direttamente al comportamento idraulico di quest'ultimo tratto di asta, che viene influenzato dalle condizioni idrauliche che si instaurano sul torrente Faella. Infatti i fenomeni di esondazione sono legati esclusivamente ai collegamenti idraulici esistenti all'interno dell'attraversamento/pozzetto della strada provinciale tra il fosso e l'area di studio.

Nelle figure che seguono, si riporta una ricostruzione dettagliata del sistema di scolo e fognario esistente nell'area.

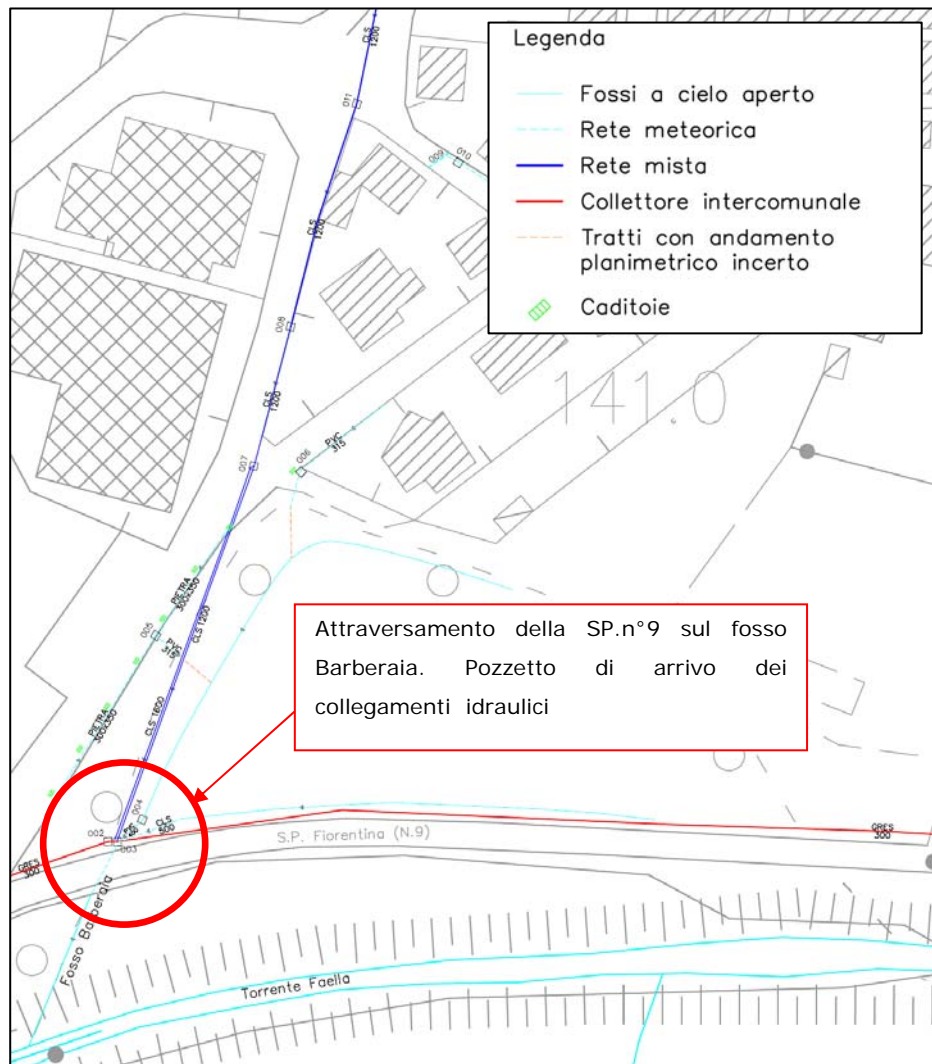


Figura 4.1 Planimetria sistema di scolo.

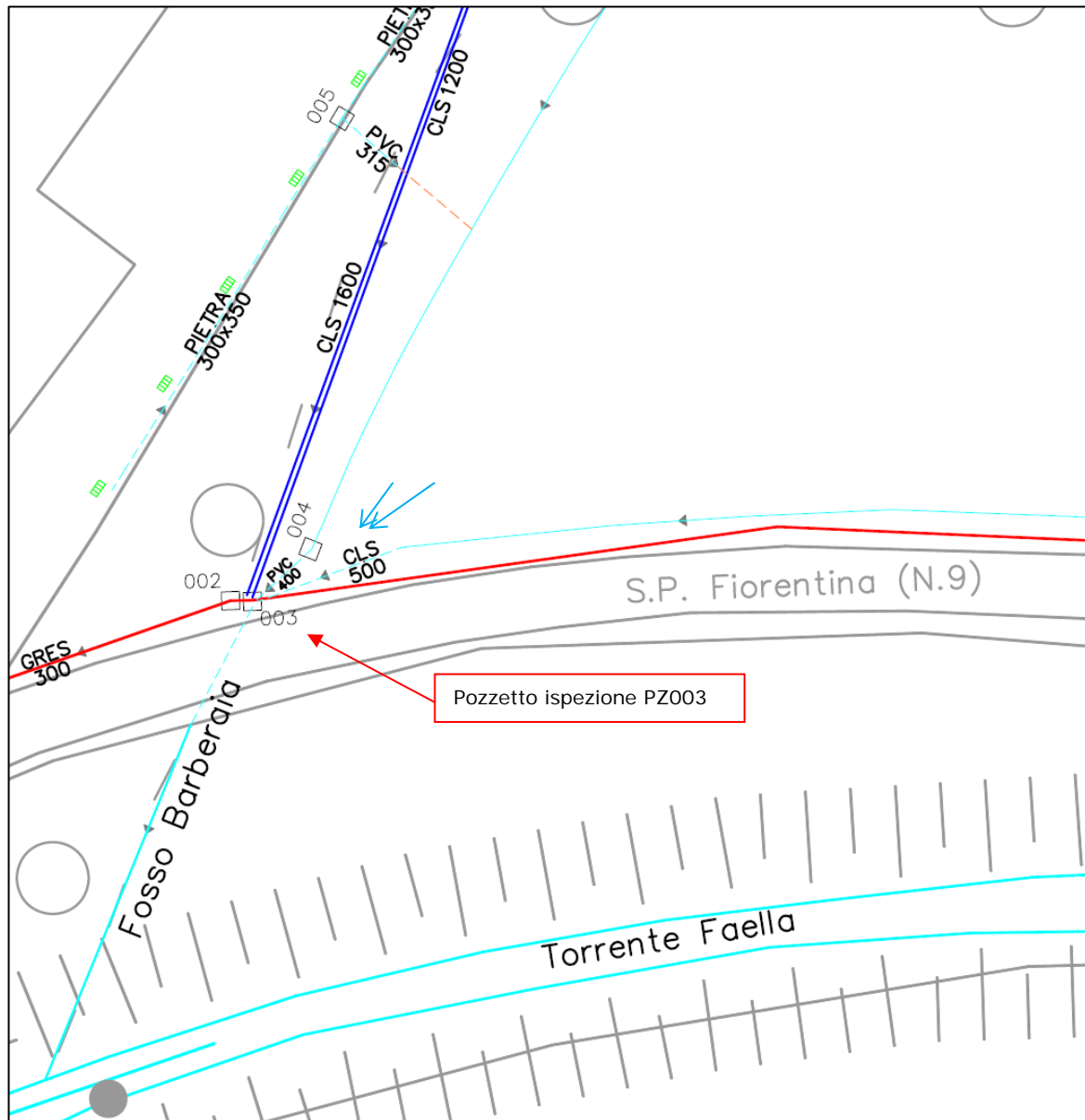


Figura 4.2 Planimetria sistema di scolo – dettaglio attraversamento/pozzetto collegamenti idraulici.

Come viene evidenziato dalle planimetrie sopra riportate e dal rilievo fotografico dell'interno dell'attraversamento della SP9 (figura seguente PZ 003), risulta che i due fossi di scolo presenti nell'area oggetto di studio, sono collegati idraulicamente con il fosso Barberaia, in corrispondenza dell'attraversamento della strada provinciale n.9 Fiorentina. I due collegamenti risultano essere privi di sistemi antiriflusso e consistono in due tubazioni rispettivamente in CLS DN400 e CLS DN500.

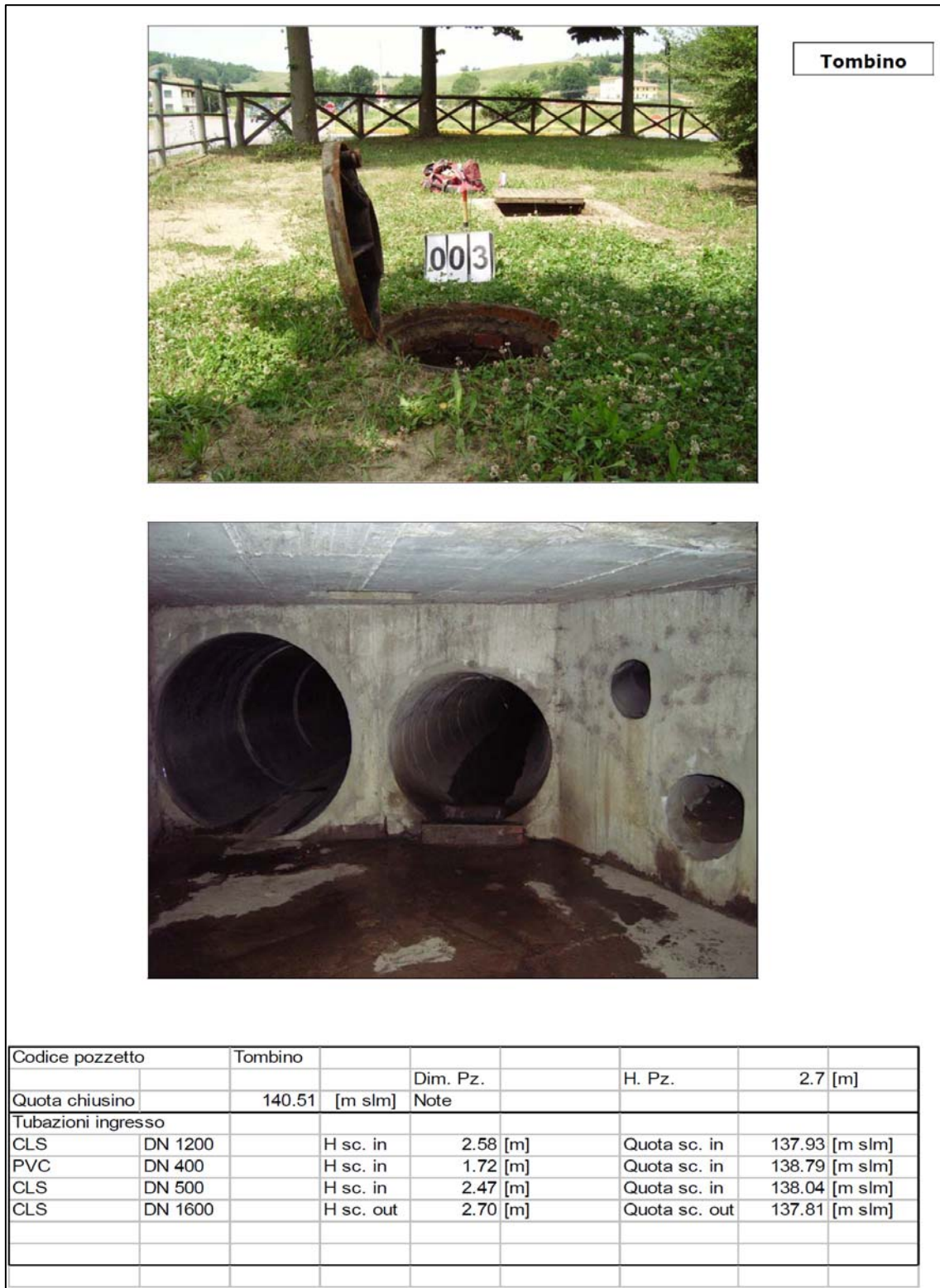


Figura 4.3 Rilievo fotografico e di dettaglio – attraversamento/pozzetto sotto da SP9 collegamenti idraulici (PZ 003).

Come già descritto nella relazione idrologico-idraulica allegata al PS, lo scenario più sfavorevole per l'area in oggetto è quello relativo ad un evento con una durata critica che massimizza la portata sul torrente Faella e che di conseguenza innalza il livello idrico sul Barberaia, per un tempo di ritorno di duecento anni, alla quota di 140.44 m slm.

Si assume cautelativamente, che questa quota, rappresenti il massimo battente che si può instaurare nell'area oggetto dello studio, a causa dei collegamenti idraulici descritti in precedenza.

I consulenti idraulici:

Dott. Ing. Luca Rosadini

Dott. Ing. Leonardo Marini

ALLEGATI

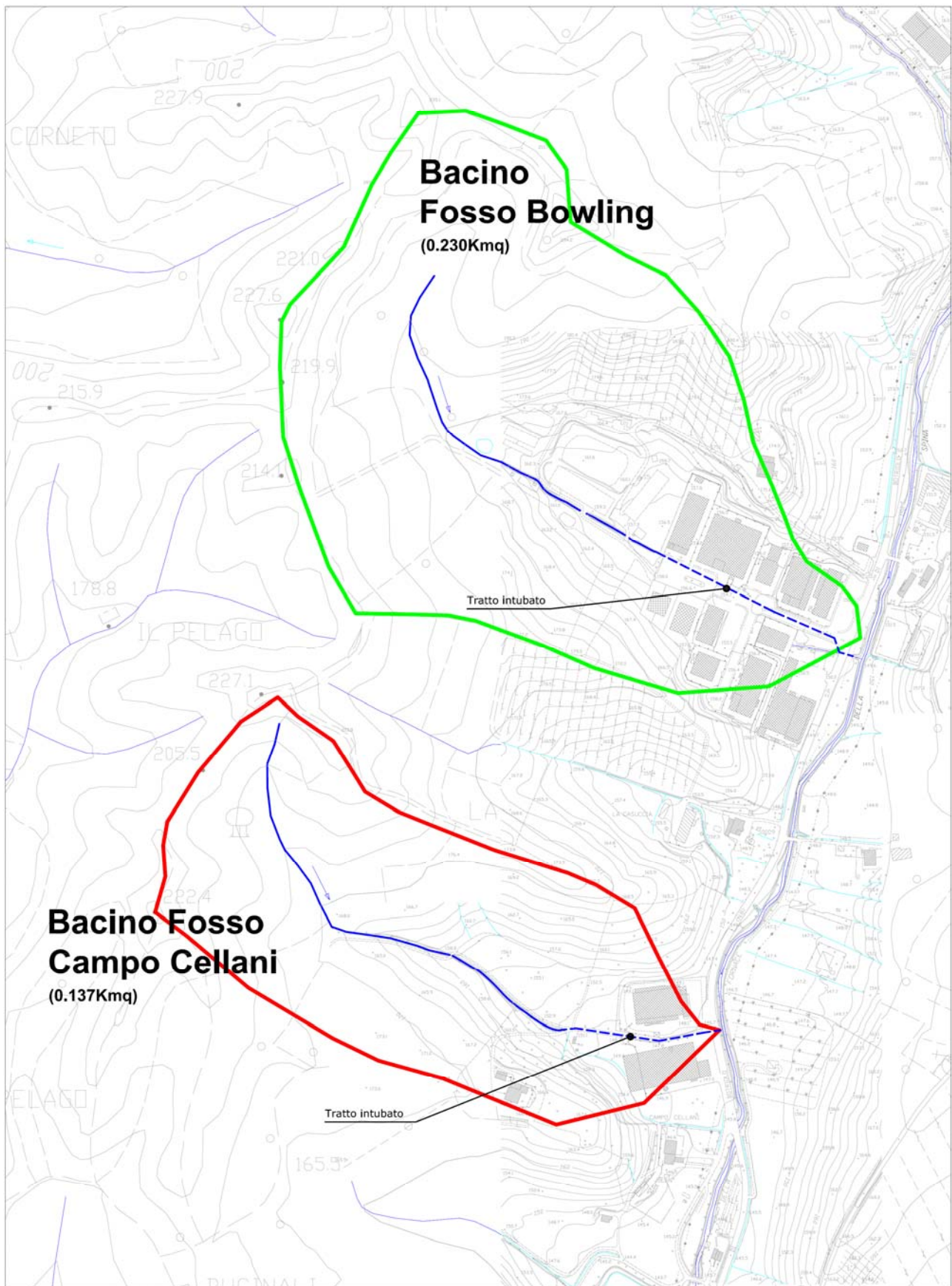
ALLEGATO 1: FOSSO CAMPO CELLANI E FOSSO ZONA INDUSTRIALE BOTRIOLO
(FOSSO BOWLING) - COROGRAFIA BACINI IMBRIFERI

ALLEGATO 2: FOSSO CAMPO CELLANI – DATI GEOMETRICI MODELLO IDRAULICO

ALLEGATO 3: FOSSO CAMPO CELLANI – RISULTATI SIMULAZIONI

ALLEGATO 4: FOSSO ZONA IND. BOTRIOLO – DATI GEOMETRICI MODELLO
IDRAULICO

ALLEGATO 5: FOSSO ZONA IND. BOTRIOLO – RISULTATI SIMULAZIONI



**ALLEGATO 2: FOSSO CAMPO CELLANI – DATI GEOMETRICI MODELLO
IDRAULICO**

**ALLEGATO 3: FOSSO CAMPO CELLANI – RISULTATI SIMULAZIONI
IDRAULICHE**

Sezioni Fosso Campo Cellani				
Sezione n.	X [m]	Y [m]	Quota [m slm]	Coeff. Manning [n]
CC001	1704706.443	4830572.808	164	0.04
CC001	1704702.6	4830559.985	159.26	0.04
CC001	1704702.375	4830559.29	158.386	0.04
CC001	1704702.218	4830558.801	158.2	0.04
CC001	1704702.11	4830558.361	158.361	0.04
CC001	1704701.836	4830557.485	158.94	0.04
CC001	1704699.027	4830548.185	162	0.04
CC002	1704720.573	4830563.209	162	0.04
CC002	1704718.256	4830555.011	158.84	0.04
CC002	1704718.031	4830554.316	157.923	0.04
CC002	1704717.874	4830553.827	157.737	0.04
CC002	1704717.766	4830553.387	157.898	0.04
CC002	1704717.492	4830552.511	158.39	0.04
CC002	1704712.413	4830535.849	162	0.04
CC003	1704737.965	4830567.757	162	0.04
CC003	1704735.311	4830557.793	159.37	0.04
CC003	1704733.07	4830550.004	158.578	0.04
CC003	1704732.795	4830549.046	157.396	0.04
CC003	1704732.612	4830548.411	157.235	0.04
CC003	1704732.409	4830547.714	157.396	0.04
CC003	1704732.109	4830546.641	158.647	0.04
CC003	1704730.48	4830540.639	160	0.04
CC003	1704726.254	4830525.594	162	0.04
CC004	1704746.371	4830558.2	160	0.04
CC004	1704745.437	4830555.693	158.64	0.04
CC004	1704743.196	4830547.904	158.273	0.04
CC004	1704742.921	4830546.946	157.091	0.04
CC004	1704742.738	4830546.311	156.93	0.04
CC004	1704742.535	4830545.614	157.091	0.04
CC004	1704742.235	4830544.541	158.342	0.04
CC004	1704741.354	4830541.552	158.742	0.04
CC004	1704736.544	4830526.991	161	0.04
CC008	1704762.704	4830555.974	158.72	0.04
CC008	1704759.114	4830550.182	158.253	0.04
CC008	1704754.998	4830543.199	157.886	0.04
CC008	1704754.492	4830542.34	156.704	0.04
CC008	1704754.157	4830541.771	156.543	0.04
CC008	1704753.786	4830541.146	156.704	0.04
CC008	1704753.227	4830540.182	157.955	0.04
CC008	1704751.628	4830537.509	158.355	0.04
CC008	1704744.187	4830524.985	161	0.04
CC009	1704794.721	4830566.019	158	0.04
CC009	1704794.141	4830564.262	157.34	0.04
CC009	1704781.505	4830544.271	156.768	0.04
CC009	1704775.351	4830536.164	156.839	0.04
CC009	1704773.878	4830534.223	156.79	0.04
CC009	1704773.226	4830533.363	156.725	0.04
CC009	1704772.388	4830532.26	156.01	0.04
CC009	1704772.176	4830531.981	155.887	0.04
CC009	1704771.947	4830531.678	155.963	0.04
CC009	1704770.871	4830530.261	157.752	0.04
CC009	1704768.153	4830526.68	158.041	0.04
CC009	1704760.899	4830516.414	160	0.04
CC010	1704794.506	4830516.549	155.814	0.04
CC010	1704793.904	4830515.908	155.708	0.04
CC010	1704793.32	4830515.287	155.13	0.04
CC010	1704792.979	4830514.923	154.909	0.04
CC010	1704792.659	4830514.582	155.015	0.04
CC010	1704790.954	4830512.766	156.746	0.04
CC011	1704820.234	4830492.842	154.17	0.04
CC011	1704819.447	4830491.86	154.133	0.04
CC011	1704819.091	4830491.416	153.011	0.04
CC011	1704818.782	4830491.03	152.661	0.04
CC011	1704818.486	4830490.661	152.7	0.04
CC011	1704818.006	4830490.062	153.538	0.04
CC011	1704816.429	4830488.095	154.564	0.04
CC012	1704835.438	4830481.114	153.198	0.04
CC012	1704834.853	4830480.27	153.064	0.04

Sezioni Fosso Campo Cellani				
Sezione n.	X [m]	Y [m]	Quota [m slm]	Coeff. Manning [n]
CC012	1704834.626	4830479.944	152.294	0.04
CC012	1704834.32	4830479.503	152.04	0.04
CC012	1704833.935	4830478.946	152.39	0.04
CC012	1704833.509	4830478.331	153.188	0.04
CC013	1704863.564	4830467.806	151.78	0.04
CC013	1704863.44	4830467.069	151.653	0.04
CC013	1704863.398	4830466.824	150.916	0.04
CC013	1704863.309	4830466.297	150.595	0.04
CC013	1704863.231	4830465.835	150.937	0.04
CC013	1704863.19	4830465.591	151.926	0.04

Dati Ponti															
	Sezione di monte					Sezione di valle					Sezione ponte				
	ID Sezione	X	Y	Z	roughness_N	ID Sezione	X	Y	Z	roughness_N	ID Sezione	X	Y	Z	roughness_N
	[-]	[m]	[m]	[m slm]	[n]	[-]	[m]	[m]	[m slm]	[n]	[-]	[m]	[m]	[m slm]	[n]
Ponte Ccelliani	71_CCELLANI_PONTE_MONTE	1704753.863	4830559.13	160.00	0.04	72_CCELLANI_PONTE_VALLE	1704759.18	4830557.802	158.97	0.04	71_CCELLANI_PONTE_MONTE	1704750.738	4830560.411	160	0.04
	71_CCELLANI_PONTE_MONTE	1704752.062	4830553.772	158.537	0.04	72_CCELLANI_PONTE_VALLE	1704756.467	4830551.755	158.35	0.04	71_CCELLANI_PONTE_MONTE	1704749.121	4830554.995	158.537	0.04
	71_CCELLANI_PONTE_MONTE	1704749.171	4830546.2	158.82	0.04	72_CCELLANI_PONTE_VALLE	1704752.352	4830544.772	157.98	0.04	71_CCELLANI_PONTE_MONTE	1704746.489	4830547.329	158.82	0.04
	71_CCELLANI_PONTE_MONTE	1704748.815	4830545.269	158.83	0.04	72_CCELLANI_PONTE_VALLE	1704751.846	4830543.913	156.80	0.04	71_CCELLANI_PONTE_MONTE	1704746.166	4830546.386	156.988	0.04
	71_CCELLANI_PONTE_MONTE	1704748.58	4830544.652	158.83	0.04	72_CCELLANI_PONTE_VALLE	1704751.511	4830543.344	156.64	0.04	71_CCELLANI_PONTE_MONTE	1704745.951	4830545.761	156.827	0.04
	71_CCELLANI_PONTE_MONTE	1704748.319	4830543.974	158.83	0.04	72_CCELLANI_PONTE_VALLE	1704751.14	4830542.719	156.80	0.04	71_CCELLANI_PONTE_MONTE	1704745.713	4830545.075	156.988	0.04
	71_CCELLANI_PONTE_MONTE	1704747.928	4830542.93	158.83	0.04	72_CCELLANI_PONTE_VALLE	1704750.581	4830541.755	158.05	0.04	71_CCELLANI_PONTE_MONTE	1704745.359	4830544.018	158.239	0.04
	71_CCELLANI_PONTE_MONTE	1704746.798	4830540.027	158.78	0.04	72_CCELLANI_PONTE_VALLE	1704748.982	4830539.081	158.45	0.04	71_CCELLANI_PONTE_MONTE	1704744.328	4830541.078	158.78	0.04
	71_CCELLANI_PONTE_MONTE	1704741.063	4830525.808	161.00	0.04	72_CCELLANI_PONTE_VALLE	1704742.688	4830525.515	161.00	0.04	71_CCELLANI_PONTE_MONTE	1704739.08	4830526.672	161	0.04

Geometria Ponti						
id	[shape]	springing_height	conduit_height	roughness_N	us_invert	ds_invert
[-]	[-]	[m]	[m]	[n]	[m slm]	[m slm]
PONTE_CCELLANI	CIRC	0	0.6	0.02	156.83	156.63

Fosso Campo Cellani				Risultati numerici Tr30 anni					
Tratto Fluviale.Sezioni	Sezione	Dist.Progressiva	Scenario BETA Tr30						
			Qmax	W.S. Elev	Vel Chnl	Froude	Depth	Main Chanel	
		[m]	[mc/s]	[m slm]	[m/s]	[-]	[m]	[m slm]	
Fosso Campo Cellani									
70_CC_MONTE.1.CC001	001	0.000	1.667	158.883	1.773	0.871	0.683	158.200	
70_CC_MONTE.1.CC002	002	16.427	1.605	158.654	0.945	0.447	0.917	157.737	
70_CC_MONTE.1.CC003	003	32.129	1.614	158.652	0.489	0.180	1.417	157.235	
70_CC_MONTE.1.CC004	004	42.470	1.626	158.655	0.256	0.121	1.725	156.930	
71_CCELLANI_PONTE_005	005_Ponte CCellani_US	45.730		158.651					
71_CCELLANI_PONTE_006	006_Ponte CCellani_DS	51.792		157.229					
72_CCELLANI_PONTE_VALLE.1.CC008	008	54.871	1.631	157.117	1.848	0.911	0.574	156.543	
72_CCELLANI_PONTE_VALLE.1.CC009	009	75.378	1.633	156.486	2.025	1.051	0.599	155.887	
72_CCELLANI_PONTE_VALLE.1.CC010	010	102.280	1.636	155.434	2.432	1.345	0.526	154.909	
72_CCELLANI_PONTE_VALLE.1.CC011	011	137.446	1.639	153.339	1.988	0.917	0.678	152.661	
72_CCELLANI_PONTE_VALLE.1.CC012	012	156.794	1.637	152.745	1.968	0.919	0.706	152.040	
72_CCELLANI_PONTE_VALLE.1.CC013	013	188.649	1.581	152.686	0.470	0.122	2.091	150.595	

Fosso Campo Cellani				Risultati numerici Tr100 anni					
Tratto Fluviale.Sezioni	Sezione	Dist.Progressiva	Scenario BETA Tr100						
			Qmax [mc/s]	W.S. Elev [m slm]	Vel Chnl [m/s]	Froude [-]	Depth [m]	Main Chanel [m slm]	
Fosso Campo Cellani									
70_CC_MONTE.1.CC001	001	0.000	2.460	159.014	1.955	0.906	0.814	158.200	
70_CC_MONTE.1.CC002	002	16.427	2.467	158.828	1.013	0.452	1.091	157.737	
70_CC_MONTE.1.CC003	003	32.129	2.476	158.822	0.583	0.235	1.587	157.235	
70_CC_MONTE.1.CC004	004	42.470	2.489	158.828	0.279	0.118	1.898	156.930	
71_CCELLANI_PONTE_005	005_Ponte CCellani_US	45.730		158.820					
71_CCELLANI_PONTE_006	006_Ponte Ccellani_DS	51.792		157.337					
72_CCELLANI_PONTE_VALLE.1.CC008	008	54.871	2.496	157.250	2.121	0.954	0.707	156.543	
72_CCELLANI_PONTE_VALLE.1.CC009	009	75.378	2.505	156.648	2.131	1.016	0.761	155.887	
72_CCELLANI_PONTE_VALLE.1.CC010	010	102.280	2.514	155.547	2.736	1.396	0.638	154.909	
72_CCELLANI_PONTE_VALLE.1.CC011	011	137.446	2.523	153.505	2.233	0.938	0.844	152.661	
72_CCELLANI_PONTE_VALLE.1.CC012	012	156.794	2.546	153.033	1.813	0.724	0.993	152.040	
72_CCELLANI_PONTE_VALLE.1.CC013	013	188.649	1.723	153.079	0.406	0.094	2.484	150.595	

Fosso Campo Cellani				Risultati numerici Tr200 anni					
Tratto Fluviale.Sezioni	Sezione	Dist.Progressiva	Scenario BETA Tr200						
			Qmax [mc/s]	W.S. Elev [m slm]	Vel Chnl [m/s]	Froude [-]	Depth [m]	Main Chanel [m slm]	
Fosso Campo Cellani									
70_CC_MONTE.1.CC001	001	0.000	3.140	159.096	2.109	0.948	0.896	158.200	
70_CC_MONTE.1.CC002	002	16.427	3.131	158.886	1.151	0.505	1.149	157.737	
70_CC_MONTE.1.CC003	003	32.129	3.120	158.874	0.676	0.276	1.639	157.235	
70_CC_MONTE.1.CC004	004	42.470	3.105	158.882	0.318	0.130	1.952	156.930	
71_CCELLANI_PONTE_005	005_Ponte CCellani_US	45.730		158.872					
71_CCELLANI_PONTE_006	006_Ponte CCellani_DS	51.792		157.427					
72_CCELLANI_PONTE_VALLE.1.CC008	008	54.871	3.097	157.339	2.223	0.949	0.796	156.543	
72_CCELLANI_PONTE_VALLE.1.CC009	009	75.378	3.086	156.722	2.219	1.077	0.835	155.887	
72_CCELLANI_PONTE_VALLE.1.CC010	010	102.280	3.094	155.602	2.943	1.451	0.693	154.909	
72_CCELLANI_PONTE_VALLE.1.CC011	011	137.446	3.107	153.605	2.325	0.952	0.944	152.661	
72_CCELLANI_PONTE_VALLE.1.CC012	012	156.794	3.136	153.142	1.875	0.790	1.102	152.040	
72_CCELLANI_PONTE_VALLE.1.CC013	013	188.649	1.681	153.142	0.383	0.088	2.547	150.595	

**ALLEGATO 4: FOSSO ZONA IND. BOTRIOLO – DATI GEOMETRICI
MODELLO IDRAULICO**

**ALLEGATO 5: FOSSO ZONA IND. BOTRIOLO – RISULTATI SIMULAZIONI
IDRAULICHE**

Sezioni Fosso Zona Ind. Botriolo				
Sezione n.	X [m]	Y [m]	Quota [m slm]	Coeff. Manning [n]
BO_016	1704761.229	4831109.404	173	0.04
BO_016	1704749.039	4831103.406	170.73	0.04
BO_016	1704741.555	4831099.724	170.661	0.04
BO_016	1704740.363	4831099.137	170.508	0.04
BO_016	1704739.864	4831098.892	170.548	0.04
BO_016	1704738.561	4831098.25	170.741	0.04
BO_016	1704728.303	4831093.202	172.99	0.04
BO_017	1704768.655	4831108.685	173	0.04
BO_017	1704765.898	4831103.444	170.521	0.04
BO_017	1704761.664	4831095.395	168.428	0.04
BO_017	1704757.502	4831087.483	168.388	0.04
BO_017	1704757.222	4831086.953	167.201	0.04
BO_017	1704756.861	4831086.266	167.051	0.04
BO_017	1704756.423	4831085.433	167.353	0.04
BO_017	1704755.847	4831084.339	169.64	0.04
BO_017	1704750.191	4831073.587	170.931	0.04
BO_018	1704810.504	4831105.655	167	0.04
BO_018	1704809.134	4831103.026	166.847	0.04
BO_018	1704794.59	4831075.121	164.984	0.04
BO_018	1704790.458	4831067.194	164.714	0.04
BO_018	1704790.181	4831066.662	163.527	0.04
BO_018	1704789.822	4831065.974	163.377	0.04
BO_018	1704789.387	4831065.138	163.679	0.04
BO_018	1704788.815	4831064.042	165.966	0.04
BO_018	1704783.2	4831053.268	167.257	0.04
BO_019	1704831.586	4831057.469	162.204	0.04
BO_019	1704827.581	4831049.474	162.834	0.04
BO_019	1704827.313	4831048.938	161.647	0.04
BO_019	1704827.091	4831048.495	161.497	0.04
BO_019	1704826.7	4831047.715	161.799	0.04
BO_019	1704825.188	4831044.697	164.086	0.04
BO_019	1704820.548	4831035.432	165.377	0.04
BO_020	1704840.477	4831048.784	162.57	0.04
BO_020	1704838.485	4831045.219	162.281	0.04
BO_020	1704838.136	4831044.589	161.529	0.04
BO_020	1704837.613	4831043.615	160.854	0.04
BO_020	1704837.072	4831042.622	161.333	0.04
BO_020	1704836.684	4831041.96	162.043	0.04
BO_020	1704833.767	4831035.823	162.44	0.04
BO_020	1704829.874	4831028.933	163.076	0.04
BO_021	1704854.177	4831041.629	161.84	0.04
BO_021	1704849.852	4831033.286	161.551	0.04
BO_021	1704849.504	4831032.656	160.799	0.04
BO_021	1704848.981	4831031.682	160.124	0.04
BO_021	1704848.439	4831030.689	160.603	0.04
BO_021	1704848.051	4831030.026	161.313	0.04
BO_021	1704847.042	4831028.125	161.71	0.04
BO_021	1704843.024	4831020.578	162.346	0.04
BO_022	1704872.045	4831035.567	159.397	0.04
BO_022	1704866.122	4831023.856	159.7	0.04
BO_022	1704865.145	4831021.925	159.816	0.04
BO_022	1704860.992	4831013.713	160.577	0.04
BO_023	1704894.548	4831015.028	159.351	0.04
BO_023	1704892.315	4831010.946	159.062	0.04
BO_023	1704891.967	4831010.316	158.31	0.04
BO_023	1704891.444	4831009.342	157.635	0.04
BO_023	1704890.902	4831008.349	158.114	0.04
BO_023	1704890.514	4831007.687	158.824	0.04
BO_023	1704889.505	4831005.785	159.221	0.04
BO_023	1704885.487	4830998.238	159.857	0.04
BO_023	1704894.548	4831015.028	159.351	0.04
BO_023	1704892.315	4831010.946	159.062	0.04
BO_023	1704891.967	4831010.316	158.31	0.04
BO_023	1704891.444	4831009.342	157.635	0.04
BO_023	1704890.902	4831008.349	158.114	0.04
BO_023	1704890.514	4831007.687	158.824	0.04
BO_023	1704889.505	4831005.785	159.221	0.04
BO_023	1704885.487	4830998.238	159.857	0.04

Sezioni Fosso Zona Ind. Botriolo				
Sezione n.	X [m]	Y [m]	Quota [m slm]	Coeff. Manning [n]
BO_024	1704921.779	4830995.96	157.588	0.04
BO_024	1704920.912	4830994.495	157.298	0.04
BO_024	1704920.626	4830994.011	156.389	0.04
BO_024	1704920.18	4830993.259	155.984	0.04
BO_024	1704919.976	4830992.913	156.111	0.04
BO_024	1704919.492	4830992.096	157.298	0.04
BO_024	1704918.382	4830990.22	157.384	0.04
BO_024	1704915.546	4830985.426	158.224	0.04
BO_024	1704921.779	4830995.96	157.588	0.04
BO_024	1704920.912	4830994.495	157.298	0.04
BO_024	1704920.626	4830994.011	156.389	0.04
BO_024	1704920.18	4830993.259	155.984	0.04
BO_024	1704919.976	4830992.913	156.111	0.04
BO_024	1704919.492	4830992.096	157.298	0.04
BO_024	1704918.382	4830990.22	157.384	0.04
BO_024	1704915.546	4830985.426	158.224	0.04
BO_025	1704929.518	4830991.417	157.328	0.04
BO_025	1704928.651	4830989.952	157.038	0.04
BO_025	1704928.365	4830989.468	156.129	0.04
BO_025	1704927.92	4830988.715	155.724	0.04
BO_025	1704927.715	4830988.37	155.851	0.04
BO_025	1704927.232	4830987.552	157.038	0.04
BO_025	1704926.122	4830985.676	157.124	0.04
BO_025	1704923.285	4830980.883	157.964	0.04
BO_028	1704940.233	4830984.799	156.7	0.04
BO_028	1704939.277	4830983.062	156.8	0.04
BO_028	1704939.054	4830982.658	155.674	0.04
BO_028	1704938.808	4830982.211	155.28	0.04
BO_028	1704938.483	4830981.621	155.668	0.04
BO_028	1704938.133	4830980.985	156.928	0.04
BO_028	1704937.226	4830979.339	156.978	0.04
BO_028	1704934.693	4830974.741	157.479	0.04
BO_029	1704945.684	4830982.039	156.502	0.04
BO_029	1704944.728	4830980.302	156.602	0.04
BO_029	1704944.505	4830979.898	155.476	0.04
BO_029	1704944.259	4830979.451	155.082	0.04
BO_029	1704943.934	4830978.861	155.47	0.04
BO_029	1704943.584	4830978.225	156.73	0.04
BO_029	1704942.677	4830976.579	156.78	0.04
BO_029	1704940.144	4830971.981	157.447	0.04
BO_030	1704957.534	4830975.574	156.11	0.04
BO_030	1704956.529	4830973.608	155.52	0.04
BO_030	1704956.495	4830973.543	154.87	0.04
BO_030	1704956.403	4830973.36	154.75	0.04
BO_030	1704956.274	4830973.112	154.86	0.04
BO_030	1704956.233	4830973.028	155.685	0.04
BO_030	1704955.205	4830971.017	156.593	0.04
BO_030	1704952.31	4830965.352	157.022	0.04
BO_031	1704963.472	4830978.52	156.397	0.04
BO_031	1704960.721	4830973.262	156.274	0.04
BO_031	1704960.287	4830972.433	156.14	0.04
BO_031	1704960.225	4830972.314	154.72	0.04
BO_031	1704959.936	4830971.762	154.681	0.04
BO_031	1704959.573	4830971.068	154.7	0.04
BO_031	1704959.483	4830970.896	156.15	0.04
BO_031	1704958.509	4830969.034	156.324	0.04
BO_031	1704955.635	4830963.54	156.684	0.04
BO_032	1704964.692	4830978.297	156.39	0.04
BO_032	1704961.757	4830972.621	156.22	0.04
BO_032	1704961.281	4830971.7	156.071	0.04
BO_032	1704961.217	4830971.576	154.2	0.04
BO_032	1704960.974	4830971.084	154.2	0.04
BO_032	1704960.571	4830970.327	154.2	0.04
BO_032	1704960.483	4830970.159	156.041	0.04
BO_032	1704959.645	4830968.537	156.24	0.04
BO_032	1704956.926	4830963.28	156.52	0.04
BO_033	1704965.838	4830977.646	156.39	0.04
BO_033	1704962.983	4830972.126	156.22	0.04

Sezioni Fosso Zona Ind. Botriolo				
Sezione n.	X [m]	Y [m]	Quota [m slm]	Coeff. Manning [n]
BO_033	1704962.426	4830971.05	156.071	0.04
BO_033	1704962.362	4830970.926	154.2	0.04
BO_033	1704961.991	4830970.209	154.2	0.04
BO_033	1704961.717	4830969.677	154.2	0.04
BO_033	1704961.629	4830969.508	156.041	0.04
BO_033	1704960.791	4830967.887	156.24	0.04
BO_033	1704958.072	4830962.63	156.52	0.04

Dati Ponti

	Sezione di monte					Sezione di valle					Sezione ponte				
	ID Sezione	X	Y	Z	roughness_N	ID Sezione	X	Y	Z	roughness_N	ID Sezione	X	Y	Z	roughness_N
	[-]	[m]	[m]	[m slm]	[n]	[-]	[m]	[m]	[m slm]	[n]	[-]	[m]	[m]	[m slm]	[n]
Ponte ZIB1	027_Ponte ZIB1_UP	1704936.537	4830986.664	156.850	0.040	026_Ponte ZIB1_DS	1704932.686	4830989.852	157.218	0.040	026_Ponte ZIB1_DS	1704934.575	4830988.250	157.218	0.040
	027_Ponte ZIB1_UP	1704935.580	4830984.928	156.950	0.040	026_Ponte ZIB1_DS	1704931.841	4830988.374	156.928	0.040	026_Ponte ZIB1_DS	1704933.730	4830986.772	156.928	0.040
	027_Ponte ZIB1_UP	1704935.358	4830984.524	155.824	0.040	026_Ponte ZIB1_DS	1704931.562	4830987.886	156.019	0.040	026_Ponte ZIB1_DS	1704933.451	4830986.284	156.928	0.040
	027_Ponte ZIB1_UP	1704935.111	4830984.077	155.430	0.040	026_Ponte ZIB1_DS	1704931.128	4830987.127	155.614	0.040	026_Ponte ZIB1_DS	1704933.016	4830985.525	156.928	0.040
	027_Ponte ZIB1_UP	1704934.786	4830983.486	155.818	0.040	026_Ponte ZIB1_DS	1704930.928	4830986.778	155.949	0.040	026_Ponte ZIB1_DS	1704932.817	4830985.176	156.928	0.040
	027_Ponte ZIB1_UP	1704934.436	4830982.850	157.078	0.040	026_Ponte ZIB1_DS	1704930.457	4830985.953	156.928	0.040	026_Ponte ZIB1_DS	1704932.345	4830984.352	156.928	0.040
	027_Ponte ZIB1_UP	1704933.529	4830981.204	157.128	0.040	026_Ponte ZIB1_DS	1704929.374	4830984.061	157.014	0.040	026_Ponte ZIB1_DS	1704931.263	4830982.459	157.014	0.040
	027_Ponte ZIB1_UP	1704930.996	4830976.606	157.629	0.040	026_Ponte ZIB1_DS	1704927.677	4830980.715	157.634	0.040	026_Ponte ZIB1_DS	1704929.566	4830979.113	157.634	0.040
	027_Ponte ZIB1_UP					026_Ponte ZIB1_DS	1704926.609	4830979.226	157.854	0.040	026_Ponte ZIB1_DS	1704928.497	4830977.624	157.854	0.040

Geometria Ponti						
id	[shape]	springing_height	conduit_height	roughness_N	us_invert	ds_invert
[-]	[-]	[m]	[m]	[n]	[m slm]	[m slm]
PONTE_ZIB1	CIRC	0	0.6	0.02	155.61	155.43

Fosso Zona Ind. Botriolo				Risultati numerici Tr30 anni					
Tratto Fluviale.Sezioni	Sezione	Dist.Progressiva	Scenario BETA Tr30						
			Qmax [mc/s]	W.S. Elev [m slm]	Vel Chnl [m/s]	Froude [-]	Depth [m]	Main Chanel [m slm]	
Fosso Zona Ind. Botriolo									
80_BOWLING_MONTE.1.BO_016	016	0.000	2.730	170.773	2.248	2.290	0.265	170.508	
80_BOWLING_MONTE.1.BO_017	017	20.925	2.733	167.589	3.308	1.661	0.538	167.051	
80_BOWLING_MONTE.1.BO_018	018	59.631	2.737	164.036	2.531	1.144	0.659	163.377	
80_BOWLING_MONTE.1.BO_019	019	100.795	2.741	162.251	2.334	1.197	0.754	161.497	
80_BOWLING_MONTE.1.BO_020	020	112.394	2.741	161.598	2.469	1.205	0.744	160.854	
80_BOWLING_MONTE.1.BO_021	021	128.875	2.743	160.736	3.485	1.893	0.612	160.124	
80_BOWLING_MONTE.1.BO_022	022	147.756	2.746	159.673	1.619	1.375	0.276	159.397	
80_BOWLING_MONTE.1.BO_023	023	176.910	2.647	158.352	2.543	1.268	0.717	157.635	
81.1.BO_024	024	210.880	1.274	157.510	0.365	0.166	1.526	155.984	
82.1.BO_025	025	219.854	1.299	157.511	0.230	0.094	1.787	155.724	
83.1_PONTE BOWLING_BO_026	026_Ponte ZIB1_US	223.434		157.513					
83.1_PONTE BOWLING_BO_027	027_Ponte ZBI1_DS	228.451		157.510					
84.1.BO_028	028	232.592	0.979	157.518	0.121	0.046	2.238	155.280	
84.1.BO_029	029	238.702	1.789	157.508	0.183	0.063	2.426	155.082	
84.1.BO_030	030	252.288	1.832	157.518	0.139	0.042	2.768	154.750	
84.1.BO_031	031	256.165	1.685	157.512	0.077	0.022	2.831	154.681	
84.1.BO_032	032	257.405	1.603	157.511	0.067	0.018	3.311	154.200	
84.1.BO_033	033	258.747	1.514	157.511	0.064	0.017	3.311	154.200	

Fosso Zona Ind. Botriolo				Risultati numerici Tr100 anni					
Tratto Fluviale.Sezioni	Sezione	Dist.Progressiva	Scenario BETA Tr100						
			Qmax [mc/s]	W.S. Elev [m slm]	Vel Chnl [m/s]	Froude [-]	Depth [m]	Main Chanel [m slm]	
Fosso Zona Ind. Botriolo									
80_BOWLING_MONTE.1.BO_016	016	0.000	4.043	170.803	2.515	2.309	0.295	170.508	
80_BOWLING_MONTE.1.BO_017	017	20.925	4.043	167.724	3.635	1.626	0.673	167.051	
80_BOWLING_MONTE.1.BO_018	018	59.631	4.043	164.184	2.858	1.170	0.807	163.377	
80_BOWLING_MONTE.1.BO_019	019	100.795	4.002	162.349	2.595	1.429	0.852	161.497	
80_BOWLING_MONTE.1.BO_020	020	112.394	4.041	161.716	2.825	1.269	0.862	160.854	
80_BOWLING_MONTE.1.BO_021	021	128.875	4.041	160.818	4.110	2.086	0.694	160.124	
80_BOWLING_MONTE.1.BO_022	022	147.756	4.040	159.717	1.786	1.390	0.320	159.397	
80_BOWLING_MONTE.1.BO_023	023	176.910	3.878	158.468	2.878	1.317	0.833	157.635	
81.1.BO_024	024	210.880	2.293	158.206	0.223	0.077	2.222	155.984	
82.1.BO_025	025	219.854	1.133	158.216	0.083	0.025	2.492	155.724	
83.1_PONTE BOWLING_BO_026	026_Ponte ZIB1_DS	223.434		158.221					
83.1_PONTE BOWLING_BO_027	027_Ponte ZIB1_US	228.451		158.221					
84.1.BO_028	028	232.592	1.702	158.224	0.105	0.028	2.944	155.280	
84.1.BO_029	029	238.702	-0.776	158.266	-0.042	0.011	3.184	155.082	
84.1.BO_030	030	252.288	0.895	158.220	0.042	0.010	3.470	154.750	
84.1.BO_031	031	256.165	2.317	158.215	0.069	0.016	3.534	154.681	
84.1.BO_032	032	257.405	1.934	158.214	0.054	0.012	4.014	154.200	
84.1.BO_033	033	258.747	1.548	158.213	0.043	0.010	4.013	154.200	

Fosso Zona Ind. Botriolo				Risultati numerici Tr200 anni					
Tratto Fluviale.Sezioni	Sezione	Dist.Progressiva	Scenario BETA Tr200						
			Qmax [mc/s]	W.S. Elev [m slm]	Vel Chnl [m/s]	Froude [-]	Depth [m]	Main Chanel [m slm]	
Fosso Zona Ind. Botriolo									
80_BOWLING_MONTE.1.BO_016	016	0.000	4.957	170.821	2.682	2.316	0.313	170.508	
80_BOWLING_MONTE.1.BO_017	017	20.925	4.958	167.798	3.885	1.651	0.747	167.051	
80_BOWLING_MONTE.1.BO_018	018	59.631	4.961	164.262	3.105	1.216	0.885	163.377	
80_BOWLING_MONTE.1.BO_019	019	100.795	4.861	162.416	2.577	1.427	0.919	161.497	
80_BOWLING_MONTE.1.BO_020	020	112.394	4.969	161.796	2.990	1.281	0.942	160.854	
80_BOWLING_MONTE.1.BO_021	021	128.875	4.970	160.873	4.422	2.150	0.749	160.124	
80_BOWLING_MONTE.1.BO_022	022	147.756	4.971	159.740	1.929	1.429	0.343	159.397	
80_BOWLING_MONTE.1.BO_023	023	176.910	4.514	158.561	2.795	1.208	0.926	157.635	
81.1.BO_024	024	210.880	3.808	158.355	0.314	0.101	2.371	155.984	
82.1.BO_025	025	219.854	3.838	158.359	0.250	0.071	2.635	155.724	
83.1_PONTE BOWLING_BO_026	026_Ponte ZIB1_US	223.434		158.353					
83.1_PONTE BOWLING_BO_027	027_Ponte ZIB1_DS	228.451		158.351					
84.1.BO_028	028	232.592	3.563	158.342	0.203	0.053	3.062	155.280	
84.1.BO_029	029	238.702	2.407	158.352	0.124	0.030	3.270	155.082	
84.1.BO_030	030	252.288	1.718	158.332	0.076	0.017	3.582	154.750	
84.1.BO_031	031	256.165	1.480	158.331	0.041	0.009	3.650	154.681	
84.1.BO_032	032	257.405	1.444	158.330	0.038	0.008	4.130	154.200	
84.1.BO_033	033	258.747	1.460	158.330	0.039	0.008	4.130	154.200	