

AGENZIA INTERREGIONALE PER IL FIUME PO – PARMA

Strada Giuseppe Garibaldi 75, I-43121 Parma

MO-E-1357 – ADEGUAMENTO DEI MANUFATTI DI REGOLAZIONE E SFIORO DELLA CASSA DI ESPANSIONE DEL FIUME SECCHIA COMPRESIVO DELLA PREDISPOSIZIONE DELLA POSSIBILITÀ DI REGOLAZIONE IN SITUAZIONI EMERGENZIALI ANCHE PER PIENE ORDINARIE IN RELAZIONE ALLA CAPACITÀ DI DEFLUSSO DEL TRATTO ARGINATO (EX CODICE 10969) E AVVIO DELL'ADEGUAMENTO IN QUOTA E POTENZIAMENTO STRUTTURALE DEI RILEVATI ARGINALI DEL SISTEMA CASSA ESPANSIONE ESISTENTE

**MO-E-1273 – LAVORI DI AMPLIAMENTO E ADEGUAMENTO DELLA CASSA DI ESPANSIONE DEL FIUME SECCHIA NEL COMUNE DI RUBIERA (RE)
(ACCORDO DI PROGRAMMA MINISTERO – RER – PARTE A)**

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE IDROLOGICA

IL RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO DI PROFESSIONISTI:

CAPOGRUPPO MANDATARIA
PROGETTAZIONE GENERALE – INGEGNERIA IDRAULICA E STRUTTURALE



DIZETA INGEGNERIA
STUDIO ASSOCIATO
Via Bonasini, 19 – 20133 MILANO Tel. 02-70600125
server@dezetaingegneria.it Fax 02-70600014

ING. FULVIO BERNABEI
ING. STEFANO ADAMI
ING. LAURA GRILLI
ING. GIANLUIGI SEVINI
ING. PAOLO SANAVA

MANDANTE
RAPPORTI CON ENTI TERZI – MODELLISTICA IDROLOGICA E
IDRAULICA – IDROGEOLOGIA



ING. DENIS CERLINI
ING. MARCO BELICCHI
ING. NICOLA PESSARELLI (CSP)
ING. MICHELE FERRARI

MANDANTE
INGEGNERIA STRUTTURALE



ING. MARCO G. P. BRAGHINI
ING. DANIELE L. GIOMETTI

MANDANTE
GEOLOGIA



EN GEO S.r.l.
ENGINEERING GEOLOGIST
www.engeo.it

GEOL. CARLO CALEFFI
GEOL. FRANCESCO CERUTTI

MANDANTE
ASPETTI AMBIENTALI



ING. MASSIMO SARTORELLI
ING. BENIAMINO BARENGHI
DOTT. AGR. ALESSIA MANICONE
DOTT.SSA CHIARA LUVIE'

MANDANTE
ASPETTI PAESAGGISTICI



ARCH. ANGELO DAL SASSO

PER IL R.T.P.:

IL PROGETTISTA GENERALE
DOTT. ING. FULVIO BERNABEI

IL RUP:

DOTT. ING.
FEDERICA PELLEGRINI

CONSULENTE
INGEGNERIA GEOTECNICA



PROF. ING. FRANCESCO COLLESELLI
ING. GIUSEPPE COLLESELLI

CONSULENTE
PIANO PARTICELLARE DI ESPROPRIO

GEOM. MARCO SOZZE'

CONSULENTE
VALUTAZIONI ARCHEOLOGICHE

DOTT.SSA IVANA VENTURINI

DATA: LUGLIO 2019

Mod.7.3 F - Rev.01

REV.	DATA	DESCRIZIONE MODIFICA	REDATTO	CONTR.	APPR.
01					
02					

INDICE

1	Premessa	2
2	Inquadramento territoriale	4
2.1	Contesto generale: il fiume Secchia	4
2.2	Contesto particolare: la zona interessata dalla cassa d'espansione	11
3	Idrologia	14
3.1	Studio di fattibilità (AdBPo 2007)	14
3.1.1	<i>Studi idrologico-idraulici pregressi sul F. Secchia</i>	14
3.1.1.1	Progetto AIPO 1991 - Ing. Susin	15
3.1.1.2	Studio ADBPo 1999 - Politecnico Milano	16
3.1.2	<i>Analisi idrologica AdBPo 2007: concetti generali</i>	18
3.1.2.1	Modello idrologico per determinazione onda Castellarano	19
3.1.2.2	Modello idraulico per determinazione onda a Rubiera	27
3.1.3	<i>Sintesi finale dei risultati</i>	33
3.1.3.1	Secchia a Castellarano	33
3.1.3.2	Secchia a Rubiera	35
3.1.3.3	Conclusioni	37
3.2	Adeguamento sistema arginale (Art 2017)	39
3.2.1	Premessa	39
3.2.2	Breve sintesi delle calcolazioni idrologiche	39
3.2.3	Approssimazioni riscontrate	40
3.3	Valori di riferimento per la presente progettazione	42

1 Premessa

Nell'ambito dell'incarico di cui all'epigrafe, la presente relazione si configura come contributo idrologico - idraulico disposto secondo quanto previsto all'art. 26 del D. Lgs 207/2010 così articolato; dopo un breve inquadramento territoriale introduttivo dell'area oggetto di intervento (cfr. Capitolo 2) rispetto al corso d'acqua nella sua globalità, la relazione è stata strutturata in due parti, la prima a carattere prettamente idrologico (cfr. Capitolo 3) volta a definire i valori di riferimento (in termini di portata al colmo e di volume sotteso all'onda di piena, riassunti al Paragrafo 3.3) utilizzati poi nella seconda parte del presente studio a carattere prettamente idraulico (cfr. Capitoli **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** e **Errore. origine riferimento non è stata trovata.**) per il dimensionamento del sistema di laminazione delle piene (tramite sia modellazioni monodimensionali e bidimensionali del corso d'acqua).

Il Capitolo sull'idrologia è stato strutturato come sintesi critica degli studi pregressi che negli anni si sono susseguiti sul F. Secchia; nello specifico i due lavori a cui si è prioritariamente fatto riferimento sono:

1. AdBPo *“Studio di fattibilità della sistemazione idraulica del fiume Secchia nel tratto da Lugo alla confluenza in Po”* Beta Studio, 2007 – vedi Capitolo 3.1;
2. AIPO *“Adeguamento strutturale e funzionale del sistema arginale difensivo tramite interventi di adeguamento in quota ed in sagoma a valle della cassa*

fino al confine regionale per garantire il franco di 1 m, rispetto alla piena di Tr 20 anni nello stato attuale e la stabilità e resistenza dei rilevati” ART, 2017 - vedi Capitolo 3.2.

Lo Studio di Fattibilità di cui al punto 1) - sintetizzato al Paragrafo 3.1 – a sua volta riprendeva le risultanze di due precedenti lavori eseguiti sull'argomento ovvero:

- Magistrato per il Po “Adeguamento della cassa di espansione del fiume Secchia in località Rubiera (RE) e Campogalliano (MO) alle attuali esigenze idrauliche e alle norme del D.P.R. 1 Nov 1959 n° 1363 e successive (regolamento dighe)” Ing. Susin, 1991;
- Autorità di Bacino del fiume Po “Studio idrologico e idraulico del sistema fluviale asta del Secchia – cassa di espansione di Rubiera a monte della città di Modena. D.I.I.A.R.” Politecnico di Milano, 1999;

nonché provvedeva a calcolare le portate al colmo di piena utilizzando anche procedure di regionalizzazione proposte in letteratura – trattasi di :

- modello MG (Majone ed altri, 1999 - 2001);
- procedura VAPI – Valutazione delle Piene (Gruppo Nazionale per la Difesa delle catastrofi Idrogeologiche del CNR).

Pertanto nel presente lavoro onde fornire un quadro di sintesi il più possibile completo si è provveduto a sintetizzare anche gli studi condotti dall'ing. Susin (1991) e dal Politecnico di Milano (1999) riportati rispettivamente ai Paragrafi 3.1.1.1 e 3.1.1.2 (nell'ambito quindi del più generale riassunto dello Studio di Fattibilità di Beta Studio del 2007), mentre è stata omessa la trattazione analitica dell'applicazione dei metodi di regionalizzazione, limitandosi a riportarne al Paragrafo 3.1.3 i risultati

ottenuti all'interno di tabelle di sintesi complessiva delle portate al colmo al variare del tempo di ritorno e della metodologia utilizzata.

Per quanto riguarda il dimensionamento dei manufatti idraulici è stato effettuato in due passaggi, innanzitutto si è proceduto al dimensionamento delle singole componenti dell'opera facendo riferimento alle leggi fondamentali della meccanica dei fluidi e dell'idraulica, nel secondo passaggio si è proceduto alla verifica del funzionamento dell'intero sistema di laminazione tramite l'implementazione di un modello numerico complessivo monodimensionale a moto vario, nonché in conclusione (Capitolo **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**) una simulazione a scala più ampia con modello bidimensionale di un tratto significativo di alveo a valle.

2 Inquadramento territoriale

2.1 Contesto generale: il fiume Secchia

Il fiume Secchia è un affluente di destra del Po che nasce dall'Alpe di Succiso sull'Appennino tosco-emiliano, nel comune di Collagna, in provincia di Reggio Emilia, per gran parte del suo corso (fino a Rubiera) segna il confine tra le province di Reggio Emilia e Modena.

MO-E-1357 - Adeguamento dei manufatti di regolazione e sfioro della cassa di espansione del fiume Secchia comprensivo della predisposizione della possibilità di regolazione in situazioni emergenziali anche per piene ordinarie in relazione alla capacità di deflusso del tratto arginato (ex codice 10969) e avvio dell'adeguamento in quota e potenziamento strutturale dei rilevati arginali del sistema cassa espansione esistente

MO-E-1273 - Lavori di ampliamento e adeguamento della cassa di espansione del Fiume Secchia nel comune di Rubiera (RE) (Accordo di programma Ministero- RER- Parte A)

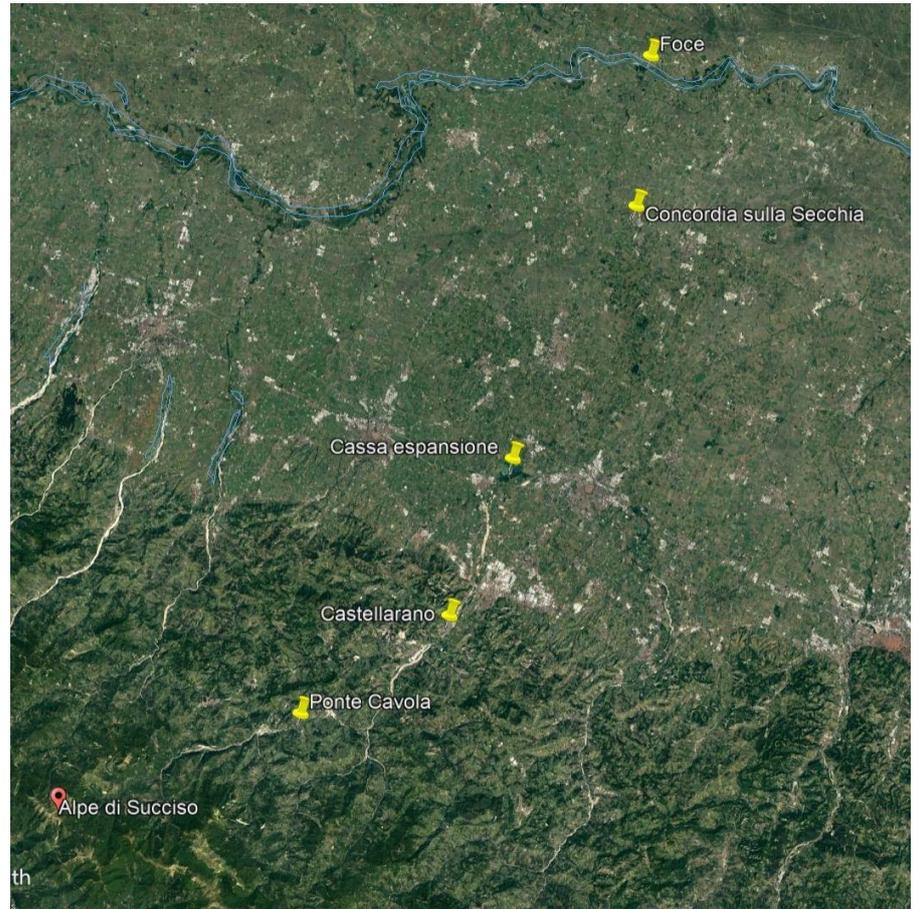


Figura 1: In sinistra immagine rappresentativa del corso del fiume Secchia (fonte: <https://it.wikipedia.org/wiki/Secchia>), in destra materializzazione di alcuni luoghi significativi lungo il corso d'acqua (fonte: Google Earth ©, elaborazione grafica a cura dello Scrivente).

Il suo corso – anche ai fini della presente trattazione – può essere suddiviso in due macro-tratti ovvero monte e valle dell'esistente cassa d'espansione di Rubiera, realizzata dopo gli eventi alluvionali del 1972, la cui ubicazione è indicata in Figura 2.

MO-E-1357 - Adeguamento dei manufatti di regolazione e sfioro della cassa di espansione del fiume Secchia comprensivo della predisposizione della possibilità di regolazione in situazioni emergenziali anche per piene ordinarie in relazione alla capacità di deflusso del tratto arginato (ex codice 10969) e avvio dell'adeguamento in quota e potenziamento strutturale dei rilevati arginali del sistema cassa espansione esistente

MO-E-1273 - Lavori di ampliamento e adeguamento della cassa di espansione del Fiume Secchia nel comune di Rubiera (RE) (Accordo di programma Ministero- RER- Parte A)

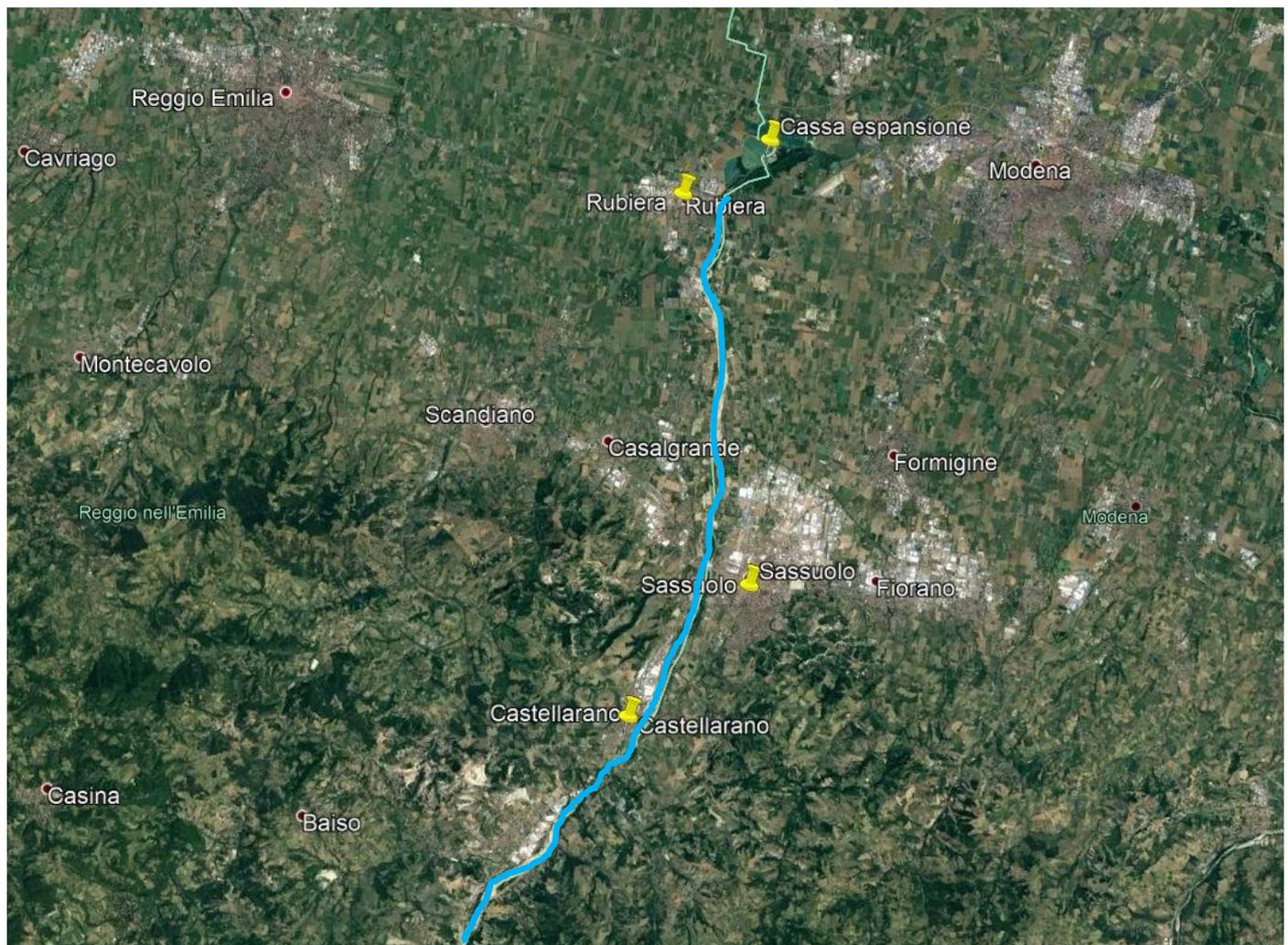


Figura 2: Immagine rappresentativa del medio corso del fiume Secchia (in azzurro) ovvero del tratto dalla traversa di Castellarano all'esistente cassa d'espansione di Rubiera (fonte: Google Earth © , elaborazione grafica a cura dello Scrivente).

La zona a monte della cassa può a sua volta essere suddivisa in due tratti, il primo a monte della traversa di Castellarano rappresentativo dell'alto corso del fiume Secchia ed un secondo da Castellarano a Rubiera indicativo del medio corso del Secchia.

Il bacino a monte di Castellarano (e chiuso alla traversa omonima) ha un'estensione di 976 Km² e risulta costituito dai seguenti principali sottobacini:

Alto bacino del fiume Secchia.

Il sottobacino in argomento, chiuso alla sezione di Ponte Cavola, presenta superficie di 358.9 Km²; è limitato dal crinale appenninico compreso tra l'Alpe di Succiso (2017 m s.l.m.) ed il M. Castellino a Sud (1918 m s.l.m.) in corrispondenza del passo del Cerreto, a Nord dal subcrinale Alpe di Succiso-Castelnuovo Monti che lo separa dal bacino del torrente Enza e a Sud-Est dal subcrinale che per i Monti Cusna e Surano tocca Toano e Cerredolo che lo separa dal contiguo sottobacino dei torrenti Dolo e Dragone.

Sottobacini dei torrenti Dolo e Dragone

Affluenti in destra Secchia in località Cerredolo, presentano superficie complessiva pari a 271 Km². Il sottobacino è limitato a Sud-Ovest dal crinale appenninico (limite dai Monti Castellino e Prato all'Alpe di S. Pellegrino), a Nord-Est dal citato subcrinale del M. Cusna che lo separa dall'alto Secchia, a Sud-Est dal subcrinale Alpe S. Pellegrino - M. Cantiere, che lo separa dal bacino del torrente Scoltenna e a Est dal displuvio Polinago- Pugnago che lo separa dal sottobacino del torrente Rossenna.

Sottobacino del torrente Rossenna.

Affluente in destra Secchia in località Lugo, di superficie complessiva di 186 Km², limitato a Ovest dal sottobacino Dolo-Dragone, a Sud dal displuvio col bacino del torrente Scoltenna e a Est dai rilievi collinari di Serramazzone che lo separano dai bacini del torrente Tiepido oltre che dall'interbacino vallivo del fiume Secchia.

MO-E-1357 - Adeguamento dei manufatti di regolazione e sfioro della cassa di espansione del fiume Secchia comprensivo della predisposizione della possibilità di regolazione in situazioni emergenziali anche per piene ordinarie in relazione alla capacità di deflusso del tratto arginato (ex codice 10969) e avvio dell'adeguamento in quota e potenziamento strutturale dei rilevati arginali del sistema cassa espansione esistente

MO-E-1273 - Lavori di ampliamento e adeguamento della cassa di espansione del Fiume Secchia nel comune di Rubiera (RE) (Accordo di programma Ministero- RER- Parte A)



Interbacino

Si estende prevalentemente in sinistra idrografica a valle di Ponte Cavola, limitato a Nord da una linea displuviale che lo separa dal bacino del torrente Tresinaro (affluente in sinistra Secchia a Rubiera). La superficie complessiva dell'interbacino del Secchia, nel tratto Ponte Cavola-Castellarano, al netto di quanto attribuito ai precedenti sottobacini, assomma ad un totale di 159.9 km² che nel proseguo della trattazione (con particolare riferimento a quanto riportato nello Studio di Fattibilità del 2007, poi ripresa anche dal progetto AIPo 2017) per schematizzazione modellistica è stato suddiviso in quattro interbacini, identificati con le sigle IB1, IB2, IB3 e IB4 di superficie rispettivamente pari a 38.8, 16.8, 65.3 e 39 km² (vedi Figura 1).



MO-E-1357 - Adeguamento dei manufatti di regolazione e sfioro della cassa di espansione del fiume Secchia comprensivo della predisposizione della possibilità di regolazione in situazioni emergenziali anche per piene ordinarie in relazione alla capacità di deflusso del tratto arginato (ex codice 10969) e avvio dell'adeguamento in quota e potenziamento strutturale dei rilevati arginali del sistema cassa espansione esistente

MO-E-1273 - Lavori di ampliamento e adeguamento della cassa di espansione del Fiume Secchia nel comune di Rubiera (RE) (Accordo di programma Ministero- RER- Parte A)

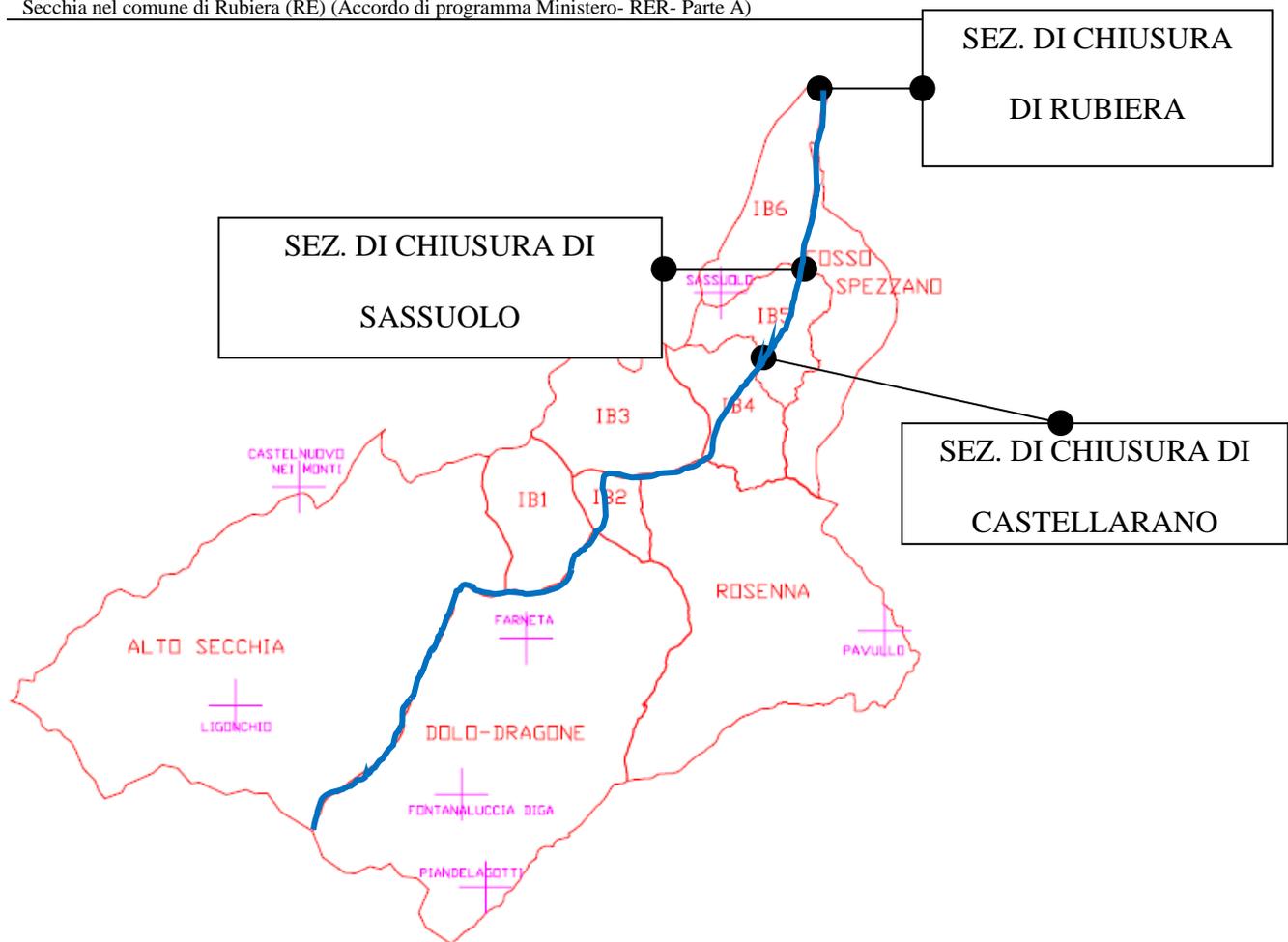


Figura 3: Corografia del bacino (Fonte elaborato 3-2-1_1-1R_SC – Relazione idrologica dello Studio di Fattibilità 2007, con elaborazione grafica a cura dello Scrivente).

Per quanto riguarda il medio tratto del fiume Secchia tra Castellarano e Rubiera il bacino sotteso può essere suddiviso in due parti:

- tra Castellarano e Sassuolo, indicato con la sigla IB5, con estensione pari a 35.8 km²;
- a valle di Sassuolo si aggiunge l'interbacino indicato con IB6 posizionato in sinistra idrografica di superficie pari a 44.45 km² ed il sottobacino del Fosso

MO-E-1357 - Adeguamento dei manufatti di regolazione e sfioro della cassa di espansione del fiume Secchia comprensivo della predisposizione della possibilità di regolazione in situazioni emergenziali anche per piene ordinarie in relazione alla capacità di deflusso del tratto arginato (ex codice 10969) e avvio dell'adeguamento in quota e potenziamento strutturale dei rilevati arginali del sistema cassa espansione esistente

MO-E-1273 - Lavori di ampliamento e adeguamento della cassa di espansione del Fiume Secchia nel comune di Rubiera (RE) (Accordo di programma Ministero- RER- Parte A)

di Spezzano ubicato in destra Secchia di superficie complessiva pari a 55.87 km².

Proprio a monte della sezione di chiusura di Rubiera e quindi della cassa di espansione specifico oggetto degli interventi in epigrafe, si immette il torrente Tresinaro (estensione totale del bacino del 229 km²); detto torrente ha origine dal M. Fosola (987 m s.l.m.) tra Castelnovo ne' Monti e Carpineti e dopo un lungo percorso di circa 40 Km parallelo al Secchia, vi confluisce, come detto, in sinistra all'altezza di Rubiera.



Figura 4: Particolare della zona di immissione del Tresinaro in Secchia in corrispondenza dell'abitato di Rubiera appena a monte della cassa di espansione (fonte: Bing Maps ©, elaborazione grafica a cura dello Scrivente).

MO-E-1357 - Adeguamento dei manufatti di regolazione e sfioro della cassa di espansione del fiume Secchia comprensivo della predisposizione della possibilità di regolazione in situazioni emergenziali anche per piene ordinarie in relazione alla capacità di deflusso del tratto arginato (ex codice 10969) e avvio dell'adeguamento in quota e potenziamento strutturale dei rilevati arginali del sistema cassa espansione esistente

MO-E-1273 - Lavori di ampliamento e adeguamento della cassa di espansione del Fiume Secchia nel comune di Rubiera (RE) (Accordo di programma Ministero- RER- Parte A)



Il basso corso del fiume Secchia - da valle della cassa di espansione fino alla confluenza in Po - risulta caratterizzato da arginature di 4÷10 m sui piani di campagna, non riceve contributi in fase di piena (i pochi colatori conferenti sono dotati di apparecchiature meccaniche per la loro esclusione in condizioni di prevalenti livelli idrici del recipiente) con la sola eccezione, nel tratto terminale, degli impianti elevatori di Mondine e San Siro che, in condizioni di piena, recapitano meccanicamente gli apporti del vasto comprensorio colante in sinistra Secchia, (gestione Consorzio Parmigiana-Moglia).

2.2 Contesto particolare: la zona interessata dalla cassa d'espansione

La cassa d'espansione esistente (definita di Rubiera) risulta ubicata circa 500 m a valle dell'esistente viadotto della via Emilia (vedi Figura 5) ed è costituita da una parte in linea, che interessa propriamente l'alveo del corso d'acqua per una lunghezza di circa 1.400 m (con leggera espansione in destra in aree interessate da attività di cava), sbarrata da un manufatto regolatore in alveo (vedi Figura 6) e da una parte in derivazione, in sinistra idrografica, alimentata da uno sfioratore laterale posto sull'argine di separazione tra le due casse con ciglio sfiorante a quota 45.40 m s.l.m e lunghezza pari a 120 m (vedi Figura 7). Complessivamente la superficie impegnata è pari a circa 200 ha, con volume invasabile dell'ordine di circa 15 milioni di m³ complessivi.



MO-E-1357 - Adeguamento dei manufatti di regolazione e sfioro della cassa di espansione del fiume Secchia comprensivo della predisposizione della possibilità di regolazione in situazioni emergenziali anche per piene ordinarie in relazione alla capacità di deflusso del tratto arginato (ex codice 10969) e avvio dell'adeguamento in quota e potenziamento strutturale dei rilevati arginali del sistema cassa espansione esistente

MO-E-1273 - Lavori di ampliamento e adeguamento della cassa di espansione del Fiume Secchia nel comune di Rubiera (RE) (Accordo di programma Ministero- RER- Parte A)

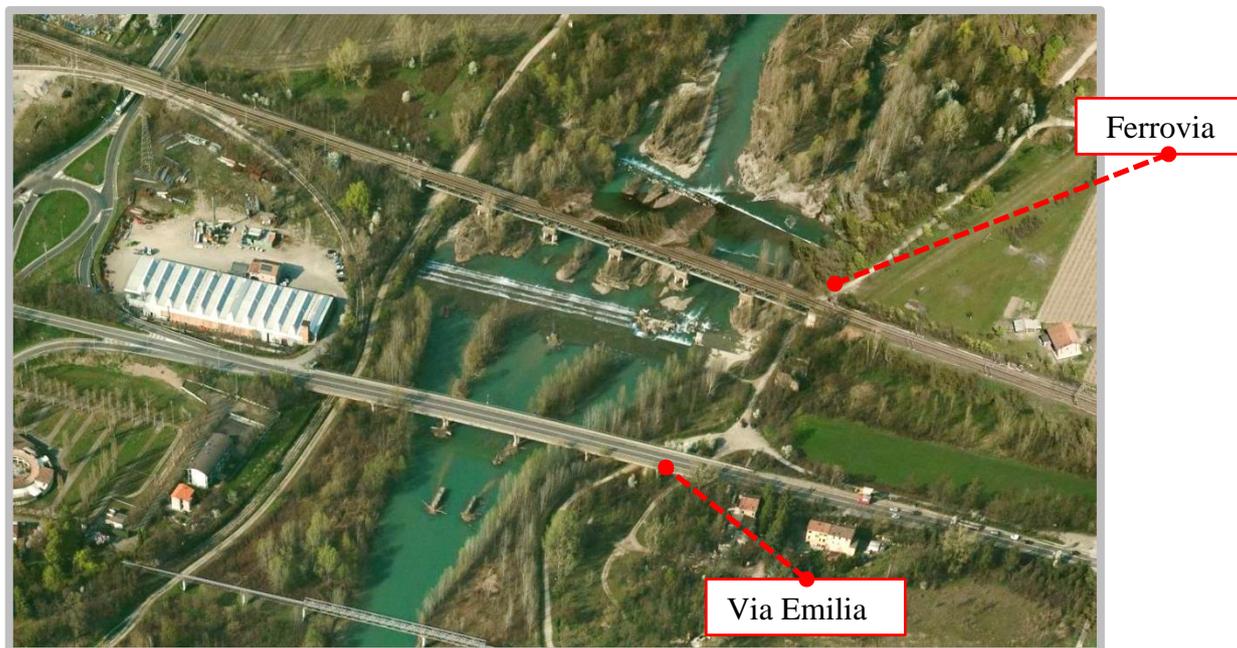


Figura 5: Ingrandimento della zona circostante l'esistente cassa d'espansione di Rubiera e focus sulla zona a monte della cassa, vista da monte verso valle (fonte: Bing Maps ©, elaborazione grafica a cura dello Scrivente).

MO-E-1357 - Adeguamento dei manufatti di regolazione e sfioro della cassa di espansione del fiume Secchia comprensivo della predisposizione della possibilità di regolazione in situazioni emergenziali anche per piene ordinarie in relazione alla capacità di deflusso del tratto arginato (ex codice 10969) e avvio dell'adeguamento in quota e potenziamento strutturale dei rilevati arginali del sistema cassa espansione esistente

MO-E-1273 - Lavori di ampliamento e adeguamento della cassa di espansione del Fiume Secchia nel comune di Rubiera (RE) (Accordo di programma Ministero- RER- Parte A)



Figura 6: Manufatto regolatore in alveo visto da sponda idrografica sinistra verso sponda destra (fonte: Bing Maps ©, elaborazione grafica a cura dello Scrivente).

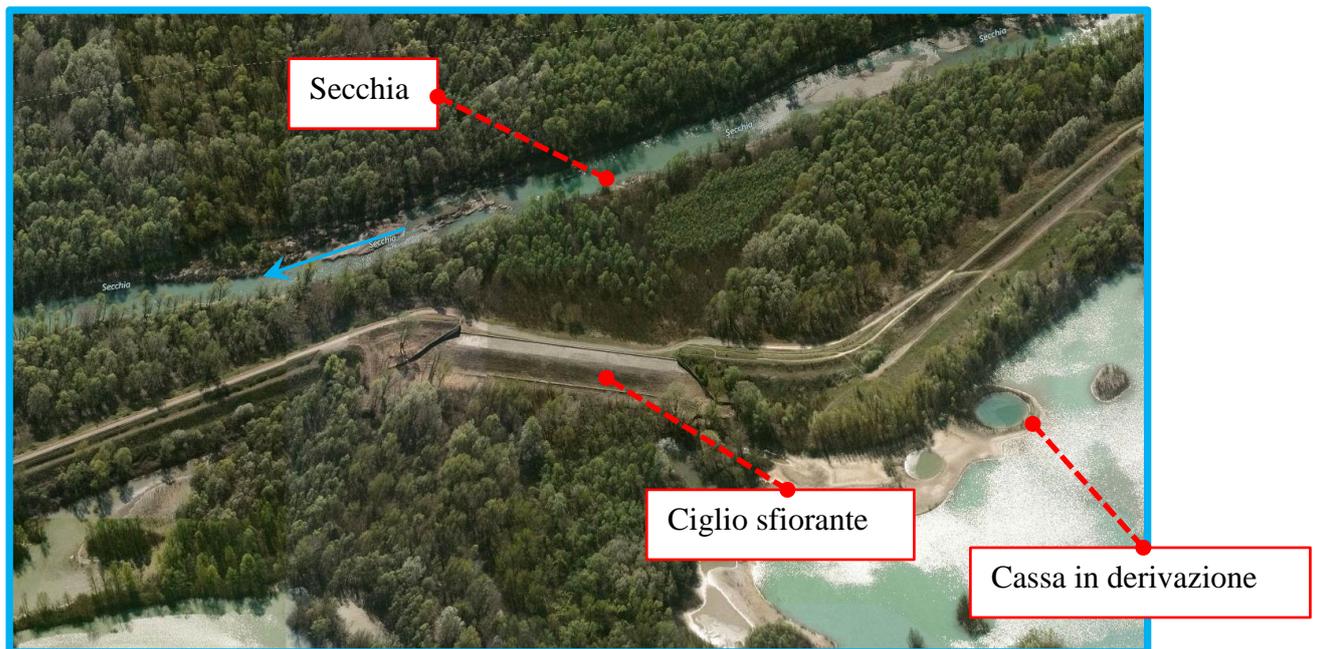


Figura 7: Manufatto di sfioro verso la cassa in derivazione, vista da sponda idrografica sinistra verso sponda destra (fonte: Bing Maps ©, elaborazione grafica a cura dello Scrivente).

Il manufatto di regolazione in alveo (vedi Figura 6) risulta composto da 4 luci fisse di dimensione pari a 5.00 m x 2.60 m con quota di fondo pari a 37.23 m s.l.m. e da uno sfioro di lunghezza pari a 150 m con quota di sommità a 45.27 m s.l.m..

3 Idrologia

3.1 Studio di fattibilità (AdBPo 2007)

Il più recente dei contributi redatti in merito alla valutazione delle piene per il Secchia è rappresentato dallo “*Studio di fattibilità della sistemazione idraulica del fiume Secchia nel tratto da Lugo alla confluenza in Po*” redatto nel 2007 (versione finale) da Beta Studio per conto di Autorità di Bacino del Fiume Po; l’elaborato di specifico interesse e riassunto di seguito è il 3-2-1_1-1R_SC: Relazione descrittiva e di analisi dell’attività “Definizione delle portate di piena di riferimento”.

3.1.1 Studi idrologico-idraulici pregressi sul F. Secchia

Prima di entrare nello specifico dello Studio di Fattibilità dell’Autorità di Bacino del po (AdBPo2007), si analizzano alcuni importanti studi idrologici/idraulici precedenti relativi al F. Secchia (e riassunti all’interno dello Studio di fattibilità stesso – cfr. elaborato 3-2-1_1-1R_SC - Paragrafo 10.1 e 10.2) onde mantenere la consequenzialità temporale con cui sono stati redatti:

1. Magistrato per il Po “Adeguamento della cassa di espansione del fiume Secchia in località Rubiera (RE) e Campogalliano (MO) alle attuali

esigenze idrauliche e alle norme del D.P.R. 1 Nov 1959 n° 1363 e successive (regolamento dighe)” Ing. Susin, 1991;

2. Autorità di Bacino del fiume Po “Studio idrologico e idraulico del sistema fluviale asta del Secchia – cassa di espansione di Rubiera a monte della città di Modena. D.I.I.A.R.” Politecnico di Milano, 1999.

3.1.1.1 Progetto AIPO 1991 - Ing. Susin

Per quanto riguarda il progetto di adeguamento della cassa di espansione svolto dall'ing. Susin di cui al punto 1. la definizione dell'idrogramma di progetto è stato così eseguito:

- per i diversi tempi di ritorno (10, 100 e 500 anni) sono stati ottenuti gli idrogrammi sulla base della metodologia dell'idrogramma unitario;
- i parametri dell'idrogramma unitario sono stati definiti mediante taratura utilizzando l'evento di piena del Settembre 1973: di tale evento è nota la registrazione dell'idrogramma di piena nella stazione idrometrografica di Ponte Bacchello ed i corrispondenti afflussi meteorici registrati in otto stazioni pluviometriche ricadenti nel bacino idrografico del fiume Secchia (Febbio, Pavullo, Farneta, Sassuolo, Baiso, Ligonchio, Fontanaluccia, Piandelagotti);
- sono state elaborate le serie storiche di precipitazione disponibili in sette stazioni pluviometriche ricadenti nel bacino del Secchia ciascuna con un numero minimo di diciotto anni di osservazione (Ligonchio, Castelnuovo

Monti, Piandelagotti, Fontanaluccia, Farneta, Pavullo, Sassuolo):
l'elaborazione statistica è stata condotta adottando la distribuzione probabilistica di Gumbel;

- la pioggia critica per il bacino è stata valutata essere quella con durata pari a 12 ore.

Lo Studio così eseguito ha portato a definire l'idrogramma per $T=100$ anni (tempo di ritorno di progettazione della cassa) riportato nell'immagine seguente.

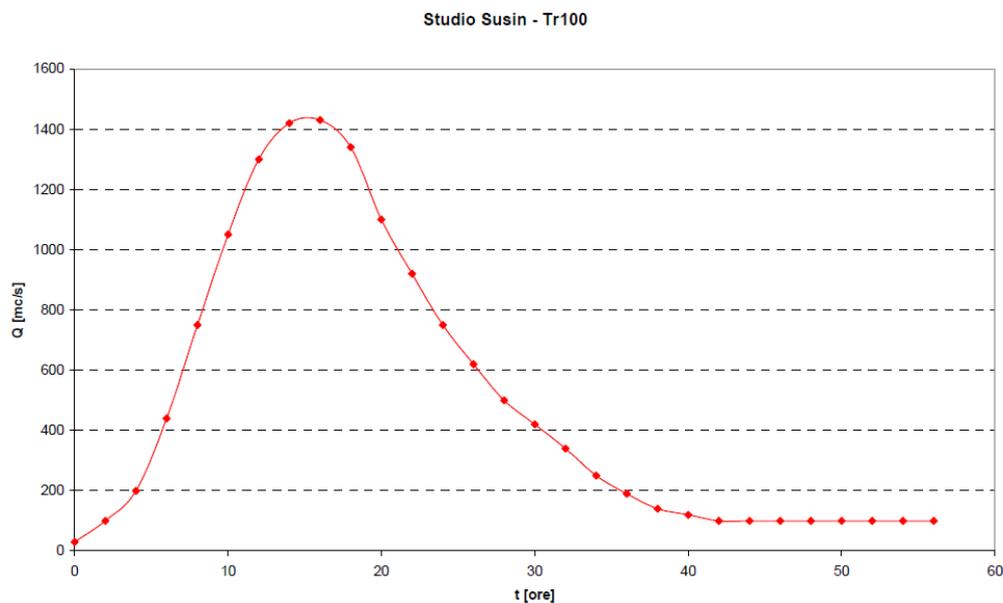


Figura 8: Studio ing. Susin idrogramma di progetto $T=100$ anni chiuso a Castellarano (cfr. Figura 10.1 pag. 82 elaborato 3-2-1_1-1R_SC).

3.1.1.2 Studio ADBPo 1999 - Politecnico Milano

Per quanto riguarda lo Studio di cui al punto 2) il Politecnico di Milano ha ricostruito gli idrogrammi di piena in corrispondenza della sezione di ingresso della cassa di espansione di Rubiera mediante una procedura di delaminazione applicata agli

idrogrammi sintetici ottenuti nella stazione di misura di Ponte Bacchello ubicata 25 km più a valle della cassa medesima.

La procedura utilizzata risulta così riassumibile:

- a partire dagli idrogrammi storici registrati a Ponte Bacchello, si sono dapprima ricavate, per i diversi tempi di ritorno, le curve di riduzione della portata al colmo e successivamente sulla base di queste ultime, si sono costruiti gli idrogrammi sintetici per i medesimi tempi di ritorno nella sezione di Ponte Bacchello;
- a partire quindi dagli idrogrammi sintetici, attraverso una procedura di delaminazione, si sono ricavati i corrispondenti idrogrammi di piena nella sezione di ingresso della cassa di Rubiera. La procedura di delaminazione prevede dapprima la calibrazione dei parametri k ed x del metodo Muskingum attraverso la propagazione in moto vario nel tratto di interesse di un idrogramma significativo (confronto tra idrogramma di testa e di coda del tratto). Calibrati tali parametri essi vengono utilizzati applicando a ritroso il metodo Muskingum (il che consente di ricavare gli idrogrammi di monte a partire dai corrispondenti idrogrammi di valle).

Lo Studio così eseguito ha portato a definire l'idrogramma per $T=100$ anni riportato nell'immagine seguente.

MO-E-1357 - Adeguamento dei manufatti di regolazione e sfioro della cassa di espansione del fiume Secchia comprensivo della predisposizione della possibilità di regolazione in situazioni emergenziali anche per piene ordinarie in relazione alla capacità di deflusso del tratto arginato (ex codice 10969) e avvio dell'adeguamento in quota e potenziamento strutturale dei rilevati arginali del sistema cassa espansione esistente

MO-E-1273 - Lavori di ampliamento e adeguamento della cassa di espansione del Fiume Secchia nel comune di Rubiera (RE) (Accordo di programma Ministero- RER- Parte A)

Studio Politecnico Milano - Tr100

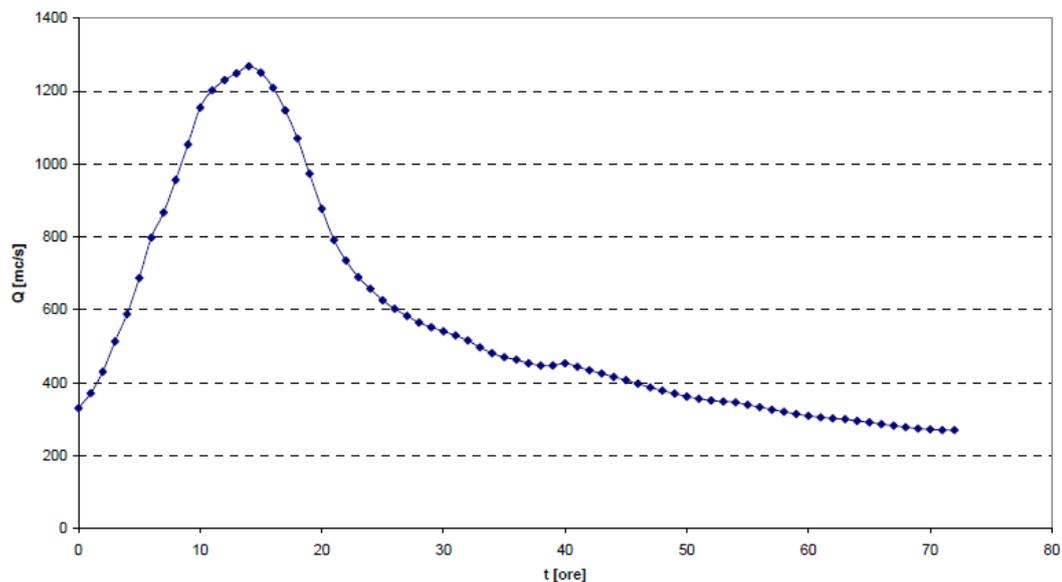


Figura 9: Studio Politecnico di Milano idrogramma di progetto T=100 anni (cfr. Figura 10.2 pag. 84 elaborato 3-2-1_1-1R_SC).

3.1.2 Analisi idrologica AdBPo 2007: concetti generali

Le analisi idrologiche eseguite da Beta Studio nel 2007 hanno riguardato l'implementazione di una modellazione idrologica-idraulica per definire le onde di piena di assegnato tempo di ritorno ai nodi di Castellarano e Rubiera. Nello specifico per la stima delle onde a Castellarano si è utilizzato il software HEC HMS; l'onda in uscita così ottenuta è stata inserita nel software Sobek Channel Flow Overland Flow (modello bidimensionale) e fatta propagare in moto vario lungo il tratto tra Castellarano-Rubiera (inserendo i contributi degli interbacini e immissioni laterali presenti nel tratto succitato ovvero IB5, IB6, Fosso Spezzano e Tresinaro) per arrivare a definire l'onda a Rubiera (ovvero a monte della cassa di espansione specifico oggetto del presente lavoro).

MO-E-1357 - Adeguamento dei manufatti di regolazione e sfioro della cassa di espansione del fiume Secchia comprensivo della predisposizione della possibilità di regolazione in situazioni emergenziali anche per piene ordinarie in relazione alla capacità di deflusso del tratto arginato (ex codice 10969) e avvio dell'adeguamento in quota e potenziamento strutturale dei rilevati arginali del sistema cassa espansione esistente

MO-E-1273 - Lavori di ampliamento e adeguamento della cassa di espansione del Fiume Secchia nel comune di Rubiera (RE) (Accordo di programma Ministero- RER- Parte A)

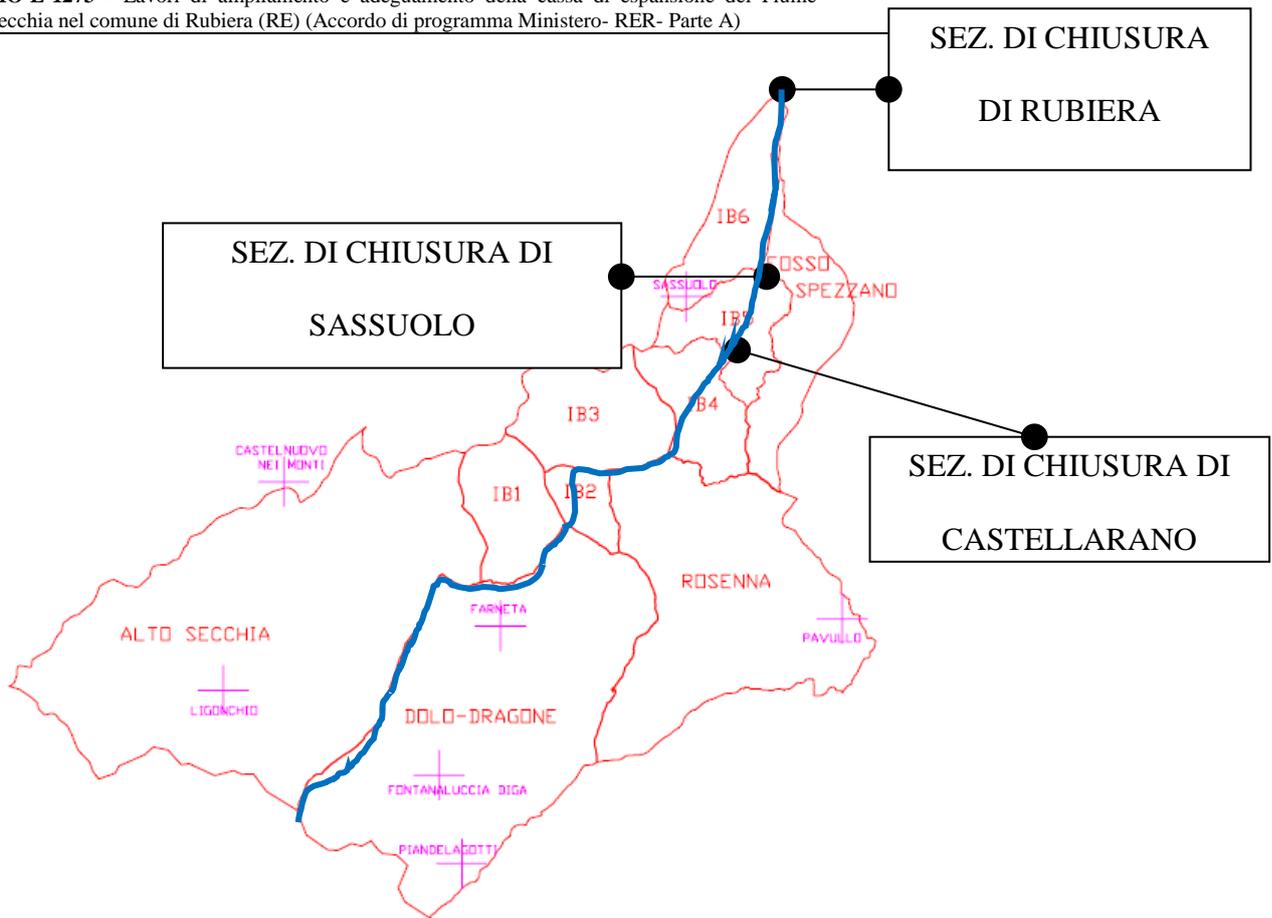


Figura 10: Corografia del bacino con evidenziate le stazioni pluviometriche utilizzate per lo studio idrologico (cfr. Figura 5.1 pag. 29 elaborato 3-2-1_1-1R_SC con elaborazione grafica a cura dello Scrivente).

3.1.2.1 Modello idrologico per determinazione onda Castellarano

La scelta di utilizzare un modello idrologico per la parte di monte del bacino (chiuso a Castellarano) è derivata dalla possibilità di poter operare una taratura dei parametri idrologici per la presenza sia di dati di pioggia in diverse stazioni pluviometriche sparse all'interno del bacino sia di dati idrometrici registrati proprio a Castellarano, dato invece non disponibile per Rubiera, da qui la necessità di avvalersi di un modello idraulico per la corretta definizione dell'onda di piena in ingresso alla cassa d'espansione (Rubiera appunto).

La taratura del modello HEC HMS è stata così effettuata:

1. selezione delle date degli eventi di piena giudicati significativi (nello specifico evento dell'Ottobre 1996 e del Novembre 1999);
2. per tali eventi, acquisizione dei dati relativi ai livelli idrometrici a scansione oraria o semioraria registrati alle due stazioni idrometriche attualmente in funzione, giudicate significative per l'ambito di studio (Secchia a Castellarano briglia Mucchietti e Secchia a Sassuolo Ponte Veggia);
3. acquisizione dei dati pluviometrici a scansione oraria o semioraria registrati alle stazioni ubicate all'interno del bacino;
4. esame critico e validazione dei dati come sopra acquisiti;
5. determinazione dei pesi da attribuire alle stazioni pluviometriche in relazione al bacino considerato;
6. costruzione della scala delle portate in corrispondenza delle due stazioni idrometriche mediante conversione delle serie dei livelli registrati in serie delle portate;
7. taratura dei parametri idrologici che regolano la formazione delle precipitazioni efficaci e i deflussi sugli eventi di piena ritenuti maggiormente significativi;
8. validazione dei parametri di taratura mediante confronto con l'evento di piena del 2000.

La validazione così effettuata ha permesso di stimare i parametri sotto riportati posto che per l'implementazione del modello si è scelto:

- come metodo per la definizione della pioggia efficace quello dell'SCS Curve Number;
- il metodo di Clark per la trasformazione della pioggia efficace in deflusso;
- mentre per il calcolo del deflusso di base il metodo della costante di esaurimento.

Tabella 3-1: Valori di taratura dei parametri del modello del Secchia a Castellarano (Tabella 5.VI pag. 45 elaborato 3-2-1_1-1R_SC)

Secchia a Castellarano Evento	Determinazione della pioggia efficace: Numero di Curva (CN) del SCS			Determinazione del Deflusso di Base: metodo della costante di esaurimento			Trasformazione afflussi-deflussi: Idrogramma Unitario di Clark	
	Perdite Iniziali [mm]	Sup. Imp. [%]	CN	Qiniz [m ³ s ⁻¹]	Costante esaurimento	Portata soglia [m ³ s ⁻¹]	Tc [ore]	Coeff. Accum. [ore]
Ott. 1996	15	10	80	100	0.3	500	10	2.5
Nov. 1999	15	10	80	50	0.3	500	10	2.5

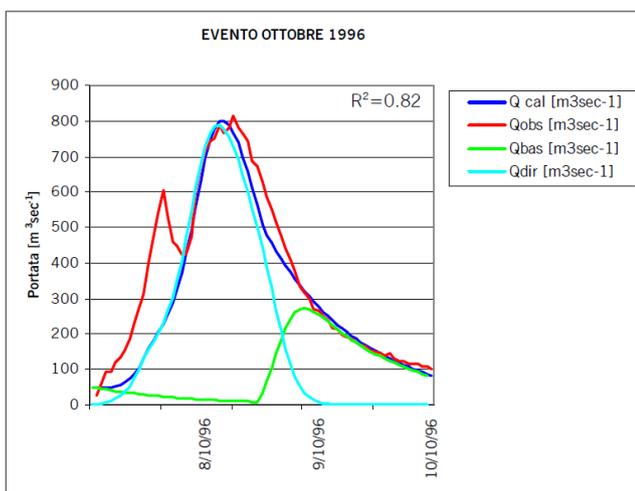


Figura 5.3 - Bacino del Secchia a Castellarano: confronto tra portate simulate ed osservate (evento Ottobre 1996)

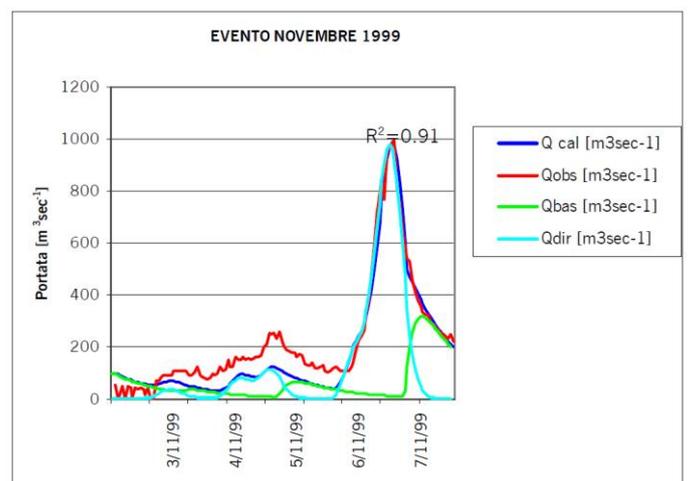


Figura 5.4 - Bacino del Secchia a Castellarano: confronto tra portate simulate ed osservate (evento Novembre 1999)

Figura 11: Confronto per l'evento del 1966 e quello del 1999 dell'onda registrata a Castellarano e di quella ricostruita con HEC HMS (Figura 5.3 e 5.4 pagg. 46 e 47 elaborato 3-2-1_1-1R_SC).

Con i parametri così ottenuti (Cfr. Tabella 3-1) si è proceduto all'implementazione del modello idrologico valutando diversi scenari pluviometrici finalizzati a stabilire quello maggiormente idoneo a descrivere il bacino in questione.

Prima di passare alla descrizione accurata dell'implementazione del modello occorre tuttavia porre l'accento su un passaggio cruciale contenuto nella relazione idrologica derivante dalle simulazioni eseguite, ovvero come per una durata di precipitazione pari a 12 ore si massimizzi la portata al colmo, mentre il volume massimo, in particolare quello sopra il valore di soglia di $750 \text{ m}^3/\text{s}$ si ottenga per una durata di pioggia pari a 24 ore. Si riporta di seguito lo specchietto riassuntivo delle simulazioni eseguite per il $T = 100$ anni variando la durata di pioggia per il bacino chiuso a Castellarano (cfr. Tabella 2 2) posto che a pagina 67 dell'elaborato 3-2-1_1-1R_SC si ribadisce la validità generale del concetto “.....[omissis]dunque valida per tutti i tempi di ritorno l'assunzione $T_p = 12$ ore critico per il colmo di piena e $T_p = 24$ ore critico per il volume sopra soglia”.

Tabella 3-2: Portate al colmo “volume soglia” per T 100 a Castellarano (Tabella 7.II pag. 66 elaborato 3-2-1_1-1R_SC).

durata precipitazione (ore)	Portata al colmo (m^3/s)	Volume sopra soglia $750 \text{ m}^3/\text{s}$ (Mm^3)
12	1545.7	18.99
16	1522.9	22.31
20	1440.5	23.70
24	1353.3	24.16
28	1264.6	23.62

Lo Studio risulta così riassumibile:

1. valutazione degli ietogrammi ad intensità costante (rettangolari) per ogni sottobacino e per ognuno dei 9 tempi di ritorno di interesse (2, 5, 10, 20, 30, 50, 100, 200 e 500 anni) a partire dalle precipitazioni in corrispondenza delle stazioni pluviometriche (cfr. Tabella 3-3) del bacino ragguagliate secondo i pesi determinati con la metodologia di taratura descritta in precedenza (cfr. Tabella 3-4) e con opportuni coefficienti di riduzione areale (cfr. Tabella 3-5); i coefficienti a ed n utilizzati nelle elaborazioni vengono desunti dagli allegati del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico - Interventi sulla rete idrografica e sui versanti – (Norme di attuazione). L'altezza di pioggia ragguagliata per l'intero bacino chiuso a Castellarano e relativa intensità di pioggia è riportata in Tabella 3-7;

Tabella 3-3: Parametri delle linee segnalatrici di possibilità pluviometrica desumibili dal PAI (cfr. Tabella 6.I pag. 53 elaborato 3-2-1_1-1R_SC).

Stazione di misura		T = 20 anni		T = 100 anni		T = 200 anni		T = 500 anni	
Cod.	Denominazione	a	n	a	n	a	n	a	n
1921	Ligonchio	41.99	0.463	53.66	0.454	58.63	0.451	65.21	0.448
1922	Castelnuovo_monti	39.49	0.259	50.62	0.238	55.38	0.232	61.65	0.225
1926	Fontanaluccia	44.23	0.355	57.11	0.339	62.61	0.334	69.86	0.329
1930	Farneta	38.17	0.357	47.99	0.357	52.25	0.357	57.74	0.357
1932	Piandelagotti	45.88	0.482	59.11	0.475	64.77	0.473	72.24	0.471
1937	Pavullo	43.07	0.336	55.65	0.334	61.01	0.334	68.09	0.333
1942	Sassuolo	33.62	0.375	42.36	0.374	46.08	0.373	51.01	0.373

MO-E-1357 - Adeguamento dei manufatti di regolazione e sfioro della cassa di espansione del fiume Secchia comprensivo della predisposizione della possibilità di regolazione in situazioni emergenziali anche per piene ordinarie in relazione alla capacità di deflusso del tratto arginato (ex codice 10969) e avvio dell'adeguamento in quota e potenziamento strutturale dei rilevati arginali del sistema cassa espansione esistente

MO-E-1273 - Lavori di ampliamento e adeguamento della cassa di espansione del Fiume Secchia nel comune di Rubiera (RE) (Accordo di programma Ministero- RER- Parte A)

Tabella 3-4: Pesì utilizzati in simulazione (sezione di Castellarano) (Tabella 6.IV pag. 55 elaborato 3-2-1_1-1R_SC).

Stazione	Peso
Ligonchio	0.21
Castelnuovo	0.09
Fontanaluccia	0.13
Farneta	0.30
Piandelagotti	0.04
Pavullo	0.13
Sassuolo	0.10

Tabella 3-5: Fattori di riduzione areale della precipitazione (cfr. Tabella 6.VI. pag. 56 elaborato 3-2-1_1-1R_SC).

Sottobacino	Fattore di riduzione
Castellarano	0.85
IB5	0.98
IB6	0.97
Spezzano	0.96
Tresinaro	0.93

Tabella 3-6: Altezza totale della precipitazione di progetto della durata di 12 ore [mm].

Stazione di misura	1921	1922	1926	1930	1932	1937	1942
	Ligonchio	Castelnuovo	Fontanaluccia	Farneta	Piandelagotti	Pavullo	Sassuolo
T=2 anni	79.77	48.87	65.54	52.07	86.95	53.91	50.42
T=5 anni	102.97	60.30	83.49	71.12	115.23	73.68	65.68
T=10 anni	118.16	67.82	95.49	82.13	133.92	86.68	75.76
T = 20 anni	132.68	75.16	106.87	92.68	151.96	99.27	85.37
T = 30 anni	140.99	79.35	113.35	98.75	162.30	97.17	91.00
T = 50 anni	151.47	84.49	121.58	106.34	175.30	115.54	97.81
T = 100 anni	165.79	91.45	132.59	116.58	192.47	127.61	107.29
T = 200 anni	179.84	98.56	143.57	126.78	209.83	139.91	116.44
T = 500 anni	198.50	107.84	158.23	140.24	232.83	155.76	128.88

MO-E-1357 - Adeguamento dei manufatti di regolazione e sfioro della cassa di espansione del fiume Secchia comprensivo della predisposizione della possibilità di regolazione in situazioni emergenziali anche per piene ordinarie in relazione alla capacità di deflusso del tratto arginato (ex codice 10969) e avvio dell'adeguamento in quota e potenziamento strutturale dei rilevati arginali del sistema cassa espansione esistente

MO-E-1273 - Lavori di ampliamento e adeguamento della cassa di espansione del Fiume Secchia nel comune di Rubiera (RE) (Accordo di programma Ministero- RER- Parte A)

Tabella 3-7: Ietogramma di progetto a Castellarano (metodo topoietai - durata 12 ore) (cfr. Tabella 6.IX pag. 58 elaborato 3-2-1_1-1R_SC).

Tr	Altezza media (mm)	Fattore riduzione	Altezza raggugiata (mm)	Intensità media(mm/h)
2	60.82	0.85	51.70	4.31
5	80.00	0.85	68.00	5.67
10	92.17	0.85	78.34	6.53
20	103.84	0.85	88.26	7.36
30	109.33	0.85	92.93	7.74
50	118.93	0.85	101.09	8.42
100	130.27	0.85	110.73	9.23
200	141.56	0.85	120.33	10.03
500	156.48	0.85	133.01	11.08

2. valutazione degli ietogrammi ad intensità costante (rettangolari) per ogni sottobacino e per i vari tempi di ritorno, a partire dai valori ai nodi della griglia di Kriging (cfr. Tabella 3-8) determinata su maglia quadrata di 2 km di lato dall'AdBPo (si veda a riguardo l'allegato 3 "distribuzione spaziale delle precipitazioni intense – parametri delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica per tempi di ritorno 20, 100, 200 e 500 anni" della direttiva sulla piena di progetto in ambito PAI);

Tabella 3-8: Ietogramma di progetto a Castellarano (celle di Kriging - durata 12 ore) (cfr. Tabella 6.XI pag. 59 elaborato 3-2-1_1-1R_SC).

Tr (anni)	Altezza media (mm)	Fattore riduzione	Altezza raggugiata (mm)	Intensità media(mm/h)
2	62.74	0.85	53.33	4.44
5	78.79	0.85	66.98	5.58
10	90.77	0.85	77.15	6.43
20	104.33	0.85	88.68	7.39
30	109.45	0.85	93.03	7.75
50	118.02	0.85	100.31	8.36
100	131.53	0.85	111.80	9.32
200	142.99	0.85	121.55	10.13
500	158.26	0.85	134.52	11.21

3. valutazione degli ietogrammi ad intensità variabile (Chicago di tipo centrato) per ogni sottobacino e per i vari tempi di ritorno, a partire dai valori ai nodi della griglia di Kriging (cfr. determinata su maglia quadrata di 2 km di lato dalla AdBPO (si veda a riguardo l'allegato 3 "distribuzione spaziale delle precipitazioni intense - parametri delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica per tempi di ritorno 20, 100, 200 e 500 anni" della direttiva sulla piena di progetto in ambito PAI);

Tabella 3-9: Ietogramma di progetto a Castellarano (celle di Kriging Chicago- durata 12 ore) (cfr. Tabella 6.XII pag. 60 elaborato 3-2-1_1-1R_SC).

Intervallo temporale	Intensità media (mm/h)
0-1	3.71
1-2	4.24
2-3	5.02
3-4	6.33
4-5	9.21
5-6	45.33
6-7	12.89
7-8	7.43
8-9	5.58
9-10	4.59
10-11	3.96
11-12	3.51

4. implementazione del modello idrologico utilizzando le tre tipologie di ietogrammi illustrate, per lo stesso tempo di precipitazione (uguale al tempo di corrivazione); confronto critico tra gli idrogrammi ottenuti e scelta degli ietogrammi di progetto. In merito si riporta di seguito il confronto tra le portate di picco per $T = 100$ anni e durata 12 ore per la

sezioni di Castellarano che ha portato ad escludere il metodo dello ietogramma Chicago (non idoneo in un ambito di applicazione come quello in oggetto) definendo quello dello ietogramma rettangolare su maglia del Kriging come quello di progetto;

Tr	Q_ietog. topoietai	Q_ietog. rettangolare celle	Q_ietog. Chicago celle
100	1524 m ³ /s	1545 m ³ /s	1776 m ³ /s

5. implementazione del modello idrologico utilizzando i parametri idrologici valutati in fase di taratura con input di precipitazione pari agli ietogrammi di progetto (ietogramma rettangolare, celle di Kriging) per le due durate di precipitazione scelte come rappresentative (12 e 24 ore); le sezioni di chiusura considerate sono Castellarano e Sassuolo, in corrispondenza delle quali vengono ottenuti con simulazione gli idrogrammi di piena di progetto.

Quindi in conclusione della prima fase più prettamente idrologica si sono ottenute le onde di piena per la sezione di chiusura di Castellarano (che sottende un bacino di 972 km²) propagate poi in moto vario su dominio bidimensionale mediante il modello idraulico 2d Sobek Channel Flow Overland Flow onde ottenere gli idrogrammi di riferimento a Rubiera (di cui al Paragrafo seguente).

3.1.2.2 Modello idraulico per determinazione onda a Rubiera

Il modello bidimensionale - avvalendosi del software 2d Sobek Channel Flow Overland Flow - è stato implementato da Beta Studio inserendo i contributi in

destra e sinistra idraulica dei tributari/interbacini (per dovere di completezza si riporta in Figura 12 lo schema del bacino onde meglio chiarirne il posizionamento):

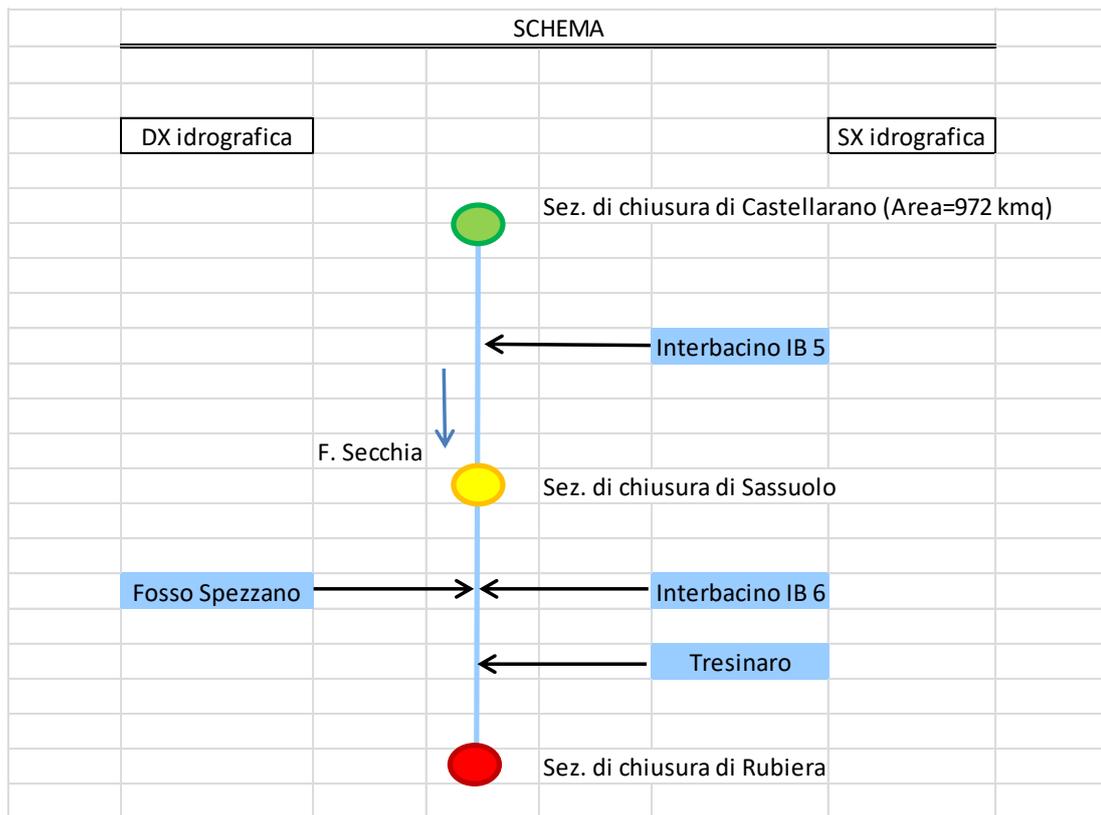


Figura 12: Schema del bacino (Elaborazione grafica a cura dello Scrivente).

- per l'interbacino Castellarano – Sassuolo (IB5); l'apporto è stato valutato attraverso l'implementazione del modello idrologico HEC HMS (con i medesimi parametri di taratura ricavati per la sezione di Castellarano); l'idrogramma stimato è stato inserito come input laterale appena a valle della sezione 183, con sfasamento (anticipo) del colmo rispetto al colmo dell'idrogramma del Secchia a Castellarano pari a 6 ore (differenza tra i tempi di corrivazione);

- per l'interbacino Sassuolo – Rubiera in sinistra idrografica (IB6);
l'apporto è stato valutato attraverso l'implementazione del modello idrologico HEC HMS (con i parametri di taratura ricavati per la sezione di Castellarano); l'idrogramma stimato è stato inserito come input laterale tra la sezione 174 e la sezione 173, con sfasamento (anticipo) del colmo rispetto al colmo dell'idrogramma del Secchia a Castellarano pari a 6 ore (differenza tra i tempi di corrivazione);
- bacino della Fossa di Spezzano; l'apporto è stato valutato attraverso l'implementazione del modello idrologico HEC HMS (con i parametri di taratura ricavati per la sezione di Castellarano); l'idrogramma stimato è stato inserito come input laterale tra la sezione 174 e la sezione 173, con sfasamento (anticipo) del colmo rispetto al colmo dell'idrogramma del Secchia a Castellarano pari a 6 ore (differenza tra i tempi di corrivazione);
 - bacino del torrente Tresinaro; l'apporto è stato valutato come input laterale a monte della sezione 166, in questo caso non è stato implementato un modello idrologico ma in ragione dell'importanza non trascurabile del tributario (bacino di 229 km²) è stata eseguita un'analisi statistica ad hoc onde valutare correttamente l'apporto del Tresinaro in occasione delle piene del Secchia (cfr. Tabella 3-10). Pertanto l'idrogramma relativo al torrente Tresinaro è stato valutato in modo da riprodurre la forma degli idrogrammi ottenuti all'interno dello studio “Attività di pianificazione del bacino del fiume Po – Sottoprogetto SP1.4 –

MO-E-1357 - Adeguamento dei manufatti di regolazione e sfioro della cassa di espansione del fiume Secchia comprensivo della predisposizione della possibilità di regolazione in situazioni emergenziali anche per piene ordinarie in relazione alla capacità di deflusso del tratto arginato (ex codice 10969) e avvio dell'adeguamento in quota e potenziamento strutturale dei rilevati arginali del sistema cassa espansione esistente

MO-E-1273 - Lavori di ampliamento e adeguamento della cassa di espansione del Fiume Secchia nel comune di Rubiera (RE) (Accordo di programma Ministero- RER- Parte A)

Rete idrografica minore naturale e artificiale – bacino del Tresinaro” per la sezione di chiusura alla confluenza con il fiume Secchia, con tempo di ritorno valutato tramite la relazione seguente: $Tr_{Tresinaro} = 0.8657 Tr_{Secchia} - 0.9989$

Tabella 3-10: Confronto tra i parametri morfometrici del bacino del Secchia chiuso a Rubiera e quello del Tresinaro chiuso sempre a Rubiera (cfr. Tabelle 8.II e 8.III pag. 73 elaborato 3-2-1_1-1R_SC).

Tabella 8.II - Secchia a Rubiera (valle confluenza Tresinaro). Caratteristiche idrologiche

Secchia a Rubiera (valle confluenza Tresinaro)				
Superficie [km ²]	Lunghezza asta principale [km]	H media [m s.m.]	H sez [m s.m.]	Tc Tempo di corrivazione (Giandotti) [ore]
1250	85	700	53	13

Tabella 8.III - Tresinaro a Rubiera. Caratteristiche idrologiche

Tresinaro a Rubiera				
Superficie [km ²]	Lunghezza asta principale [km]	H media [m s.m.]	H sez [m s.m.]	Tc Tempo di corrivazione (Giandotti) [ore]
229	41	322	53	9.3

Gli idrogrammi così ottenuti sono riportati di seguito.

MO-E-1357 - Adeguamento dei manufatti di regolazione e sfioro della cassa di espansione del fiume Secchia comprensivo della predisposizione della possibilità di regolazione in situazioni emergenziali anche per piene ordinarie in relazione alla capacità di deflusso del tratto arginato (ex codice 10969) e avvio dell'adeguamento in quota e potenziamento strutturale dei rilevati arginali del sistema cassa espansione esistente

MO-E-1273 - Lavori di ampliamento e adeguamento della cassa di espansione del Fiume Secchia nel comune di Rubiera (RE) (Accordo di programma Ministero- RER- Parte A)

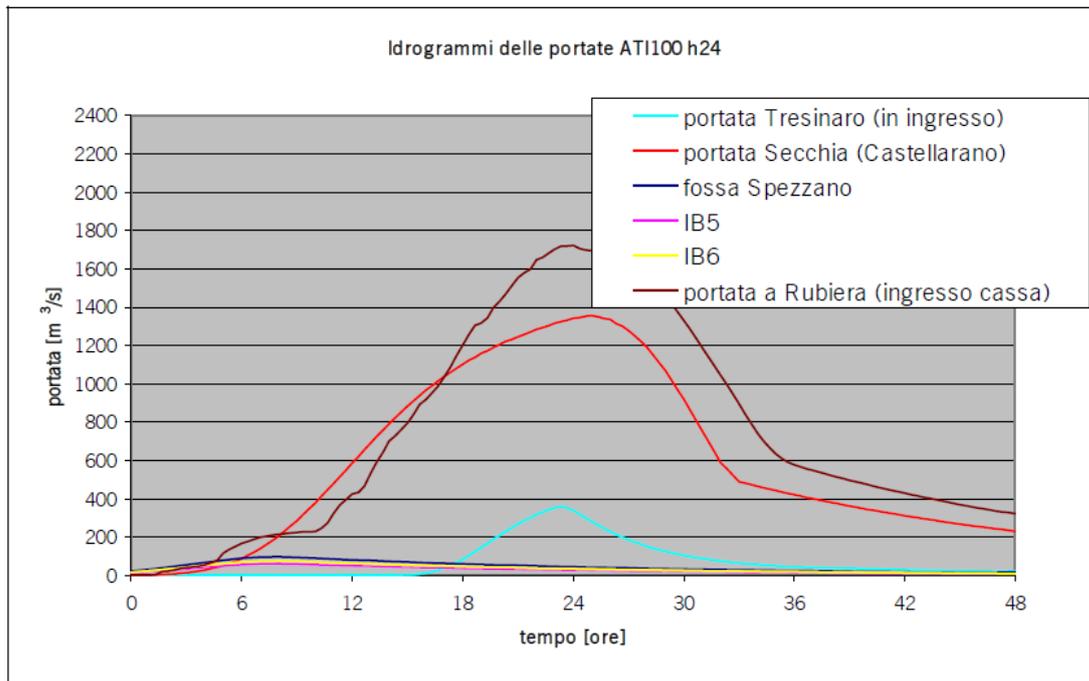
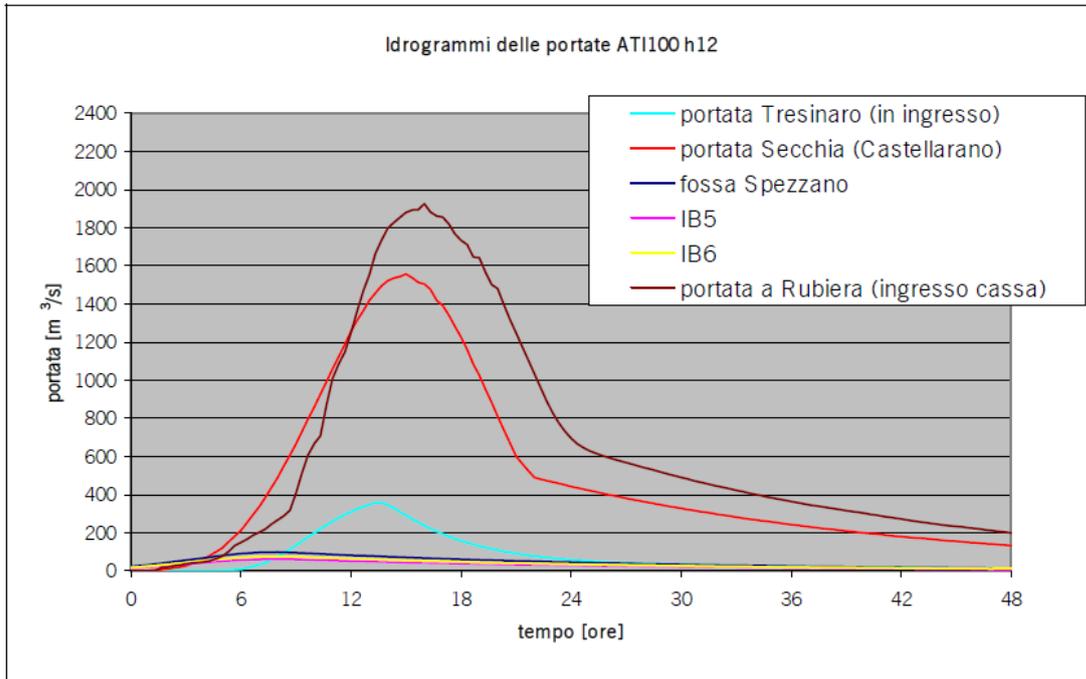


Figura 13: Idrogrammi con T 100 anni e durata di pioggia 12 ore (in alto) e 24 ore (in basso) sia per la sezione di Rubiera che per quella di Castellarano (cfr. APPENDICE D pag. A85).

MO-E-1357 - Adeguamento dei manufatti di regolazione e sfioro della cassa di espansione del fiume Secchia comprensivo della predisposizione della possibilità di regolazione in situazioni emergenziali anche per piene ordinarie in relazione alla capacità di deflusso del tratto arginato (ex codice 10969) e avvio dell'adeguamento in quota e potenziamento strutturale dei rilevati arginali del sistema cassa espansione esistente

MO-E-1273 - Lavori di ampliamento e adeguamento della cassa di espansione del Fiume Secchia nel comune di Rubiera (RE) (Accordo di programma Ministero- RER- Parte A)

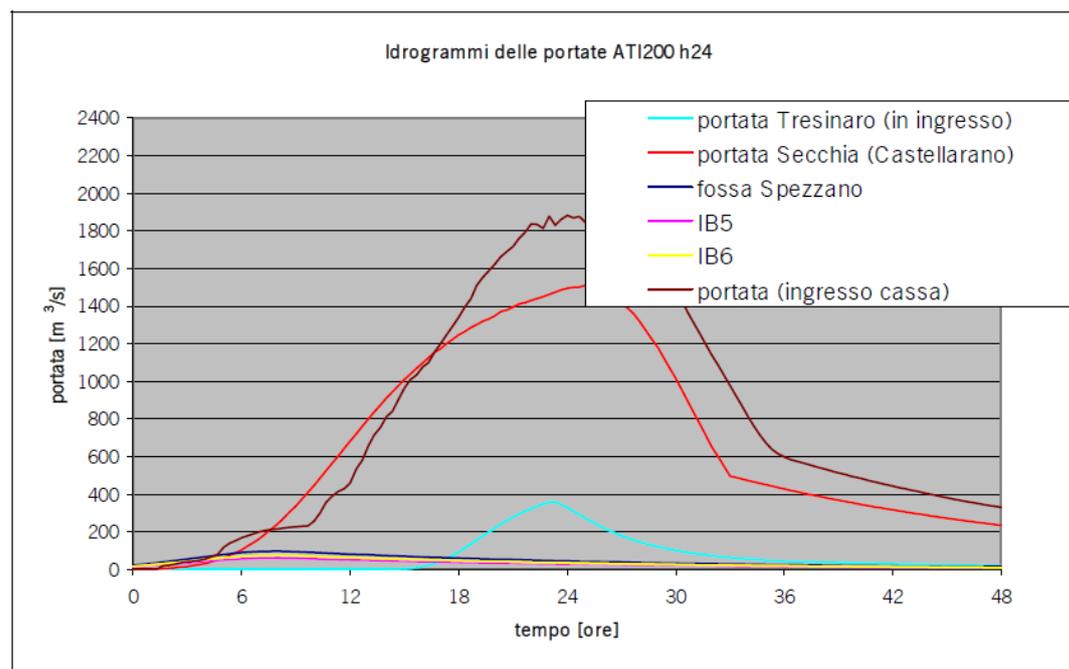
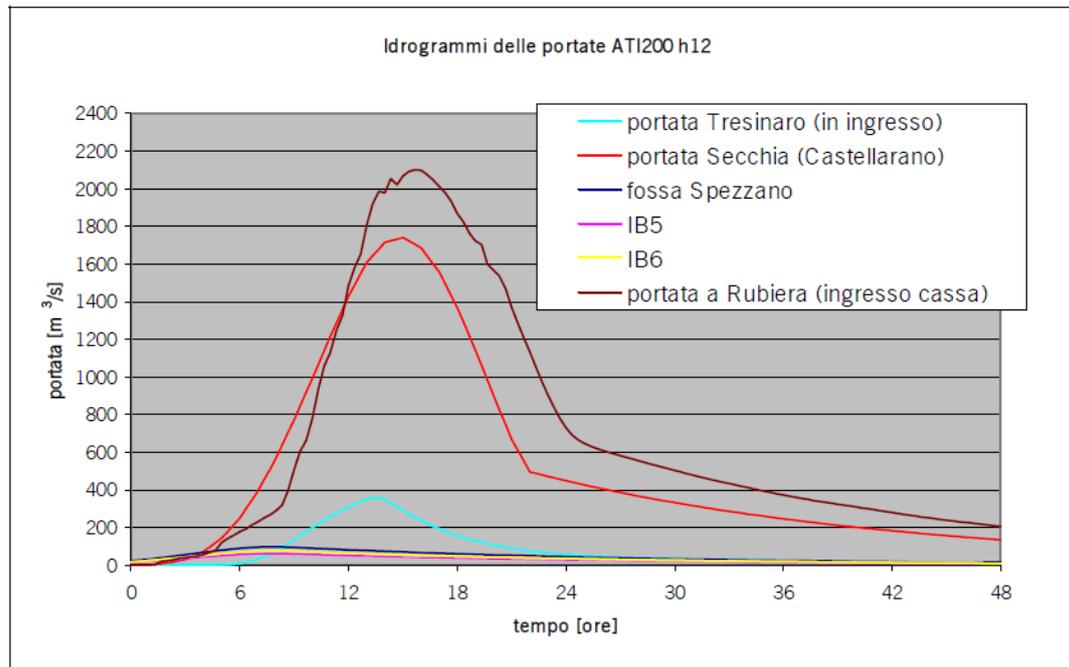


Figura 14: Idrogrammi con T 200 anni e durata di pioggia 12 ore (in alto) e 24 ore (in basso) sia per la sezione di Rubiera che per quella di Castellarano (cfr. APPENDICE D pag. A86).

MO-E-1357 - Adeguamento dei manufatti di regolazione e sfioro della cassa di espansione del fiume Secchia comprensivo della predisposizione della possibilità di regolazione in situazioni emergenziali anche per piene ordinarie in relazione alla capacità di deflusso del tratto arginato (ex codice 10969) e avvio dell'adeguamento in quota e potenziamento strutturale dei rilevati arginali del sistema cassa espansione esistente

MO-E-1273 - Lavori di ampliamento e adeguamento della cassa di espansione del Fiume Secchia nel comune di Rubiera (RE) (Accordo di programma Ministero- RER- Parte A)



3.1.3 Sintesi finale dei risultati

L'elaborato 3-2-1_1-1R_SC dello Studio di Fattibilità si conclude con una sintesi comparativa - al variare della metodologia utilizzata - delle portate al colmo per le sezioni di Castellarano e Rubiera. Le tabelle riassuntive – riportate ai Paragrafi seguenti – comprendono anche i valori ottenuti applicando i metodi di regionalizzazione che – come anticipato in premessa – non sono stati in questa sede descritti analiticamente limitandosi a sintetizzarne i risultati ottenuti.

3.1.3.1 Secchia a Castellarano

Si riporta di seguito una sintesi dei risultati ottenuti per la sezione di Castellarano.



MO-E-1357 - Adeguamento dei manufatti di regolazione e sfioro della cassa di espansione del fiume Secchia comprensivo della predisposizione della possibilità di regolazione in situazioni emergenziali anche per piene ordinarie in relazione alla capacità di deflusso del tratto arginato (ex codice 10969) e avvio dell'adeguamento in quota e potenziamento strutturale dei rilevati arginali del sistema cassa espansione esistente

MO-E-1273 - Lavori di ampliamento e adeguamento della cassa di espansione del Fiume Secchia nel comune di Rubiera (RE) (Accordo di programma Ministero- RER- Parte A)

Tabella 3-11 Secchia a Castellarano. Confronto dei risultati (cfr. Tabella 14.I pag. 110 elaborato 3-2-1_1-1R_SC).

Fonte - Metodo	Q100 [m ³ /s]	VOL100 sopra_soglia 750m ³ /s [10 ⁶ m ³]	Q200 [m ³ /s]	VOL200 sopra_soglia 750m ³ /s [10 ⁶ m ³]	Q500 [m ³ /s]
Studio di fattibilità – Idrogramma stimato con modello afflussi deflussi (*); Tp = 12 ore	1545	19.0	1740	25.5	2002
Studio di fattibilità – Idrogramma stimato con modello afflussi deflussi (*); Tp = 24 ore	1353	24.2	1500	32.8	1693
Studio di fattibilità - MG1	1134		1228		1348
Studio di fattibilità - MGs1	1142		1241		1372
Studio di fattibilità - MG2	1310		1421		1563
Studio di fattibilità - MGs2	1330		1445		1597
Studio di fattibilità - MG3	1187		1282		1403
Studio di fattibilità - MGs3	1180		1282		1417
Studio di fattibilità - VAPI	733		806		877
Studio di fattibilità – Idrogramma valutato a Rubiera all'interno dello "Studio Politecnico Milano" riportato a Castellarano attraverso procedura di delaminazione	1283				
Studio di fattibilità – Idrogramma valutato a Rubiera all'interno dello "Studio Politecnico Milano" riportato a Castellarano attraverso procedura di delaminazione, compresa sottrazione dell'idrogramma del torrente Tresinaro	1108				
IDROSER 1978	1229				

Fonte - Metodo	Q100 [m ³ /s]	VOL100 sopra_soglia 750m ³ /s [10 ⁶ m ³]	Q200 [m ³ /s]	VOL200 sopra_soglia 750m ³ /s [10 ⁶ m ³]	Q500 [m ³ /s]
IDROSER 1992	1219				1424
MAGISPO (Piano di Bacino)	1219		1307		1424
Consorzio di Bonifica Parmigiana Moglia Secchia ("Studio prof. Bizzarri") - Idrogramma stimato con modello afflussi deflussi	1585		1721		

(*) Modello afflussi deflussi all'interno dell'ambiente HEC HMS basato sul metodo di Clark, precipitazione efficace stimata con il metodo Curve Number, deflusso di base con costante di esaurimento. Il modello è stato calibrato in corrispondenza delle sezioni di chiusura di Castellarano (taratura in base agli eventi di piena Ott 1996 e Nov 1999 e validazione sull'evento Nov 2000)

La tabella sopra riportata è corredata da alcuni commenti comparativi conclusivi che si ripropongono testualmente di seguito [cfr. pag. 111 dell'elaborato 3-2-1_1-1R_SC]:

“I valori determinati con il modello di trasformazione afflussi-deflussi con taratura effettuata sulla base di recenti eventi di piena, sono sostanzialmente in linea con quanto assunto in sede PAI per le verifiche idrauliche (7 Norme Attuazione. Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le verifiche di compatibilità idraulica. Tabella 77– Q_{200} a Castellarano pari a $1700 \text{ m}^3/\text{s}$) e con le risultanze ottenute, attraverso modello afflussi deflussi, recentemente ottenute dal Prof. Bizzarri nell’ambito di studi per conto del Consorzio di Bonifica Parmigiana Moglia Secchia.

I modelli di regionalizzazione implementati sembrano sottostimare i valori delle portate al colmo per i vari tempi di ritorno, con particolare riferimento alla procedura VAPI, come del resto riscontrato anche in altri studi condotti per conto di AdBPo”.

3.1.3.2 Secchia a Rubiera

Come per il caso precedente anche in questa sede si è valutata l’opportunità di riportare testualmente i commenti a corredo della tabella di sintesi delle portate al colmo a Rubiera [cfr. pag. 113 dell’elaborato 3-2-1_1-1R_SC]:

“L’esame dei risultati ottenuti all’interno dello Studio di fattibilità pone in evidenza una stima degli idrogrammi di progetto a Rubiera caratterizzati da valori al colmo sostanzialmente più elevati rispetto allo “Studio Politecnico di Milano” e maggiori anche delle risultanze dello “Studio Susin”.

MO-E-1357 - Adeguamento dei manufatti di regolazione e sfioro della cassa di espansione del fiume Secchia comprensivo della predisposizione della possibilità di regolazione in situazioni emergenziali anche per piene ordinarie in relazione alla capacità di deflusso del tratto arginato (ex codice 10969) e avvio dell'adeguamento in quota e potenziamento strutturale dei rilevati arginali del sistema cassa espansione esistente

MO-E-1273 - Lavori di ampliamento e adeguamento della cassa di espansione del Fiume Secchia nel comune di Rubiera (RE) (Accordo di programma Ministero- RER- Parte A)

Tabella 3-12: Secchia a Rubiera. Confronto dei risultati degli studi pregressi in termini di colmi di piena e volumi di piena sopra la soglia dei 750 m³/s per gli eventi di piena sintetici con Tr pari a 100 anni rispetto ai risultati ottenuti all'interno dello studio di fattibilità (cfr. Tabella 14.II pag. 112 elaborato 3-2-1_1-1R_SC).

Fonte - Metodo	Q100 Tp = 12h [m ³ /s]	Q100 Tp = 24h [m ³ /s]	VOL100, Tp=12h sopra_soglia 750m ³ /s [10 ⁶ m ³]	VOL100, Tp=24h sopra_soglia 750m ³ /s [10 ⁶ m ³]
Studio di fattibilità – Idrogramma ricavato dalla propagazione in moto vario 2D dell'idrogramma stimato con modello afflussi deflussi (*) a Castellarano e apporti laterali dell'interbacino Castellarano – Sassuolo, della Fossa di Spezzano e del Torrente Tresinaro	1926	1723	33.9	41.6
Studio di fattibilità – Idrogramma a Rubiera ingresso cassa di espansione (a valle della confluenza Tresinaro) stimato attraverso modello afflussi deflussi a Rubiera (a valle della confluenza Tresinaro) (*)	2000	1743	35.7	46.5
Fonte - Metodo	Q100 [m ³ /s]		VOL100, sopra_soglia 750m ³ /s [M m ³]	
Studio Susin – Idrogramma ricavato con modello afflussi deflussi, metodo idrogramma unitario (taratura su evento 1973), Tp = 12h	1430		23.8	
Studio Politecnico di Milano – Delaminazione da idrogrammi sintetici a Ponte Bacchello ricostruiti statisticamente	1268		18.2	
(*) Modello afflussi deflussi all'interno dell'ambiente HEC HMS basato sul metodo di Clark, precipitazione efficace stimata con il metodo Curve Number, deflusso di base con costante di esaurimento. Il modello è stato calibrato in corrispondenza delle sezioni di chiusura di Castellarano (taratura in base agli eventi di piena Ott 1996 e Nov 1999 e validazione sull'evento Nov 2000)				

Anche in relazione ai volumi di piena sopra la soglia 750 m³/s, lo Studio di fattibilità realizza valori superiori a quanto determinato in relazione allo

“Studio Politecnico di Milano” e rispetto alle risultanze dello “Studio Susin”.

Il Tp, tempo di precipitazione, che realizza il massimo volume sopra la soglia di 750 m³/s, risultato pari a 24 ore, trova generale accordo con la durata delle

precipitazioni che hanno determinato gli eventi di piena storici più recenti;

anche il tempo di precipitazione relativo all'evento del Settembre 1973,

utilizzato per la taratura del modello idrologico all'interno dello “Studio

Susin”, ha durata superiore alle 24 ore.”.

3.1.3.3 Conclusioni

Al termine di questo breve excursus sulla relazione idrologica dello “Studio di fattibilità della sistemazione idraulica del fiume Secchia nel tratto da Lugo alla confluenza in Po (Beta Studio, 2007)” si riportano – poiché valutate di e interesse ai fini della presente trattazione, con particolare riferimento alle portate di riferimento per ciascun tratto di corso d’acqua - le conclusioni tratte a pag. 116-117 dell’elaborato 3-2-1_1-1R_SC.

“I risultati ottenuti all’interno del presente studio, con approccio misto idrologico – idraulico (modello afflussi – deflussi con sezione di chiusura Castellarano e propagazione mediante modello idraulico bidimensionale con sezione di chiusura Rubiera) mostrano valori, in termini di portate al colmo e volumi sopra soglia ($750 \text{ m}^3/\text{s}$) superiori rispetto agli studi pregressi.

In particolare si realizzano valori superiori rispetto allo “Studio idrologico e idraulico del sistema fluviale asta del Secchia – cassa di espansione di Rubiera a monte della città di Modena. D.I.I.A.R. Politecnico di Milano, 1999”, anche se il risultato ottenuto a Rubiera, propagato mediante il modello idraulico fino alla sezione di Ponte Bacchello, mostra, nel caso $T_p = 12$ ore e in termini di colmi di piena, valori paragonabili. Come emerso, all’interno dello Studio del Politecnico di Milano si verifica una probabile sottostima dell’effetto di delaminazione da Ponte Bacchello a Rubiera.

Le portate di riferimento risultano quindi essere le seguenti:

- *nel tratto di monte Castellarano – Rubiera, per la perimetrazione delle aree allagabili e per la definizione dell'assetto di progetto, verrà assunto come idrogramma di progetto il più gravoso tra quello determinato da $T_p = 12$ ore e quello determinato da $T_p = 24$ ore;*
- *nel tratto della cassa di espansione verrà assunto come idrogramma di progetto quello bicentenario ricavato dalla propagazione in moto vario 2D dell'idrogramma stimato con modello afflussi deflussi a Castellarano e apporti laterali dell'interbacino Castellarano – Sassuolo, della Fossa di Spezzano e del Torrente Tresinaro; verrà adottato l'idrogramma generato con $T_p = 12$ ore, caratterizzato, rispetto a quello determinato da $T_p = 24$ ore da colmo di piena più elevato e volume sopra soglia $750 \text{ m}^3/\text{s}$ inferiore;*
- *la scelta di cui al punto precedente, che rappresenta l'assunzione di progetto per le scelte a breve – medio termine, è giustificata dai vincoli per la realizzazione dell'adeguamento del sistema della cassa di espansione (reperimento aree idonee per ampliamento della cassa, vincoli sulle quote dei manufatti esistenti);*
- *le scelte progettuali proposte, verranno comunque verificate per sollecitazioni idrologiche differenti dall'idrogramma di progetto; si provvederà allo scopo ad implementare l'analisi idraulica del sistema progettato, sollecitato da eventi di piena meno gravosi ($Tr = 20, 100$ anni del presente studio di fattibilità, $Tr = 100$ anni dello studio dell'Ing. Susin, $Tr = 100$ e 200 anni del Politecnico di Milano) e da eventi di piena più gravosi ($Tr = 200$ anni del presente studio di fattibilità con $T_p = 24$ ore, $Tr = 500$ anni);*

- *in relazione alla sollecitazione dell'idrogramma di piena con $Tr = 200$ anni e $Tp = 24$ ore, verranno indagate, a livello di proposta, le possibilità per un ulteriore adeguamento da imporre al sistema nel lungo periodo.*

3.2 Adeguamento sistema arginale (Art 2017)

3.2.1 Premessa

Il contributo idrologico del lavoro eseguito da ART nel 2017 e riassunto nel Paragrafo seguente è stato estrapolato dalla Relazione idrologico-idraulica (elaborato D1.01.09) del progetto definitivo.

3.2.2 Breve sintesi delle calcolazioni idrologiche

Le analisi idrologiche implementate da ART (Progettazione definitiva 2017) non hanno variato la sostanza di quanto eseguito in precedenza, l'unica modifica di rilievo è stata l'aggiunta – partendo dal modello idrologico HEC HMS già implementato da Beta Studio - del contributo del T. Tresinaro onde definire direttamente l'onda a Rubiera. Quindi, mentre lo Studio di Fattibilità “interrompeva” la modellazione idrologica a Castellarano e poi inseriva l'onda così ottenuta in un modello bidimensionale immettendo i contributi degli interbacini e dei tributari (la cui onda veniva calcolata sempre col modello HEC HMS ad eccezione del T. Tresinaro che per la sua importanza veniva trattato a parte a mezzo di opportuna analisi statistica di contemporaneità) come apporti laterali nel modello, la modellazione di ART risulta esclusivamente idrologica.

I parametri di implementazione del modello non sono stati modificati (taratura effettuata nello Studio di fattibilità sulle piene del 1996 e 1999) avendo cura di non modificare i valori di portata di picco già definiti in precedenza.

3.2.3 *Approssimazioni riscontrate*

Nella relazione idrologico-idraulica (elaborato D1.01.09) si definisce come ampiezza del bacino del T. Tresinaro sotteso alla sezione di immissione in Secchia un valore di 229 km² (riprendendo peraltro quanto già definito nello SdF del 2007) mentre nel modello HEC HMS il valore del bacino viene fissato in 189.7 km².

Volendo implementare il modello idrologico con 229 km² ci si rende immediatamente conto del fatto che il valore di picco dell'onda di piena a Rubiera non sia più coincidente con quello dello Studio di Fattibilità. Nello specifico si riporta di seguito il grafico della simulazione con Q 200 anni e durata di pioggia 24 ore (idrogramma rettangolare a celle di Kriging) nelle 3 simulazioni:

- onda elaborata all'interno dello SdF del 2007;
- onda elaborata da ART nel 2017 con area del T. Tresinaro pari a 189.7 km²;
- elaborazione effettuata dalla Scrivente inserendo nel modello HEC HMS già elaborato da ART come area sottesa dal T. Tresinaro un valore pari a 229 km².

MO-E-1357 - Adeguamento dei manufatti di regolazione e sfioro della cassa di espansione del fiume Secchia comprensivo della predisposizione della possibilità di regolazione in situazioni emergenziali anche per piene ordinarie in relazione alla capacità di deflusso del tratto arginato (ex codice 10969) e avvio dell'adeguamento in quota e potenziamento strutturale dei rilevati arginali del sistema cassa espansione esistente

MO-E-1273 - Lavori di ampliamento e adeguamento della cassa di espansione del Fiume Secchia nel comune di Rubiera (RE) (Accordo di programma Ministero- RER- Parte A)

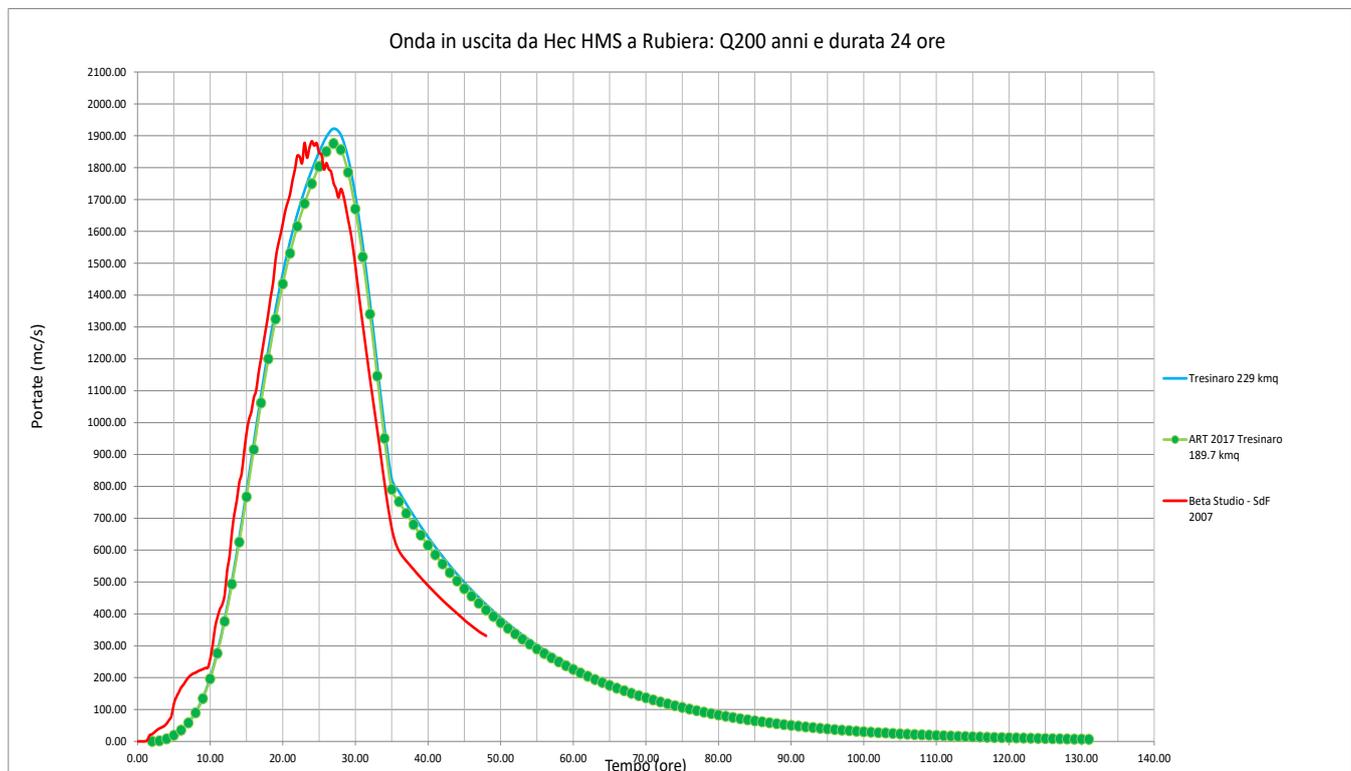


Figura 15: Raffronto delle onde di piena a Rubiera per T 200 anni e durata 24 ore.

Volendo essere precisi sull'estensione complessiva del bacino si rilevano ulteriori incongruenze già all'interno dello studio di Fattibilità; sommando tutti i contributi dei sottobacini il valore del bacino del Secchia chiuso a Rubiera risulta pari a 1341 km² (ipotesi di Tresinaro pari a 229 km²) mentre nell'elaborato 3-4-1_1-1R_SC Relazione di Sintesi (di Beta Studio) si dice che il bacino ha estensione pari a 1292 km (avvalorando quindi di fatto l'ipotesi di un contributo del Tresinaro in termini areali pari a quasi 189 km²).

3.3 Valori di riferimento per la presente progettazione

Come anticipato in premessa tutta la trattazione idrologica risulta volta a definire le onde da prendere come riferimento per le successive analisi idrauliche.

Secondo le disposizioni del Committente – nell’ottica di mantenere un’omogeneità con quanto assunto a valle per la progettazione degli argini di contenimento (Art 2017) – nonché perfetta aderenza alla pianificazione vigente, per il dimensionamento delle opere di cui al presente progetto **sono stati scelti come idrogrammi di riferimento quelli calcolati nell’ambito dello Studio di fattibilità del 2007 da Beta Studio per la sezione di Rubiera (monte cassa d’espansione).**

Pertanto si riportano di seguito le onde di piena sia in formato tabellare che grafico per i tempi di ritorno di riferimento (ovvero 20, 100, 200 e 500 anni) ottenute per le durate di precipitazione di 12 e 24 ore poiché – come detto - la prima durata massimizza il valore della portata al picco, mentre la seconda il volume sotteso all’onda di piena.

Tabella 3-13: Scansione oraria delle portate per T=20, 100, 200 e 500 anni per una durata di pioggia pari a 12 ore, la campitura colorata indica il valore di portata di picco.

t (ore)	Q PORTATA (mc/s)			
	T=20 anni 12 ore	T=100 anni 12 ore	T=200 anni 12 ore	T=500 anni 12 ore
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.00	15.61	18.98	22.22	26.60
3.00	24.69	35.97	40.23	45.23
4.00	34.10	46.72	55.45	74.12
5.00	44.23	76.21	119.01	154.93
6.00	63.79	149.24	177.56	207.49

MO-E-1357 - Adeguamento dei manufatti di regolazione e sfioro della cassa di espansione del fiume Secchia comprensivo della predisposizione della possibilità di regolazione in situazioni emergenziali anche per piene ordinarie in relazione alla capacità di deflusso del tratto arginato (ex codice 10969) e avvio dell'adeguamento in quota e potenziamento strutturale dei rilevati arginali del sistema cassa espansione esistente

MO-E-1273 - Lavori di ampliamento e adeguamento della cassa di espansione del Fiume Secchia nel comune di Rubiera (RE) (Accordo di programma Ministero- RER- Parte A)



t (ore)	Q PORTATA (mc/s)			
	T=20 anni 12 ore	T=100 anni 12 ore	T=200 anni 12 ore	T=500 anni 12 ore
7.00	102.89	201.20	230.70	245.89
8.00	161.16	265.23	288.72	302.63
9.00	199.47	405.34	509.28	574.18
10.00	333.94	668.21	780.18	1'012.45
11.00	527.05	1'006.98	1'130.89	1'338.42
12.00	665.08	1'248.32	1'483.36	1'742.46
13.00	926.69	1'551.28	1'805.02	2'165.12
14.00	1'109.87	1'798.56	1'978.45	2'322.37
15.00	1'254.74	1'879.33	2'068.00	2'385.34
16.00	1'301.45	1'926.01	2'097.52	2'362.17
17.00	1'328.92	1'854.52	2'012.54	2'274.38
18.00	1'293.95	1'733.43	1'869.78	2'146.74
19.00	1'197.66	1'642.49	1'722.59	1'971.92
20.00	1'073.28	1'480.27	1'566.84	1'767.72
21.00	919.91	1'247.69	1'369.63	1'536.81
22.00	768.13	1'033.06	1'131.57	1'294.52
23.00	658.40	818.49	903.89	1'050.95
24.00	599.78	694.81	728.86	817.63
25.00	567.71	629.63	646.91	696.12
26.00	540.75	595.07	609.48	643.74
27.00	514.37	567.60	581.97	610.29
28.00	489.60	540.96	554.86	581.31
29.00	465.97	514.77	528.56	553.43
30.00	443.29	489.62	502.76	526.74
31.00	422.31	465.61	478.05	500.51
32.00	401.78	443.19	454.83	475.68
33.00	381.22	422.12	433.19	452.64
34.00	362.69	401.15	412.25	430.75
35.00	345.45	380.79	391.66	409.56
36.00	330.94	363.23	372.32	389.47
37.00	315.67	345.68	355.10	370.73
38.00	300.45	330.75	337.87	352.90
39.00	285.51	315.68	323.62	336.19
40.00	271.02	301.14	309.04	322.05
41.00	257.57	285.78	294.33	307.45
42.00	244.07	271.26	278.91	291.98
43.00	231.91	256.94	264.14	276.94
44.00	221.62	243.66	250.55	261.79



MO-E-1357 - Adeguamento dei manufatti di regolazione e sfioro della cassa di espansione del fiume Secchia comprensivo della predisposizione della possibilità di regolazione in situazioni emergenziali anche per piene ordinarie in relazione alla capacità di deflusso del tratto arginato (ex codice 10969) e avvio dell'adeguamento in quota e potenziamento strutturale dei rilevati arginali del sistema cassa espansione esistente

MO-E-1273 - Lavori di ampliamento e adeguamento della cassa di espansione del Fiume Secchia nel comune di Rubiera (RE) (Accordo di programma Ministero- RER- Parte A)



t (ore)	Q PORTATA (mc/s)			
	T=20 anni 12 ore	T=100 anni 12 ore	T=200 anni 12 ore	T=500 anni 12 ore
45.00	209.16	232.33	237.75	248.50
46.00	198.07	221.89	227.70	236.05
47.00	189.17	209.60	216.11	226.42
48.00	180.36	198.81	204.49	214.27

Tabella 3-14: Scansione oraria delle portate per T=20, 100, 200 e 500 anni per una durata di pioggia pari a 24 ore, **la campitura colorata indica il valore di portata di picco.**

t (ore)	Q PORTATA (mc/s)			
	T=20 anni 24 ore	T=100 anni 24 ore	T=200 anni 24 ore	T=500 anni 24 ore
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.00	22.19	22.64	22.24	20.50
3.00	40.22	40.33	40.23	35.17
4.00	55.49	55.54	55.47	44.11
5.00	117.29	115.01	117.28	65.67
6.00	168.81	167.39	168.81	116.21
7.00	200.39	198.51	200.40	141.27
8.00	215.84	213.40	215.77	155.49
9.00	226.37	223.78	226.39	168.55
10.00	227.58	228.27	257.68	276.92
11.00	216.96	324.99	388.55	414.92
12.00	324.23	424.03	459.27	592.27
13.00	395.29	532.47	656.70	795.01
14.00	435.44	701.32	811.55	995.80
15.00	540.64	795.51	966.03	1180.70
16.00	664.01	917.58	1077.33	1301.86
17.00	725.91	1037.86	1200.38	1467.50
18.00	828.63	1200.49	1340.54	1579.41
19.00	956.88	1317.48	1510.74	1720.83
20.00	1044.01	1430.98	1624.66	1856.07
21.00	1104.42	1553.96	1716.33	1958.78
22.00	1168.39	1648.12	1837.13	2036.27
23.00	1220.06	1703.66	1877.96	2109.44
24.00	1233.69	1723.32	1882.81	2168.54
25.00	1236.47	1695.43	1846.64	2166.44
26.00	1237.66	1678.87	1814.26	2111.24
27.00	1220.04	1630.22	1751.35	2037.74
28.00	1185.17	1566.38	1733.00	1942.58



MO-E-1357 - Adeguamento dei manufatti di regolazione e sfioro della cassa di espansione del fiume Secchia comprensivo della predisposizione della possibilità di regolazione in situazioni emergenziali anche per piene ordinarie in relazione alla capacità di deflusso del tratto arginato (ex codice 10969) e avvio dell'adeguamento in quota e potenziamento strutturale dei rilevati arginali del sistema cassa espansione esistente

MO-E-1273 - Lavori di ampliamento e adeguamento della cassa di espansione del Fiume Secchia nel comune di Rubiera (RE) (Accordo di programma Ministero- RER- Parte A)

t (ore)	Q PORTATA (mc/s)			
	T=20 anni 24 ore	T=100 anni 24 ore	T=200 anni 24 ore	T=500 anni 24 ore
29.00	1128.17	1464.62	1636.70	1822.24
30.00	1050.46	1331.32	1491.01	1671.56
31.00	956.19	1190.17	1309.70	1497.90
32.00	844.54	1045.13	1138.82	1299.02
33.00	727.38	896.00	978.40	1105.35
34.00	637.97	742.57	812.20	924.53
35.00	586.71	633.86	669.54	749.45
36.00	558.33	576.94	597.62	651.54
37.00	532.16	548.08	566.04	604.77
38.00	506.37	522.16	539.65	576.03
39.00	482.09	496.96	513.39	549.62
40.00	458.72	473.28	488.84	523.05
41.00	436.46	450.62	465.25	497.74
42.00	415.89	429.01	442.62	473.51
43.00	395.57	408.92	421.70	450.59
44.00	375.18	389.05	401.35	429.25
45.00	357.18	369.18	380.90	408.60
46.00	340.01	351.72	362.35	388.05
47.00	326.49	335.39	345.08	369.07
48.00	311.11	322.29	331.04	351.79

Tabella 3-15: Riassunto dei soli valori delle portate di picco per i tempi di ritorno di riferimento scelti e per le due durate di precipitazione.

T(anni)	Portata (mc/s)	
	d=12 ore	d=24 ore
20	1328.92	1237.66
100	1926.01	1723.32
200	2097.52	1882.81
500	2385.34	2168.54

Per completezza di analisi a partire dai valori delle portate di picco riportate in Tabella 3-15 si è provveduto a determinare il valore della portata millenaria e tri millenaria del Secchia a Rubiera (sia per d= 12 che per d=24 ore) previa verifica

che i dati di picco per le portate considerate fossero ben rappresentabili dalla distribuzione statistica di Gumbel.

I valori così ottenuti sono riportati in Tabella 3-16 e graficati con **linea rossa e nera** in Figura 16 e Figura 17 assieme agli altri tempi di ritorno di riferimento.

Tabella 3-16: Riassunto dei soli valori delle portate di picco per i tempi di ritorno di riferimento scelti e per le due durate di precipitazione.

T(anni)	Portata (mc/s)	
	d=12 ore	d=24 ore
1000	2'601.28	2'368.96
3000	2'955.77	2'682.94

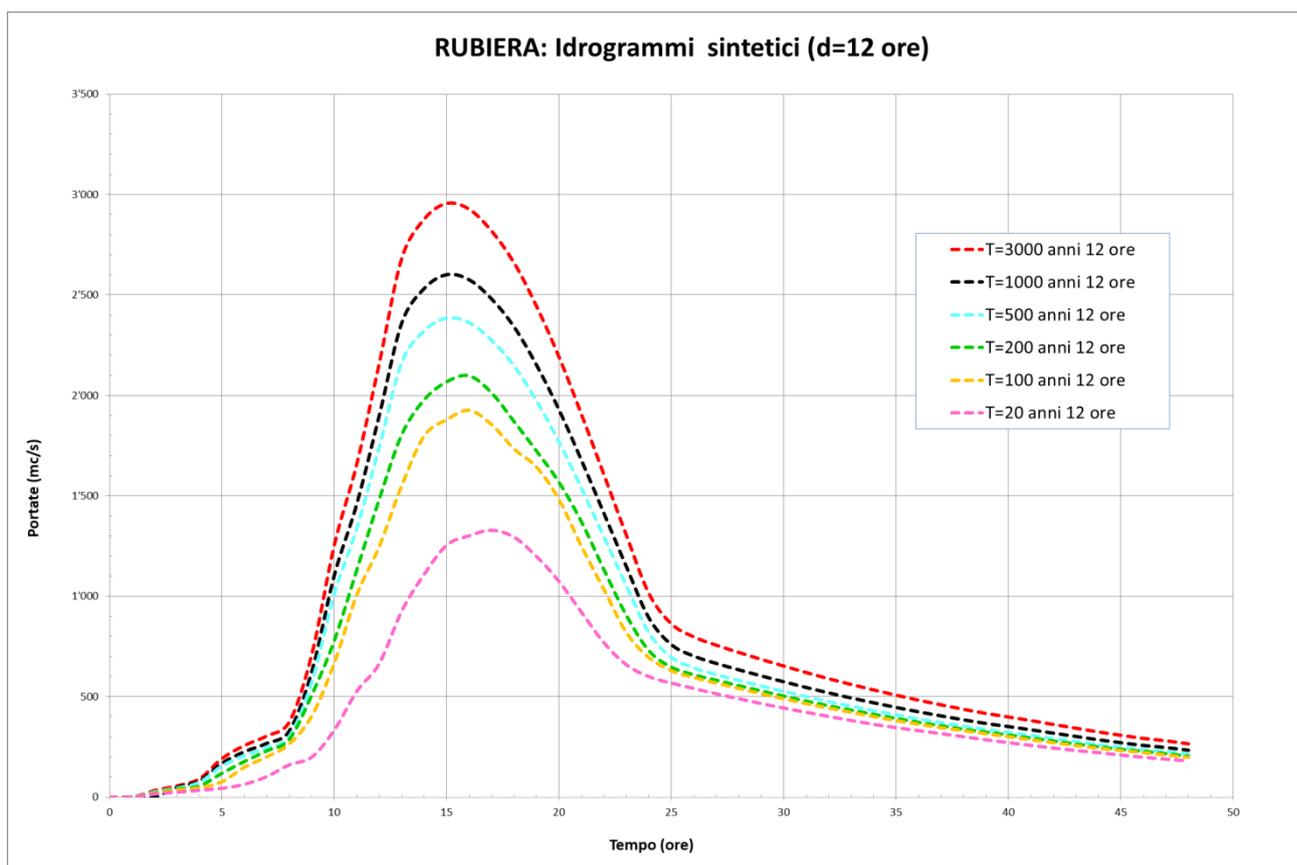


Figura 16: Onde di piena per T=20, 100, 200, 500, 1000 e 3000 anni e per una durata di pioggia pari a 12 ore.

MO-E-1357 - Adeguamento dei manufatti di regolazione e sfioro della cassa di espansione del fiume Secchia comprensivo della predisposizione della possibilità di regolazione in situazioni emergenziali anche per piene ordinarie in relazione alla capacità di deflusso del tratto arginato (ex codice 10969) e avvio dell'adeguamento in quota e potenziamento strutturale dei rilevati arginali del sistema cassa espansione esistente

MO-E-1273 - Lavori di ampliamento e adeguamento della cassa di espansione del Fiume Secchia nel comune di Rubiera (RE) (Accordo di programma Ministero- RER- Parte A)

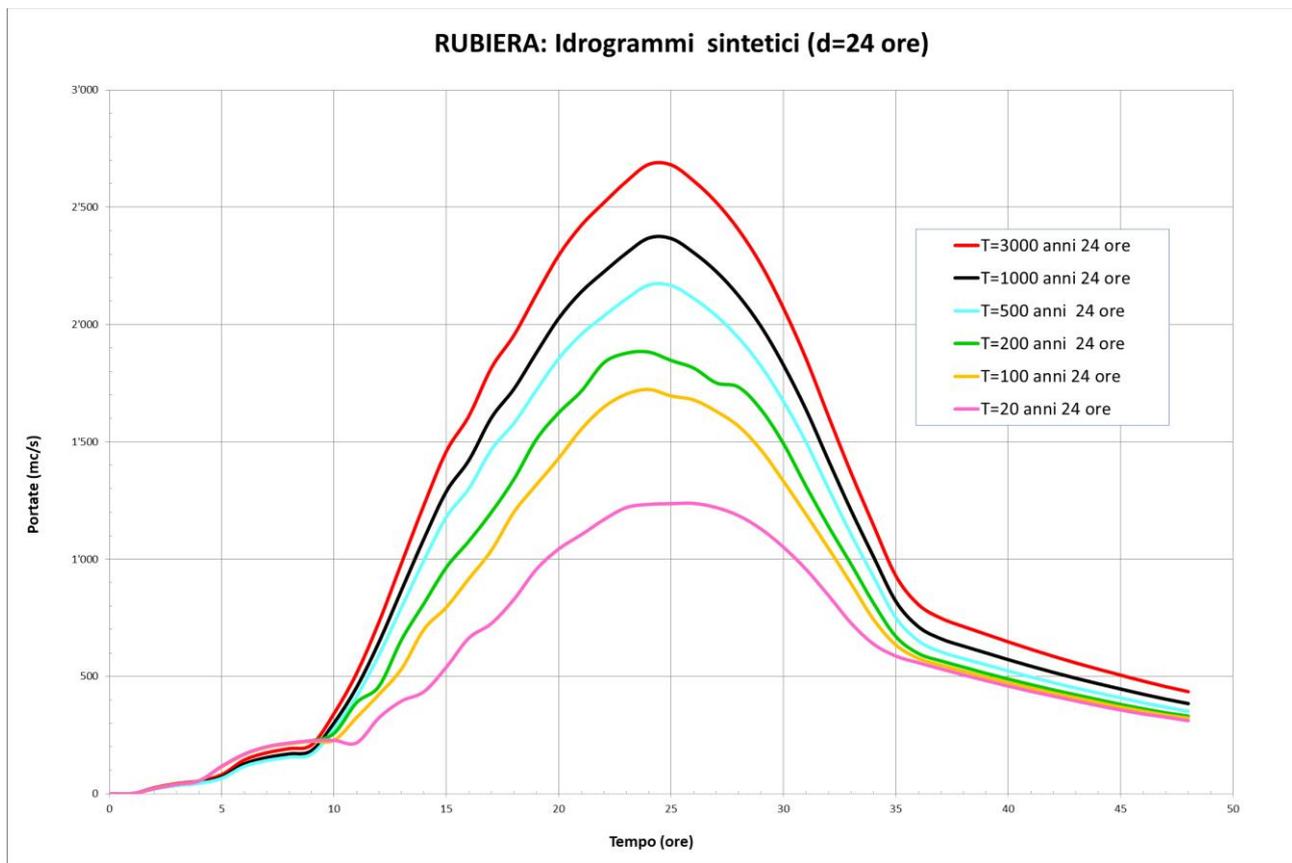


Figura 17: Onde di piena per T=20, 100, 200, 500, 1000 e 3000 anni e per una durata di pioggia pari a 24 ore.

Tali dati di base saranno in seguito comparati con quelli che emergeranno nell'aggiornamento in corso da parte degli organi competenti su tutti gli affluenti appenninici di destra Po dal Taro al Panaro.

Relativamente invece al parere di competenza ai sensi del DPR 1363/1959 e DM 26/06/2014 Aipo ha inviato specifica richiesta ad ARPA (nota prot. 00014355 del 14.06.2019).

Infine, nella Figura 18 seguente vengono sovrapposti i più significativi eventi di piena recenti ad alcuni di tali idrogrammi sintetici.

MO-E-1357 - Adeguamento dei manufatti di regolazione e sfioro della cassa di espansione del fiume Secchia comprensivo della predisposizione della possibilità di regolazione in situazioni emergenziali anche per piene ordinarie in relazione alla capacità di deflusso del tratto arginato (ex codice 10969) e avvio dell'adeguamento in quota e potenziamento strutturale dei rilevati arginali del sistema cassa espansione esistente

MO-E-1273 - Lavori di ampliamento e adeguamento della cassa di espansione del Fiume Secchia nel comune di Rubiera (RE) (Accordo di programma Ministero- RER- Parte A)

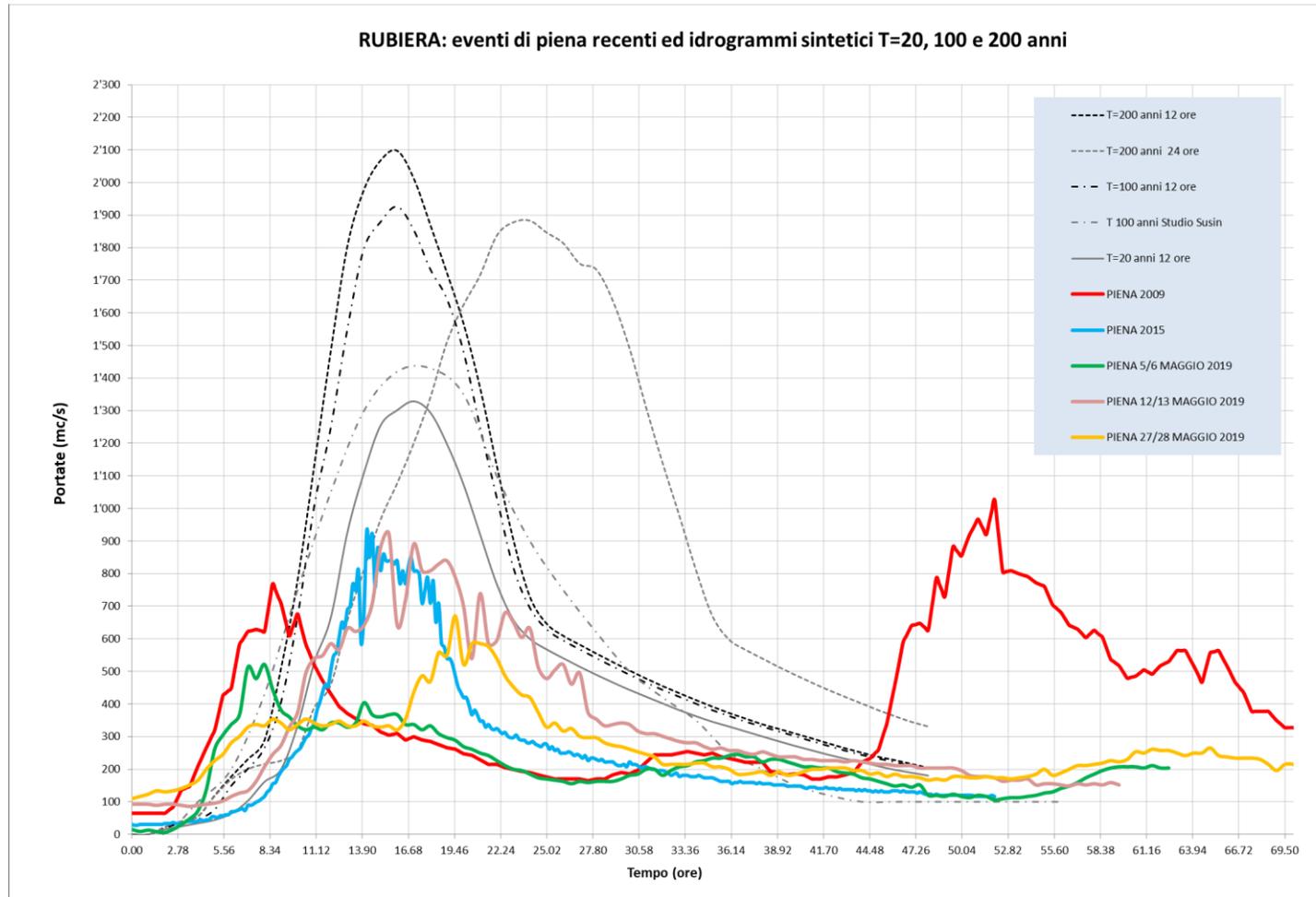


Figura 18: Onde di piena reali sovrapposte agli idrogrammi sintetici con T=20, 100 e 200 anni

