

# REGIONE ABRUZZO



DIREZIONE REGIONALE LL.PP., AREE URBANE, SERVIZIO IDRICO INTEGRATO,  
MANUTENZIONE PROGRAMMATA TERRITORIO, GESTIONE INTEGRATA BACINI IDROGRAFICI,  
PROTEZIONE CIVILE, ATTIVITÀ DI RELAZIONE POLITICA CON PAESI DEL MEDITERRANEO  
Servizio Opere Idrauliche e Gestione Fiumi

## REDAZIONE DEL PIANO STRALCIO DIFESA ALLUVIONI

AGGIORNAMENTO DELLE ELABORAZIONI MODELLISTICHE IDRAULICHE E RELATIVA  
PRODUZIONE DI ELABORATI CARTOGRAFICI NELL'AMBITO DEL PROGETTO DI P.S.D.A.,  
RIFERITO AI BACINI IDROGRAFICI DI RILIEVO REGIONALE

ELABORATO N.

# 1.1

SCALA

CODICE DOCUMENTO

0 4 6 2 R 0 1 0 1

FILE

0462R0101\_00.DOC

TITOLO

## RELAZIONE RIASSUNTIVA DELLE ATTIVITÀ SVOLTE

### GRUPPO DI LAVORO

*Per la REGIONE ABRUZZO:*

Ing. Pierluigi CAPUTI - **Dirigente Regionale LL.PP.**  
Ing. Italo FABBRI - **Dirigente del Servizio**  
Ing. Angelo D'ERAMO - **Segretario Generale A.d.B.**  
Dott.ssa Natalia Ornella PISEGNA  
Sig. Stefano SALSO

*Per la BETA Studio srl:*

Prof. Ing. Sergio FATTORELLI - **Direttore Generale**  
Ing. Massimo COCCATO - **Direttore Tecnico**  
Ing. Alberto BOCCATO - **Coordinatore delle attività**

PROGETTAZIONE:



BETA Studio s.r.l. – via Monte Sabotino 2/A  
35020 Ponte S.Nicolò (Padova) ITALIA  
Tel. + 39 049 8961120 – Fax +39 049 8961090  
info@betastudio.it – www.betastudio.it

REV	DATA	MOTIVO	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
0	GIUGNO 2007	PRIMA EMISSIONE	A. Avanzi	A. Boccato	M. Coccato

## INDICE

<b>1. PREMESSA</b>	<b>5</b>
<b>2. CRITERI ADOTTATI NELL'ASSEGNAZIONE DELLE CONDIZIONI AL CONTORNO</b>	<b>7</b>
<b>3. CRITERI ADOTTATI NELLA DETERMINAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ IDRAULICA</b>	<b>9</b>
<b>4. SIMULAZIONI IDRAULICHE</b>	<b>11</b>
<b>5. FIUME VIBRATA</b>	<b>12</b>
<b>5.1 Descrizione del bacino e del fiume</b>	<b>12</b>
<b>5.2 Osservazioni</b>	<b>12</b>
<b>5.2.1 Fiume Vibrata in Comune di Alba Adriatica (TE)</b>	<b>12</b>
5.2.1.A Osservazione di cui Fascicolo n. 10	12
5.2.1.B Osservazione di cui Fascicolo n. 11	13
5.2.1.C Osservazione di cui Fascicolo n. 12	13
5.2.1.D Osservazione di cui Fascicolo n. 13	13
5.2.1.E Osservazione di cui Fascicolo n. 14	13
5.2.1.F Osservazione di cui Fascicolo n. 30	13
<b>5.2.2 Fiume Vibrata in Comune di S. Egidio alla Vibrata (TE)</b>	<b>14</b>
5.2.2.A Osservazione di cui Fascicolo n. 26	14
<b>5.2.3 Fiume Vibrata in Comune di Corropoli (TE)</b>	<b>14</b>
5.2.3.A Osservazione di cui Fascicolo n. 27	14
<b>5.2.4 Fiume Vibrata in Comune di Torano Nuovo (TE)</b>	<b>14</b>
5.2.4.A Osservazione di cui Fascicolo n. 39	14
<b>5.3 Descrizione dello schema di calcolo e condizioni al contorno</b>	<b>14</b>
<b>5.4 Risultati delle simulazioni e proposta di modifica della perimetrazione</b>	<b>18</b>
<b>5.4.1 Fiume Vibrata in Comune di Alba Adriatica (TE)</b>	<b>18</b>
<b>5.4.2 Fiume Vibrata in Comune di S. Egidio alla Vibrata (TE)</b>	<b>19</b>
<b>5.4.3 Fiume Vibrata in Comune di Corropoli (TE)</b>	<b>20</b>
<b>5.4.4 Fiume Vibrata in Comune di Torano Nuovo (TE)</b>	<b>20</b>
<b>6. FIUME SALINELLO</b>	<b>22</b>
<b>6.1 Descrizione del bacino e del fiume</b>	<b>22</b>
<b>6.2 Osservazioni</b>	<b>22</b>
<b>6.2.1 Fiume Salinello in Comune di Tortoreto (TE)</b>	<b>22</b>
6.2.1.A Osservazione di cui Fascicolo n. 31	22
6.2.1.B Osservazione di cui Fascicolo n. 19	23
<b>6.2.2 Fiume Salinello in Comune di Sant'Omero (TE)</b>	<b>23</b>
6.2.2.A Osservazione di cui al Fascicolo n. 25	23

<b>6.3</b>	<b>Descrizione dello schema di calcolo e condizioni al contorno</b>	<b>23</b>
<b>6.4</b>	<b>Risultati delle simulazioni e proposta di modifica della perimetrazione</b>	<b>26</b>
6.4.1	Fiume Salinello	26
<b>7.</b>	<b>FIUME TORDINO</b>	<b>28</b>
<b>7.1</b>	<b>Descrizione del bacino e del fiume</b>	<b>28</b>
<b>7.2</b>	<b>Osservazioni</b>	<b>29</b>
7.2.1	Fiume Tordino in Comune di Mosciano (TE)	29
7.2.1.A	Osservazione di cui Fascicolo n. 3	29
7.2.1.B	Osservazione di cui Fascicolo n. 5	29
<b>7.3</b>	<b>Descrizione dello schema di calcolo e condizioni al contorno</b>	<b>29</b>
<b>7.4</b>	<b>Risultati delle simulazioni e proposta di modifica della perimetrazione</b>	<b>33</b>
7.4.1	Fiume Tordino in Comune di Mosciano (TE)	33
7.4.2	Fiume Tordino in Comune di Giulianova (TE)	33
<b>8.</b>	<b>FIUME FINO – TAVO – SALINE</b>	<b>35</b>
<b>8.1</b>	<b>Descrizione del bacino e del fiume</b>	<b>35</b>
<b>8.2</b>	<b>Osservazioni</b>	<b>36</b>
8.2.1	Fiume Fino in Comune di Bisenti (TE)	36
8.2.1.A	Osservazione di cui Fascicolo n. 29	36
8.2.2	Fiume Fino in Comune di Castilenti – Elice (TE)	36
8.2.2.A	Osservazione di cui Fascicolo n. 40	36
8.2.2.B	Osservazione di cui Fascicolo n. 87	36
<b>8.3</b>	<b>Descrizione dello schema di calcolo e condizioni al contorno</b>	<b>37</b>
<b>8.4</b>	<b>Risultati delle simulazioni e proposta di modifica della perimetrazione</b>	<b>39</b>
8.4.1	Fiume Fino in Comune di Bisenti (TE)	39
8.4.2	Fiume Fino in Comune di Castilenti – Elice (TE)	40
<b>9.</b>	<b>FIUME ATERNO – RAI0</b>	<b>41</b>
<b>9.1</b>	<b>Descrizione del bacino e del fiume</b>	<b>41</b>
<b>9.2</b>	<b>Osservazioni</b>	<b>42</b>
9.2.1	Fiume Aterno in comune di L'Aquila (AQ)	42
9.2.1.A	Osservazione di cui Fascicolo n. 17182	42
9.2.1.B	Osservazione di cui Fascicolo n. 17194	42
<b>9.3</b>	<b>Descrizione dello schema di calcolo e condizioni al contorno</b>	<b>43</b>
<b>9.4</b>	<b>Risultati delle simulazioni e proposta di modifica della perimetrazione</b>	<b>46</b>
9.4.1	Fiume Aterno in comune di L'Aquila (AQ)	46
<b>10.</b>	<b>FIUME ATERNO – SAGITTARIO</b>	<b>48</b>
<b>10.1</b>	<b>Descrizione del bacino e del fiume</b>	<b>48</b>
<b>10.2</b>	<b>Osservazioni</b>	<b>49</b>
10.2.1	Fiume Aterno in comune di Popoli (PE)	49

10.2.1.A Osservazione di cui Fascicoli n. PE88/122	49
<b>10.2.2 Fiume Sagittario in comune di Sulmona (AQ)</b>	<b>50</b>
10.2.2.A Osservazione di cui al Fascicolo n. 22740	50
<b>10.3 Descrizione dello schema di calcolo e condizioni al contorno</b>	<b>50</b>
<b>10.4 Risultati delle simulazioni e proposta di modifica della perimetrazione</b>	<b>52</b>
10.4.1 Fiume Aterno in comune di Popoli (PE)	52
10.4.2 Fiume Sagittario in comune di Sulmona (AQ)	53
<b>11. FIUME PESCARA</b>	<b>55</b>
<b>11.1 Descrizione del bacino e del fiume</b>	<b>55</b>
<b>11.2 Osservazioni</b>	<b>56</b>
11.2.1 Fiume Pescara nel comune di Pescara (PE)	56
11.2.1.A Osservazione di cui Fascicolo n. PE39	56
11.2.1.B Osservazione di cui Fascicolo n. PE106	56
11.2.1.C Osservazione di cui Fascicolo n. PE42	56
11.2.1.D Osservazione di cui Fascicolo n. PE44	56
11.2.1.E Osservazione di cui Fascicolo n. PE80	57
11.2.1.F Osservazione di cui Fascicolo n. PE81	57
11.2.2 Fiume Pescara in comune di Spoltore (PE)	57
11.2.2.A Osservazione di cui Fascicolo n. PE47	57
11.2.2.B Osservazione di cui Fascicolo n. PE100	57
11.2.3 Fiume Pescara in comune di Cepagatti (PE)	58
11.2.3.A Osservazione di cui Fascicolo n. PE1	58
11.2.3.B Osservazione di cui Fascicolo n. PE17-66	58
11.2.3.C Osservazione di cui Fascicolo n. PE18-67	58
11.2.3.D Osservazione di cui Fascicolo n. PE111	58
11.2.3.E Osservazione di cui Fascicolo n. PE112	58
11.2.3.F Osservazione di cui Fascicolo n. PE130	58
11.2.4 Fiume Pescara in comune di Cepagatti-Chieti (CH)	59
11.2.4.A Osservazione di cui Fascicolo n. 1743	59
<b>11.3 Descrizione dello schema di calcolo e condizioni al contorno</b>	<b>59</b>
<b>11.4 Risultati delle simulazioni e proposta di modifica della perimetrazione</b>	<b>61</b>
11.4.1 Fiume Pescara nel comune di Pescara (PE)	61
11.4.2 Fiume Pescara in comune di Spoltore (PE)	62
11.4.3 Fiume Pescara in comune di Cepagatti (PE) - Chieti (CH)	62
<b>12. FIUME SINELLO</b>	<b>64</b>
<b>12.1 Descrizione del bacino e del fiume</b>	<b>64</b>
<b>12.2 Osservazioni</b>	<b>64</b>

<b>12.2.1 Fiume Sinello in comune di Gissi (CH)</b>	<b>64</b>
12.2.1.A Osservazione di cui Fascicolo n. 1422	64
<b>12.3 Descrizione dello schema di calcolo e condizioni al contorno</b>	<b>65</b>
<b>12.4 Risultati delle simulazioni e proposte di modifica della perimetrazione</b>	<b>68</b>
12.4.1 Fiume Sinello in comune di Gissi (CH)	68
<b>APPENDICE A: IL MODELLO SOBEK</b>	<b>70</b>
<b>SOBEK Channel Flow</b>	<b>71</b>
<b>SOBEK Overland Flow</b>	<b>71</b>
<b>Accoppiamento dei due moduli</b>	<b>72</b>
<b>Schematizzazione della rete</b>	<b>74</b>
Schematizzazione della rete monodimensionale	74
Schematizzazione della rete bidimensionale	75

## 1. PREMESSA

La Regione Abruzzo (Direzione LL.PP. Aree Urbane, Servizio Idrico Integrato, Manutenzione programmata territorio - gestione integrata bacini idrografici, Protezione Civile, Attività di relazioni politiche con Paesi del mediterraneo - Servizio Opere Idrauliche e Gestione Fiumi) ha redatto il progetto di Piano Stralcio di Difesa contro le Alluvioni (PSDA), riferito ai bacini idrografici di rilievo regionale.

Il PSDA rappresenta uno strumento utile sia per la delimitazione delle aree di pertinenza fluviale, funzionale a consentire, attraverso la programmazione di azioni (opere, vincoli e direttive) il conseguimento di un assetto fisico del corso d'acqua compatibile con la sicurezza idraulica, l'uso della risorsa idrica, l'uso del suolo (a fini insediativi, agricoli, industriali) e la salvaguardia delle componenti naturali ed ambientali, che per l'individuazione delle aree a rischio alluvionale per le quali proporre opportune azioni mirate alla salvaguardia del territorio.

A seguito della sua adozione, nel periodo di tempo previsto per la presentazione delle osservazioni ai suoi contenuti, da parte di Enti Istituzionali e da privati, sono pervenute una serie di richieste per l'eventuale modifica della perimetrazione riportata nella Carta delle Pericolosità Idraulica o comunque di revisione del Piano in determinate aree. Per alcune di queste, ritenute meritevoli d'attenzione a seguito di una prima analisi da parte del Comitato Tecnico Costituzionale dell'Autorità di Bacino, è stata condotta una nuova analisi idraulica mediante modello matematico bi-dimensionale dettagliato con nuovi elementi conoscitivi di tipo topografico.

Per ciascuna richiesta è stato aperto un fascicolo opportunamente numerato al quale si farà riferimento in questa relazione; all'interno dello stesso viene illustrato il motivo dell'osservazione, la modifica alla perimetrazione delle aree di pericolosità idraulica sulle quali hanno effetto i vincoli all'uso del territorio riportati nella Norme di Attuazione, ed i contributi di tipo tecnico-conoscitivo (in particolare valutazioni e indagini topografiche) utili per una migliore analisi della dinamica fluviale di piena che caratterizza l'ambito territoriale di interesse.

Al termine di questa fase la Regione Abruzzo, dopo aver valutato le motivazioni delle osservazioni presentate, ha affidato alla società BETA Studio srl l'incarico di *“aggiornamento delle elaborazioni modellistiche idrauliche e relativa produzione di elaborati cartografici nell'ambito del progetto di PSDA, riferito ai bacini idrografici di rilievo regionale ed a quello di rilievo interregionale del fiume Sangro”*, con il quale si intende approfondire e dettagliare gli studi a suo tempo condotti per

una eventuale ripermetrazione di alcune aree.

Il seguente documento viene organizzato attraverso la suddivisione per ambiti idrografici (corso d'acqua e, per i corsi d'acqua di notevole estensione, per singolo tratto). Per ogni ambito idrografico è stato realizzato uno studio idraulico con modello 1D-2D Sobek lo stesso utilizzato nell'ambito del PSDA e del quale si riporta, per comodità, una descrizione in allegato.

Per ciascun ambito, ovvero per ciascun tratto di corso d'acqua implementato nel modello idraulico, viene illustrata la schematizzazione utilizzata dallo stesso e, quindi, suddividendo le osservazioni che ricadono in tale tratto a livello di territorio comunale di appartenenza, vengono illustrati i risultati ottenuti evidenziando eventuali scostamenti rispetto alle analisi svolte e riportate nella documentazione tecnica del PSDA che hanno suggerito la modifica alla perimetrazione della Carta della Pericolosità Idraulica.

Per ogni ambito idrografico simulato viene dedicato un capitolo nel quale si riportano:

- la descrizione del bacino e del fiume;
- l'oggetto delle osservazioni (suddivise per comune);
- la descrizione dello schema di calcolo e delle condizioni al contorno;
- i risultati delle simulazioni e proposta di modifica della perimetrazione (suddivise per comune).

## 2. CRITERI ADOTTATI NELL'ASSEGNAZIONE DELLE CONDIZIONI AL CONTORNO

Nello studio idraulico illustrato nel presente elaborato sono stati valutati gli effetti di eventi di piena relativi a tempi di ritorno di 50, 100 e 200 anni in 8 nodi idraulici principali appartenenti al reticolo idrografico oggetto delle osservazioni. Per una maggior facilità di lettura si rimanda al quadro d'unione riportato nell'Elaborato 7.3 "Studi idraulici per la mappatura delle aree inondabili - carta dei tratti fluviali indagati".

Le condizioni al contorno utilizzate per le simulazioni idrauliche svolte sono:

1. Condizione al contorno di monte (triangolo rosso);
2. Condizione al contorno di valle (quadrato viola);
3. Condizione di immissione laterale (elementi in giallo).

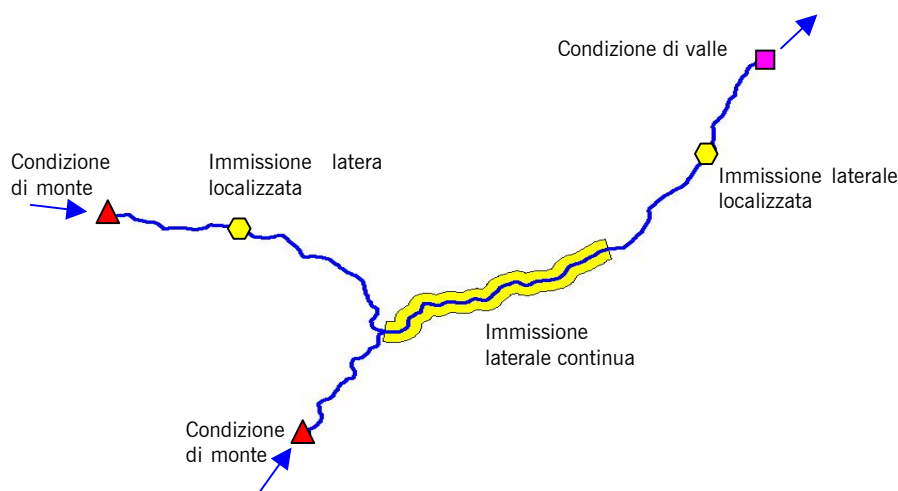


Figura 2.1 - Tipologie di condizioni al contorno imposte nel calcolo idraulico

La condizione di tipo 1, applicata nella sezione di monte dove inizia la schematizzazione, è un idrogramma, ovvero una curva che descrive la portata al variare del tempo  $Q(t)$ , mentre quella di tipo 2, applicata nella sezione di valle, è un livello idrometrico, ovvero la quota del pelo libero riferita al livello medio del mare; tale valore può essere assunto come costante  $h$ , oppure come variabile in funzione della portata transitante  $h(Q)$  secondo una scala di portata. Al fine di valutare il contributo di portata della parte di bacino che si trova tra la sezione di monte e quella di valle, vengono assegnate le condizioni di tipo 3, applicate lungo l'asta fluviale o in modo localizzato



oppure uniformemente distribuite sull'intera lunghezza.

Al pari delle condizioni di tipo 1, anche quelle di tipo 3 sono degli idrogrammi (curve  $Q(t)$ ), solo che mentre nel primo caso essi sono riferiti ad una sezione di chiusura, ovvero sono rappresentativi di tutto il bacino sotteso alla sezione stessa, nel secondo fanno riferimento alla parte di bacino compresa tra due sezioni di chiusura successive.

La metodologia utilizzata nel calcolo degli idrogrammi è illustrata nell'Elaborato 6.1 "Studio idrologico per la valutazione delle piene - Relazione illustrativa" facente parte alla documentazione tecnica allegata al PSDA, in cui sono state calcolate le portate al colmo e gli idrogrammi di piena in una serie di sezioni idrometrografiche. In tali sezioni, la cui ubicazione è riportata nell'Elaborato 6.16 del PSDA, si è provveduto al calcolo delle portate al colmo e degli idrogrammi di piena con tempo di ritorno  $T=20, 50, 100, 200$  e  $500$  anni.

Gli idrogrammi di piena calcolati nell'analisi idrologica, assunti come condizioni al contorno di monte, fanno riferimento ad eventi meteorici di durata critica per la sezione di chiusura del singolo bacino considerato. Le portate così ottenute sono rappresentative delle condizioni che si possono presentare lungo i tratti di testa della rete idrografica con frequenza assegnata.

Oltre agli idrogrammi in arrivo dai bacini di monte, l'analisi idrologica ha fornito anche gli idrogrammi critici per la sezione posta a valle della rete idrografica indagata. L'aumento della portata e dei volumi totali transitati attraverso questa sezione, rispetto alla somma di tutti gli idrogrammi assegnati a monte, è dovuto ai contributi laterali degli interbacini presenti. L'andamento temporale di questi contributi è stato determinato sia sulla base di quanto emerso in sede di analisi idrologica sia imponendo la congruenza tra i volumi di monte e di valle al fine di garantire condizioni realistiche lungo l'intera rete idrografica.

I punti di applicazione degli idrogrammi ed i bacini da essi sottesi, con specificate le portate al colmo calcolate per ciascun tempo di ritorno, sono indicati nell'Elaborato 6.11 "*Studio idrologico per la valutazione delle piene - Ubicazione nel territorio di indagine delle sezioni idrometrografiche per le quali si è provveduto al calcolo delle portate al colmo e degli idrogrammi di piena con tempo di ritorno  $T=20, 50, 100, 200$  e  $500$  anni*" del PSDA. Suddividendoli in *Bacini e interbacini* a seconda che il bacino considerato sia comprensivo di tutta la superficie che si trova a monte del punto di applicazione (bacino), o che sia compreso tra due punti di applicazione successivi (interbacino).

### 3. CRITERI ADOTTATI NELLA DETERMINAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ IDRAULICA

Disponendo di serie complete di dati omogenei ed adatti a elaborazioni statistiche, la pericolosità può essere valutata in termini di probabilità che in una determinata zona, entro un determinato intervallo di tempo, possa verificarsi un evento dannoso di una data intensità. Non disponendo di dati è invece possibile adottare procedure semplificate, basate su indicatori ritenuti significativi dello stato di dissesto del territorio e desunti dall'analisi di dati storici. Questi possono essere integrati con altri derivabili da un'analisi morfologica del territorio e da studi idrologici ed idraulici.

In particolare, la valutazione della pericolosità idraulica è stata effettuata stimando la capacità dell'alveo di contenere la piena di riferimento e, in caso di inadeguatezza della sezione d'alveo, determinando le caratteristiche dell'onda di sommersione che invade il territorio circostante (livelli e velocità dell'acqua, tempi di permanenza, ecc...).

Per la definizione delle fasce a differente grado di pericolosità idraulica si intende fare riferimento alle linee guida adottate negli studi in corso da parte del Raggruppamento ispirati al D.L. 180/98, modificato ed integrato dalle leggi 267/98 e 226/99 (redazione di Piani Straordinari e Piani di Assetto Idrogeologico).

In particolare vengono individuate 4 classi di pericolosità idraulica (molto elevata, elevata, media, moderata). La classe di pericolosità **molto elevata** fa riferimento ad un evento caratterizzato da una probabilità di accadimento  $Tr = 50$  anni e/o all'instaurarsi di condizioni di lama d'acqua massima raggiunta sul piano campagna superiore ad 1m o ad una velocità massima di trasferimento, sempre sul piano campagna, superiore ad 1m/s. La classe di pericolosità **elevata** fa riferimento ad un evento caratterizzato da una probabilità di accadimento pari alla precedente ( $Tr = 50$  anni) e all'instaurarsi di condizioni di lama d'acqua massima raggiunta sul piano campagna compresa tra 50cm ed 1m; oppure a condizioni come quelle stabilite per la pericolosità molto elevata (lama d'acqua massima maggiore di 1m oppure velocità maggiore di 1m/s) ma per un evento di piena più raro ( $Tr = 100$  anni). La classe di pericolosità **media** fa riferimento ad un evento caratterizzato da un tempo di ritorno  $Tr$  pari a 100 anni e all'instaurarsi di condizioni di lama d'acqua massima raggiunta sul piano campagna compresa tra 0 cm ed 1 m. La classe di pericolosità **bassa** fa riferimento ad un evento di piena raro, caratterizzato da un tempo di ritorno  $Tr$  pari a 200 anni in qualunque condizione di lama d'acqua e di velocità sul piano campagna. Le porzioni del piano

campagna che soddisfano le condizioni di appartenenza di più classi di pericolosità idraulica vengono collocate nella classe a pericolosità maggiore. I concetti espressi vengono schematizzati nella tabella seguente (Tabella 3.1) .

*Tabella 3.1 - Classi di pericolosità idraulica adottate.*

<b>PERICOLOSITA' IDRAULICA</b>	<b>CONDIZIONI IDRAULICHE</b>
<b>Molto elevata</b>	Riferimento: evento di piena con $Tr = 50$ anni $h_{50} > 1m$ oppure $v_{50} > 1m/s$
<b>Elevata</b>	Riferimento: eventi di piena con $Tr = 50$ anni e con $Tr = 100$ anni $1m > h_{50} > 0.5m$ oppure $h_{100} > 1m$ oppure $v_{100} > 1m/s$
<b>Media</b>	Riferimento: evento di piena con $Tr = 100$ anni $h_{100} > 0m$
<b>Moderata</b>	Riferimento: evento di piena con $Tr = 200$ anni $h_{200} > 0m$

I risultati delle simulazioni idrauliche condotte, sintetizzati in classi di pericolosità precedentemente definite, sono riportati in scala 1:10.000 negli Elaborati n. 7.2.x nei quali vengono anche definite le perimetrazioni delle aree di pericolosità, così come riportate negli elaborati originali del PSDA, nei restanti tratti dei bacini regionali.

## 4. SIMULAZIONI IDRAULICHE

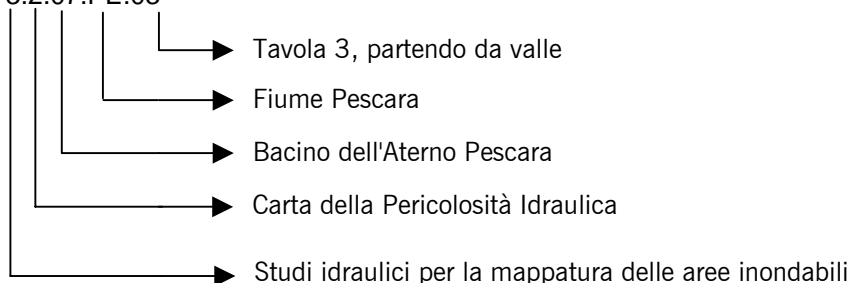
I tratti fluviali indagati nel presente studio rispondono alle osservazioni relative alle aree appartenenti ai bacini idrografici di rilievo regionale. Tali bacini sono stati codificati nel sistema già utilizzato dalla regione Abruzzo, mentre i tratti fluviali indagati ad essi appartenenti sono individuati da due lettere nel modo indicato nella Tabella 4.1 nella quale vengono riportati tutti i corsi d'acqua. Gli stessi codici sono stati utilizzati per definire gli Elaborati n. 7.2.x, che riportano le planimetrie in scala 1:10000 delle aree esondabili risultanti delle simulazioni idrauliche, sintetizzate in classi di pericolosità, così come illustrato nel precedente Capitolo 3.

Tabella 4.1 - Tratti fluviali indagati

<i><b>bacino</b></i>	<i><b>fiume</b></i>	<i><b>cod bacino</b></i>	<i><b>cod fiume</b></i>
Vibrata	Vibrata	01	VI
Salinello	Salinello	02	SA
Tordino	Tordino	03	TR
Fino-Tavo-Saline	Fino	06	FI
Aterno-Pescara	Aterno	07	AT
Aterno-Pescara	Sagittario	07	ST
Aterno-Pescara	Pescara	07	PE
Aterno-Pescara	Raio	07	RA
Sinello	Sinello	14	SI

Al fine di agevolare la comprensione della codifica ed una più agevole individuazione della tavola di interesse per una determinata area, si riporta, a titolo di esempio, la codifica dell'Elaborato 7.2.07.PE.03 "Studi idraulici per la mappatura delle aree inondabili - Carta della pericolosità idraulica - Bacino dell'Aterno Pescara- Fiume Pescara".

3.2.07.PE.03



## 5. FIUME VIBRATA

### 5.1 Descrizione del bacino e del fiume

Il fiume Vibrata nasce a Civitella del Tronto, in località Pagliariccio alla quota di 800 m s.m.m. con un bacino afferente di 123 km<sup>2</sup>. Dalla sorgente alla foce, fra i comuni di Martinsicuro (in sinistra) e Alba Adriatica (in destra), il fiume Vibrata è lungo 37 km. Inizialmente, per i primi 9 km, l'asta del fiume ha direzione SW-NE, entrando nei confini amministrativi della regione Marche. Dal comune di Sant'Egidio alla Vibrata il fiume svolta verso SE, descrivendo un arco di circonferenza, con concavità rivolta verso nord, fino a sfociare nel mare Adriatico.

Il tratto terminale del fiume ad Alba Adriatica è canalizzato; spostandosi più a monte, l'alveo di magra del fiume risulta essere molto piccolo e le golene sono occupate da una fitta vegetazione; le arginature sono molto piccole o inesistenti. Non si rilevano segni evidenti di piena o di esondazione.

Gli idrogrammi calcolati sono indicati nella tabella che segue:

Tabella 5.1 - Idrogrammi calcolati

<i>Fiume</i>	<i>Sezione</i>	<i>Descrizione</i>
Vibrata	VI01	Bacino sotteso dalla sezione di chiusura a Sant'Egidio alla Vibrata
Vibrata	VI02	Bacino sotteso dalla sezione di chiusura tra Nereto e Sant'Omero
Vibrata	VI03	Bacino sotteso dalla sezione di chiusura tra Martinsicuro e Alba Adriatica
Vibrata	VI01-VI03	Interbacino compreso tra la sez. VI01 e la sezione VI03 alla foce

### 5.2 Osservazioni

#### 5.2.1 Fiume Vibrata in Comune di Alba Adriatica (TE)

5.2.1.A Osservazione di cui Fascicolo n. 10

Osservazione presentata dalla società IBS COMPANY ITALY BUSINESS SERVICE s.r.l.

Si chiede di stralciare dal PSDA le aree di pericolosità idraulica in destra idrografica in comune di Alba Adriatica subito a monte del ponte SS 16; l'appezzamento di terreno in esame è elevato rispetto all'ambiente circostante e si trova ad una quota topografica superiore a quella della SS 16. Tali affermazioni sono supportate da uno studio idraulico con proposta di ripermetrazione delle

aree. Sono state rilevate sezioni d'alveo in formato dwg di una piccola zona.

5.2.1.B Osservazione di cui Fascicolo n. 11

Osservazione presentata dalla società ALBA PROGET s.r.l.

Si chiede di stralciare dal PSDA le aree di pericolosità idraulica presso l'area industriale di Alba Adriatica per variazioni morfologiche occorse di recente. Tali affermazioni sono supportate da uno studio idraulico con proposta di ripermetrazione delle aree.

5.2.1.C Osservazione di cui Fascicolo n. 12

Osservazione presentata dalla Ditta BASCIANI Guerino.

Richieste analoghe all'osservazione di cui al fascicolo n. 11.

5.2.1.D Osservazione di cui Fascicolo n. 13

Osservazione presentata dalla società GREEN SAC s.r.l.

Richieste analoghe all'osservazione di cui al fascicolo n. 11.

5.2.1.E Osservazione di cui Fascicolo n. 14

Osservazione presentata dalla Ditta GALLIANI Domenico

Richieste analoghe all'osservazione di cui al fascicolo n. 11.

5.2.1.F Osservazione di cui Fascicolo n. 30

Osservazione presentata dall'Amministrazione comunale di Alba Adriatica con la quale si chiede di stralciare dal PSDA le aree di pericolosità idraulica moderata nella zona di foce e di riclassificare le aree di pericolosità nella zona industriale.

La ripermetrazione viene giudicata attendibile in funzione dei dati storici in possesso e soprattutto in funzione di una topografia variata nel tempo per la quale vengono forniti alcuni rilievi topografici nella zona della foce.

### **5.2.2 Fiume Vibrata in Comune di S. Egidio alla Vibrata (TE)**

5.2.2.A Osservazione di cui Fascicolo n. 26

Si chiede di stralciare dal PSDA le aree di pericolosità idraulica all'interno dell'abitato capoluogo per la presenza di arginature di recente realizzazione. Tale affermazione è supportata da documentazione in cui sono riportate le sezioni del tratto in questione. Documento privo di relazione illustrativa.

### **5.2.3 Fiume Vibrata in Comune di Corropoli (TE)**

5.2.3.A Osservazione di cui Fascicolo n. 27

L'osservazione si compone di una richiesta di ripermetrazione in seguito ad uno studio idraulico svolto dal comune, e di una richiesta di intervento per l'adeguamento strutturale della sponda sx nel tratto a valle del ponte sulla SP Corropoli–Poggio Morelli. L'osservazione comprende uno studio idraulico realizzato con l'ausilio del modello matematico HEC-RAS ed una perimetrazione delle aree esondabili. Sono state rilevate e messe a disposizione alcune sezioni trasversali d'alveo.

### **5.2.4 Fiume Vibrata in Comune di Torano Nuovo (TE)**

5.2.4.A Osservazione di cui Fascicolo n. 39

L'osservazione è avanzata dall'Amministrazione comunale e si compone di una richiesta di ripermetrazione in seguito ad uno studio idraulico svolto dal comune e di una richiesta di intervento di messa in sicurezza nel tratto a monte e a valle del ponte in questione. Lo studio è corredato dal rilievo di 2 sezioni trasversali d'alveo nel tratto oggetto di osservazione.

## **5.3 Descrizione dello schema di calcolo e condizioni al contorno**

Mutuando la stessa procedura adottata per lo studio della pericolosità idraulica degli altri fiumi della regione Abruzzo, anche per il fiume Vibrata è stato realizzato uno studio con un modello matematico mono-bidimensionale. I modelli applicati schematizzano il corso d'acqua dal comune di Sant'Egidio alla Vibrata fino alla foce, per una lunghezza complessiva di 26.5 km.

Nel tratto di studio il fiume Vibrata ha una pendenza media valutabile intorno a 9 ‰.

Il modello matematico a moto vario, con cui si procede alla determinazione delle aree allagabili, prevede, generalmente, l'accoppiamento di uno schema monodimensionale con una fitta griglia di celle rappresentanti il piano campagna. Quest'ultima griglia è stata ottenuta attraverso le informazioni definite dal modello digitale del terreno (DEM) aggiornato sulla base di punti quotati della Carta Tecnica Regionale al 5000.

Solitamente le celle bidimensionali hanno una dimensione di 40 m di lato, con un coefficiente di scabrezza stimato intorno a  $16 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  di Gauckler – Strickler (0.06 di Manning). Nel tratto di pertinenza del comune di Sant'Egidio alla Vibrata la griglia è stata raffinata, portando le celle alla dimensione di 20 m. La geometria (sezioni di progetto) dello schema monodimensionale a Sant'Egidio alla Vibrata è stata ricavata dallo studio che reca titolo "Decreto Legislativo 11 giugno 1998 n.180, convertito con Legge n. 267/98. Lavori di sistemazione del fiume Vibrata in Comune di S. Egidio alla Vibrata".

Come è stato mostrato dai sopralluoghi effettuati nel medio corso del Vibrata, il fiume ha una parte incisa molto ristretta, con una larghezza non superiore a 1 m, mentre le zone adiacenti, che pure andrebbero contemplate nel corpo alveo, sono occupate da una fitta vegetazione. In alcuni tratti si ha difficoltà a scorgere la parte incisa dell'alveo, tanto intricata è la vegetazione esistente.

Gli ultimi 2.5 km del tratto di foce, dal ponte dell'autostrada A14 (in località Alba Adriatica) al mare, l'asta del Vibrata è stata canalizzata e arginata: l'alveo è circa 15 m e profondo 1 m, ma la golena è assai più ampia, variabile tra i 60 m e i 90 m, e in buono stato di pulizia.

A monte l'implementazione del modello idraulico prevede l'inserimento di una portata, a valle il livello del mare, in questo studio considerato variabile tra i 0.3 e i 0.6 m s.m.m.

L'idrogramma di ingresso con codice VI01 viene inserito immediatamente a monte dell'abitato di Sant'Egidio, mentre l'idrogramma di interbacino VI01-VI03 viene ripartito su più punti lungo l'asta fluviale.



**Idrogrammi del Vibrata sezione VI01**

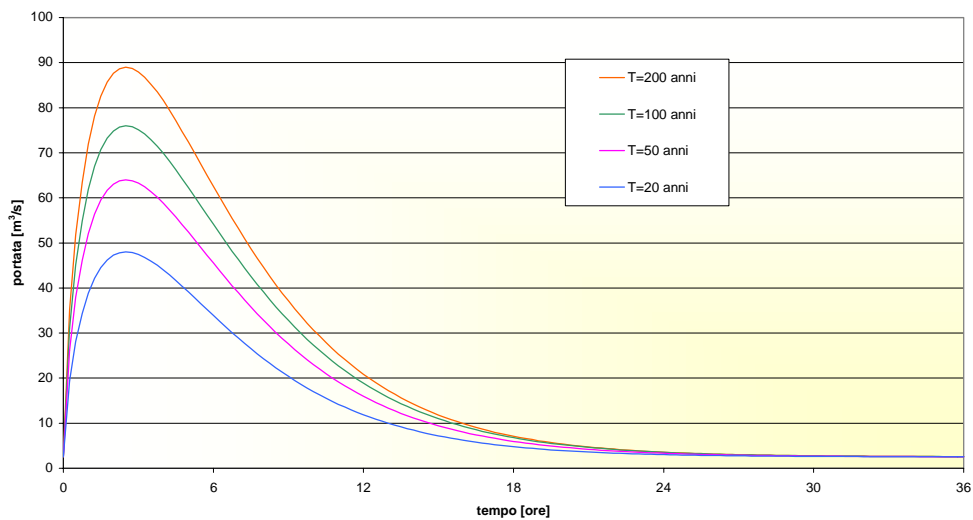


Figura 5.1 - Idrogramma di piena alla sezione VI01 del fiume Vibrata per diversi tempi di ritorno.

**Idrogrammi del Vibrata sezione VI02**

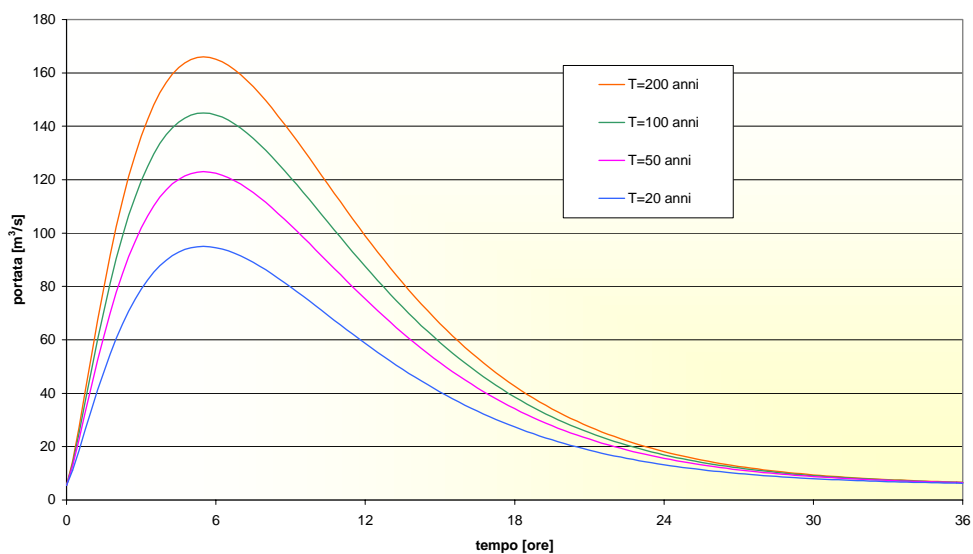


Figura 5.2 - Idrogramma di piena alla sezione VI02 del fiume Vibrata per diversi tempi di ritorno.

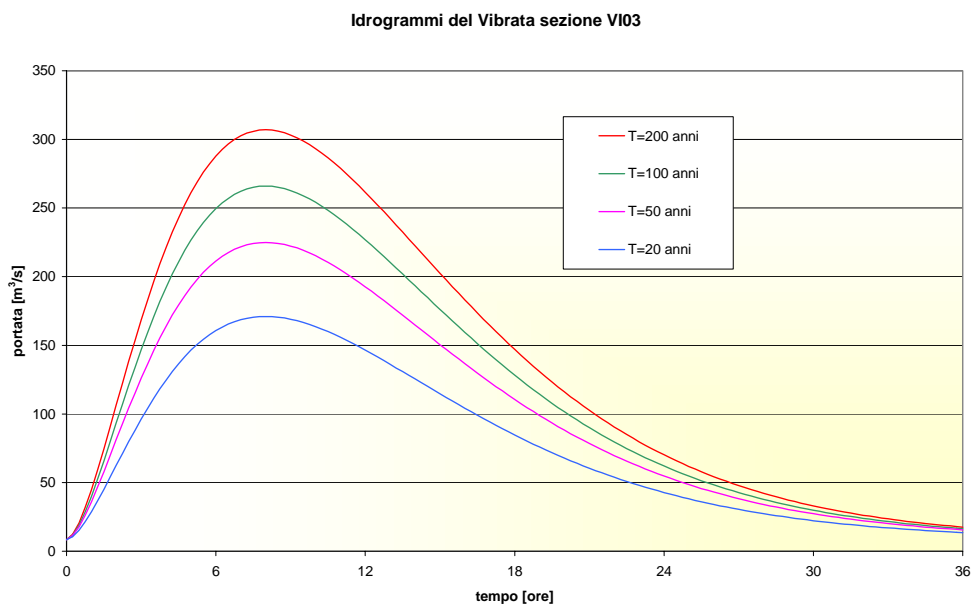


Figura 5.3 - Idrogramma di piena alla sezione VI03 del fiume Vibrata per diversi tempi di ritorno.

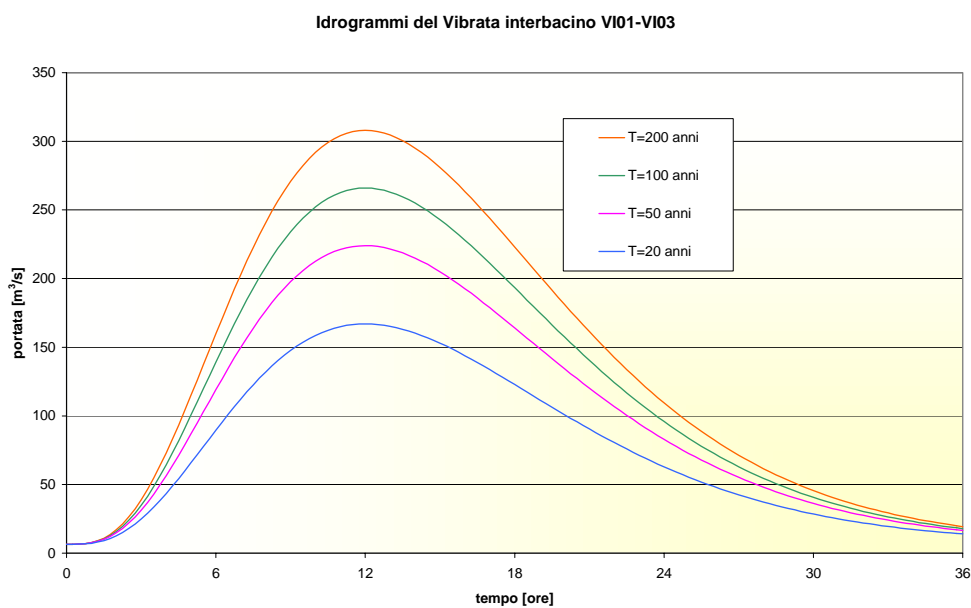


Figura 5.4 - Idrogramma di interbacino alla sezione VI01-VI03 del fiume Vibrata per diversi tempi di ritorno

I risultati ottenuti dalle simulazioni sono stati rappresentati nelle tavole:

- Tavola 7.2.01.VI.01;
- Tavola 7.2.01.VI.02;
- Tavola 7.2.01.VI.03.

## **5.4 Risultati delle simulazioni e proposta di modifica della perimetrazione**

### **5.4.1 Fiume Vibrata in Comune di Alba Adriatica (TE)**

Le osservazioni alla perimetrazione delle aree soggette a pericolosità idraulica riportata nel PSDA, avanzate con documentazione di cui ai fascicoli n. 10, 11, 12, 13, 14 e 30 si riferiscono al tratto del fiume Vibrata interno al territorio comunale di Alba Adriatica.

In particolare, questo ambito fluviale analizzato alla luce delle informazioni contenute nei fascicoli, può essere distinto in due tratti, con caratteristiche morfologiche alquanto differenti. Il primo è quello ubicato a monte dell'asse autostradale A14 "Bologna-Bari", esteso per circa 1.5 km, dove il fiume presenta una sezione di deflusso a forma trapezoidale, non arginata, con aree golenali relativamente ampie. Il secondo è localizzato a valle dell'asse autostradale fino alla foce nel mare Adriatico, che attraversa il centro urbano in condizioni di pensilità.

Per quanto riguarda il primo tratto è stata concentrata l'attenzione sul regime idrometrico del Vibrata poco a valle del ponte sulla Strada Provinciale "Della Vibrata" ed in particolare sulla zona golenale ubicata in destra idrografica che presenta quote degradanti verso il fondo valle. Il piano campagna immediatamente a ridosso della linea spondale presenta una quota pari a quella spondale e aumenta progressivamente lungo la direttrice trasversale verso la strada comunale. La ricostruzione dell'altimetria del terreno è avvenuta con l'ausilio della nuova Carta Tecnica Regionale, in quanto le informazioni topografiche allegate alla richiesta avanzata dalla ditta, fanno riferimento ad una conformazione dell'area in continua evoluzione, dal momento che sono tuttora in esecuzione operazioni di scavo e riporto di terra.

Le informazioni plano-altimetriche contenute nella nuova Carta Tecnica Regionale hanno consentito una più accurata definizione del modello digitale del terreno sul quale si basano le elaborazioni modellistiche nell'ipotesi di moto bidimensionale e ad una conseguente definizione più precisa dei limiti e delle altezze idrometriche raggiungibili dalla corrente. La simulazione modellistica dei fenomeni di piena e dell'espansione delle acque sul piano golenale esterno di piena condotta in questo lavoro, pur confermando i risultati in termini idraulici già ottenuti nel corso della redazione

del PSDA, ha permesso una più accurata perimetrazione dei limiti di esondazione del piano golenale.

Per quanto riguarda le osservazioni (n. 30, 15 e 20) relative al secondo tratto, il loro contenuto è rivolto alla valutazione della capacità di deflusso nel tratto prossimo alla foce, dove la sezione corre arginata, con andamento prevalentemente rettificato ed il problema si riconduce ad una analisi idraulica in regime monodimensionale. Nell'affrontare questo tipo di valutazione, è doveroso tener conto delle reali condizioni dell'alveo che, a seguito di un recente sopralluogo, si presenta fortemente vegetato, sia lungo le sponde che sul fondo alveo, ad eccezione di una stretta fascia soggetta al regime idrometrico ordinario, confermando le considerazioni già riportate negli allegati tecnici del PSDA. Relativamente alle analisi idrauliche, sono da ritenersi appropriati valori del coefficiente di scabrezza di Manning pari a 0.04.

Si evidenzia, inoltre, che la portata massima transitata a seguito del fenomeno meteorico del 1992 è stata valutata dall'Ufficio del Genio Civile di Teramo pari a 235 m<sup>3</sup>/s, associabile ad un tempo di ritorno di 60÷70 anni. Il fatto che l'onda di piena transitata nel 1992 sia stata contenuta entro le arginature è in accordo con le valutazioni modellistiche condotte in fase di redazione del PSDA, e confermate dalle nuove elaborazioni, le quali ritengono il Vibrata capace di contenere eventi di piena anche più eccezionali ( $T_r = 100$  anni). La classificazione dell'area esterna alle arginature come aree di pericolosità P1, si riferiscono all'insufficiente capacità di contenere fenomeni particolarmente eccezionali come quelli attesi con tempo di ritorno di 200 anni. Non appare realistica la stima della portata di piena assegnata all'evento del 1992 citata nella relazione tecnica allegata all'osservazione presentata dal Comune.

In conclusione, le simulazioni eseguite confermano la perimetrazione riportata nel PSDA, a meno di modeste variazioni nel tratto a monte del viadotto autostradale dovute alla possibilità di riportare in cartografia i confini delle aree raggiunte dalla corrente di piena con maggiore dettaglio.

#### **5.4.2 Fiume Vibrata in Comune di S. Egidio alla Vibrata (TE)**

L'osservazione (rif. fascicolo n. 26) si riferisce ad un'area localizzata sulla destra del fiume Vibrata poco a valle del ponte di Sant'Egidio alla Vibrata, soggetta ad episodi di esondazione evidenziati nella perimetrazione dell'area con classe di pericolosità molto elevata. Il tratto fluviale è stato oggetto di un recente intervento di sistemazione idraulica che ha portato ad un notevole aumento della larghezza dell'alveo ed alla realizzazione delle difese arginali, sia in sinistra che in destra

idraulica. Previa acquisizione delle informazioni relative alla nuova conformazione fluviale, sono state condotte nuove elaborazioni con modello matematico al fine della verifica della nuova situazione di pericolosità che ha evidenziato la messa in sicurezza dell'area.

In conclusione, la nuova perimetrazione prevede l'eliminazione delle aree aventi pericolosità idraulica.

#### **5.4.3 Fiume Vibrata in Comune di Corropoli (TE)**

L'osservazione ha inteso mettere in evidenza alcuni modesti spostamenti dei limiti esondabili rispetto al reale andamento plano-altimetrico del terreno, il quale è stato oggetto di un rilievo topografico dettagliato. Generalmente scostamenti di questa entità rientrano nei limiti della normale approssimazione indotta dalle operazioni di ricostruzione del modello digitale del terreno e dal trasferimento dei risultati modellistici sulla base cartografica utilizzata per la rappresentazione. Una attenzione particolare viene rivolta all'area in sinistra idraulica a valle del ponte sulla S.P. Corropoli-Poggio Morelli dove è previsto un piano comunale di espansione urbana. L'analisi modellistica è stata quindi perfezionata previa acquisizione delle informazioni topografiche allegate al fascicolo.

Per quanto riguarda le condizioni al contorno, ovvero all'entità delle portate di piena considerate nella simulazione degli scenari di rischio, sono stati assunti gli idrogrammi di piena ottenuti nell'ambito degli studi di regionalizzazione statistica riportati nel PSDA, come previsto dalle direttive di indirizzo metodologico allegate allo stesso Piano.

Circa l'evoluzione morfodinamica fluviale, che comporta spostamenti planimetrici dell'alveo nel tempo, è da segnalare che le aree limitrofe al corso d'acqua nel passato coinvolte nel regime fluviale devono essere considerate tuttora appartenenti all'ambito demaniale; a queste vanno aggiunte le aree attualmente coinvolte nella normale dinamica fluviale.

Le nuove elaborazioni non portano a variazioni significative delle perimetrazioni, ad eccezione di modeste correzioni dei confini delle aree esondabili.

#### **5.4.4 Fiume Vibrata in Comune di Torano Nuovo (TE)**

Spostando l'attenzione al territorio comunale di Torano Nuovo, l'Amministrazione comunale ha presentato una osservazione, (rif. fascicolo n. 39) per la ripermetrazione di un'area localizzata posta poco a monte del ponte sulla strada SP7B mettendo a disposizione due sezioni trasversali

d'alveo che hanno consentito una migliore valutazione dei parametri idraulici. Si tratta di un tratto fluviale piuttosto stretto e incassato tra sponde dove le esondazioni avvengono localmente in funzione dell'altezza relativa delle sponde. Le informazioni acquisite hanno consentito di dettagliare la simulazione modellistica nel tratto di interesse confermando quanto contenuto nella documentazione tecnica allegata al fascicolo.

In conclusione le simulazioni idrauliche hanno evidenziato la capacità dell'alveo di far defluire interamente la portata di piena anche a fronte di un tempo di ritorno di 200 anni.

## 6. FIUME SALINELLO

### 6.1 Descrizione del bacino e del fiume

Il fiume Salinello nasce a Rocca Santa Maria, presso il Monte Ciccone (1200 m s.m.m.), ai confini con la regione Lazio. Scorre interamente in provincia di Teramo e confina a destra con il bacino del fiume Vibrata e a sinistra con quello del Tordino. Il fiume scorre per 48 km all'interno dei confini amministrativi dell'Abruzzo con direzione prevalente W-E (mutando direzione ora verso nord, ora verso sud), sfociando nel mare Adriatico fra i comuni di Tortoreto e Giulianova. Nel complesso il bacino del Salinello sviluppa, dalle sorgenti alla foce, una superficie di 178 km<sup>2</sup>.

Gli idrogrammi calcolati sono indicati nella tabella che segue:

Tabella 6.1 - Idrogrammi calcolati

<b>Fiume</b>	<b>Sezione</b>	<b>Descrizione</b>
Salinello	SA01	Bacino sotteso alla sezione di chiusura a Civitella del Tronto
Salinello	SA02	Bacino sotteso alla sezione di Sant'Omero
Salinello	SA03	Bacino sotteso alla sezione alla foce
Salinello	SA01-SA03	Interbacino compreso tra la sez. SA01 e la sezione SA03 alla foce

### 6.2 Osservazioni

#### 6.2.1 Fiume Salinello in Comune di Tortoreto (TE)

6.2.1.A Osservazione di cui Fascicolo n. 31

E' un'osservazione dell'Amministrazione comunale che richiede la riclassificazione delle aree pericolosità idraulica in due tratti distinti:

1. tratto ponte A14 – SS 16;
2. tratto ponte Villa Maggi – ponte A14.

Si chiede di riclassificare le previsioni di pericolosità idraulica per i terreni in sinistra idraulica del fiume Salinello, in Comune di Tortoreto per la presenza di arginature di recente realizzazione e risagomatura dell'alveo.

L'Ente afferma che le condizioni dall'epoca dell'acquisizione dei dati morfologici, sono diverse da quelle attuali per l'intervento di sistemazione idrogeologica realizzato di recente dalla Provincia di Teramo con finanziamento della Regione Abruzzo.

#### 6.2.1.B Osservazione di cui Fascicolo n. 19

E' un'osservazione avanzata dalle società DI GENNARO COSTRUZIONI s.r.l., TEKNO EDIL I.T. s.r.l. e altri.

E' finalizzata alla richiesta di ripermetrazione e riclassificazione aree pericolosità idraulica in località Salino a causa della presenza di arginature di recente realizzazione e risagomatura alveo.

#### 6.2.2 Fiume Salinello in Comune di Sant'Omero (TE)

##### 6.2.2.A Osservazione di cui al Fascicolo n. 25

E' un'osservazione avanzata dal Comune di Sant'Omero, che chiede lo stralcio dalla perimetrazione delle aree di pericolosità, supportata da documentazione tecnica. Sono state rilevate sezioni georeferenziate.

### **6.3 Descrizione dello schema di calcolo e condizioni al contorno**

Lo studio della pericolosità idraulica del fiume Salinello si estende per una lunghezza di oltre 21 km, dai comuni di Civitella del Tronto e Sant'Egidio alla Vibrata fino alla foce. Propagandosi verso valle, il fiume Salinello attraversa i confini amministrativi dei comuni di Campi, Bellante, Sant'Omero, Mosciano Sant'Angelo, Tortoreto e Giulianova.

Il metodo di studio prevede l'applicazione di un modello matematico bidimensionale a moto vario, rappresentando il piano campagna con una griglia di celle quadrate di lato 40 m, cui viene assegnata una scabrezza media di  $16 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  di Gauckler – Strickler. Lo schema bidimensionale viene accoppiato con uno schema monodimensionale rappresentante l'alveo del fiume Salinello. Sulla base della nuova Carta Tecnica Regionale la griglia è stata aggiornata e perfezionata nei valori delle altimetrie.

La geometria delle sezioni dello schema monodimensionale è stato ricavata dal documento recante titolo "Lavori di sistemazione del Fiume Salinello nei Comuni di Tortoreto e Mosciano S. Angelo",



fornito dalla regione Abruzzo (geometria dello stato di fatto). Nel tratto di studio, dal Comune di S. Omero, fino a Giulianova e Tortoreto, la pendenza media del fiume è di 0.007 m/m.

All'interno della network che fa riferimento alla parte monodimensionale del modello idraulico sono state inserite alcune sezioni riportate nei fascicoli che interessano le osservazioni inerenti questo corso d'acqua.

Alla foce, presso i comuni di Tortoreto, Mosciano Sant'Angelo e Giulianova, il fiume scorre in un territorio densamente urbanizzato: edifici civili e industriali sono stati eretti in prossimità dell'alveo del fiume. Il tratto compreso fra l'insediamento di Salino e l'autostrada A14 è stato interessato da interventi di ricalibratura e riarginatura per una lunghezza di circa 2 km. Attualmente la capacità di deflusso dell'asta fluviale negli ultimi 4 km alla foce può essere stimata intorno ai 330 m<sup>3</sup>/s.

Il modello matematico a moto vario prevede l'inserimento a monte di un idrogramma di portata. Lungo il corso del fiume vengono poi inseriti dei contributi di interbacino per simulare la formazione graduale della piena. A valle la condizione al contorno consiste nell'assegnazione dei livelli di marea convenzionalmente assunti variabili tra 0.6 e 0.3 m s.m.m.

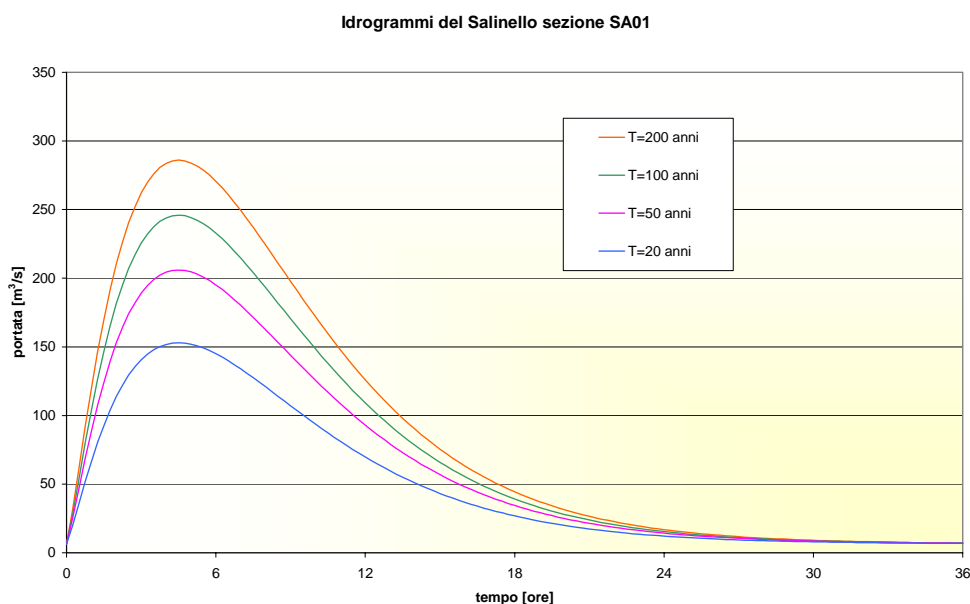


Figura 6.1 - Idrogramma di piena alla sezione SA01 del fiume Salinello per diversi tempi di ritorno.

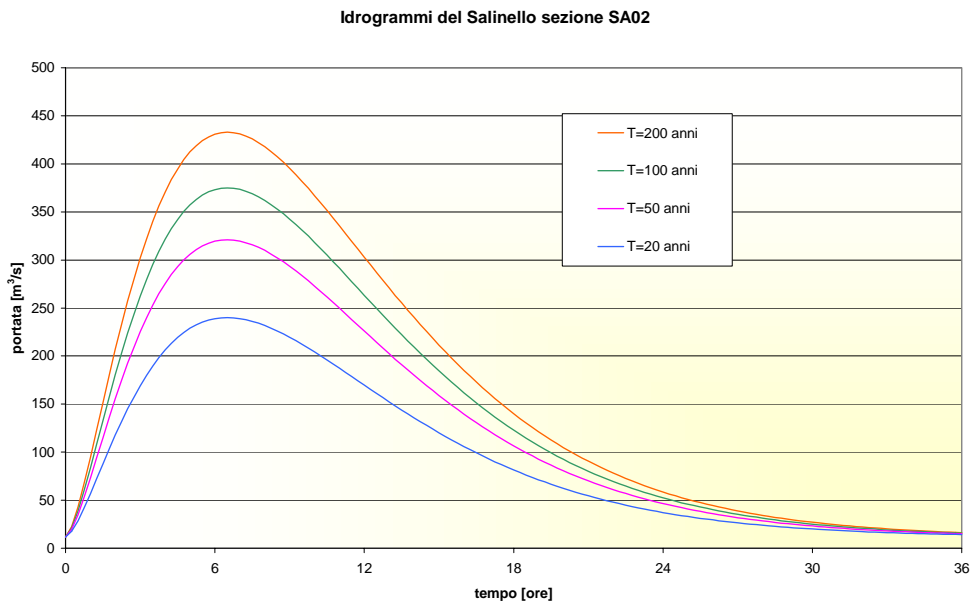


Figura 6.2 - Idrogramma di piena alla sezione SA02 del fiume Salinello per diversi tempi di ritorno.

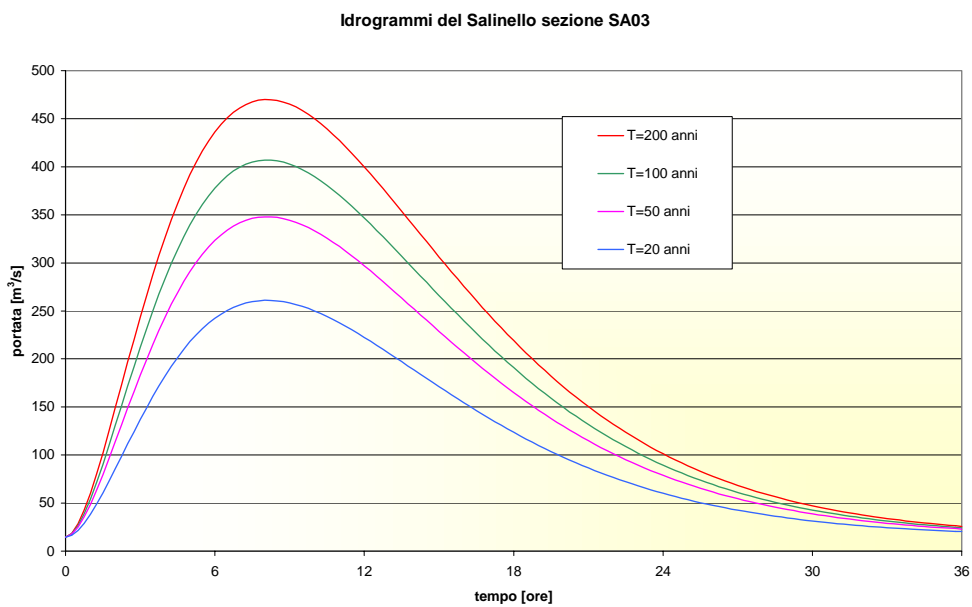


Figura 6.3 - Idrogramma di piena alla sezione SA03 del fiume Salinello per diversi tempi di ritorno.

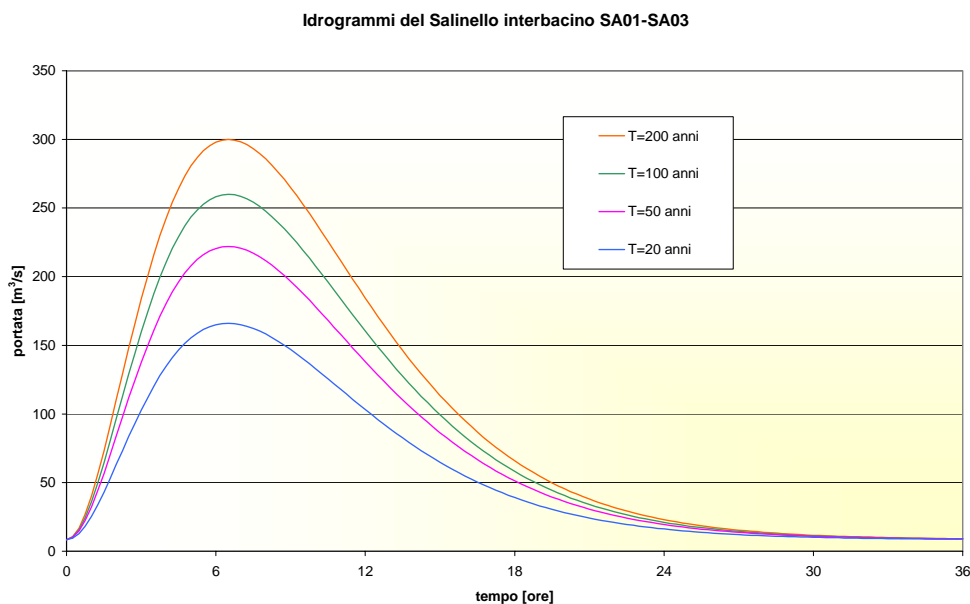


Figura 6.4 - Idrogramma di interbacino alla sezione SA01-SA03 del fiume Salinello per diversi tempi di ritorno.

I risultati ottenuti dalle simulazioni sono stati rappresentati nelle tavole:

- Tavola 7.2.02.SA.01;
- Tavola 7.2.02.SA.02;
- Tavola 7.2.02.SA.03.

## 6.4 Risultati delle simulazioni e proposta di modifica della perimetrazione

### 6.4.1 Fiume Salinello

La base geometrica introdotta nel modello matematico è stata aggiornata sia per quanto riguarda il deflusso monodimensionale, introducendo le nuove sezioni d'alveo comprensive delle arginature, che per quanto riguarda il piano campagna esterno considerando l'estesa delle sezioni d'alveo e i punti quotati della nuova Carta Tecnica Regionale in scala 1:5000.

Procedendo da monte, la prima osservazione (rif. Fascicolo n. 25) riguarda il comune di S. Omero in località Villa Ricci e località Poggio Morello, la seconda osservazione (rif. fascicolo n. 19) riguarda la località Salino dove, sulla sinistra idraulica, è presente un insediamento industriale in

prossimità di un meandro fluviale. La terza osservazione (rif. fascicolo n. 31) riguarda un'area posta anch'essa in sinistra idraulica, nelle immediate vicinanze del viadotto autostradale, completamente occupata da un insediamento di tipo industriale che si spinge fino a ridosso della sponda fluviale.

Il fiume si presenta rettilineo nella parte ricadente nel Comune di S. Omero e assume una conformazione più tortuosa, con alveo ricoperto da vegetazione, in Comune di Tortoreto. Lungo la sponda sinistra è stata realizzata un'arginatura a protezione dell'insediamento mentre, lungo la sponda opposta, risulta ancora presente la fascia ripariale originaria.

A seguito delle modifiche morfologiche apportate sono state condotte le simulazioni dei fenomeni di piena al fine di individuare le eventuali modifiche alle aree soggette ad esondazione. Ai fini della messa a punto del modello idraulico, l'osservazione dei luoghi ha suggerito di assegnare alla sezione di deflusso 1D una scabrezza corrispondente al parametro di Manning pari a 0.04 in considerazione della fitta vegetazione che ricopre quasi l'intera sezione di deflusso.

Le simulazioni dei 3 scenari corrispondenti alle 3 diverse condizioni al contorno assegnate, hanno evidenziato un comportamento significativamente differente del corso d'acqua rispetto al regime idrometrico ricostruito nel corso delle analisi svolte per la redazione del PSDA. L'effetto delle arginature, se da un lato è stato quello di aumentare la capacità di deflusso nel tratto in località Salino e in prossimità della zona industriale di Tortoreto, aumentando il grado di sicurezza idraulica del territorio limitrofo, dall'altro ha comportato l'aumento dell'entità della portata al colmo transitata a valle, evidenziata dall'insufficienza idraulica dell'arginatura destra nel tratto poco a monte della ferrovia, a contenere i fenomeni di piena particolarmente eccezionali ( $Tr = 200$  anni).

Inoltre, la propagazione delle acque di esondazione sul piano campagna esterno alle arginature segue direzioni leggermente diverse rispetto alle simulazioni a suo tempo effettuate a causa della diversa altimetria del terreno evidenziata dal nuovo e più preciso DEM.

La conseguenza di questa conformazione sulla perimetrazione della Carta della Pericolosità può essere così riassunta:

- sostanziale diminuzione della classe di pericolosità idraulica nelle aree oggetto di osservazione con aumento della stessa a livello locale;
- aumento dell'estensione dell'area classificata di pericolosità P1 sul territorio in destra idrografica a monte della linea ferroviaria.

## 7. FIUME TORDINO

### 7.1 Descrizione del bacino e del fiume

Il Fiume Tordino nasce a 2000 m s.m.m. tra i monti Gorzano (2458 m s.m.m.) e Pelone (2259 m s.l.m.), situati nella catena dei monti della Laga. Scorre interamente in provincia di Teramo e confina a destra con il bacino del fiume Vomano e a sinistra con quello del Tronto e del Salinello; sfocia nel mare Adriatico a sud dell'abitato di Giulianova.

La superficie complessiva del bacino è di 450 km<sup>2</sup>. La sua lunghezza è di 59 km; nella prima parte del percorso il Tordino, caratterizzato da un regime di tipo torrentizio, si dirige verso oriente, poi, in corrispondenza all'abitato di Macchiatornella, compie un grande arco verso nord, aggirando così la catena montuosa del Bilanciere, ed infine inizia un corso con pendenze minori ed alveo più ampio.

Come molti fiumi che sfociano nel medio e basso versante Adriatico, il suo percorso è approssimativamente breve e perpendicolare alla catena montuosa d'origine. Il regime idrologico del fiume è molto variabile e risulta strettamente dipendente dalle precipitazioni. Il Tordino riceve anche numerosi contributi dagli affluenti e dai "fossi" maggiori. Da destra, dopo circa 5 km, il primo apporto idrico si deve al fosso Molvese, più a valle riceve il fosso di Elce e infine, a 21.5 km dalla sua sorgente il Fiumicello, che origina a sua volta da numerosi fossati e sorgenti che scendono dalle pendici del monte Bilanciere. A sinistra il numero di affluenti è maggiore: il fosso della Cavata, il Rivettino (a 7 km), il Castiglione (a 10.5 km), il Rivoletto (a 11.6 km); contributi minori vengono dal Rio Verde, dal fosso dell'Inferno, dal torrente Fiumicino e dal torrente Vezzola. Quest'ultimo potrebbe dare un apporto più rilevante, se le sue acque non fossero in gran parte captate dall'ENEL.

Nel Bacino del Tordino sono state reperite le schede tecniche relative alle attività straordinarie di pulizia idraulica svolte dal Servizio Tecnico del Territorio della Provincia di Teramo (ex Genio Civile) lungo il corso dell'omonimo fiume: dalla foce fino al ponte sulla Strada Statale n.80 del Gran Sasso in Località Villa Butteri e lungo il Torrente Vezzola in Comune di Teramo, dalla confluenza con il Tordino fino alla confluenza con il Rio Maiano.

Il fiume Tordino è stato studiato per una lunghezza di circa 32 km, dalla località di Madonna della Cona, a monte di Teramo fino alla foce.

Gli idrogrammi calcolati sono riassunti nella tabella che segue:

Tabella 7.1 - Idrogrammi calcolati

<i>Fiume</i>	<i>Sezione</i>	<i>Descrizione</i>
Tordino	TR01	Bacino sotteso alla sezione storica di Teramo
Tordino	TR02	Bacino sotteso da una sezione intermedia in Comune di Bellante
Tordino	TR03	Bacino chiuso quasi alla foce
Tordino	TR01-TR03	Interbacino compreso tra la sez TR01 e la foce

## 7.2 Osservazioni

### 7.2.1 Fiume Tordino in Comune di Mosciano (TE)

#### 7.2.1.A Osservazione di cui Fascicolo n. 3

E' un'osservazione avanzata dalle società MOSCIANO SVILUPPO IND.le s.r.l. (tecnico incaricato Arch. DI MARZIO Lucio).

E' finalizzata alla richiesta di stralciare dal PSDA le previsioni di pericolosità idraulica, in località Selva, per i terreni in sinistra idraulica del Tordino in Comune di Mosciano S. A. località Selva per la presenza di arginature di recente realizzazione.

#### 7.2.1.B Osservazione di cui Fascicolo n. 5

E' un'osservazione avanzata dalle ditte SAVINI Francesco.

Si richiede di stralciare dal PSDA le previsioni di pericolosità idraulica per i terreni in sinistra idraulica del fiume Tordino in Comune di Mosciano S.A. località Selva Alta (e/o Contrada Marina) per errori di calcolo nella modellazione idraulica.

## 7.3 Descrizione dello schema di calcolo e condizioni al contorno

Lo studio della pericolosità idraulica nel bacino del Tordino viene perseguita, ricorrendo all'implementazione di un modello matematico misto, vale a dire mono – bidimensionale.

L'indagine si estende dalla località di Madonna della Cona, a monte dell'abitato di Teramo, fino alla foce (sezione TR01P03) nel comune di Giulianova, per una lunghezza complessiva di circa 32 km.

Per un lungo tratto di valle (lunghezza 15 km, pendenza media 6.5‰), dalla sezione TR56P03, a

sud dell'abitato di Bellante, fino alla foce (sezione TR01P03), è stato prodotto uno schema monodimensionale a moto permanente con il modello Hec – Ras, allo scopo di individuare, in prima approssimazione, le insufficienze arginali, sovrastimando i livelli idrometrici nell'alveo.

Le informazioni per la costruzione dello schema monodimensionale sono state ricavate dal progetto definitivo, esecutivo e rilievi relativi a "Lavori di ripristino arginature in terra e realizzazione di nuove arginature nei tratti ad elevato rischio idraulico sul fiume Tordino" (geometria allo stato di fatto), fornito dalla regione Abruzzo e da rilievi eseguiti per la realizzazione del presente studio.

La geometria dello schema monodimensionale è stata importata nel modello Sobek accoppiandola ad una griglia bidimensionale aggiornata sulla base del modello digitale del terreno costruito anche attraverso punti quotati della nuova Carta Tecnica Regionale alla scala 1:5000. La griglia composta da celle quotate è stata corretta, imponendo le quote dei rilevati che possono costituire un ostacolo alla propagazione dell'onda di piena nel dominio bidimensionale.

In fase di taratura si è convenuto sia verosimile adottare un coefficiente di scabrezza di  $33 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  di Gauckler – Strickler ( $0.03 \text{ s}/\text{m}^{1/3}$  di Manning) per il corso d'acqua e di  $16 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  di Gauckler – Strickler ( $0.03 \text{ s}/\text{m}^{1/3}$  di Manning) per le celle della griglia bidimensionale, con le quali si schematizza il piano campagna.

Il tratto, in cui si realizza lo studio della propagazione di un'onda di piena su un dominio mono – bidimensionale transitante nel fiume Tordino, si estende dalla sezione di chiusura del bacino TR01 alla foce.

Sono noti gli idrogrammi di piena sottesi dalle sezioni TR01, TR02 e TR03 (quest'ultima alla chiusura del bacino).

A monte è stato assegnato l'idrogramma di piena sotteso dalla sezione TR02. Altri contributi alla portata vengono ripartiti lungo l'asta fluviale per simulare la formazione dell'onda di piena.

A valle la condizione al contorno consiste nel rispetto di un livello idrometrico, quello del mare, che si assume variabile tra  $0.3 \div 0.6 \text{ m s.m.m.}$

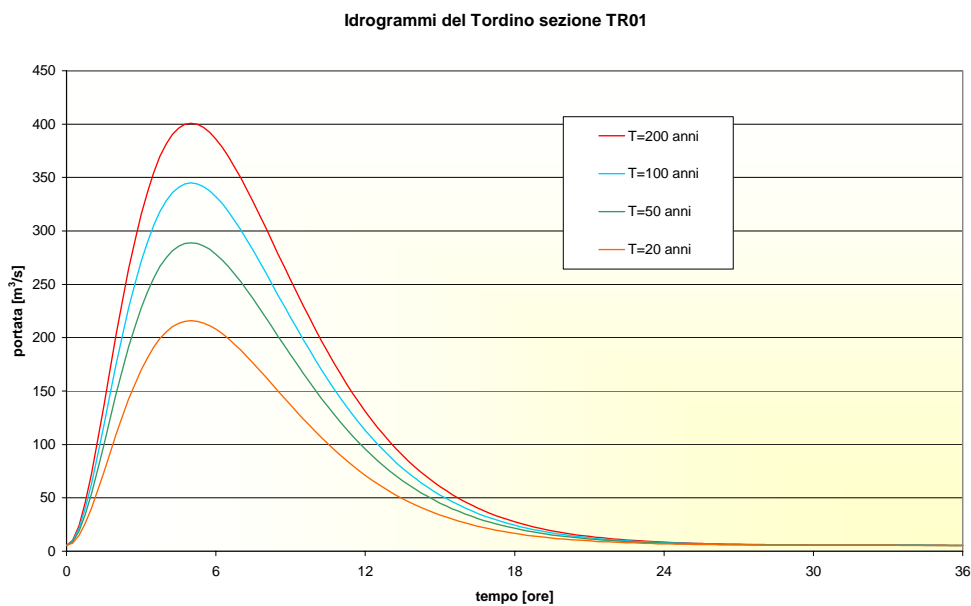


Figura 7.1 - Idrogramma di piena alla sezione TR01 del fiume Tordino per diversi tempi di ritorno.

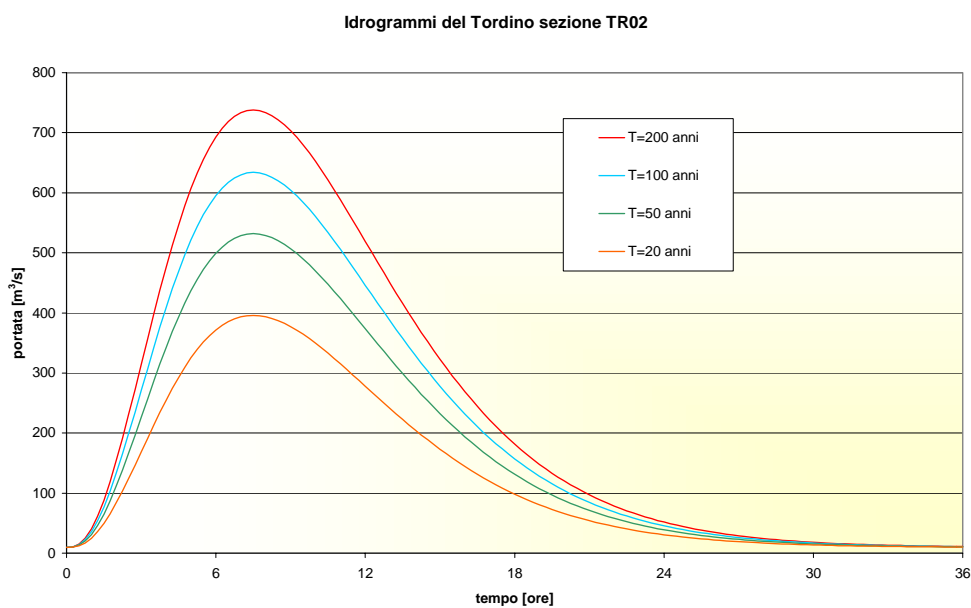


Figura 7.2 - Idrogramma di piena alla sezione TR02 del fiume Tordino per diversi tempi di ritorno.



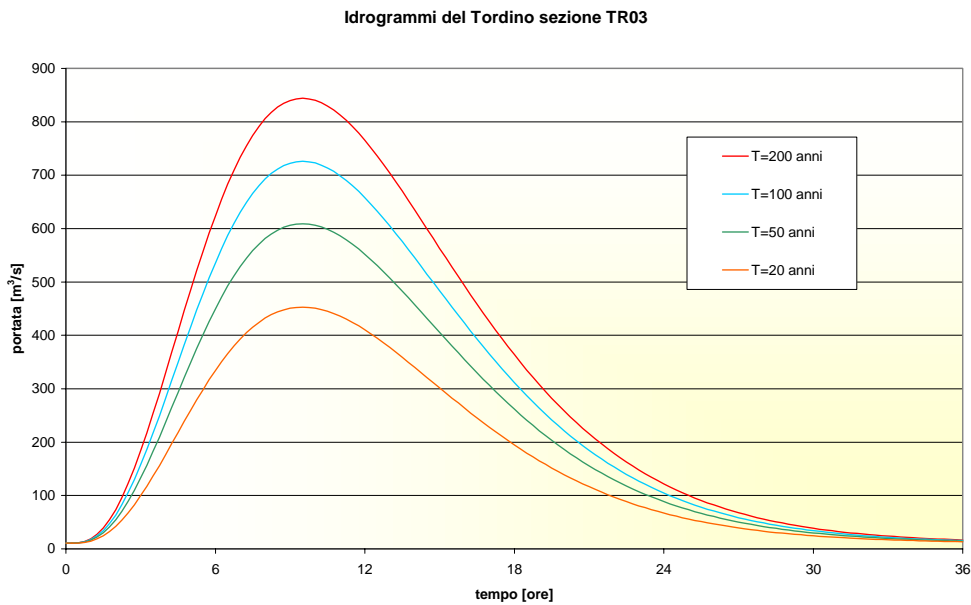


Figura 7.3 - Idrogramma di piena alla sezione TR03 del fiume Tordino per diversi tempi di ritorno.

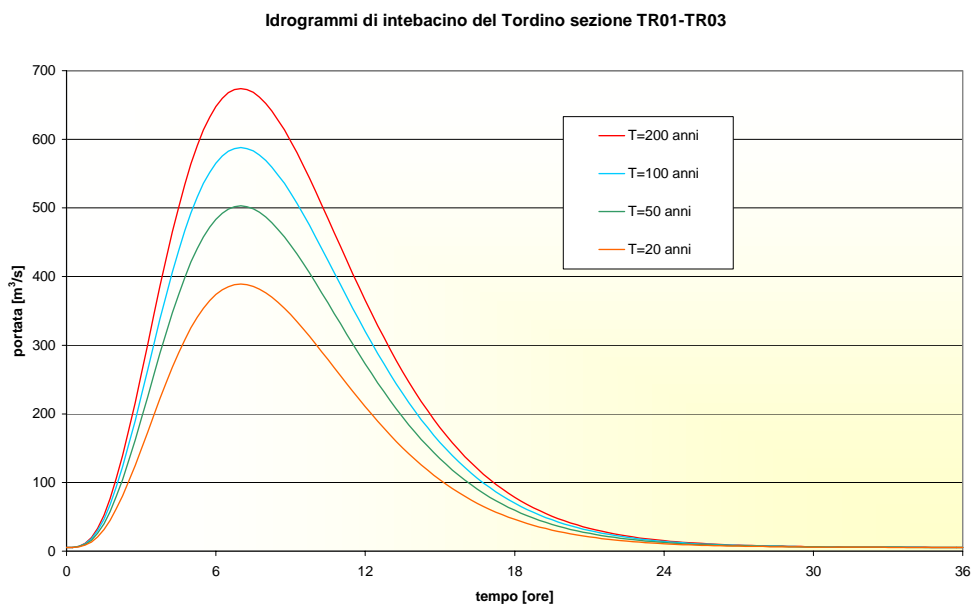


Figura 7.4 - Idrogramma di interbacino alla sezione TR01-TR03 per diversi tempi di ritorno.

I risultati ottenuti dalle simulazioni sono stati rappresentati nelle tavole:

- Tavola 7.2.03.TR.01;
- Tavola 7.2.03.TR.02;
- Tavola 7.2.03.TR.03;
- Tavola 7.2.03.TR.04.

## **7.4 Risultati delle simulazioni e proposta di modifica della perimetrazione**

### **7.4.1 Fiume Tordino in Comune di Mosciano (TE)**

L'osservazione (rif. fascicolo n. 3) riguarda una ridotta porzione di territorio per il quale si richiede una modifica del perimetro delle aree di esondazione di entità ridotta, inferiore alla approssimazione che viene normalmente accettata in valutazioni di questo tipo, dovuti agli errori di ricostruzione del DEM e della successiva trasposizione in cartografia dei risultati ottenuti. L'analisi più dettagliata dell'altimetria del territorio ed il confronto con le altezze idrometriche restituite dalle elaborazioni modellistiche, ha consentito di ritenere valida la modesta modifica richiesta con l'osservazione.

Gli scostamenti nelle valutazioni idrauliche citati nel fascicolo sono dovuti all'ipotesi di partenza relativamente alla stabilità arginale che non presenta, in quel tratto, caratteristiche tali da garantire la sicurezza del territorio circostante in occasione del raggiungimento della quota idrometrica prossima alla sommità arginale.

I nuovi accertamenti confermano tale situazione e pertanto le nuove simulazioni modellistiche sono state condotte mantenendo l'ipotesi di partenza. In particolare si è ipotizzato che l'arginatura presente sulla sinistra idraulica non presenta le condizioni di stabilità sufficienti a garantire il contenimento delle acque di piena. Il fenomeno dell'espansione delle acque sul piano campagna esterno è stato comunque simulato mediante modello matematico bidimensionale basato sull'informazione plano-altimetrica fornita dal modello digitale del terreno aggiornato anche a partire da punti quotati della Carta Tecnica Regionale di recente realizzazione. Questa assunzione produce un'area esondabile di maggiore estensione rispetto a quanto attualmente perimetrato.

### **7.4.2 Fiume Tordino in Comune di Giulianova (TE)**

Il tratto è stato analizzato a partire dal nuovo modello digitale del terreno utilizzato per la

precedente osservazione, e le simulazioni hanno evidenziato una estensione delle aree a pericolosità idraulica maggiore di quelle riportate all'interno del PSDA.

## **8. FIUME FINO – TAVO – SALINE**

### **8.1 Descrizione del bacino e del fiume**

Il bacino viene individuato con i nomi dei tre fiumi che lo caratterizzano. La superficie totale del bacino è di circa 600 km<sup>2</sup>, di cui circa 280 spettano al Fino, 300 al Tavo e circa 35 al Saline. Il territorio è compreso per il 70% circa in provincia di Pescara ed il rimanente 30% in provincia di Teramo.

Il fiume Fino nasce dal versante orientale del monte Camicia, il quale rappresenta il rilievo che delimita a Sud la catena del Gran Sasso. La lunghezza del fiume, dalla sorgente alla confluenza con il Tavo, è di 47 km. Il fiume Tavo sorge sul Monte Portella (1000 m s.m.m.) a Sud del monte Corno del Gran Sasso. La sua lunghezza fino alla confluenza con il Fino è di 61 km. I due fiumi riuniti formano il Saline, il cui percorso fino al mare ha una lunghezza di 7 km. La foce è situata tra i centri abitati di Marina di Città Sant'Angelo e Montesilvano.

Il bacino è composto da una rete idrica superficiale piuttosto articolata, alimentata in parte da sorgenti perenni ed in parte dallo scioglimento dei nevai in quota, attraverso una rete di torrenti stagionali. Da un punto di vista geologico il bacino presenta due caratteri distinti: la zona montuosa, catena del Gran Sasso, formata da rocce calcaree permeabilissime e la zona collinare caratterizzata, invece, da rocce impermeabili di natura arenaria ed argillosa, che contribuisce a rendere le acque piuttosto dure e spesso opache e permette la presenza di un pH con valori nettamente superiori a 7.

Lungo il fiume Fino sono state reperite le schede tecniche relative alle attività straordinarie di pulizia idraulica svolte dal Servizio Tecnico del Territorio della Provincia di Teramo (ex Genio Civile) da poco a monte di Elice fino a 2 km a monte dell'abitato di Bisenti, per un tratto di 17 km complessivi.

Il nodo idraulico Fino - Tavo - Saline è stato suddiviso in due tratti: il primo comprende il fiume Fino dalla stazione storica di Bisenti fino alla confluenza con il Tavo; il secondo include il Tavo dalla diga di Penne alla confluenza con il Fino ed il Saline dalla confluenza tra Fino e Tavo e la foce (intero percorso). Le osservazioni al PSDA ricadono sul primo tratto elencato.

Gli idrogrammi relativi al fiume Fino sono riportati nella tabella che segue:

Tabella 8.1 - Idrogrammi calcolati

<i>Fiume</i>	<i>Sezione</i>	<i>Descrizione</i>
Fino	FI01	Bacino sotteso alla stazione storica di Bisenti
Fino	FI01-FI02	Interbacino a valle di sez FI01 fino a prima della confluenza con il Tavo
Fino	FI02	Bacino chiuso a valle dell'immissione del Fino nel Saline

## 8.2 Osservazioni

### 8.2.1 Fiume Fino in Comune di Bisenti (TE)

8.2.1.A Osservazione di cui Fascicolo n. 29

E' un'osservazione avanzata dall'Amministrazione comunale di Bisenti, con la quale si richiede lo stralcio di aree di pericolosità idraulica in località Saletti per errata valutazione altimetrica della morfologia dei luoghi.

Si richiede una valutazione più accurata della esondabilità della zona industriale "Saletti" sulla base delle nuove quote del terreno, rilevate e messe a disposizione mediante generazione di un piano quotato, nonché lo stralcio delle aree di pericolosità per tutta l'area interessata dal PIP ed eventuale prescrizione di opere idrauliche.

### 8.2.2 Fiume Fino in Comune di Castilenti – Elice (TE)

8.2.2.A Osservazione di cui Fascicolo n. 40

E' un'osservazione avanzata dalla società DA.CA s.n.c. con la quale si richiede di stralciare dal PSDA le previsioni di pericolosità idraulica per i terreni in sinistra idraulica del Fino in Comune di Castilenti, località Cancelli per recenti variazioni morfologiche dell'area.

Viene fornito il rilievo completo della zona realizzato mediante ricostruzione di 6 sezioni trasversali d'alveo.

8.2.2.B Osservazione di cui Fascicolo n. 87

Con questa osservazione si richiede lo stralcio dal PSDA delle previsioni di pericolosità idraulica per i terreni in sinistra idraulica del Fino in Comune di Castilenti, località Madonna degli Angeli.

### 8.3 Descrizione dello schema di calcolo e condizioni al contorno

Anche per il fiume Fino si è proceduto con i consueti strumenti, simulando la propagazione delle onde di piena e l'espansione delle acque nel piano campagna esterno alle linee spondali mediante l'implementazione del modello a moto vario (Sobek di WL|Delft Hydraulics) a schema misto (monodimensionale).

Il corso d'acqua viene schematizzato per una lunghezza di quasi 40 km, dalla sezione FI0010 (poco a monte della stazione storica di Bisenti) fino alla sezione FI0360 (alla confluenza con il fiume Tavo). La pendenza media del Fino è del 6.5 ‰.

Il modello misto accoppia lo schema monodimensionale con una griglia di celle avente lato di 40 m. La scabrezza del dominio bidimensionale si assume pari a  $16 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  di Gauckler-Strickler (0.06 di Manning), mentre nel corso d'acqua si è convenuto di assumere un valore della scabrezza di  $25 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  di Gauckler-Strickler.

La geometria monodimensionale del fiume Fino è stata ricavata da rilievi (anno 2003) realizzati appositamente per il confezionamento del presente studio.

Lo schema del Fino prevede l'assegnazione di un idrogramma in ingresso a monte (l'idrogramma FI01) e di uno distribuito lungo il corso stesso (l'idrogramma di interbacino FI01-FI02).

A valle la condizione al contorno consiste nell'inserimento di una curva delle portate ricavata alla sezione di confluenza del Fino con il Tavo dello schema idraulico del Tavo-Saline.

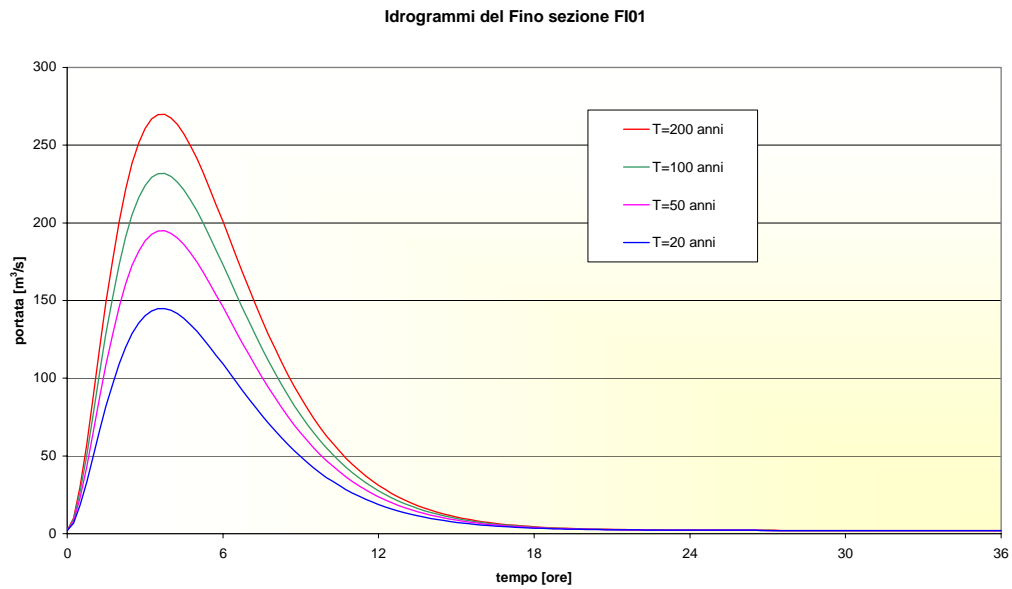


Figura 8.1 - Idrogramma di piena alla sezione FI01 del fiume Fino per diversi tempi di ritorno.

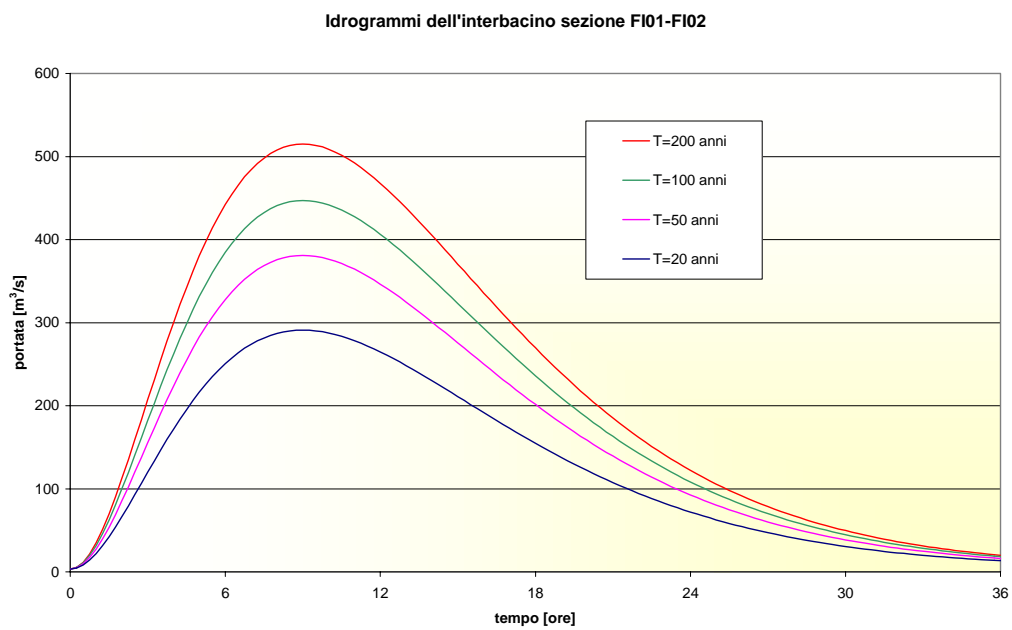


Figura 8.2 - Idrogramma di interbacino alla sezione FI01-FI02 del fiume Fino per diversi tempi di ritorno.

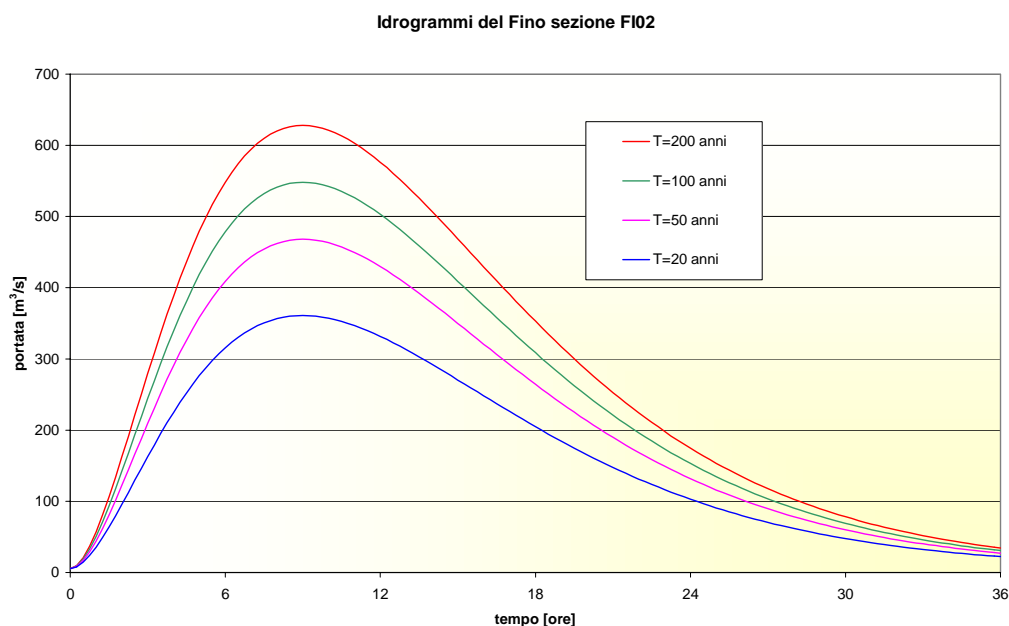


Figura 8.3 - Idrogramma di piena alla sezione FI02 del fiume Fino per diversi tempi di ritorno.

I risultati ottenuti dalle simulazioni sono stati rappresentati nelle tavole:

- 7.2.06.FI.01;
- 7.2.06.FI.02;
- 7.2.06.FI.03;
- 7.2.06.FI.04.

## 8.4 Risultati delle simulazioni e proposta di modifica della perimetrazione

### 8.4.1 Fiume Fino in Comune di Bisenti (TE)

Sulla base delle informazioni di carattere topografico raccolte è stato aggiornato il modello digitale del terreno, a partire da punti quotati della nuova Carta Tecnica Regionale e dalle nuove quote fornite dal Comune. Tale base geometrica ha evidenziato un comportamento sensibilmente differente rispetto alle simulazioni dei fenomeni di piena condotte nell'ambito di redazione del PSDA.

La nuova perimetrazione del territorio in classi di pericolosità idraulica presenta le seguenti



modifiche:

- annullamento delle aree classificate a pericolosità P3 e P4;
- riduzione delle aree classificate a pericolosità P1 e P2.

#### **8.4.2 Fiume Fino in Comune di Castilenti – Elice (TE)**

Il tratto fluviale entro il quale sono localizzate le due osservazioni è stato indagato mediante una unica simulazione del fenomeno di propagazione dell'onda di piena, sempre con riferimento ai tre scenari considerati. Le simulazioni sono state effettuate dopo aver aggiornato la base geometrica costituita dal modello digitale del terreno integrato, dove disponibili, anche dai rilievi delle sezioni trasversali fluviali.

Per quanto riguarda la prima osservazione, i rilievi hanno evidenziato una quota di una porzione di terreno rialzata rispetto al piano campagna circostante che garantisce la sicurezza contro le possibili esondazioni fluviale. Le simulazioni hanno confermato tale comportamento suggerendo l'eliminazione della classificazione di area a pericolosità idraulica contenuta nel PSDA. Una modesta variazione della perimetrazione riguarda un breve tratto, sempre sulla sinistra idraulica, immediatamente a valle del precedente, che subisce gli effetti della diversa direzione delle linee di flusso della corrente.

Per quanto riguarda la seconda osservazione (rif. fascicolo n. 87), le simulazione hanno evidenziato una riduzione delle aree soggette ad inondazione ma non la completa sicurezza del territorio. In particolare le modifiche alla perimetrazione possono essere così riassunte:

- sensibile riduzione delle aree classificate a livello di pericolosità P4;
- parziale riduzione delle aree classificate a livello di pericolosità P3;
- sostanziale conferma delle aree classificate a livello di pericolosità P2 e P1.

## 9. FIUME ATERNO – RAI0

### 9.1 Descrizione del bacino e del fiume

Il Bacino dell'Aterno – Raio – Sagittario - Pescara comprende il sistema fluviale più vasto del territorio abruzzese: esso si estende, infatti, per circa 4000 km<sup>2</sup>, ricadendo in gran parte nelle province dell'Aquila e di Pescara e, in minor misura, in quella di Chieti. Al suo interno sono compresi i territori di più di 100 comuni tra i quali il capoluogo regionale e le città di Sulmona e Pescara. La forma del bacino è nel complesso triangolare, con il lato maggiore allungato in senso NO-SE all'interno della catena appenninica, parallelamente alle direttrici principali del rilievo.

Nel tratto esaminato nel presente elaborato, l'asta principale del reticolo, il fiume Aterno, corre con andamento approssimativamente rettilineo verso sud-est, fino alla piana di Sulmona dove, con una brusca deviazione, prende una direzione complessiva SO-NE. A monte dell'abitato di Popoli, il fiume riceve da destra le acque del Sagittario e, dopo aver arricchito ulteriormente la sua portata con il contributo delle sorgenti omonime, si dirige verso l'Adriatico assumendo la denominazione di Pescara. Il bacino sotteso dall'Aterno chiuso nella sezione posta più a valle del tratto esaminato ha un'estensione di circa 2000 km<sup>2</sup>.

Dal punto di vista idrologico, come descritto nell'Elaborato 6.1 del PSDA, il bacino dell'Aterno - Sagittario è caratterizzato da terreni molto permeabili che assorbono la pioggia in notevole misura. Inoltre, esso è circondato da gruppi montuosi dell'Appennino che arrestano in gran parte le perturbazioni provenienti dai versanti Tirrenico ed Adriatico dando luogo ad una sensibile riduzione delle precipitazioni.

Le circostanze accennate giustificano ampiamente la scarsa rilevanza delle portate di piena del sistema Aterno – Sagittario, per il quale la Sezione di Pescara del S.I.M.N.<sup>1</sup> ha stimato rispettivamente per il Pescara a Maraone e per il Sagittario a Capo Canale, un contributo unitario di massima piena di 0.06 e 0.11 m<sup>3</sup>/s km<sup>2</sup>. Tali valori sono di un ordine di grandezza inferiori a quelli relativi agli altri corsi d'acqua presenti nelle zone limitrofe.

---

<sup>1</sup> Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale

I fiumi Aterno e Raio vengono indagati, nel presente studio, come nodo idraulico indipendente. L'analisi dell'Aterno si estende dalla sezione AT0010, a Sant'Eusanio di Barete, fino alla sezione AT0480, nel comune di Fagnano Alto, per una lunghezza complessiva di 45.7 km. Alla progressiva 19.3 km il fiume Aterno riceve, in destra, le acque del fiume Raio. Questo scorre integralmente nel comune di L'Aquila, qui rappresentato per un'estensione di 6.5 km. Complessivamente la superficie del bacino del Raio è di 227 km<sup>2</sup>, mentre il bacino di chiusura dell'Aterno, alla sezione AT01 e alla confluenza con il Raio, misura rispettivamente 168.5 e 298.5 km<sup>2</sup>. Immediatamente a valle della confluenza fra Aterno e Raio, pertanto, il bacino sviluppa una superficie di 525.5 km<sup>2</sup>.

Gli idrogrammi calcolati sono indicati nella tabella che segue:

*Tabella 9.1 - Idrogrammi calcolati*

<b>Fiume</b>	<b>Sezione</b>	<b>Descrizione</b>
Aterno	AT01	Bacino chiuso a Barete,
Aterno	AT01-RA01	Interbacino compreso tra la sez. AT01 e l'immissione del fiume Raio nell'Aterno
Aterno	RA01-AT02	Interbacino compreso tra la sez. RA01 (immissione del fiume Raio nell'Aterno) e la sez. AT02
Raio	RA01	Bacino chiuso nella località di Peschio (comune di L'Aquila)

## 9.2 Osservazioni

### 9.2.1 Fiume Aterno in comune di L'Aquila (AQ)

#### 9.2.1.A Osservazione di cui Fascicolo n. 17182

L'area considerata è ubicata lungo il fiume Aterno un chilometro circa a sud-est dell'abitato di Coppito, in Comune di L'Aquila, in loc. Bivio S.S. 17 – S.P. Coppito. Si propone di modificare le perimetrazioni delle aree di pericolosità in quanto è stato realizzato un rilevato che ha sopraelevato di 3-4 metri l'originaria superficie topografica. In tal senso sono state rilevate 4 sezioni trasversali d'alveo ed è stato realizzato uno studio idraulico con Hec-Ras.

#### 9.2.1.B Osservazione di cui Fascicolo n. 17194

Osservazione presentata da Pietrangeli Maria, Antonelli Domenica.

L'area considerata è ubicata lungo il fiume Aterno a San Vittorino, nel Comune di L'Aquila. Si richiede la ripermetrazione delle aree di pericolosità sulla base di un rilievo topografico (3 sezioni

trasversali d'alveo), dalle quali si dimostra che una parte si trova a quota più alta rispetto a quanto considerato nel PSDA.

### 9.3 Descrizione dello schema di calcolo e condizioni al contorno

Lo studio dei fiumi Aterno e Raio viene condotto, al solito, mediante l'applicazione del modello matematico Sobek che permette l'accoppiamento di uno schema monodimensionale, costruito attingendo alla descrizione della geometria delle sezioni trasversali, con una griglia di celle quadrate di lato 40 m, rappresentante il piano campagna, aggiornata con la nuova Carta Tecnica Regionale alla scala di 1:5000. E' stato possibile approntare lo schema monodimensionale di entrambi i fiumi, utilizzando dei rilievi realizzati per la creazione del già esistente PSDA.

Lo studio della pericolosità idraulica del nodo Aterno-Raio, sia al fine di ridurre le difficoltà ed i tempi di calcolo, sia per l'estensione del dominio indagato che per valutazioni più complesse riguardanti il regime idrologico dei fiumi, verrà suddiviso in più parti.

Una peculiarità rilevante di questo sistema idraulico, che incide in modo preponderante nella valutazione delle portate idrologiche, è l'estrema permeabilità dei bacini. Questa considerazione, già illustrata precedentemente, giustifica la riduzione del regime idrologico delle portate dal sistema idraulico Aterno-Raio al nodo idraulico Aterno-Sagittario.

Dal punto di vista idraulico poi, come giustamente si osserva negli annali idrologici e nelle indagini precedenti al presente studio riguardanti gli eventi di carattere eccezionale, le portate che si registrano a Molina hanno colmi sensibilmente inferiori a quelli attesi. Negli annali idrologici si dà risalto al fatto che l'elevazione di arginature a monte produce a valle dei colmi superiori ("[...] a Molina la portata al colmo è stata alta a causa soprattutto delle nuove arginature costruite a monte della stazione, che hanno impedito il dilagare delle acque nelle campagne, come avveniva anteriormente", annali idrologici, 1937). Giova alla comprensione di quanto ora affermato individuare sommariamente la capacità di deflusso dell'alveo: a monte della confluenza con il fiume Raio essa può essere stimata intorno a 60 m<sup>3</sup>/s, aumentando alla confluenza con il Raio e portandosi fino a 150÷200 m<sup>3</sup>/s nel tratto in cui l'Aterno attraversa L'Aquila. A valle dell'Aquila la capacità di deflusso si attesta attorno a valori di 150 m<sup>3</sup>/s.

L'assegnazione delle condizioni al contorno non può essere disgiunta dalle considerazioni appena. Lo schema viene suddiviso in due parti: quella di monte comprende Aterno e Raio fino alla loro

confluenza; lo schema di valle si estende dalla confluenza fino alla località Campana nel comune di Fagnano Alto.

L'ampiezza del dominio di studio porta ineluttabilmente a introdurre una valutazione sulla corretta assegnazione delle condizioni al contorno, soprattutto a valle della confluenza.

Essendo i bacini in esame molto estesi, è molto improbabile che un evento eccezionale si riproduca contemporaneamente nell'intero dominio di simulazione: maggiore è la superficie considerata, minore è la probabilità che la precipitazione sia egualmente intensa su tutto il bacino.

Per questa ragione, nello schema di valle, si suppone che gli idrogrammi del bacino di chiusura RA01, AT01 e l'interbacino AT01-RA01 non si sommino per ogni tempo di ritorno: si ritiene più corretto assegnare una peso preponderante all'idrogramma del Raio, combinandolo con contributi di idrogrammi di minor intensità. Per esempio la simulazione dell'evento di piena con tempo di ritorno di 200 anni dello schema di valle, prevede l'assegnazione dell'idrogramma RA01 con lo stesso tempo di ritorno, l'idrogramma AT01 corrispondente ad un tempo di ritorno di 20 anni, sommandoli ad altri contributi di interbacino con tempo di ritorno di 20 anni. In pratica si suppone sia il bacino del Raio a contribuire prevalentemente alla formazione dell'onda di piena che si propaga a valle.

A valle, in entrambi gli schemi, la condizione al contorno consiste nell'assegnazione di una scale delle portate ricavata da uno schema monodimensionale a moto permanente.

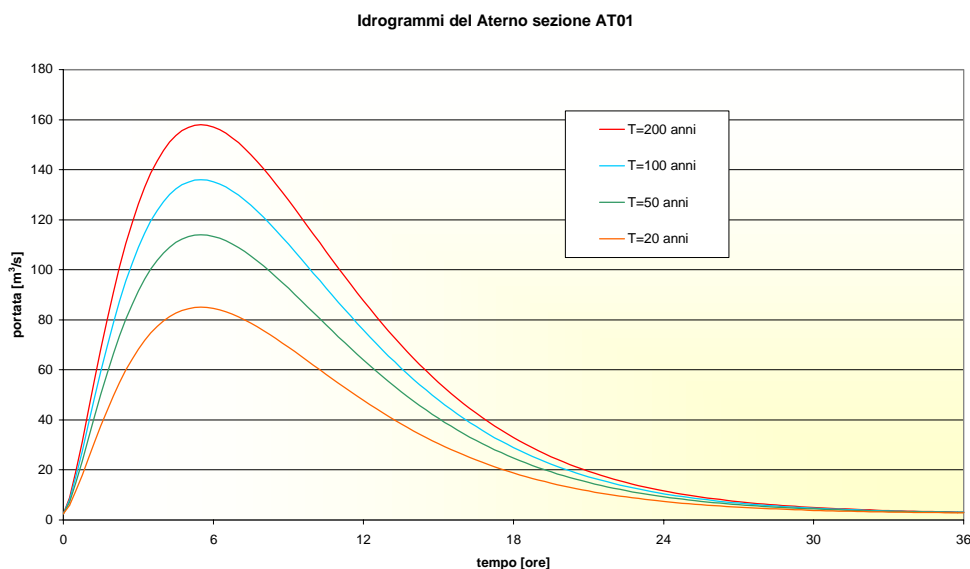


Figura 9.1 - Idrogramma di piena alla sezione AT01 del fiume Aterno per diversi tempi di ritorno.

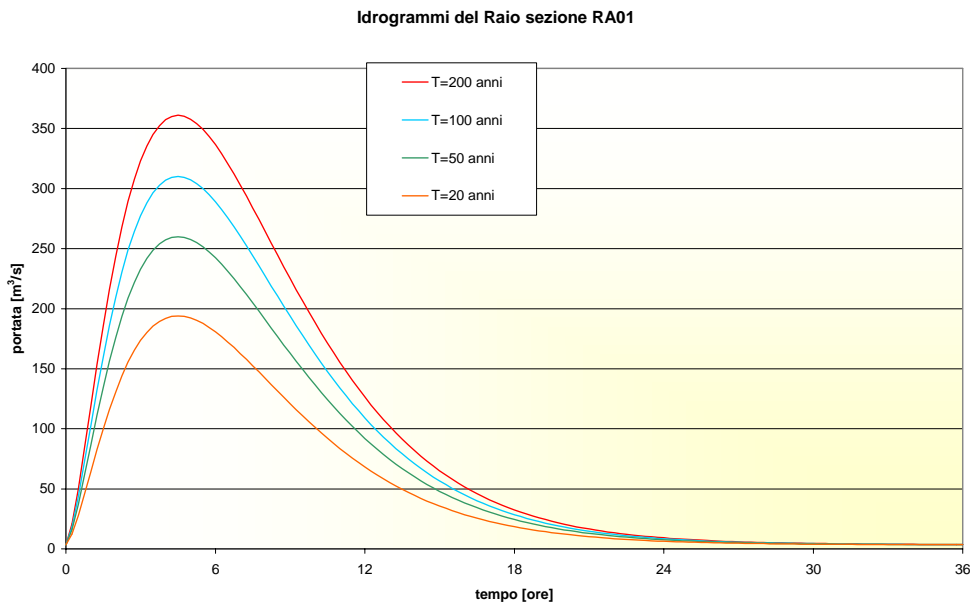


Figura 9.2 - Idrogramma di piena alla sezione RA01 del fiume Raio per diversi tempi di ritorno.

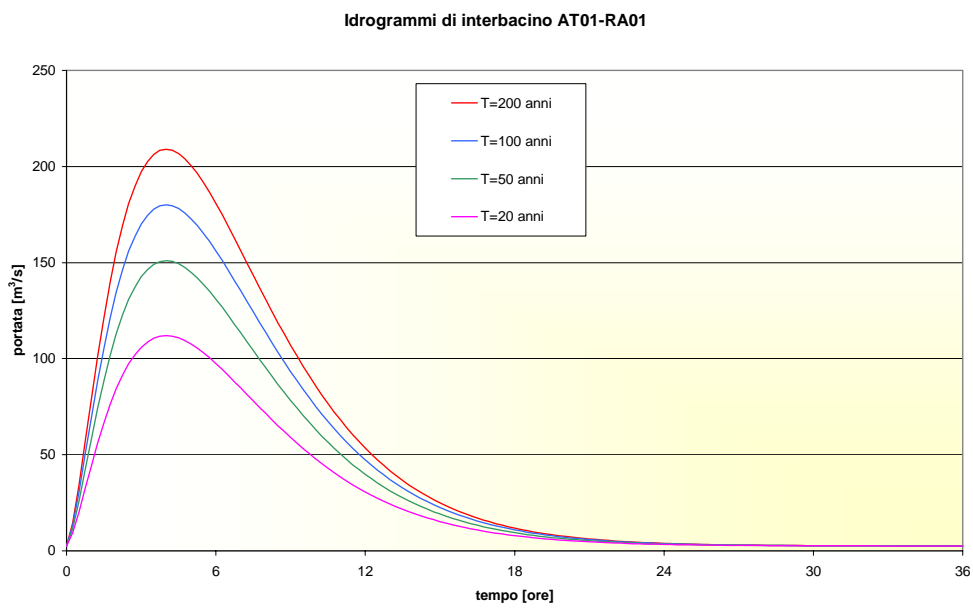


Figura 9.3 – Idrogramma di interbacino del fiume Aterno AT01-RA01 per diversi tempi di ritorno.

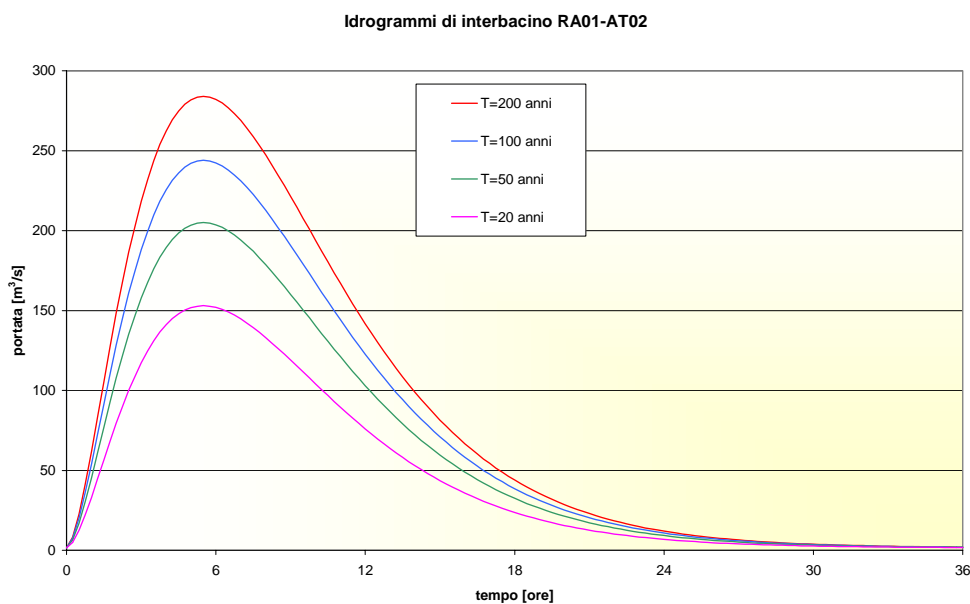


Figura 9.4 - Idrogramma di interbacino del fiume Aterno RA01-AT02 per diversi tempi di ritorno.

I risultati ottenuti dalle simulazioni sono stati rappresentati nelle tavole:

- Tavola 7.2.07.AT.03;
- Tavola 7.2.07.AT.04;
- Tavola 7.2.07.AT.05;
- Tavola 7.2.07.AT.06;
- Tavola 7.2.07.AT.07;
- Tavola 7.2.07.AT.08;
- Tavola 7.2.07.AT.09.

## 9.4 Risultati delle simulazioni e proposta di modifica della perimetrazione

### 9.4.1 Fiume Aterno in comune di L'Aquila (AQ)

Il tratto del fiume Aterno entro il quale vengono localizzate le due osservazioni è stato implementato mediante una unica simulazione del fenomeno di propagazione dell'onda di piena, sempre con riferimento ai tre scenari considerati, Tr50, Tr100 e Tr200. Le simulazioni sono state effettuate

dopo aver aggiornato la base geometrica costituita dal modello digitale del terreno integrato, dove disponibili, anche dai rilievi delle sezioni trasversali fluviali. Il nuovo DEM è stato aggiornato anche sulla base di punti quotati della Carta Tecnica Regionale al 5000.

Per quanto riguarda la prima osservazione (rif. fascicolo n. 17182), i rilievi hanno evidenziato una quota di una porzione di terreno rialzata rispetto al piano campagna circostante che garantisce la sicurezza contro le possibili esondazioni fluviali. Le simulazioni hanno confermato tale comportamento suggerendo una modifica alla classificazione di area a pericolosità idraulica contenuta nel PSDA, riassunta come segue:

- conferma delle aree classificate a livello di pericolosità P4;
- conferma delle aree classificate a livello di pericolosità P3;
- aumento delle aree classificate a livello di pericolosità P2 e P1.

Per quanto riguarda la seconda osservazione (rif. fascicolo n. 17194), le simulazioni hanno evidenziato una riduzione delle aree soggette ad inondazione per le pericolosità P1 e P2 ed una conferma nella ripermetrazione del territorio per le pericolosità P4. In particolare le modifiche alla perimetrazione possono essere così riassunte:

- conferma delle aree classificate a livello di pericolosità P4;
- riduzione delle aree classificate a livello di pericolosità P3;
- riduzione delle aree classificate a livello di pericolosità P2 e P1.



## 10. FIUME ATERNO – SAGITTARIO

### 10.1 Descrizione del bacino e del fiume

L'ambito idrografico analizzato in questo capitolo coincide con i tratti finali dei fiumi Aterno e Sagittario, inclusa la zona della loro confluenza, che rappresentano i due principali affluenti del fiume Pescara. La loro confluenza è posta poco a monte delle sorgenti del Pescara, già all'interno del comune di Popoli. I due bacini idrografici rientrano quasi completamente nella provincia dell'Acquila.

L'alto bacino dell'Aterno è costituito da rocce impermeabili composte di arenarie intercalate da argille. Successivamente predominano formazioni calcaree compatte e permeabilissime, alternate con piccole formazioni di natura calcarea marnosa e da calcari semicristallini poco permeabili.

Il bacino dell'Aterno, presenta un regime idrologico di tipo sorgentifero, sostenuto dalle numerose sorgenti presenti nel bacino, e presenta un unico importante apporto concentrato presso l'immissione del torrente Raio, in comune di L'Aquila. Tale apporto, tuttavia, anche se in occasione di precipitazioni intense si presenta con portate di notevole entità, è posto molto a monte del tratto qui analizzato e le portate che vengono scaricate entro l'alveo dell'Aterno a L'Aquila non riescono a raggiungere la zona di Popoli in quanto subiscono la sottrazione per sormonto arginale e per laminazione.

Il fiume Sagittario presenta il principale affluente nel sistema idrografico dei fiumi Gizio e Vella, che confluiscono tra loro poco dopo in località Sulmona. Il fiume Vella scende profondamente incassato dalle pendici del monte Maiella-Morrone fino ai piendi dell'abitato di Pacentro ove ricevuto il rio Cansano – Campo di Giove, si adagia nella pianura e si allarga sulle proprie alluvioni in una ampia sezione di modesta entità. Quindi prosegue verso nord fino alla città di Sulmona.

Il regime è di tipo torrentizio ed ha subito una serie di interventi di stabilizzazione mediante salti di fondo che riducono la loro altezza procedendo da monte a valle.

Il nodo idraulico Aterno-Sagittario-Pescara viene studiato nel tratto di Aterno che va da Roiano fino alla confluenza con il Pescara, nel tratto del Pescara che va dalle sorgenti alla sezione storica di Maraone ed il Sagittario dalla confluenza con il Gizio e Vella fino alla confluenza con l'Aterno.

Gli idrogrammi calcolati sono indicati nella tabella che segue:

*Tabella 10.1 - Idrogrammi calcolati*

<i>Fiume</i>	<i>Sezione</i>	<i>Descrizione</i>
Aterno	AT03	Bacino sotteso a 6 km a valle della sezione storica di Molina
Sagittario	ST01	Bacino chiuso a valle della confluenza con il Gizio Vella
Pescara	AT03-ST01-PE	Interbacino compreso tra le sezioni AT03, ST01 e la sezione storica di Maraone

## 10.2 Osservazioni

### 10.2.1 Fiume Aterno in comune di Popoli (PE)

#### 10.2.1.A Osservazione di cui Fascicoli n. PE88/122

La PE 88 è una richiesta avanzata dalla società La Meridiana S.r.l., per il declassamento della pericolosità nell'area PEEP di Popoli.

La PE 122 più che una osservazione è una proposta di intervento da parte dell'Amministrazione comunale di Popoli. Viene proposta la realizzazione di tre casse di espansione atte alla soluzione del problema di esondazione a Popoli. Viene svolta un'analisi idraulica dove vengono confermati i risultati del PSDA. Si chiede poi di porre in essere una norma transitoria per sbloccare il vincolo delle aree perimetrare a Popoli in attesa della realizzazione delle casse in progetto. Quest'ultima proposta non può essere accolta prima della realizzazione degli interventi proposti come indicato nell'Articolo 29 comma 8 delle Norme Tecniche di attuazione del PSDA.

Si allegano sezioni topografiche del fiume ed un piano quotato sul piano campagna esterno.

Va segnalato che in questo tratto è stato di recente eseguito un intervento di dragaggio che ha portato all'asportazione dello strato di sovralluvionamento depositatosi negli anni, a partire dallo sbarramento ENEL (1° Salto) verso monte fino alla città di Popoli. Tale deposito di sedimento aveva portato alla riduzione della sezione di deflusso in alveo.

## **10.2.2 Fiume Sagittario in comune di Sulmona (AQ)**

### 10.2.2.A Osservazione di cui al Fascicolo n. 22740

Si tratta di un'osservazione presentata dall'Amministrazione comunale di Sulmona con la quale si chiede una riduzione parziale della classe di pericolosità in località San Rufino, soggetta alle esondazioni del fiume Gizio a valle della confluenza con il Vella che continuano anche lungo il breve tratto fluviale che porta all'immissione nel Sagittario.

## **10.3 Descrizione dello schema di calcolo e condizioni al contorno**

La perimetrazione delle aree di pericolosità idraulica viene perseguita, anche per il nodo Aterno - Sagittario - Pescara, attraverso la realizzazione di un modello matematico a moto vario con schema misto, realizzato con il modello di calcolo Sobek.

Lo schema monodimensionale viene accoppiato ad una griglia di celle quadrate, alle quali vengono assegnate le quote altimetriche del piano campagna. Le informazioni altimetriche sono state ricavate dal modello digitale del terreno aggiornato a partire da punti quotati della Carta Tecnica Regionale, disponibile in formato vettoriale, in scala 1:5000.

Per rappresentare la resistenza al moto della corrente sul piano campagna si è assunto un coefficiente di scabrezza di Gauckler - Strickler pari a  $16 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  ( $0.06 \text{ s}/\text{m}^{1/3}$  di Manning) mentre, per quanto riguarda gli alvei che costituiscono il reticolo idrografico principale, si è assunto un coefficiente pari a  $33 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  ( $0.03 \text{ s}/\text{m}^{1/3}$  di Manning).

I profili idrometrici che si instaurano lungo gli alvei principali, in funzione dell'entità della portata di massima piena assegnata, sono stati simulati utilizzando lo schema monodimensionale di Sobek, ricostruendo la geometria delle sezioni di deflusso nella loro conformazione conseguente all'esecuzione dell'intervento di risezionamento di cui si è detto. La geometria dell'alveo del fiume sagittario è invece rimasta inalterata dal momento che l'intervento di dragaggio si è fermato qualche centinaio di metri a valle della confluenza con l'Aterno.

Complessivamente, dalla sezione di monte dell'Aterno (sezione AT0490) fino alla sezione di valle (sezione AT0680), il tratto schematizzato di Aterno - Pescara è lungo 11.3 km, mentre il Sagittario dalla sezione ST000P11 fino alla ST120P11 di valle raggiunge una lunghezza di 7.7 km. Fino alla confluenza con il Sagittario, l'Aterno possiede una pendenza del 2.6‰, mitigandosi leggermente

nel tratto di valle fino al valore di 2.4‰.

Le condizioni al contorno di monte consistono nell'assegnazione degli idrogrammi di piena provenienti dalle aste fluviali che si immettono nel sistema: a monte del Sagittario viene assegnato l'idrogramma ST01 (immediatamente a monte della sezione ST000P11) mentre all'Aterno si applica l'idrogramma AT03 (in corrispondenza alla sezione AT0490). A valle, la condizione al contorno corrisponde all'assegnazione di una curva delle portate ricavata dall'applicazione di uno schema monodimensionale a moto permanente.

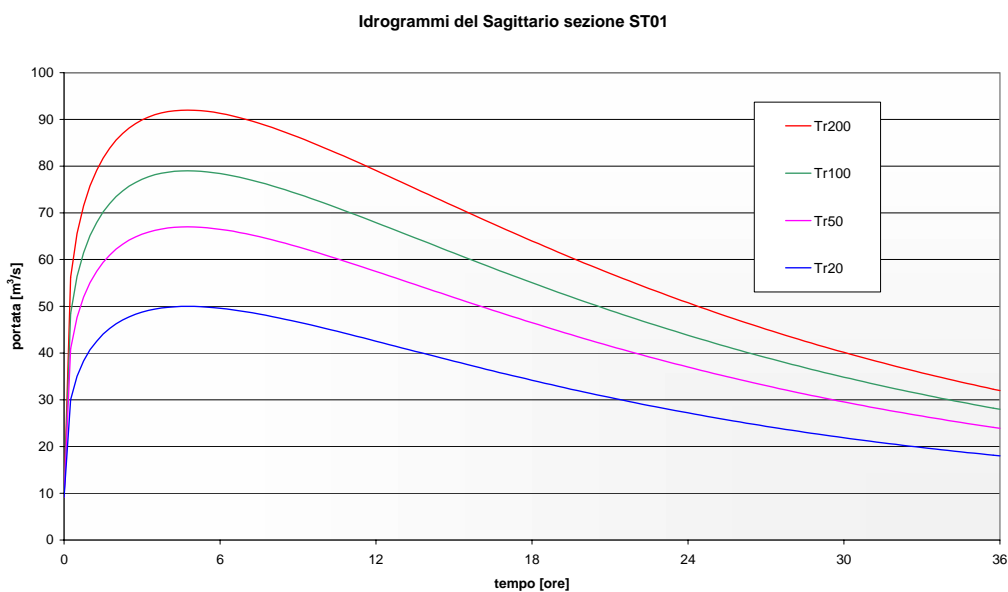


Figura 10.1 - Idrogramma di piena alla sezione ST01 del fiume Sagittario per diversi tempi di ritorno.

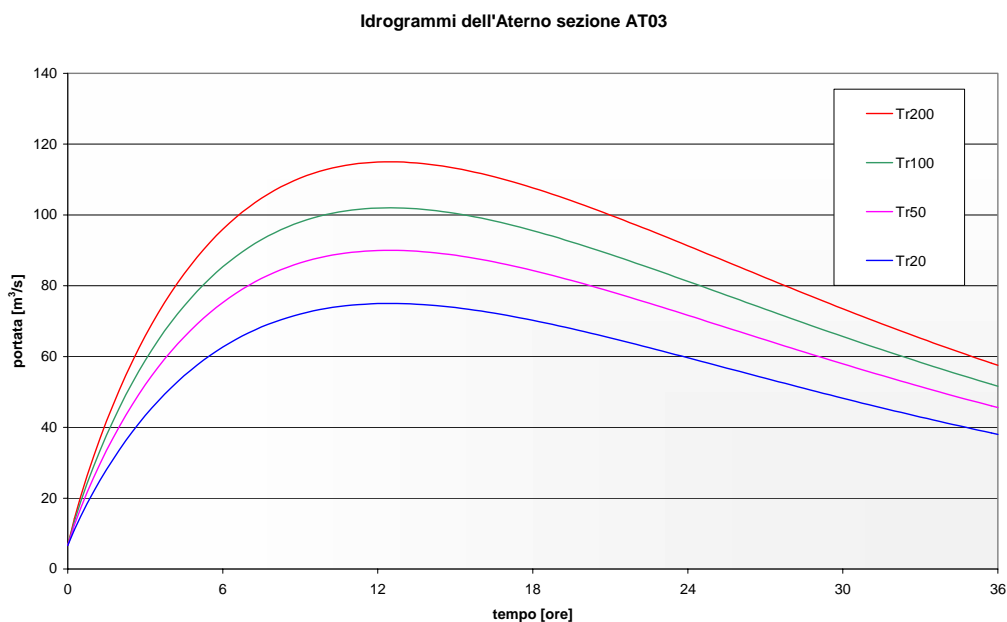


Figura 10.2 – Idrogramma di piena alla sezione AT03 del fiume Aterno per diversi tempi di ritorno.

I risultati ottenuti dalle simulazioni sono stati rappresentati nelle tavole:

- Tavola 7.2.07.AT.01;
- Tavola 7.2.07.AT.02;
- Tavola 7.2.07.ST.01.

## 10.4 Risultati delle simulazioni e proposta di modifica della perimetrazione

### 10.4.1 Fiume Aterno in comune di Popoli (PE)

Oltre a quanto contenuto nelle osservazioni, è importante considerare che il regime idrometrico del fiume Pescara a Popoli risulta sensibilmente modificato a seguito di un intervento di dragaggio per esportazione del sedimento depositato nel tempo a causa della presenza dello sbarramento ENEL posto poco a valle della città. L'intervento ha avuto come conseguenza la diminuzione della quota del fondo alveo di circa 90 cm con il conseguente aumento della capacità di deflusso fluviale. Anche se questo intervento, già individuato nel PSDA come utile a risolvere la situazione di rischio che interessava l'abitato, non è stato ancora realizzato interamente, l'aumento della sezione liquida nel tratto che dalla città di Popoli va allo sbarramento ENEL, ha prodotto notevoli benefici valutati mediante la modifica della geometria del modulo monodimensionale utilizzato per simulare

l'andamento idrometrico in occasione dei regimi idrologici di piena del fiume Pescara. I risultati delle simulazioni modellistiche hanno evidenziato la capacità di contenimento delle acque per gli eventi di piena corrispondenti ad un tempo di ritorno pari a 50 anni, pur presentando ancora una incapacità a contenere gli eventi meno frequenti (tempo di ritorno pari a 100 e 200 anni). In questo caso le aree soggette a esondazione risultano di minore estensione rispetto a quanto valutato nelle condizioni pre-intervento.

E' bene evidenziare che un possibile rischio residuo per la città è quello dovuto alla presenza del torrente Giardino, affluente di destra del Pescara, che attraversa la città. La riduzione del livello idrometrico del fiume principale è destinato ad apportare benefici anche sul regime del Giardino, in quanto ne migliora le condizioni di deflusso di valle, tuttavia la valutazione del rischio di esondazione e l'individuazione degli interventi per la messa in sicurezza di questo corso d'acqua, devono essere valutati previa uno studio specifico.

Nell'implementazione modellistica si è preso quindi in considerazione l'abbassamento del fondo alveo di 90 cm oltre che all'aggiornato modello digitale del terreno avvenuto attraverso punti quotati della CTR. I risultati delle simulazioni possono così essere riassunti:

- eliminazione delle aree classificate a livello di pericolosità P4;
- eliminazione delle aree classificate a livello di pericolosità P3;
- sostanziale riduzione delle aree classificate a livello di pericolosità P2;
- sostanziale riduzione delle aree classificate a livello di pericolosità P1.

#### **10.4.2 Fiume Sagittario in comune di Sulmona (AQ)**

Il nodo idraulico oggetto di osservazione, è stato analizzato nella conformazione conseguente all'esecuzione di un intervento di sistemazione idraulica, realizzati dalla provincia dell'Aquila, che hanno interessato il fiume Gizio presso la confluenza con il Vella che avviene poco a valle del centro urbano di Sulmona e presso la zona della linea ferroviaria Pescara-Roma.

Dall'analisi del problema riportata nella stessa documentazione progettuale, si evince che gli interventi necessari per la messa in sicurezza del territorio dovrebbero essere dimensionati per produrre il raddoppio della capacità di deflusso degli alvei e richiederebbero interventi di radicale trasformazione dell'assetto idrografico locale. Al contrario, i lavori realizzati rappresentano solo una parte del piano di sistemazione complessiva e si sono limitati alla pulizia degli alvei, ad un modesto

intervento di allargamento della sezione di deflusso oltre ad interventi di stabilizzazione spondale contro le azioni erosive della corrente.

Il confronto tra le portate di massima piena in arrivo dai due affluenti con la rispettiva capacità di deflusso, ha messo in evidenza, da un lato, l'attuale insufficienza al contenimento delle piene con tempo di ritorno superiore ai 50 anni e, dall'altro, la riduzione dei volumi di esondazione. Tale risultato porta a dover considerare il territorio limitrofo alle linee spondali ancora soggetto ad un grado di pericolosità P3 mentre una riduzione alla classe P2 può essere apportata solamente a due porzioni di territorio poste a quote leggermente più alte.

I risultati delle simulazioni possono quindi essere riassunti nella riduzione parziale delle aree classificate a livello di pericolosità P3, alla classe P2.

## 11. FIUME PESCARA

### 11.1 Descrizione del bacino e del fiume

Il Fiume Pescara è il più importante fiume non solo della Provincia di Pescara, ma dell'intera Regione Abruzzo. È caratterizzato dalla regolarità dell'abbondante regime che registra una portata media di  $53 \text{ m}^3/\text{sec}$  e da un'ampiezza del bacino idrografico che supera i  $3000 \text{ km}^2$ . Il territorio è compreso per il 75% in provincia de L'Aquila, il 23.5% in provincia di Pescara e l'1.5% in provincia di Chieti. La superficie coltivata misura  $1700 \text{ km}^2$  e rappresenta il 54% della superficie totale. L'alto bacino dell'Aterno è costituito da rocce impermeabili composte di arenarie intercalate da argille. Successivamente predominano formazioni calcaree compatte e permeabilissime, alternate con piccole formazioni di natura calcarea marnosa e da calcari semicristallini poco permeabili. Nel basso bacino del Pescara, dalle ultime catene di monti fino al mare, sono presenti formazioni compatte di argille ed arenarie. L'Aterno-Pescara è uno dei principali fiumi che sfociano nell'Adriatico centro-meridionale. Esso, dalle origini fino alla confluenza con le sorgenti del Pescara (in località Popoli), si chiama Aterno. Da questo punto, fino alla foce, prende il nome di Pescara. Il fiume ha origine tra i monti Santa Maria e Capo Cancelli, nel fosso detto "Sorgenti dell'Aterno" ad una altitudine di  $1100 \text{ m s.l.m.}$  La lunghezza totale dalle sorgenti dell'Aterno fino al mare è di  $\text{km } 145$ . La foce è situata nel centro abitato della città di Pescara. Gli affluenti principali, dalle sorgenti fino al mare, sono il torrente Raio, il fiume Sagittario, il fiume Tirino, il fiume Orta, il fiume Lavino, il torrente Cigno ed il torrente Nora.

La parte superiore del bacino dell'Aterno viene alimentata da numerose sorgenti che garantiscono una portata pressoché costante. A seguito dei fenomeni meteorologici, anche intensi, i contributi di portata trasferiti alla rete idrografica non subiscono gli improvvisi aumenti tipici dei bacini di carattere torrentizio. Pertanto le onde di piena che caratterizzano il fiume Pescara sono provocate dagli apporti degli affluenti che si immettono lungo il tratto di valle. In località Scafa la portata correlata ad una frequenza di accadimento di 100 anni è stata valutata pari a  $754 \text{ m}^3/\text{s}$  per poi accrescere a causa delle varie immissioni fino al valore di  $1305 \text{ m}^3/\text{s}$  stimato in prossimità della foce.

Nel presente studio il fiume Pescara è stato studiato a partire dal tratto situato poco a valle della diga di Alanno in quanto è da qui che sorgono le principali criticità idrauliche.



Gli idrogrammi utilizzati, per assegnare le condizioni al contorno, fanno riferimento alle sezioni codificate come in tabella:

*Tabella 11.1 - Idrogrammi calcolati*

<b>Fiume</b>	<b>Sezione</b>	<b>Descrizione</b>
Pescara	PE01	Bacino sotteso alla diga di Alanno
Pescara	NO01	Bacino dell'affluente Nora, prima della sua confluenza con il Pescara
Pescara	PE01-NO01	Interbacino a valle di sez PE01, chiuso subito a monte della confluenza col Nora
Pescara	PE02	Bacino sotteso 3 km a monte della foce
Pescara	NO01-PE02	Interbacino a valle della confluenza col Nora e a monte della sez. PE05

## **11.2 Osservazioni**

### **11.2.1 Fiume Pescara nel comune di Pescara (PE)**

#### 11.2.1.A Osservazione di cui Fascicolo n. PE39

La PE 39 è una richiesta di declassamento della pericolosità in un'area in Comune di Pescara in località Case Piersante.

#### 11.2.1.B Osservazione di cui Fascicolo n. PE106

Richiesta analoga alla precedente nella stessa zona, fatta da un altro proponente, confinante con il precedente.

#### 11.2.1.C Osservazione di cui Fascicolo n. PE42

La PE 42 è una richiesta di declassamento della pericolosità nell'area occupata dall'industria Fater SPA nel comune di Pescara. Al fascicolo sono allegate alcune sezioni trasversali d'alveo che forniscono elementi utili a dettagliare l'altimetria del terreno.

#### 11.2.1.D Osservazione di cui Fascicolo n. PE44

Richiesta analoga alla precedente nella stessa zona, fatta da un altro proponente, confinante con il precedente. La richiesta di declassamento viene giustificata con motivazioni di natura non idraulica.

#### 11.2.1.E Osservazione di cui Fascicolo n. PE80

La PE 80 è una richiesta di declassamento della pericolosità nell'area occupata dall'asse attrezzato a Pescara. Si tratta di una richiesta di poter realizzare una struttura in palificata in zona P4 sostenendo che questo tipo di fondazione non produce riduzione di vaso. Tuttavia l'interpretazione delle NdA del PSDA sembra escludere ogni possibilità di edificazione in area P4. Ai fini del presente lavoro, si è proceduto ad analizzare il fenomeno propagatorio dell'onda di piena nel tentativo di giungere ad una più dettagliata perimetrazione delle aree a pericolosità idraulica anche se la natura dell'osservazione richiede una risposta basata sull'interpretazione di una norma piuttosto che da valutazioni idrauliche.

#### 11.2.1.F Osservazione di cui Fascicolo n. PE81

La PE 81 è una richiesta di riduzione delle aree di pericolosità all'interno delle arginature del fiume Pescara. Ai fini del presente lavoro, si è proceduto ad analizzare il fenomeno propagatorio dell'onda di piena nel tentativo di giungere ad una più dettagliata perimetrazione delle aree a pericolosità idraulica anche se la natura dell'osservazione richiede una risposta basata sull'interpretazione di una norma piuttosto che da valutazioni idrauliche.

### **11.2.2 Fiume Pescara in comune di Spoltore (PE)**

#### 11.2.2.A Osservazione di cui Fascicolo n. PE47

La PE 47 è una richiesta di declassamento della pericolosità in località Pescarina con documentazione di supporto: si rileva una planimetria, tre sezioni ed una relazione tecnica.

#### 11.2.2.B Osservazione di cui Fascicolo n. PE100

La PE 100 è una richiesta di declassamento della pericolosità in località Pescarina con documentazione di supporto. Delibera giunta comunale - relazione tecnica - planimetrie – tavole prg e numero tre sezioni.

### **11.2.3 Fiume Pescara in comune di Cepagatti (PE)**

#### 11.2.3.A Osservazione di cui Fascicolo n. PE1

La PE 1 è una richiesta di declassamento della pericolosità in località Santa Filomena; si tratta di un'osservazione avanzata dalla società Sirecc S.r.l. e riguarda un'area golenale in destra idrografica nella quale è stato realizzato un insediamento commerciale protetto da una apposita arginatura di notevole altezza. Al fascicolo in esame viene allegata la relazione idraulica redatta al fine del dimensionamento dell'arginatura. Vengono allegate anche le informazioni progettuali circa le dimensioni dell'arginatura. Analoga osservazione è stata presentata presso la Conferenza Programmatica di Chieti (si veda il fascicolo CH 1743).

#### 11.2.3.B Osservazione di cui Fascicolo n. PE17-66

La PE 17-66 è una richiesta di declassamento della pericolosità in località Brecciarola composto dalla scheda e dalla planimetria dove sono ubicate alcune sezioni d'alveo.

Da segnalare che quest'area è stata giudicata di interesse per un utilizzo finalizzato alla sicurezza idraulica e pertanto non sono compatibili interventi che possono rendere inutilizzabile il territorio per tale finalità.

#### 11.2.3.C Osservazione di cui Fascicolo n. PE18-67

Si tratta delle integrazioni dell'osservazione precedente.

#### 11.2.3.D Osservazione di cui Fascicolo n. PE111

Si tratta di una proposta di declassamento delle aree di pericolosità.

#### 11.2.3.E Osservazione di cui Fascicolo n. PE112

Si tratta di una proposta di declassamento delle aree di pericolosità.

#### 11.2.3.F Osservazione di cui Fascicolo n. PE130

Si tratta di una proposta di riduzione circa l'estensione delle aree di pericolosità in prossimità di un

centro commerciale realizzato in rilevato e parzialmente interessato dal vincolo. Si tratta di una richiesta di modesta entità probabilmente dovuta alle approssimazioni grafiche durante l'esportazione dei risultati modellistici alla cartografia di base.

#### **11.2.4 Fiume Pescara in comune di Cepagatti-Chieti (CH)**

11.2.4.A Osservazione di cui Fascicolo n. 1743

Per tale osservazione si rimanda al fascicolo PE1.

### **11.3 Descrizione dello schema di calcolo e condizioni al contorno**

In questo paragrafo viene descritta le situazioni di pericolosità idraulica del Pescara dalla diga di Alanno fino alla foce.

Le sezioni sono in genere molto larghe (oltre i 70 m), con ampie golene che vengono occupate anche per bassi tempi di ritorno; la pendenza varia da 4.6‰ nel tratto di monte, al 2.5‰ di valle, per attestarsi attorno a una media del 4‰.

Si applica la consueta modalità di studio utilizzata finora, accompagnando cioè l'analisi di uno schema bidimensionale a moto vario con l'implementazione di uno schema monodimensionale a moto permanente.

La geometria delle sezioni del modello monodimensionale è stata estratta da documenti forniti dalla sezione Abruzzo ("Diga di Alanno - Rappresentazione indicativa dell'area interessata dal deflusso della piena conseguente all'apertura dei soli scarichi profondi, secondo le disposizioni della circolare del Ministero dei LL.PP. N. 1125 del 28.8.86" e "Interporto di Chieti - Pescara - Studio di Impatto Ambientale").

Anche in questo caso si assumono delle scabrezze standard:  $33 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  di Gauckler-Strickler ( $0.03 \text{ s}/\text{m}^{1/3}$  di Manning) per il corso d'acqua e  $16 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  per le celle dello schema bidimensionale.

Nella sezione di monte (PE01P29 alla progressiva 0.0 km) si assegna l'idrogramma di piena PE01 (cfr. Figura 11.1), mentre l'idrogramma di interbacino PE01-NO01 (cfr. Figura 11.2) si applica in una sezione a monte della confluenza con il Nora, all'incirca alla progressiva 11 km.

A valle la condizione al contorno è determinata dall'imposizione di un livello costante.

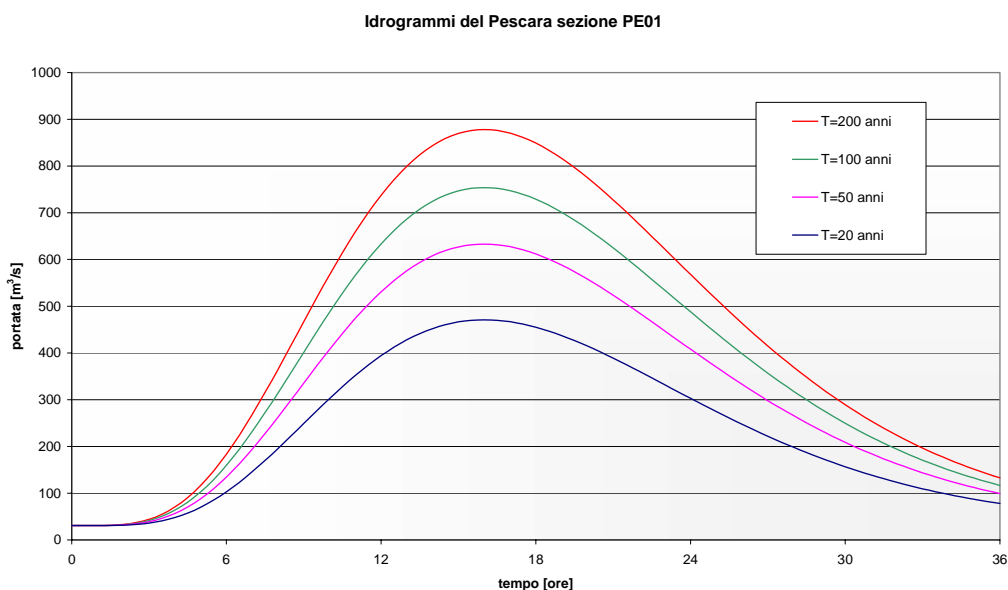


Figura 11.1 - Idrogramma di piena alla sezione PE01 del fiume Pescara per diversi tempi di ritorno.

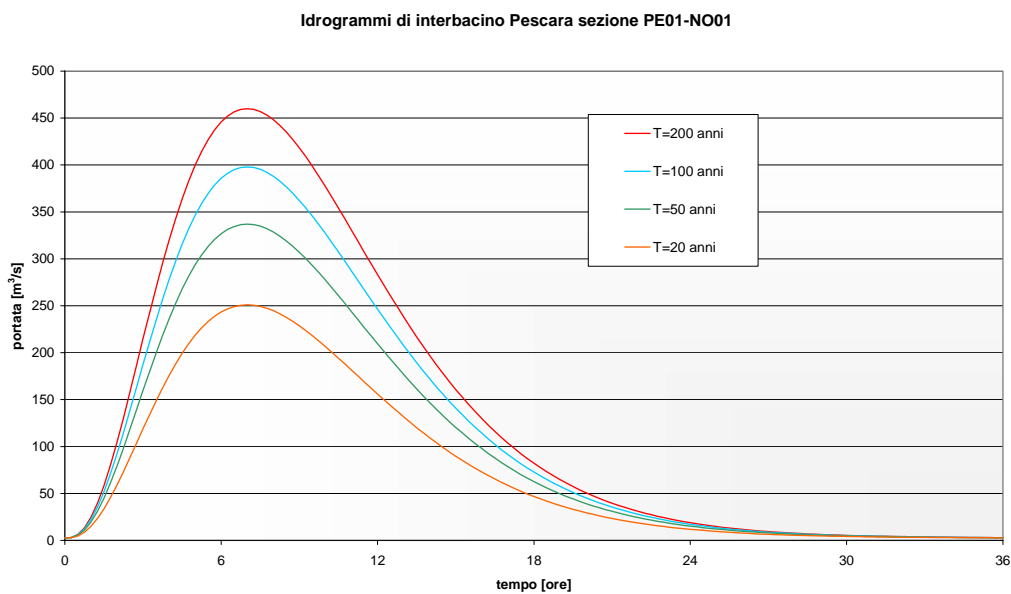


Figura 11.2 - Idrogramma di interbacino alla sezione PE01-NO01 del fiume Pescara per diversi tempi di ritorno.

I risultati ottenuti dalle simulazioni sono stati rappresentati nelle tavole:

- Tavola 7.2.07.PE.01;
- Tavola 7.2.07.PE.02;
- Tavola 7.2.07.PE.03;
- Tavola 7.2.07.PE.04;
- Tavola 7.2.07.PE.05.

## **11.4 Risultati delle simulazioni e proposta di modifica della perimetrazione**

### **11.4.1 Fiume Pescara nel comune di Pescara (PE)**

Il tratto del fiume Pescara all'interno del quale vengono localizzate tutte le osservazioni è stato implementato mediante un'unica simulazione del fenomeno di propagazione dell'onda di piena, sempre con riferimento ai tre scenari considerati Tr50, Tr100 e Tr200. Le simulazioni sono state effettuate dopo aver aggiornato la base geometrica costituita dal modello digitale del terreno integrato, dove disponibili, anche dai rilievi delle sezioni trasversali fluviali. Il nuovo DEM è stato aggiornato anche sulla base di punti quotati della Carta Tecnica Regionale al 5000.

Per quanto riguarda le prime osservazioni, inerenti i fascicoli n. PE39 e n. PE106, la modellazione idraulica restituisce una modifica alle aree di pericolosità così riassunta:

- ripermetrazione delle aree classificate a livello di pericolosità P4;
- ripermetrazione delle aree classificate a livello di pericolosità P3;
- ripermetrazione delle aree classificate a livello P2 e P1.

Per i fascicoli n. Pe42 e n. Pe44, invece, la simulazione ha condotto a risultati leggermente diversi dai precedenti per le aree di pericolosità media e moderata, pur avendo preso in considerazione i rilievi topografici per la definizione più precisa di alcuni piazzali ed aree limitrofe, quali il muro di recinzione dell'azienda farmaceutica di cui al fascicolo n.42:

- riduzione delle aree classificate a livello di pericolosità P4;
- riduzione delle aree classificate a livello di pericolosità P3;
- sensibile riduzione delle aree classificate a livello di pericolosità P2;
- conferma delle aree classificate a livello di pericolosità P1.

Il muro perimetrale di cui sopra non è sufficiente a garantire la non esondabilità del piazzale dell'azienda; infatti in prossimità del meandro del corso d'acqua, localizzato immediatamente a monte dell'osservazione, le portate facenti riferimento a tempi di ritorno di 100 e 200 anni riescono ad aggirare il muro di cinta allagando così l'intera area.

La pericolosità della restante osservazione di cui al fascicolo n. PE80 viene, dai risultati della modellazione, confermata data l'analoga restituzione delle aree esondate già definite nel PSDA.

#### **11.4.2 Fiume Pescara in comune di Spoltore (PE)**

Le osservazioni facenti parte del fascicolo n. 100 e n. 47 sono collegate. Si tratta di richieste di modificare le perimetrazioni in modo molto modesto che possono essere apportate considerando validi gli attuali risultati in termini di quote idrometriche di piena, determinando i tiranti con il nuovo DEM.

Le nuove simulazioni confermano la perimetrazione in sinistra idrografica già individuata dal PSDA per entrambe le osservazioni e per tutte le pericolosità idrauliche, dalla moderata alla molto elevata.

#### **11.4.3 Fiume Pescara in comune di Cepagatti (PE) - Chieti (CH)**

Il tratto del fiume Pescara in comune di Cepagatti e Chieti è stato studiato interamente a partire dal modello digitale del terreno aggiornato con le sezioni acquisite e anche sulla base di punti quotati della nuova Carta Tecnica Regionale in scala 1:5000. Sono state quindi implementate le simulazioni degli scenari di riferimento per l'individuazione delle aree esondabili e sono state mappate le aree a diversa classe di pericolosità idraulica.

Con riferimento alla modellazione idraulica per la valutazione delle aree a rischio esondazione, per le osservazioni di cui ai fascicoli, PE17-66 e PE18-67 i risultati della modellazione comportano nuove perimetrazioni definite dal PSDA per tutte le classi di pericolosità idraulica con un aumento delle aree di Pericolosità P3 e P4.

I risultati definiti per i fascicoli n. PE111 e PE112 confermano le perimetrazioni definite dal PSDA per tutte le classi di pericolosità idraulica.

L'ultima osservazione inerente il fascicolo n. PE130 in base alle nuove simulazioni è stata ridimensionata per intero nelle zone di pericolosità idraulica, vale a dire che l'area sulla quale

insiste l'osservazione non ricade in nessuna classe di pericolosità.

Nel tratto fluviale in comune di Chieti ricade l'osservazione relativa al centro commerciale di cui al fascicolo n. 1743 (la stessa osservazione viene trattata nel fascicolo PE1 in Comune di Cepagatti) . Le informazioni messe a disposizione da parte del proponente hanno consentito di dettagliare la simulazione modellistica nel tratto di interesse.

A seguito di una prima simulazione modellistica è stato notato da un lato, la sufficiente altezza arginale a protezione del centro commerciale, che si mantiene superiore alla quota di massima piena per tutti gli scenari simulati, dall'altro una maggiore esondazione nel tratto immediatamente a valle probabilmente dovuto al restringimento causato alla sezione fluviale. Tale strozzatura fluviale provocava l'aggiramento dell'arginatura stessa e l'allagamento dell'area sulla quale insiste il centro commerciale per un tempo di ritorno di 200 anni, classificando la zona a pericolosità P1. Sulla base delle simulazioni implementate, tale problema potrebbe essere allontanato attraverso uno scavo dell'alveo proprio in prossimità della strozzatura ai fini di ripristinare il normale deflusso all'interno del corso d'acqua.

Al fine di verificare la corrispondenza del DEM all'andamento plano-altimetrico del terreno è stato condotto un rilievo topografico integrativo circa la quota del rilevato stradale che separa l'area di interesse dalla zona esondabile il quale ha dimostrato un notevole scostamento dagli elementi ricavati dalla CTR.

Di conseguenza, una volta aggiornato il DEM con il nuovo rilievo, sono state condotte nuovamente le simulazioni idrauliche, che hanno dimostrato lo stato di sicurezza dell'area.



## 12. FIUME SINELLO

### 12.1 Descrizione del bacino e del fiume

Il fiume Sinello nasce a Castiglione Messer Marino, scorrendo interamente nei limiti amministrativi della Regione Abruzzo per 49 km, con direzione prevalente SW-NE, fino a sfociare nel mar Adriatico al confine fra Casalbordino e Vasto. Il bacino regionale del Sinello presenta forma articolata ed allungata in direzione SO-NE e si sviluppa da una quota di circa 1415 m s.m.m. (Castel Fraiano) sino al mare, occupando una superficie complessiva di di 318.4 km<sup>2</sup>. Il Sinello non possiede tributari di particolare importanza, ma si rileva la presenza di una serie di piccoli affluenti, distribuiti quasi simmetricamente in destra ed in sinistra idrografica, che si immettono nel corso d'acqua principale ad angolo retto. Infatti, la lunghezza del reticolo derivata dalla somma delle lunghezze di tutti i segmenti fluviali è pari a 288 km, in particolare 48 km appartengono all'asta principale, 114 km agli affluenti di destra e 126 km a quelli di sinistra. Negli ultimi 12 km, dal comune di Monteodorisio alla foce, la direzione del Sinello è S-N.

Il fiume Sinello è stato studiato per una lunghezza di 39 km, dal confine fra i comuni di Roccaspinalveti e Guilmi fino alla foce fra i comuni di Casalbordino e Vasto.

Gli idrogrammi calcolati sono indicati nella tabella che segue:

Tabella 12.1 - *Idrogrammi calcolati*

<i>Fiume</i>	<i>Sezione</i>	<i>Descrizione</i>
Sinello	SI01	Bacino sotteso a Carpineto Sinello
Sinello	SI02	Bacino sotteso a Monteodorisio
Sinello	SI03	Bacino chiuso a valle della confluenza tra Casalbordino e Vasto
Sinello	SI01-SI03	Interbacino compreso tra la sez. SI01 e la sez. SI03 alla foce del Sinello

### 12.2 Osservazioni

#### 12.2.1 Fiume Sinello in comune di Gissi (CH)

12.2.1.A Osservazione di cui Fascicolo n. 1422

La 1422 è una richiesta di declassamento della pericolosità nel comune di Gissi senza

documentazione di supporto. Documento privo di allegati o riferimenti ad ulteriori allegati.

### **12.3 Descrizione dello schema di calcolo e condizioni al contorno**

Il tracciamento delle aree di pericolosità idraulica è stato conseguito dall'analisi critica dei risultati scaturiti dall'applicazione di un modello matematico idraulico a moto vario.

Il modello simula il comportamento di un bacino quando si introducano degli eventi di piena, descrivendo in modo rigoroso il fenomeno della propagazione di un'onda lunga in acque basse in dominio bidimensionale. Il modello applicato a geometria mista (di WL|Delft Hydraulics), combinando l'asta monodimensionale del corso d'acqua con una griglia bidimensionale (rappresentante il piano campagna), implementa uno schema di calcolo a moto vario.

Il primo approccio allo studio delle affezioni idrauliche del fiume Sinello avviene a mezzo di un modello monodimensionale a moto permanente: l'implementazione di uno schema di calcolo a moto permanente e il ricorso alla sola geometria monodimensionale producono dei livelli idrometrici in eccesso. Questa fase di studio permette di individuare preliminarmente le sezioni nelle quali si potrebbero manifestare delle insufficienze arginali.

Il tratto di Sinello indagato va da poco a monte della confluenza con il Torrente Attosa fino alla foce nei comuni di Casalbordino e Vasto, per una lunghezza complessiva di 39 km. Dopo un primo tratto ad elevata pendenza, in media l'1.1%, in cui il corso d'acqua scorre fortemente incassato, dall'abitato di Carpineto al Sinello la pendenza va lievemente attenuandosi (0.9%) e la valle si allarga presentando caratteristiche piuttosto omogenee per circa 26 km, fino all'attraversamento della A14 Bologna – Taranto.

Di lì, procedendo verso valle, il fiume scorre con una pendenza dell'0.3% fino alla foce in Mare Adriatico. Poiché il Sinello possiede una elevata tendenza a divagare all'interno del suo alveo, provocando notevoli erosioni spondali, tra gli anni '70 e '80 è stato oggetto di una sistemazione fluviale mediante la costruzione di pennelli trasversali. Nel corso del presente studio si è potuto constatare che tali opere di difesa presentano segni di degrado e che l'alveo in alcuni punti ha ripreso il suo antico comportamento.

Convenzionalmente si assume per la griglia bidimensionale una scabrezza di  $16 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  di Gauckler-Strickler ( $0.06 \text{ s}/\text{m}^{1/3}$  di Manning), mentre per lo schema monodimensionale si è adottata generalmente una scabrezza di  $0.05 \text{ s}/\text{m}^{1/3}$ .

L'implementazione del modello matematico a moto vario prevede vengano assegnate delle condizioni al contorno per la corretta definizione del problema: a monte vengono assegnati degli idrogrammi (eventualmente, come nel presente caso, si può distribuire la portata in apporti discreti o continui lungo l'asta del fiume), a valle dei livelli idrometrici. Nelle seguenti figure (cfr. Figura 12.1, Figura 12.2, Figura 12.3, Figura 12.4) si illustrano gli idrogrammi pertinenti al fiume Sinello. I livelli idrometrici a valle si impongono variabili tra 0.6 e 0.3 m s.m.m. a seconda dei tempi di ritorno.

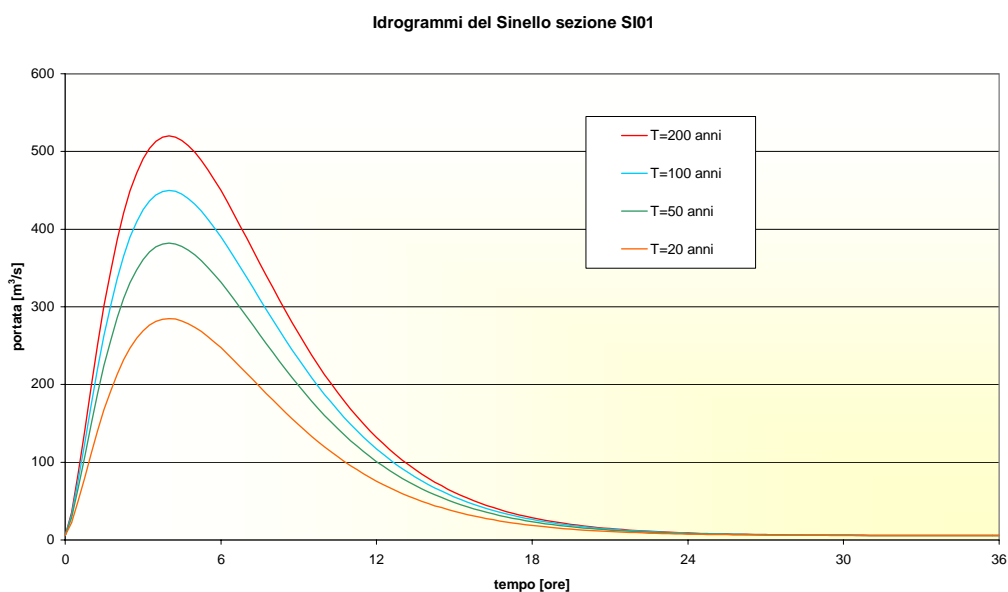


Figura 12.1 – Idrogramma di piena alla sezione SI01 del fiume Sinello per diversi tempi di ritorno.

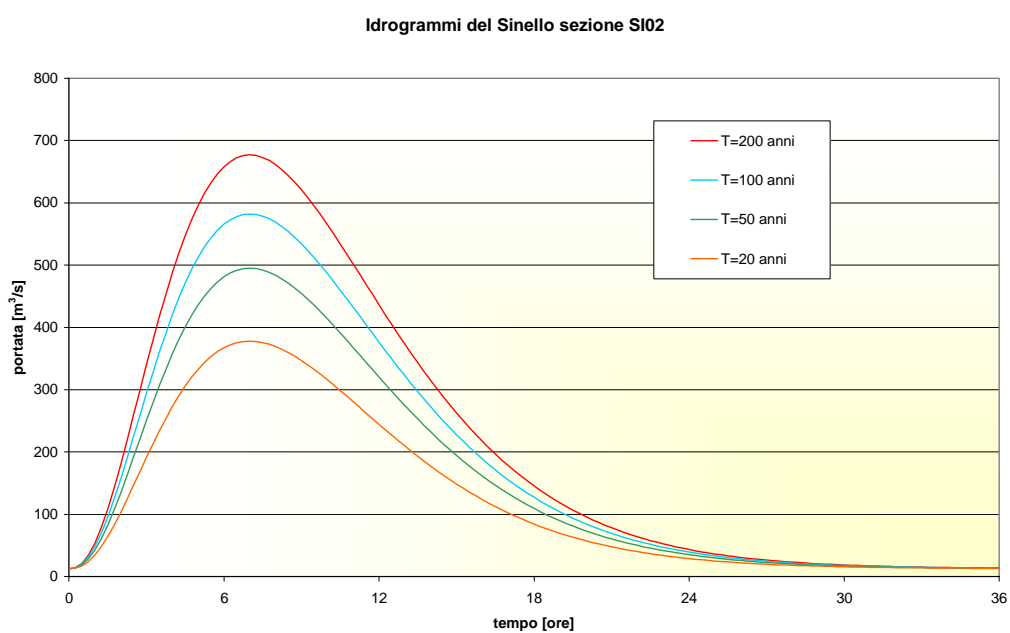


Figura 12.2 - Idrogramma di piena alla sezione S102 del fiume Sinello per diversi tempi di ritorno.

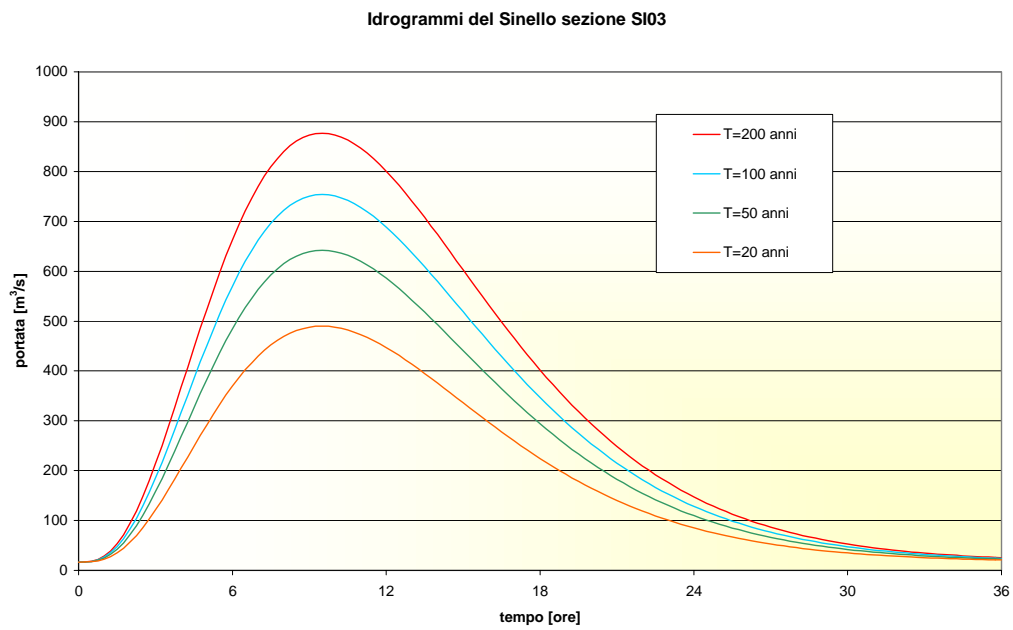


Figura 12.3 – Idrogramma di piena alla sezione S103 del fiume Sinello per diversi tempi di ritorno.

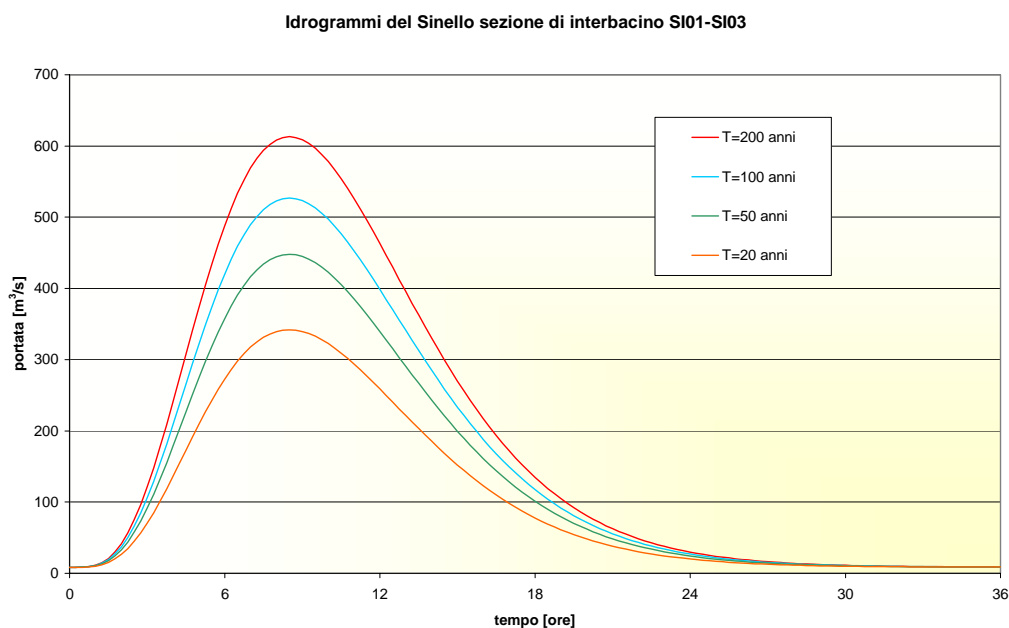


Figura 12.4 - Idrogramma di piena di interbacino alla sezione SI01-SI03 del fiume Sinello per diversi tempi di ritorno.

I risultati ottenuti dalle simulazioni sono stati rappresentati nelle tavole:

- Tavola 7.2.14.SI.01;
- Tavola 7.2.14.SI.02;
- Tavola 7.2.14.SI.03;
- Tavola 7.2.14.SI.04;
- Tavola 7.2.14.SI.05;
- Tavola 7.2.14.SI.06.

## 12.4 Risultati delle simulazioni e proposte di modifica della perimetrazione

### 12.4.1 Fiume Sinello in comune di Gissi (CH)

Il tratto fluviale entro il quale è localizzata l'osservazione è stato indagato mediante simulazione del fenomeno di propagazione dell'onda di piena sulla base dell'aggiornato modello digitale del terreno aggiornato a partire da punti quotati della nuova Carta Tecnica Regionale al 5000. Tale base geometrica tiene conto sia del rilevato posizionato in destra idrografica che degli scoli che

attraversano lo stesso.

Le simulazioni hanno suggerito una variazione della perimetrazione della pericolosità P1 in destra idrografica in prossimità del rilevato di cui sopra comportando quindi una diminuzione dell'area esondabile.

Per le restanti classi di pericolosità la modellazione idraulica coinvolge le aree in sinistra idrografica attraverso un'espansione delle aree esondabili.

## APPENDICE A: IL MODELLO SOBEK

Il modello matematico SOBEK rappresenta un pacchetto informatico di simulazione integrata dei processi idrologici e idraulici. Il software, prodotto da WL|Delft Hydraulics, costituisce un potente strumento per studi in relazione alla previsione e propagazione delle onde di piena, l'ottimizzazione di reti di drenaggio, la progettazione di sistemi fognari, il controllo dell'acqua di falda, gli studi di qualità dell'acqua.

L'insieme dei moduli di SOBEK comprende:

- Rainfall-runoff;
- Channel flow;
- Sewer flow;
- Real time control;
- Water quality;
- Waste loads;
- Overland flow;
- Groundwater.

I moduli relativi allo studio idraulico della propagazione delle piene in ambito fluviale sono il modulo Channel Flow (moto vario monodimensionale) e il modulo Overland Flow (moto bidimensionale) possono funzionare in maniera autonoma o accoppiati.

Il sistema SOBEK Overland Flow - Channel Flow (in seguito per semplicità indicato semplicemente con SOBEK) rappresenta uno strumento professionale di simulazione idraulica a supporto del lavoro degli esperti in relazione a studi di piena. In una tipica applicazione il programma viene utilizzato per simulare l'evoluzione della portata e dei livelli idrici in un corso d'acqua e nelle zone ad esso adiacenti. In particolare il software rappresenta uno strumento di supporto negli studi in relazione a:

- prevenzione dei disastri;
- piani di evacuazione;
- stima dei possibili danni di un'alluvione;

- redazione di piani urbanistici e di bacino.

SOBEK è stato sviluppato da WL|Delft Hydraulics per permettere agli utilizzatori di ottenere una previsione affidabile dell'evoluzione idrodinamica dell'evento di piena. Ciò costituisce una base indispensabile per adempiere in maniera ottimale alle funzioni menzionate sopra.

Il modulo integra il pacchetto unidimensionale (1D) SOBEK-Flow con il modello idrodinamico bidimensionale (2D) conosciuto con il nome di Delft-FLS (Delft Flooding System). Entrambi i pacchetti software sono stati lungamente utilizzati con successo in numerosi progetti realizzati in diverse nazioni europee ed extraeuropee.

### **SOBEK Channel Flow**

Il modulo SOBEK Channel Flow costituisce un modello idraulico monodimensionale a moto vario che calcola i livelli d'acqua e i valori di portata in un a rete fluviale.

Il calcolo è effettuato secondo lo schema di Delft. Tale schema risolve le equazioni di De Saint Venant (continuità e momento) per mezzo di una griglia sfalsata: in tale griglia i livelli d'acqua sono definiti ai punti di calcolo e ai nodi della rete mentre le portate sono definite per i tronchi tra essi compresi.

### **SOBEK Overland Flow**

Il modulo SOBEK-Overland Flow è un modello idrodinamico bidimensionale alle differenze finite. Si basa sulle equazioni complete del moto bidimensionale in acque basse. Le equazioni sono risolte mediante uno schema alle differenze finite su una griglia rettangolare sfalsata.

Tale tecnica permette di avere sempre un valore positivo dell'altezza d'acqua e permette simulazioni di espansione della piena su terreno inizialmente asciutto, senza dover utilizzare nessuna particolare procedura di drying/wetting. Permette la simulazione di corrente sub e supercritica. Fornisce accurati e stabili risultati di calcolo anche in presenza di grandi pendenze come rilevati arginali, strutture ecc.

Il programma possiede uno stimatore automatico del passo temporale che riduce ed aumenta il passo temporale di calcolo a seconda delle condizioni idrauliche ad ogni istante della simulazione.



## Accoppiamento dei due moduli

In SOBEK é possibile accoppiare alla rete monodimensionale uno o più domini bidimensionali. Tali domini possono anche essere interni l'uno all'altro ('nested grid'), sovrapponendo ad un dominio di minore risoluzione un dominio con una dimensione della cella superiore, descrivendo così in maniera più accurata le zone dove se ne presenta il bisogno.

I domini 1D e 2D vengono automaticamente connessi tra di loro: la connessione viene effettuata tra ognuno dei punti di calcolo della rete 1D e della cella 2D ovunque si presenti sovrapposizione (vedi Figura A.1).

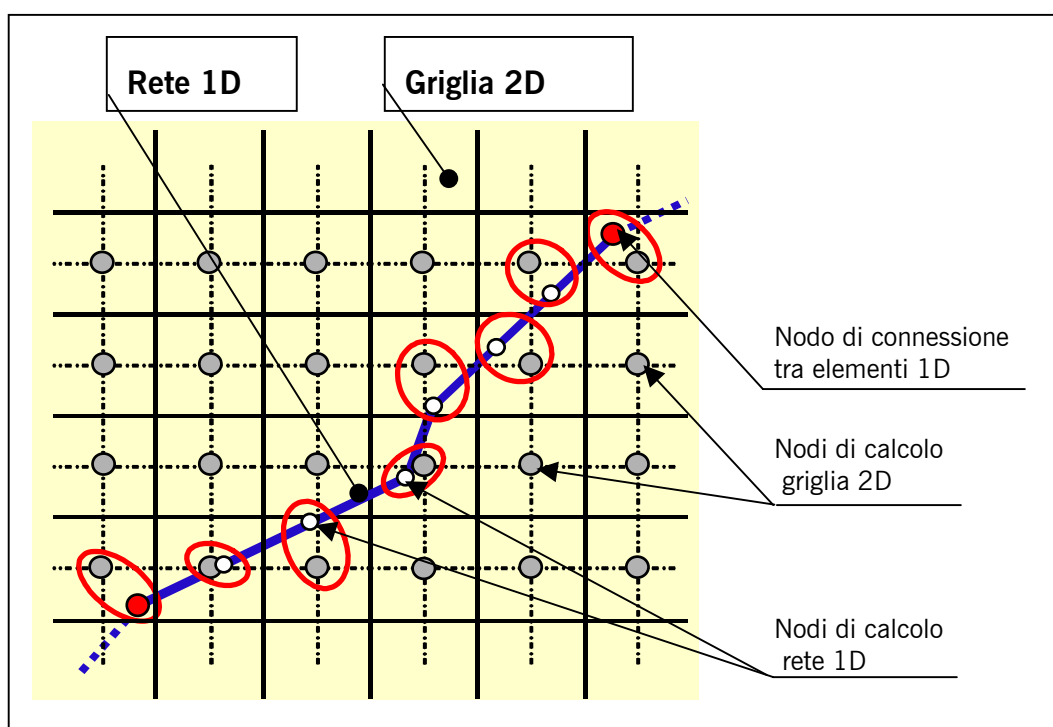


Figura A.1 - Schema del modello idraulico mono-bidimensionale.

Il vantaggio di questo particolare schema di discretizzazione, rispetto ad altri modelli esistenti, risulta evidente. Si consideri, infatti, che i normali modelli idraulici bidimensionali hanno bisogno di ridefinire le dimensioni della griglia 2D per poter descrivere particolarità dell'area di studio (argini dei corsi d'acqua, strutture idrauliche); e ciò a scapito o dei tempi di calcolo o di una accurata

descrizione delle particolarità stesse. A differenza di questi modelli il modello SOBEK, grazie all'accoppiamento dei moduli monodimensionale e bidimensionale, permette di schematizzare in maniera ottimale il corso d'acqua (1D) e l'area esondabile (2D). In tale maniera le strutture presenti nel corso d'acqua possono essere inserite e descritte nel modulo monodimensionale, i domini bidimensionali possono essere inseriti solo dove c'è bisogno e le dimensioni delle celle 2D possono essere relativamente grandi, così da ottimizzare i tempi di calcolo.

Il modulo idrodinamico monodimensionale calcola il livello dell'acqua e le portate nella rete principale mediante la soluzione delle equazioni di De Saint-Venant (continuità e conservazione del momento della quantità di moto). Ad ogni istante temporale, il livello d'acqua nella sezione è confrontato con la quota del punto più elevato della sezione stessa. Se questo livello è superato - l'acqua inonda la griglia bidimensionale (vedi Figura A.2). L'allagamento nelle zone adiacenti al fiume è risolto mediante un modello idrodinamico bidimensionale alle differenze finite (griglia a celle quadrate). Il modello bidimensionale è in grado di simulare il moto sia in corrente subcritica, sia supercritica, nonché l'allagamento su terreno inizialmente asciutto e i processi di ritiro della piena con eventuale ritorno dell'acqua nella rete monodimensionale.

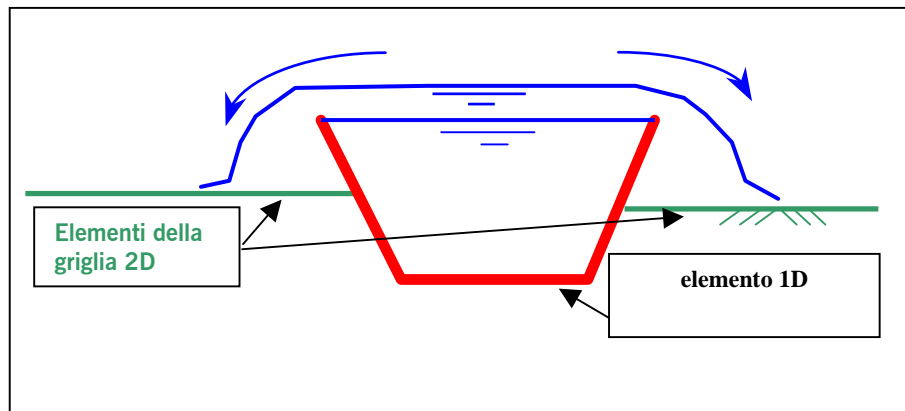


Figura A.2 - Schema dell'accoppiamento del canale principale con la griglia bidimensionale.

La rete 1D e la griglia rettangolare 2D vengono risolte dal modello in maniera simultanea utilizzando il robusto schema di Delft in grado di risolvere:

- fronti ripidi,
- processi di allagamento di zone precedentemente asciutte e processi di ritiro della piena,

- correnti subcritiche e supercritiche.

SOBEK è in grado di simulare l'influenza delle strutture (esistenti o di progetto) nell'evoluzione del processo di piena. Mediante il modello è anche possibile tenere conto di caratteristiche quali l'uso del suolo, la vegetazione e la presenza di aree urbanizzate. Inoltre è possibile simulare la rottura di argini o di dighe utilizzando, tra le altre possibilità, le strutture di controllo del sistema 1D.

SOBEK utilizza un'interfaccia grafica su base GIS. Lavorando direttamente sulla mappa, l'utente può inserire nel modello gli elementi di schematizzazione, nonché gli attributi degli elementi della rete 1D e della griglia 2D. Esempi di elementi di schematizzazione sono le sezioni trasversali della rete 1D, le briglie e le traverse, i ponti, le caratteristiche geometriche delle celle 2D, i nodi di connessione tra diversi elementi e i nodi con le condizioni al contorno. Esempi di attributi sono la scabrezza dei tronchi della rete e delle celle 2D, le dimensioni delle strutture e delle sezioni trasversali, le condizioni al contorno.

Il modulo SOBEK-Overland Flow utilizza le funzioni per l'analisi dei risultati comuni al pacchetto SOBEK, tra cui la visualizzazione dei risultati in formato di mappe, grafici o profili longitudinali. Tali funzioni sono estese in maniera specifica per la particolare applicazione 2D, aggiungendo la possibilità di visualizzare mappe con le animazioni dei risultati dei calcoli bidimensionali (altezze d'acqua assolute e rispetto al piano campagna, valori del campo di velocità). Inoltre tutti i risultati possono essere facilmente esportabili in altri formati (quali ad esempio Excel, ArcView), così da poter essere utilizzati per successive elaborazioni. L'interfaccia utente di SOBEK è di tipo a finestre ed è stata progettata per essere utilizzata in un PC.

## **Schematizzazione della rete**

### **Schematizzazione della rete monodimensionale**

Il modulo SOBEK Channel Flow (SOBEK-CF) permette lo studio del comportamento idrodinamico di una rete di canali sotto differenti condizioni idrologiche e idrauliche e differenti strategie di gestione. La rete monodimensionale può essere modellata inserendo i seguenti elementi:

- rami;
- nodi di connessione tra diversi rami di canale;
- nodi per la definizione delle sezioni trasversali;

- nodi per la definizione della portata laterale;
- strutture (briglie, traverse regolabili, stazioni di pompaggio, orifici);
- nodi per le condizioni al contorno;
- nodi per la simulazione di stazioni di misura;
- punti di calcolo.

Le strutture rappresentano punti di discontinuità nel sistema (salti nel valore del livello del pelo libero a monte e a valle della struttura). In questi punti di discontinuità le relazioni tra portate e livelli non sono determinate in base alle equazioni di De Saint Venant ma da formule caratteristiche per la struttura. Tali formule descrivono le relazioni tra il livello d'acqua a monte e a valle della struttura e la portata che passa attraverso la struttura stessa. Poiché queste relazioni dipendono esse stesse dalle condizioni di portata, il programma, ad ogni passo temporale, risolve in maniera iterativa la struttura determinando il valore di portata e quindi la formula da applicare.

Nei nodi, dove vengono definite le condizioni al contorno, possono essere imposti i valori dei livelli d'acqua o delle portate (fissi o variabili nel tempo) o la scala delle portate della sezione.

Il programma risolve le equazioni del modello in ognuno dei punti di calcolo. Tali punti possono essere distribuiti in maniera automatica dal programma o posizionati sulla rete direttamente dall'utente.

### **Schematizzazione della rete bidimensionale**

Le griglie bidimensionali (rettangolari a celle quadrate) possono essere definite direttamente all'interno del programma o importate dall'esterno (formato Arc-Info). Si tratta di matrici con i valori di quota di ognuna delle celle che costituiscono il dominio bidimensionale.

Tali domini possono anche essere interni l'uno all'altro ('nested grid'), sovrapponendo ad un dominio a minore risoluzione un dominio con una dimensione della cella inferiore, cosicché da poter descrivere in maniera più accurata le zone dove se ne presenta il bisogno.

L'elenco dei nodi per poter utilizzare per schematizzare la griglia bidimensionale comprende:

- **Grid**, per l'inserimento della griglia 2D;
- **Boundary**, per la definizione delle condizioni al contorno: il valore di portata [ $m^3/s$ ] o di altezza

d'acqua [m s.l.m.] possono essere qui definiti per celle della griglia 2D. Tali valori possono essere costanti o variabili nel tempo.

- **History.** Normalmente i risultati della simulazione bidimensionale vengono salvati in file incrementali. In particolari posizioni della griglia 2D è possibile inserire un *History Node*; per tale cella il programma salva l'intera serie temporale dei risultati di calcolo dei parametri prescelti.
- **Breaking Dam.** Nelle celle in cui è inserito un nodo *Breaking Dam* è possibile simulare della rottura di argini. E' possibile definire l'istante di rottura e la legge temporale con cui questa avviene (variazione della quota della celle 2D nel tempo).
- **Boundary Corner.** Se si vuole assegnare una stessa condizione al contorno ad una serie di celle tra loro contigue (un segmento), si inseriscono due nodi *Boundary Corner* alle estremità del segmento. Il sistema assegna la stessa condizione al contorno (livelli o portate, costanti o variabili nel tempo) per tutte le celle che cadono sulla congiungente i due nodi (estremi compresi).

**Initial Water Level Point.** E' possibile assegnare il livello iniziale d'acqua di una o più celle. Il programma assegna il valore iniziale d'altezza d'acqua alla cella su cui cade il nodo e a tutte le celle ad essa collegate che hanno un valore di quota uguale o minore al valore definito d'altezza d'acqua iniziale.