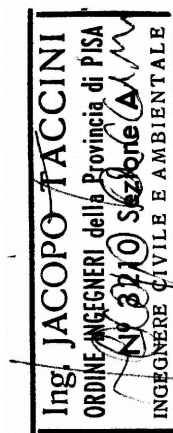


**Ing. Jacopo TACCINI**



via del Rio, 2 - 56025 PONTEDERA PI  
e-mail: [jacopo.taccini@sta-eng.it](mailto:jacopo.taccini@sta-eng.it)  
Cell. +39.328.4564561  
PEC: [jacopo.taccini@ingpec.eu](mailto:jacopo.taccini@ingpec.eu)  
Curriculum: <http://www.I2I.it/JTaccini>



Il Progettista

ALLEGATO:

**INT**  
STUDIO IDRAULICO

Il Direttore dei Lavori

**OGGETTO:** Studio idraulico a supporto del POC di San Giuliano  
**UBICAZIONE:** SAN GIULIANO TERME  
**COMMITTENTE:** Comune di SAN GIULIANO TERME  
**ELABORATO:** INTEGRAZIONI RICHIESTE DALL'AdB DEL FIUME SERCHIO

**DATA:** Luglio 2017

**Pr. n°:** 17-016

Rev.	Data	Motivo
00	21.06.2018	Prima emissione
01	25.10.2018	Integrazione AdB Serchio
02		
03		
04		
05		



# RELAZIONE TECNICA

## Sommario

Premessa .....	5
Il Canale Demaniale.....	6
Opere idrauliche significative.....	8
Opera di presa sul Fiume Serchio.....	8
Opera di immissione nel Fiume Arno .....	8
Sfioratori laterali in località La Figuretta (recapito Fiume Morto) e Pratale (recapito Fosso dei Sei Comuni).....	9
Piazza delle Gondole .....	10
Criteri di gestione delle opere di presa e di sbocco.....	11
Indagine idrologica del modello fornito .....	12
Caratteristiche geomorfologiche dei sottobacini indagati.....	12
Definizione del regime pluviometrico .....	13
Perdite idrologiche .....	13
Trasformazioni afflussi - deflussi .....	15
Idrogrammi simulati.....	15
Indagine idraulica del modello fornito .....	16
Geometria del corso d'acqua.....	16
Coefficienti di scabrezza .....	16
Condizioni al contorno.....	16
Introduzione della modellazione bidimensionale.....	17
Morfologia della modellazione bidimensionale .....	20
Coefficienti di scabrezza della modellazione bidimensionale .....	20



## ***PREMESSA***

Il Comune di San Giuliano Terme ha adottato con D.C.C. n. 36/2018 il Piano Operativo Comunale per il quale è stato richiesto contributo ai fini VAS all'Autorità di Bacino del Fiume Serchio, ai sensi della LR 10/2010.

Nel proprio contributo l'Autorità di Bacino del Fiume Serchio, oltre ad altre osservazioni non di interesse nella presente analisi, al punto 2 riporta:

*In merito alla documentazione tecnica idraulica presentata, per una migliore valutazione di conformità degli studi svolti ai contenuti del Piano di Bacino, si richiede di fornire maggiori dettagli e riferimenti sullo studio del Canale Demaniale recepito dal Consorzio di Bonifica nonché sulle modalità con le quali lo stesso è stato integrato per produrre le nuove mappature di pericolosità.*

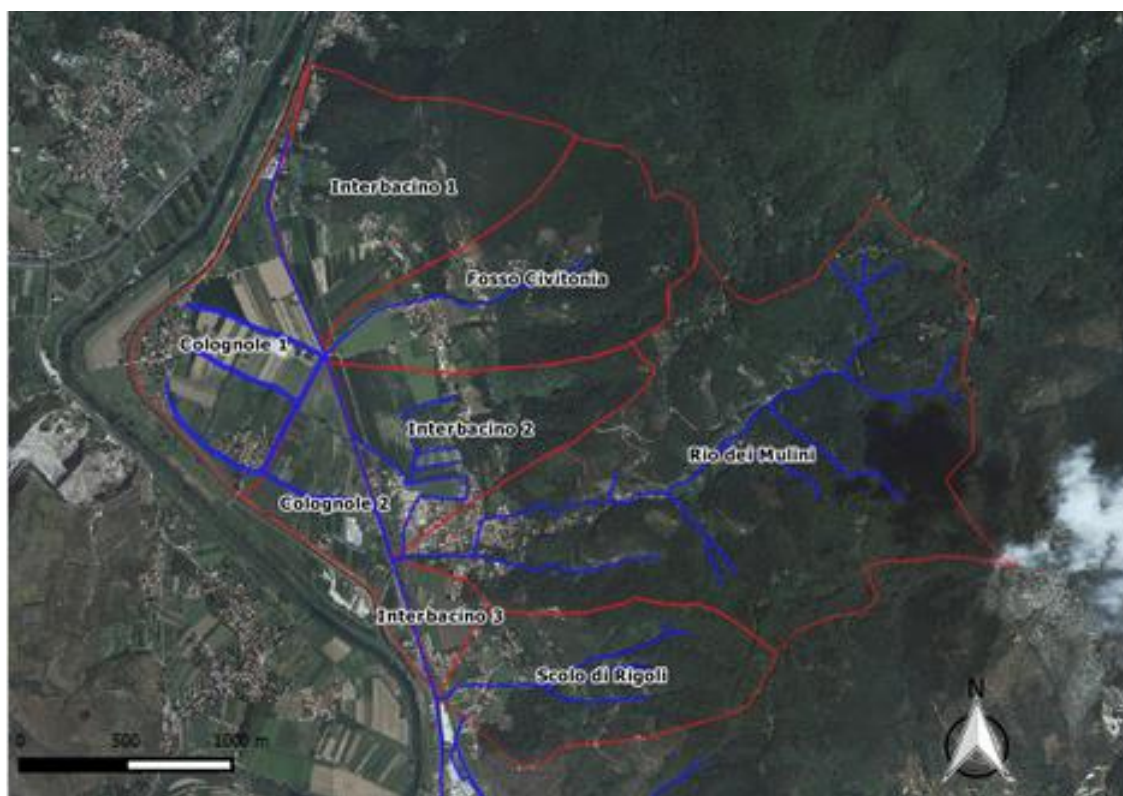
Lo Studio Idraulico redatto dallo scrivente a supporto del Piano Operativo Comunale POC del Comune di San Giuliano Terme, integra infatti al suo interno lo "Studio idrologico e idraulico del Fosso del Mulino" redatto da H.S. Ingegneria S.r.l. di Empoli, nella figura dell'Ing. Simone Pozzolini, per conto del Consorzio di Bonifica 4 Basso Valdarno nel settembre 2015.

Pertanto la presente relazione integrativa, ha lo scopo di illustrare l'analisi svolta nel succitato studio del Fosso del Mulino o Canale Demaniale, e l'elaborazione svolta per la sua integrazione all'interno dello studio idraulico a supporto del POC.

## ***IL CANALE DEMANIALE***

Ad oggi il canale ha una complessiva lunghezza di circa 13.330 m ed una larghezza media di circa 7 m. Dall'incile alle mura urbane di Pisa la caduta è di 4,38 m e la pendenza media di 0,33 mm/m.

Oltre a raccogliere le acque derivate dal Serchio esso costituisce recapito per una serie di corsi d'acqua minori e di bacini pianeggianti privi di un corso d'acqua principale, individuati nella seguente immagine.



I bacini presenti in destra e sinistra rispetto all'asta del canale hanno caratteristiche tra loro diverse. In sinistra troviamo bacini collinari con discreta pendenza media e copertura prevalente a bosco (Fosso Civitonia, Rio dei Mulini, Scolo di Rigoli), oltre a bacini misti agricoli-boscati a pendenza media ridotta (Interbacini 1, 2 e 3). In destra si ha la presenza di aree agricole con morfologia pianeggiante (bacini Colognole 1 e 2).

In generale i bacini posti sul versante in sinistra idrografica presentano discreta acclività e tempi di risposta rapidi alle precipitazioni, mentre in destra si hanno aree agricole pianeggianti, a risposta idrologica più lenta.

Come evidenziato negli altri elaborati redatti dallo scrivente, alcuni dei corsi d'acqua minori, in occasione di eventi di piena anche non eccezionale, sono soggetti a criticità con esondazioni a monte dell'immissione nel Fosso del Mulino.

Sono presenti infatti attraversamenti e tombamenti che, restringendo la sezione dell'alveo, causano fenomeni di esondazione, in particolare si faccia riferimento a quanto già illustrato relativamente al Fosso Civitonia, ai corsi d'acqua che attraversano la frazione di Molina di Quosa e allo Scolo di Rigoli.

A valle dell'immissione dello Scolo di Rigoli il canale non riceve più alcun contributo fino allo sbocco in Arno.

Il canale scorre per 10.410 m circa nel territorio del Comune di S. Giuliano Terme, fino al Fiume Morto. Dal fiume Morto alla località Fontina, per 1.410 m circa, l'asse mediano del canale costituisce la linea di confine tra il Comune di S. Giuliano e quello di Pisa. Il tratto finale è posto nel Comune di Pisa.

Nel ramo tra l'opera di presa dal Serchio ed il ponte di Orzignano il Canale scorre incassato nei terreni che attraversa; dal ponte di Orzignano al ponte di Pratale in Pisa, è arginato. Dal ponte di Pratale allo sbocco torna poi a scorrere incassato nel terreno. A monte dello sbocco in Arno il fosso si presenta tombato a partire dall'incrocio tra Via Garibaldi e Via S.Marta.

Per meglio assicurare la stabilità del corso d'acqua le sponde, per quasi la totalità del loro sviluppo, furono in passato rivestite con muri a secco e, dove le infiltrazioni risultavano più accentuate, con muri di pietra e malta di calce idraulica.

Il canale nel suo corso incontra 24 ponti, 6 passerelle e nr. 1 tratto coperto.

Ad oggi il Canale Demaniale di Ripafratta non viene più utilizzato a fini di navigazione fluviale o per l'alimentazione dei mulini, mentre presenta ancora qualche sporadico impiego a scopo irriguo.

## ***OPERE IDRAULICHE SIGNIFICATIVE***

Lo "Studio idrologico e idraulico del Fosso del Mulino" redatto da H.S. Ingegneria S.r.l. di Empoli, ha analizzato approfonditamente il funzionamento delle principali opere idrauliche che interessano il corso d'acqua in modo significativo, riportandone la loro descrizione di funzionamento idraulico nel modello monodimensionale che ci è stato fornito dal Consorzio di Bonifica dei Fiumi e dei Fossi, in particolare:

### *Opera di presa sul Fiume Serchio*

L'opera di presa sul Fiume Serchio è costituita da due aperture di forma rettangolare ciascuna sormontata da un arco. Le due aperture sono ubicate sulla sponda sinistra del fiume Serchio, a valle del ponte di via Ripafratta e a monte della traversa della Steccaia. Le due luci sono posizionate a quota 6,04 mslmm ed hanno una larghezza di 1,03 m. La parte rettangolare è alta 1,65 m mentre l'arco sovrastante ha una freccia di 0,45 m.

Da ognuna delle due luci, a valle dell'opera di presa, parte una tubazione di 1200 mm di diametro che sottopassa il canale Ozzeri e recapita le acque sfiorate dal Serchio nel Canale Demaniale. Le due tubazioni hanno quota di scorrimento all'arrivo nel Canale pari a 5,44 mslmm. Il deflusso dalle suddette aperture è regolato tramite paratoie.

In particolare si hanno:

- due paratoie esterne, lato fiume Serchio a manovra manuale. Tali paratoie vengono normalmente lasciate completamente aperte. In caso di piena del fiume Serchio vengono chiuse ai primi incrementi del livello del fiume senza far riferimento a una precisa quota idrometrica in loco.
- due paratoie interne, lato Ozzeri, una manuale e una elettrificata, con funzione di sicurezza in caso di problemi alle cateratte esterne. In caso di piena del fiume Arno si agisce, in via preferenziale, su queste cateratte. In condizioni normali servono per regolare la quantità di acqua derivata dal Fiume Serchio nel canale Demaniale.

### *Opera di immissione nel Fiume Arno*

L'opera di sbocco in Arno è costituita da tre aperture realizzate nel muro di sponda destra dell'Arno (Lungarno Buozzi) munite di paratoie a comando elettrico (con possibilità di comando manuale).





*Sfioratori laterali in località La Figuretta (recapito Fiume Morto) e Pratale (recapito Fosso dei Sei Comuni)*

Sul tracciato del corso del Fosso del Mulino sono presenti due sfioratori laterali, aventi la funzione di alleggerire le condizioni di deflusso in caso di eventi estremi.

Da monte verso valle il primo sfioratore che si incontra è quello ubicato in destra idraulica in località "La Figuretta" (sezione RAS 153), mentre più a valle si trova lo sfioratore in destra idraulica nei pressi di via Paparelli (sezione RAS 78).

Lo sfioratore "La Figuretta" è costituito da una soglia di 4,81 m di lunghezza e 0,35 m di altezza posta a quota 3,89 mslmm e recapita le acque scolmate all'interno del Fiume Morto. A fianco di questo sfioratore è stata costruita in tempi più recenti una cateratta di 60 cm di larghezza e di altezza e quota di base posta a 2,00 mslmm. La cateratta svolge la stessa funzione della soglia esistente sebbene la saracinesca venga di solito tenuta chiusa.



Lo sfioratore "via Paparelli" si trova a valle del ponte sull'omonima via ed è costituito da una soglia di 4,67 m di lunghezza e 0,61 m di altezza separata in due da un setto in mattoni di 5 cm di spessore. La soglia è posta a 3,67 m slm e recapita le acque sfiorate nel Fosso dei Sei Comuni.



*Piazza delle Gondole*

La vasca di Piazza delle Gondole costituiva uno scalo fluviale sul Canale Demaniale rimasto attivo fino verso l'anno 1840 per il trasporto delle persone a mezzo di gondole. La vasca ha forma in pianta quasi ellittica e presenta un'area di circa 352 mq, con quota di fondo pari a circa 2 mslmm, pur essendo presenti depositi localizzati che rendono la morfologia del fondo non troppo regolare. L'alimentazione della vasca avveniva tramite un'apertura ad arco ora chiusa da un setto in muratura. L'arco ha una luce di circa 6 m ed è impostato alla base ad una quota di circa 2,17 mslmm.

Lo scarico della vasca avveniva tramite un'altra apertura ad arco, che si ricollega con il Canale. L'arco ha una luce di circa 1,70 m ed è impostato lato vasca alla base ad una quota di circa 1,71 - 1.77 mslmm. Lato Canale lo scarico avviene a monte di un piccolo salto di fondo, attraverso un'apertura ad arco. La quota della base di tale apertura è pari a 2,33 mslmm, superiore quindi alla quota lato vasca. Attualmente lo scarico si comporta quindi piuttosto da alimentazione, avendo quota di fondo maggiore lato Fosso del Mulino che non lato vasca.

## **CRITERI DI GESTIONE DELLE OPERE DI PRESA E DI SBocco**

Lo studio idraulico redatto da H.S. Ingegneria S.r.l., viste le differenti finalità cui si rivolgeva, contemplava tre differenti condizioni di funzionamento delle opere di presa dal Serchio e di restituzione al Fiume Arno.

In base alle differenti condizioni che si suppone possano manifestarsi in alveo al Fiume Serchio ed al Fiume Arno, infatti, il Canale Demaniale risulta influenzato diversamente e pertanto risulta importante definire il funzionamento delle opere di presa e di sbocco che costituiscono quindi condizione al contorno per il modello idraulico.

Lo studio idraulico fornitoci, quindi, considerava la modellazione in alveo del Canale Demaniale in condizioni di NORMALITA', o di criticità per PIENA DEL FIUME ARNO o per PIENA DEL FIUME SERCHIO.

Ai fini della modellazione idraulica sviluppata per il Piano Operativo Comunale POC di San Giuliano Terme, tuttavia, non è stato necessario modellare tali differenti condizioni di funzionamento del corso d'acqua, ma piuttosto, come evidenziato nell'allegata Relazione Idraulica, si è scelto di considerare cautelativamente impedito il deflusso verso il Fiume Arno per tutta la durata dell'evento meteorico indagato, così come l'opera di presa dal Fiume Serchio è supposta chiusa.

Tuttavia, pur dando per scontata l'insufficienza del Canale nel caso di piena contemporanea dell'Arno (perlomeno per tempi di ritorno trentennali o superiori) si è ritenuto necessario scegliere a base di calcolo una condizione di durata critica dell'evento di piena basata sulla reale probabilità di accadimento contemporaneo della crisi dei due corsi d'acqua, che in realtà presentano caratteristiche idrauliche e idrologiche profondamente diverse, particolarmente tenuto conto del diverso bacino di alimentazione. Considerare infatti la contemporaneità dei due eventi di piena avrebbe condotto a risultati eccessivamente cautelativi e molto distanti dalle reali condizioni di pericolosità.

Pertanto, in accordo con l'Ufficio del Genio Civile di Lucca, si è scelto di assumere le 24h come massima durata dell'evento di piena da considerare a base di calcolo. Peraltro si fa presente che lo studio sopra citato aveva individuato come durata critica per il Canale Demaniale (durata dell'evento meteorico capace di dare portata massima in alveo) l'evento con  $d=30$  minuti per TR200 e  $d=60$  minuti per TR30.

Interpellato l'Ufficio dei Fiumi e dei Fossi, infatti, gestore di tale corso d'acqua, questi ha individuato statisticamente la massima durata per la quale è stato necessario mantenere chiusa l'opera di restituzione in Arno durante i più importanti eventi registrati in passato, pari a 24h. Si è perciò assunto che per eventi meteorici di durata inferiore o pari a 24h, sia impedito il deflusso verso l'Arno per tutta la durata della simulazione (48h). Viceversa si è supposto che per eventi di durata superiore alle 24h, l'opera di restituzione in Arno permetta il deflusso a valle (almeno per la frazione superiore alle 24h). Pertanto non sono state simulate durate di pioggia superiori alle 24h, ritenendole meno critiche.

## ***INDAGINE IDROLOGICA DEL MODELLO FORNITO***

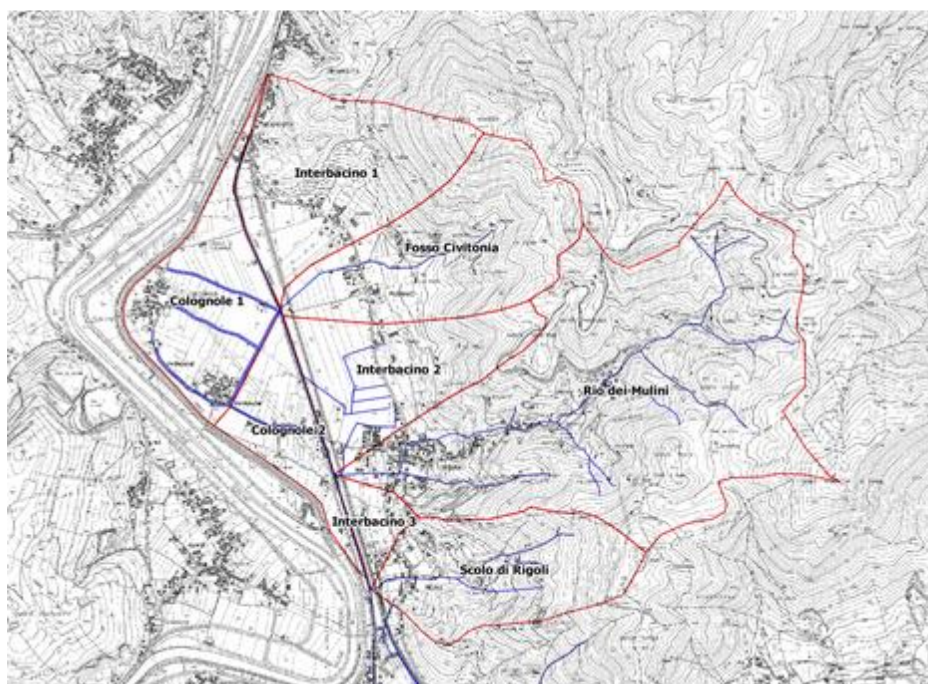
Si riportano a seguire i tratti caratteristici dell'indagine idrologica svolta dallo studio H.S. Ingegneria S.r.l., da noi ritenuti idonei e pertanto mantenuti inalterati.

Poiché il modello idrologico fornito in copia, viste le differenti finalità con cui era stato redatto, contemplava solo alcune durate di pioggia, si è provveduto ad estendere l'analisi introducendo il dato pluviometrico per le altre durate di pioggia da noi indagate.

D'altro canto, mentre lo studio approfondiva l'analisi per eventi con TR5, TR30, TR100, TR200 e TR500, il nostro studio si è limitato ad indagare le probabilità trentennali e duecentennali.

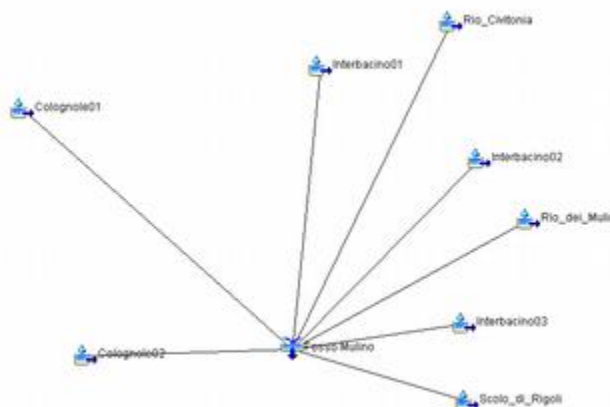
### *Caratteristiche geomorfologiche dei sottobacini indagati*

Lo "Studio idrologico e idraulico del Fosso del Mulino" riporta le seguenti informazioni relative ai sottobacini di alimentazione del Canale Demaniale.



	Superficie del bacino idrografico <i>Kmq</i> <i>A</i>	Lunghezza del massimo percorso idraulico <i>Km</i> <i>Lmax</i>	Quota massima del bacino idrografico <i>m slm</i> <i>Hmax</i>	Quota del bacino idrografico alla sezione di chiusura <i>m slm</i> <i>H0</i>	Quota media del bacino rispetto alla sezione di chiusura <i>m slm</i> <i>Hm</i>
<b>Interbacino 1</b>	1.030	-	460.32	6.10	82.29
<b>Fosso Civitonia</b>	1.098	1.925	457.33	5.84	160.94
<b>Colognole 1</b>	0.745	1.304	10.94	5.94	2.32
<b>Colognole 2</b>	0.399	0.577	9.80	4.77	2.36
<b>Interbacino 2</b>	0.756	1.005	290.15	4.83	53.35
<b>Interbacino 3</b>	0.144	-	73.54	4.67	5.69
<b>Rio dei Mulini</b>	3.117	3.520	531.68	6.50	266.48
<b>Scolò di Rigoli</b>	0.848	1.690	446.58	5.68	160.09

La modellazione idrologica del sistema di sottobacini è stata realizzata mediante il software HEC-HMS di cui si riporta lo schema del modello.



### Definizione del regime pluviometrico

Per quanto riguarda la definizione del regime pluviometrico lo studio ha fatto riferimento allo studio a carattere regionale "ANALISI DI FREQUENZA REGIONALE DELLE PRECIPITAZIONI ESTREME – LSPF – Aggiornamento al 2012" redatto grazie alla collaborazione tra Regione Toscana e Università di Firenze di cui alla DGRT 1133/2012. Data l'analogia con gli altri studi idrologici da noi sviluppati, per approfondimenti su tale modellazione si rimanda a quanto rappresentato all'allegata Relazione Idrologica.

La tabella seguente riassume i valori dei parametri della curva di possibilità pluviometrica per i tempi di ritorno presi in esame nell'analisi.

	<b>a</b>	<b>n</b>
<b>TR30</b>	66.77	0.283
<b>TR200</b>	92.91	0.309

### Perdite idrologiche

Le perdite di bacino sono state valutate con il metodo CN e con il metodo di Green ed Ampt, in funzione delle diverse caratteristiche dei bacini in esame.

Per quanto riguarda la definizione del metodo CN si faccia riferimento a quanto da noi illustrato nell'allegata Relazione Idrologica; di seguito ci si limita a riportare i valori dei parametri determinati da tale metodo e successivamente la definizione del metodo di Green Ampt.

<b>Sottobacino</b>	<b>CN</b>	<b>Ia</b>
Interbacino 01	86.33	8.04
Interbacino 02	86.69	7.80



Colognole 01	88.97	6.30
Colognole 02	88.72	6.46
Interbacino 03	90.61	5.26
Rio dei Mulini	84.41	9.38
Rio Civitonia	85.52	8.60
Scolo di Rigoli	83.43	10.09

Il modello di Green-Ampt si basa su una schematizzazione semplificata monodimensionale del suolo in cui si ipotizza che il fronte di umidificazione, assunto orizzontale, divida il dominio di terreno in esame in una porzione satura superiore e in una insatura inferiore, caratterizzata da una distribuzione uniforme del contenuto idrico (pari a quella iniziale). La capacità di infiltrazione è fornita allora dalla formula:

$$f(t) = K \cdot \left[ 1 + \frac{S_f \cdot \delta}{F} (t) \right]$$

in cui K è la conducibilità idraulica del suolo a saturazione,  $\delta$  è il deficit di umidità relativa iniziale del suolo rispetto alla saturazione,  $S_f$  la tensione capillare al fronte di umidificazione ed F il valore cumulato dell'infiltrazione. I parametri da specificare per l'applicazione del metodo di Green-Ampt su HMS sono le perdite iniziali (initial loss), il contenuto d'acqua a saturazione (volumetric moisture deficit), il potenziale di suzione del fronte umido (wetting front suction) e la conducibilità idraulica a saturazione (conductivity). Le caratteristiche del suolo possono essere valutate sulla base della tessitura dalla seguente tabella (W.J. Ralws e altri, Green-Ampt infiltration parameters from soils data, Journal of Hydraulic Engineering, vol.109, n.1, 1983).

Classe di suolo	Porosità efficace	Potenziale capillare al fronte	Conducibilità idraulica a saturazione
Sabbioso	0.417	4.95	21.00
Sabbioso franco	0.401	6.13	6.11
Franco sabbioso	0.412	11.01	2.59
Franco	0.434	8.89	0.68
Franco limoso	0.486	16.68	1.32
Franco sabbioso argilloso	0.330	21.85	0.43
Franco argilloso	0.390	20.88	0.23
Franco limoso argilloso	0.432	27.30	0.15
Argilloso sabbioso	0.321	23.90	0.12
Argilloso limoso	0.423	29.22	0.09
argilloso	0.385	31.63	0.06

Nel caso in esame, per ogni sottobacino presente all'interno del bacino idrografico modellato, sono state ricavate le caratteristiche pedologiche dalla carta dei suoli della Regione Toscana. Le

caratteristiche di permeabilità delle aree caratterizzate dalla presenza di formazioni di calcare cavernoso sono state ricavate da dati di letteratura.

Nell'applicazione del modello di Green-Ampt il valore della conducibilità idraulica è stato corretto per tener conto degli effetti dell'uso del suolo sulla base del parametro CN III secondo la relazione (Arnold et al., Soil and Water Assessment Tool, USDA, 2001).

$$K_e = \frac{56.82 \cdot K_{sat}^{0.286}}{[1 + 0.051 \cdot e^{[0.062 \cdot CN_{III}]}]^{-2}}$$

Le perdite iniziali sono state valutate in accordo con il metodo CN, parametro  $i_a$ . Si riportano i parametri determinati per i sottobacini cui è stato applicato tale modello.

Sottobacino	Initial content	Saturated content	Suction	Conductivity
Interbacino 02	0.08	0.46	326	9.60
Rio dei Mulini	0.08	0.51	326	17.45
Rio Civitonia	0.08	0.48	326	13.68

#### Trasformazioni afflussi - deflussi

Per la trasformazione afflussi-deflussi lo studio ha impiegato, in funzione delle diverse caratteristiche dei bacini in esame, i metodi dell'idrogramma unitario di Clark e SCS, per l'approfondimento dei quali si rimanda all'allegata Relazione Idrologica.

Si riportano i parametri caratteristici dei sottobacini.

Sottobacino	T <sub>c</sub> Clark [h]	R Clark [h]	T <sub>i</sub> SCS [min]
Interbacino 01	0.69	1.38	
Interbacino 02	0.52	1.04	
Colognole 01	1.1	2.2	
Colognole 02	0.6	1.2	
Interbacino 03	0.34	0.64	
Rio dei Mulini			36
Rio Civitonia			24
Scolo di Rigoli			22

#### Idrogrammi simulati

Per quanto riguarda gli idrogrammi simulati si rimanda all'allegata relazione idrologica in cui sono stati riportati per TR e le varie durate indagate.

## ***INDAGINE IDRAULICA DEL MODELLO FORNITO***

Per quanto concerne la modellazione di tipo idraulico del Canale Demaniale, lo "Studio idrologico e idraulico del Fosso del Mulino" redatto da H.S. Ingegneria S.r.l. vede impiegato il modello di calcolo HEC-RAS 4.1 secondo uno schema di calcolo a moto monodimensionale, eseguendo simulazioni sia a moto vario che a moto permanente. Data l'analogia del software impiegato, per quanto riguarda la sua descrizione e la validazione si rimanda a quanto illustrato nell'allegata Relazione Idraulica. Si riportano di seguito i parametri caratteristici.

### Geometria del corso d'acqua

La definizione della geometria del corso d'acqua è stata effettuata utilizzando il dettagliato rilievo fornito dal Consorzio di Bonifica 4 interessante praticamente la totalità del corso del Canale Demaniale. Sono state rilevate 630 sezioni trasversali su un tratto di 12,9 Km, rilevando anche tutti gli attraversamenti ed i manufatti significativi presenti in alveo.

### Coefficienti di scabrezza

Il coefficiente di scabrezza di Manning è stato assunto costante su tutto il tratto in esame e pari a 0.025, valore relativo ad alvei con sponde inerbite. In realtà buona parte della sezione liquida è generalmente interessata da rivestimenti spondali in muratura o calcestruzzo, per cui tale valore può ritenersi cautelativo.

### Condizioni al contorno

Introdotti nel modello gli idrogrammi determinati dall'analisi idrologica, è stato necessario introdurre la condizione al contorno di valle per il modello. Come precedentemente illustrato, viste le finalità della modellazione idraulica sviluppata per il Piano Operativo Comunale POC di San Giuliano Terme, si è scelto di considerare cautelativamente impedito il deflusso verso il Fiume Arno per tutta la durata dell'evento meteorico indagato, così come l'opera di presa dal Fiume Serchio è supposta chiusa.

Pertanto, in accordo con l'Ufficio del Genio Civile di Lucca, si è scelto di assumere le 24h come massima durata dell'evento di piena da considerare a base di calcolo.

Interpellato l'Ufficio dei Fiumi e dei Fossi, infatti, gestore di tale corso d'acqua, questi ha individuato statisticamente la massima durata per la quale è stato necessario mantenere chiusa l'opera di restituzione in Arno durante i più importanti eventi registrati in passato, pari a 24h. Si è perciò assunto che per eventi meteorici di durata inferiore o pari a 24h, sia impedito il deflusso verso l'Arno per tutta la durata della simulazione (48h). Viceversa si è supposto che per eventi di durata superiore alle 24h, l'opera di restituzione in Arno permetta il deflusso a valle (almeno per la frazione superiore alle 24h). Pertanto non sono state simulate durate di pioggia superiori alle 24h, ritenendole meno critiche.



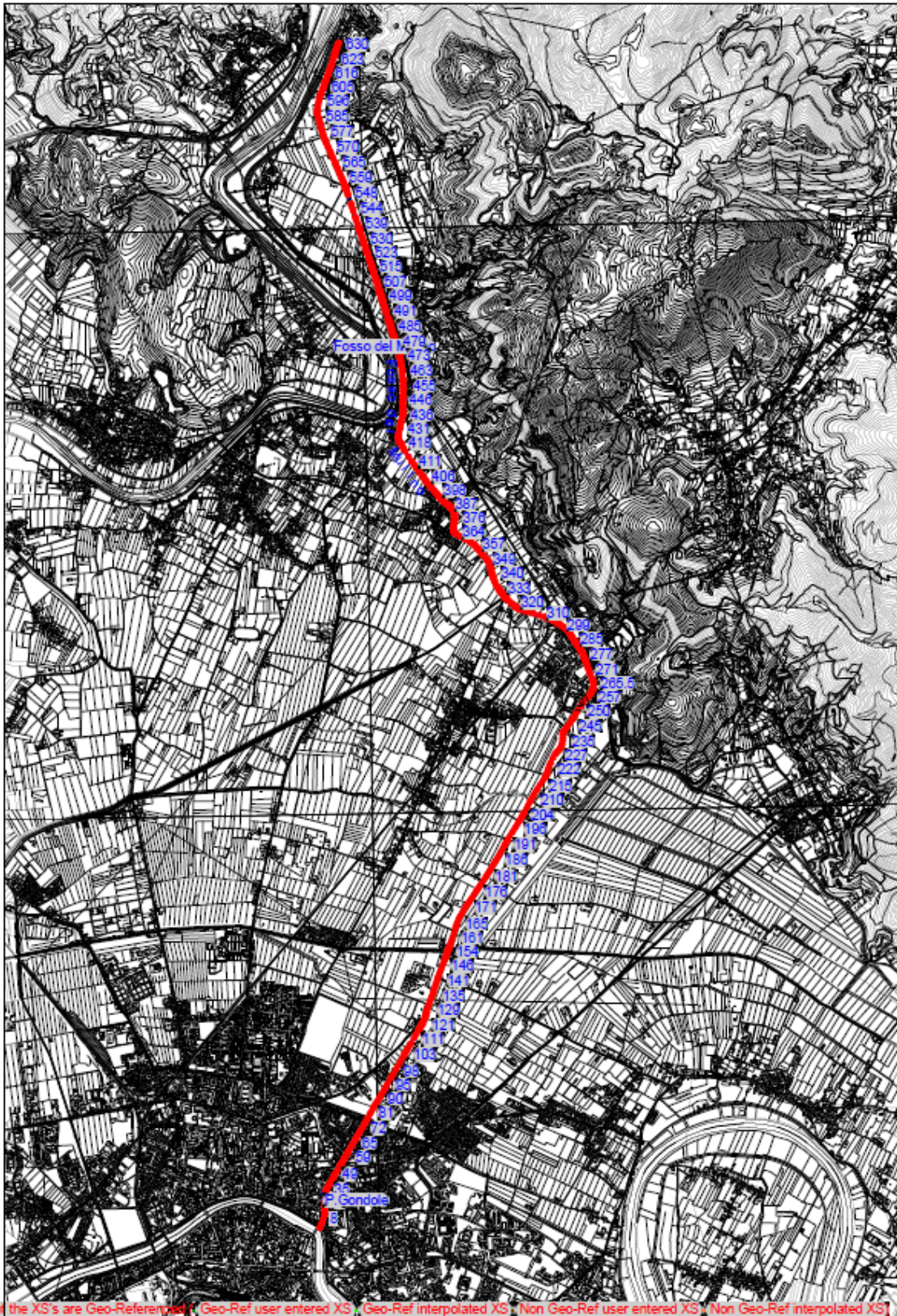
### Introduzione della modellazione bidimensionale

L'unica modifica significativa che ha interessato il modello fin qui descritto, al fine di renderlo utile alle rappresentazioni necessarie per lo studio idraulico di supporto al Piano Operativo Comunale POC di San Giuliano Terme ha riguardato l'introduzione della modellazione bidimensionale.

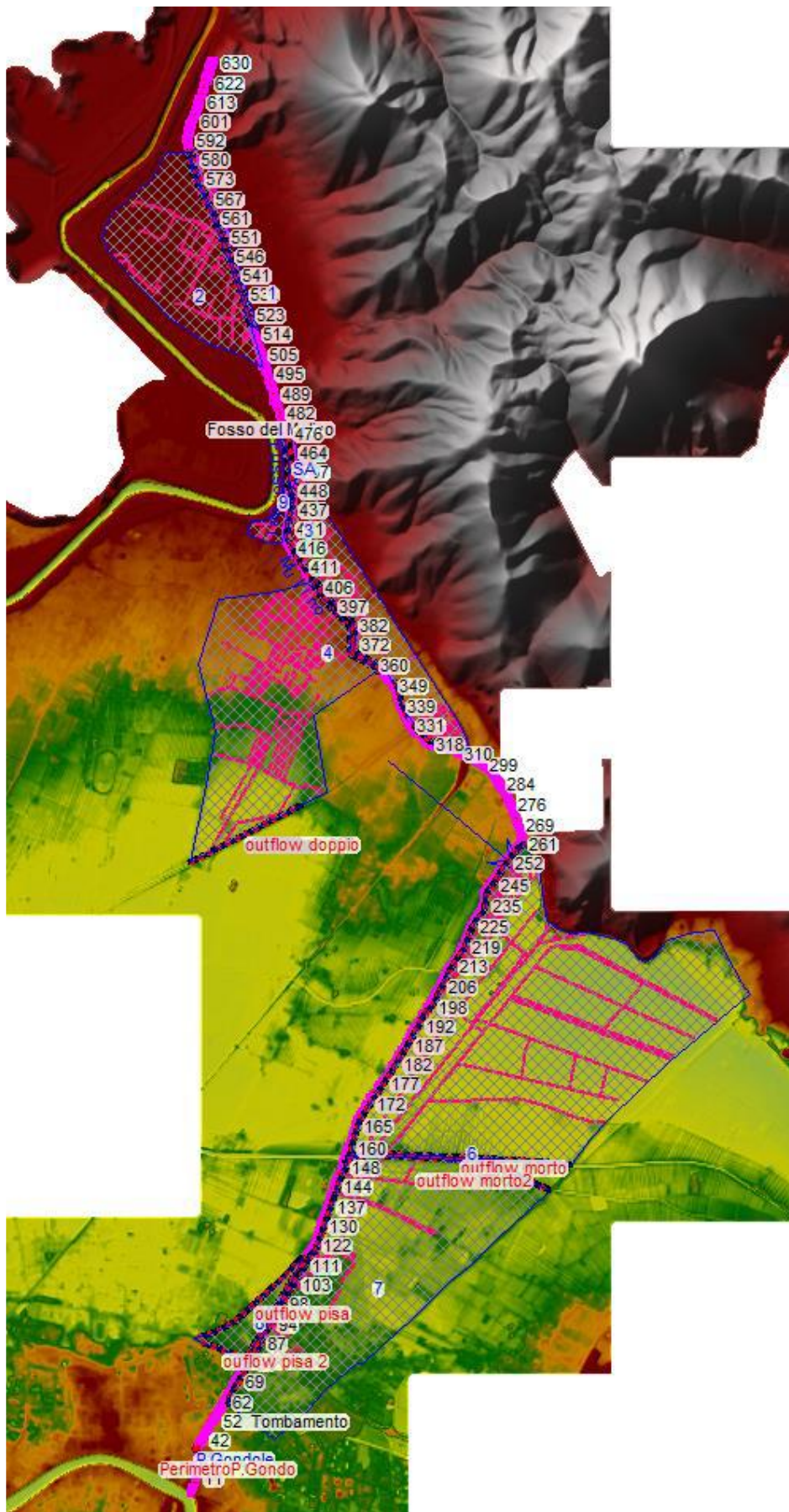
Oltre infatti all'introduzione nel modello idrologico di eventi meteorici con durata fino alle 24 ore, l'aggiornamento del modello idraulico alla più recente versione di HEC-RAS 5.03 ha permesso di modellare la propagazione delle acque sulle aree allagate esterne al corso d'acqua in completa analogia a quanto sviluppato per gli altri modelli indagati nell'allegata relazione idraulica alla quale si rimanda per ogni approfondimento.

Il collegamento tra le aree modellate bidimensionalmente ed il modello monodimensionale fornito è avvenuto attraverso l'introduzione di sfioratori laterali definiti seguendo la geometria delle arginature. Si fa presente che per quasi la totalità dei casi tali strutture erano già presenti nel modello monodimensionale e restituivano le loro acque all'esterno del modello, è stato perciò sufficiente collegarle alle aree bidimensionali.

Si riporta pertanto la visualizzazione planimetrica del modello fornito e di quello modificato. Per tutti i risultati completi delle simulazioni si faccia riferimento agli altri elaborati allegati, in particolare la Relazione Idraulica, l'Allegato Idraulico e gli elaborati grafici.







### Morfologia della modellazione bidimensionale

Per quanto riguarda l'introduzione della morfologia necessaria alla schematizzazione bidimensionale essa è ricavata a partire dal rilievo lidar 1:2000 1x1m messo a disposizione dalla Regione Toscana sulla propria pagina web Geoscopia WGS.

La modellazione bidimensionale è stata svolta adottando maglie di calcolo a celle quadrate di lato 5x5 m; le dimensioni delle celle e la loro forma è stata di volta in volta modificata localmente mediante l'uso di break lines che permettono l'infittimento della maglia in corrispondenza di singolarità quali rilevati o fossi campestri.

### Coefficienti di scabrezza della modellazione bidimensionale

Il coefficiente di scabrezza delle celle bidimensionali è stato assegnato a partire dall'uso del suolo derivato dal progetto Corine, secondo la seguente tabella di corrispondenza (R. Pestana et al. 2013, Calibration of 2d hydraulic inundation models in the floodplain region of the lower Tagus river, ESA Living Planet Symposium 2013).

Code	Designation	n
111	Continuous urban fabric	0.230
112	Discontinuous urban fabric	0.115
121	Industrial or commercial units	0.230
122	Roads and rail networks and associated land	0.038
124	Airports	0.230
131	Mineral extraction sites	0.104
132	Dump sites	0.115
133	Construction sites	0.115
142	Sport and leisure facilities	0.023
211	Non-irrigated arable land	0.043
212	Permanently irrigated land	0.043
213	Rice fields	0.023
221	Vineyards	0.043
222	Fruit trees and berry plantations	0.043
223	Olive groves	0.043
231	Pastures	0.298
241	Annual crops associated w/permanent crops	0.043
242	Complex cultivation patterns	0.023
243	Agriculture, w/significant natural vegetation	0.058
244	Agro-forestry areas	0.058
311	Broad-leaved forest	0.230
312	Coniferous forest	0.127
313	Mixed forest	0.230
321	Natural grasslands	0.039
322	Moors and heathland	0.058
323	Sclerophyllous vegetation	0.058
324	Transitional woodland-shrub	0.058
331	Beaches, dunes, sands	0.138
332	Bare rocks	0.104
333	Sparsely vegetated areas	0.104
334	Burnt areas	0.104
411	Inland marshes	0.115
511	Water courses	0.035
512	Water bodies	0.035