

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



**INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N. 443/01**

**U.O. OPERE CIVILI E GESTIONE DELLE VARIANTI**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**LINEA PESCARA - BARI  
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI - LESINA  
LOTTI 2 e 3 - RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

IDROLOGIA E IDRAULICA

**RELAZIONE IDROLOGICA**

*Torrente Saccione e corsi d'acqua minori in zona Capo d'Acqua*

SCALA:

-
---

COMMESSA    LOTTO    FASE    ENTE    TIPO DOC.    OPERA/DISCIPLINA    PROGR.    REV.

L I 0 2    0 2    D    0 9    R I    I D 0 0 0 1    0 0 1    A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Aut. Data
A	Emissione Esecutiva	A.Ingletti	Luglio 2018	E. Chias	Luglio 2018	B.M. Bianchi	Luglio 2018	ITALFERR S.p.A. U.O. Opere Civili e Gestione delle Varianti Dott. Ing. Angelo Vittozzi Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma N° A20783


File: LI0202DRIID0001001A.doc

n. Elab. ....

	<b>Linea Pescara- Bari – Raddoppio della tratta ferroviaria Termoli-Lesina – Lotti 2 e 3 – Raddoppio Termoli - Ripalta</b>				
<b>RELAZIONE IDROLOGICA</b>	<b>PROGETTO</b> LI02	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA DOCUMENTO</b> D 09 RI ID0001 001	<b>REV.</b> A	<b>FOGLIO</b> 2 DI 38

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA.....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>INQUADRAMENTO DELL'AREA .....</b>	<b>6</b>
3.1	Morfologia e idrografia.....	6
3.2	Bacino del Torrente Saccione .....	8
3.3	Bacino del Canale Capo d'Acqua .....	10
3.4	Bacini idrografici minori .....	11
<b>4</b>	<b>STUDIO IDROLOGICO .....</b>	<b>14</b>
4.1	Procedura VAPI.....	14
4.2	Cenni sul modello TCEV .....	14
4.3	L'inferenza statistica regionale.....	16
4.4	Calcolo delle curve di possibilità pluviometrica .....	17
<b>5</b>	<b>ANALISI METODOLOGICA PER LA DERIVAZIONE DEGLI IDROGRAMMI DI PIENA.....</b>	<b>19</b>
5.1	Metodo di trasformazione Afflussi-Deflussi.....	19
<b>6</b>	<b>IDROGRAMMI DI PROGETTO .....</b>	<b>23</b>
6.1	Torrente Saccione.....	23
6.2	Canale Capo d'Acqua .....	24
6.3	Corsi d'acqua secondari .....	26

	<b>Linea Pescara- Bari – Raddoppio della tratta ferroviaria Termoli-Lesina – Lotti 2 e 3 – Raddoppio Termoli - Ripalta</b>				
	<b>RELAZIONE IDROLOGICA</b>	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA DOCUMENTO D 09 RI ID0001 001	REV. A

## INDICE DELLE FIGURE

Figura 1. Inquadramento della linea ferroviaria TERMOLI-LESINA.....	4
Figura 2. Bacini idrografici dei corsi d’acqua oggetto di studio.....	7
Figura 3. Bacino idrografico del Fiume Saccione.....	8
Figura 4. Viadotto Saccione.....	9
Figura 5. Curva ipsografica del bacino del T. Saccione.....	9
Figura 6. Bacino Canale Capo d'Acqua.....	10
Figura 7. Curva ipsografica del bacino del C. Capo d’Acqua.....	11
Figura 8. Bacino idrografici minori – Bacino del T. Saccione.....	12
Figura 9. Bacini idrografici minori - Località Capo d'Acqua.....	12
Figura 10. Curva di crescita delle piogge e sua regressione lineare.....	18
Figura 11 Esempio di ietogramma Chicago.....	21

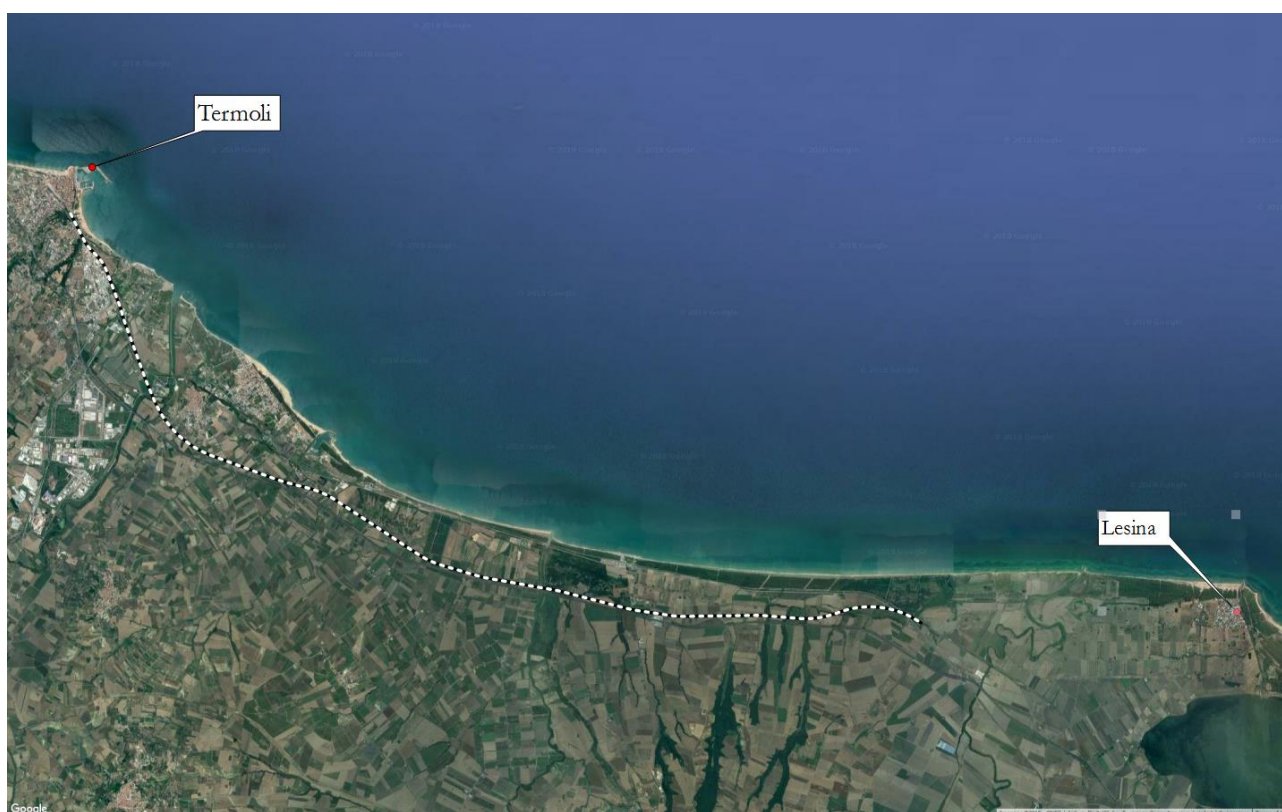
## INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1. Parametri morfometrici del bacino del T. Saccione.....	9
Tabella 2. Parametri morfometrici del bacino del C. Capo d’Acqua.....	10
Tabella 3. Caratteristiche morfologiche dei bacini idrografici minori – T. Saccione.....	13
Tabella 4. Caratteristiche morfologiche dei bacini idrici del Capo d'Acqua.....	13
Tabella 5. Parametri del modello TCEV delle piogge al 1° e 2° livello di regionalizzazione.....	16
Tabella 6. Valori del parametro KT delle piogge al variare del tempo di ritorno.....	17
Tabella 7. Valori dei parametri della curva di crescita delle piogge $K_T$ .....	18
Tabella 8. Parametri a, n di progetto.....	23
Tabella 9. T. Saccione: valori della portata al colmo per differenti tempi di ritorno.....	24
Tabella 10. C. Capo d’Acqua: valori della portata al colmo per differenti tempi di ritorno.....	25
Tabella 11. Bacino del T. Saccione – Corsi d’acqua minori: valori del tempo di corrivazione.....	26
Tabella 12. Località Capo d’Acqua – Corsi d’acqua minori: valori del tempo di corrivazione.....	26
Tabella 13. Bacino del T. Saccione: portate al colmo relative ai bacini idrografici minori.....	30
Tabella 14. Località Capo d’Acqua: portate al colmo per i bacini idrografici minori.....	38

	<b>Linea Pescara- Bari – Raddoppio della tratta ferroviaria Termoli-Lesina – Lotti 2 e 3 – Raddoppio Termoli - Ripalta</b>				
	<b>RELAZIONE IDROLOGICA</b>	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA DOCUMENTO D 09 RI ID0001 001	REV. A

## 1 PREMESSA


La presente relazione espone i risultati dell'analisi idrologica del territorio interessato dal tracciato della linea ferroviaria *Termoli – Lesina*.



**Figura 1. Inquadramento della linea ferroviaria TERMOLI-LESINA.**

Come è possibile osservare dalla Figura 1, la linea ferroviaria interessa un territorio molto esteso, con caratteristiche fisiche e morfologiche diverse. Tale condizione ha richiesto un'attenta analisi delle aree interferenti con la linea ferroviaria in progetto, mirata all'individuazione delle grandezze che meglio rappresentano la risposta idrologica dei bacini soggetti a sollecitazioni meteoriche estreme.

Nello specifico il presente studio si focalizza sull'analisi idrologica dei corsi d'acqua naturali: *Torrente Saccione*, *Canale Capo d'Acqua* e affluenti/minori, e dei relativi bacini idrografici. Tale indagine risulta finalizzata alla determinazione degli idrogrammi di piena di progetto per assegnata sezione di chiusura e periodo di ritorno (30, 100, 200 e 300 anni). Lo studio idrologico è articolato nelle seguenti fasi:

	<b>Linea Pescara- Bari – Raddoppio della tratta ferroviaria Termoli-Lesina – Lotti 2 e 3 – Raddoppio Termoli - Ripalta</b>					
	<b>RELAZIONE IDROLOGICA</b>	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA D 09 RI	DOCUMENTO ID0001 001	REV. A

- Analisi dei bacini idrografici interferenti con il tracciato di progetto finalizzata alla determinazione delle relative caratteristiche geomorfologiche (area del bacino, curva ipsografica, lunghezza e pendenza media dell'asta principale);
- Determinazione dei parametri delle curve di possibilità pluviometrica tramite metodi di regionalizzazione delle piogge;
- Determinazione degli idrogrammi di progetto per tempi di ritorno di 30, 100, 200, 300 anni e taratura/verifica dei risultati in ragione dei valori riportati nel documento “*PROGETTO DI PIANO STRALCIO per l'assetto idrogeologico del bacino interregionale del fiume Saccione*” redatto dall'AUTORITA' DI BACINO DEI FIUMI Trigno, Biferno e Minori, Saccione e Fortore.


La determinazione delle caratteristiche delle singole unità fisiocratiche è stata ottenuta attraverso l'ausilio del Software Open Source Q-Gis su dati Lidar con grado di risoluzione della cella 5x5m.

Il calcolo degli idrogrammi di piena è stato realizzato mediante l'ausilio del software Urbis.

## 2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

La presente relazione è stata redatta in ragione della seguente documentazione di riferimento:

- *Piano Stralcio per la difesa dal rischio idrogeologico (P.S.D.R.I.) – Norme di Attuazione*, Autorità interregionale di Bacino della Basilicata, giugno 2006;
- Hall M. J., *Urban Hydrology*, Elsevier, London, 1984;
- Calomino e Veltri (a cura di), *Orientamenti attuali di idrologia urbana*, Bios, Cosenza, 1988;
- Maione U., *Appunti di idrologia 3. Le piene fluviali*, La Goliardica Pavese, 1977;
- Ministero LL.PP., *Dati caratteristici dei corsi d'acqua italiani*, Pubblicazione n°17, Roma, 1980;
- Penta A., Rossi F., Silvani G., Veltri M., Versace P., *Un modello stocastico per l'analisi delle massime piogge giornaliere in presenza di grandi nubifragi*, Atti XVII Convegno di Idraulica e Costruzioni Idrauliche, Palermo, 1980;
- Penta A., Silvani G., Versace P., *Analisi regionale dei massimi annuali delle portate al colmo di piena, Incontro di studio su: Estremi ideologici e modelli di previsione*, Perugia, 1978;
- Rossi F., Fiorentino M., Versavice P., *Two component extreme value distribution for Flood Frequency Analysis*, Water Resources Research, Vol. 20, n°7, 1984;
- Villani P., *La valutazione della piena annua media*, Atti dell'Istituto di Ingegneria Civile, Università di Salerno, n°108, 1990;
- Viparelli C., *Ricostruzione dell'idrogramma di piena*, L'Energia Elettrica, 6, 421-428, 1963;

	Linea Pescara- Bari – Raddoppio della tratta ferroviaria Termoli-Lesina – Lotti 2 e 3 – Raddoppio Termoli - Ripalta					
	<b>RELAZIONE IDROLOGICA</b>	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA D 09 RI	DOCUMENTO ID0001 001	REV. A

- Watt W.E. and Chow C.A., *A general expression for the basin lag time*, Canadian Journal of Civil Engineering, 12, 294-300, 1985;
- Caivano A. M., *Rischio idraulico e idrogeologico*, EPC Libri, 2003
- Corine Land Cover 2009.
- DM 2008 - Norme Tecniche sulle Costruzioni;
- Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle *'Nuove norme tecniche per le costruzioni'* di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008. (GU n. 47 del 26-2-2009 - Suppl. Ordinario n.27);
- Manuale di Progettazione RFI
- AUTORITA' DI BACINO DEI FIUMI Trigno, Biferno e Minori, Saccione e Fortore, *“PROGETTO DI PIANO STRALCIO per l'assetto idrogeologico del bacino interregionale del fiume Saccione”*.

### 3 INQUADRAMENTO DELL'AREA

L'area oggetto dello studio idrologico riguarda la fascia costiera tra Termoli e Lesina Marina, al confine tra la Regione Puglia e la Regione Molise, e comprende le vallate del Torrente Saccione e del Canale Capo d'Acqua.

In particolare, sono analizzate le interferenze alla pk 15+500 (Viadotto T. Saccione – VI06); alla pk 21+600 (VI13); alla pk 22+000 (Canale Capo d'Acqua – VI14); alle pk 22+800 e 23+000 (Palude “Capo d'Acqua – VI15)


#### 3.1 Morfologia e idrografia

Il territorio oggetto di studio ricade principalmente all'interno della fascia costiera della regione Molise.

L'area *“Fascia costiera”*, che presenta una superficie di circa 597 Km<sup>2</sup>, è compresa tra i comuni di Montenero di Bisaccia – Guglionesi - Ururi ed il mare Adriatico.

Il paesaggio è dominato da dorsali poco acclivi ad eccezione del rilievo di M. Capraro (369 m) nei pressi di Guglionesi. Il territorio risulta modellato nei terreni argillosi, in genere piuttosto stabili che si raccordano con ampie aree pianeggianti. Nell'area affiorano anche depositi dell'avanfossa plio-pleistocenica a composizione argillosa e sabbioso-ghiaioso-conglomeratica e depositi sabbiosi lungo le piane costiere.

I processi morfogenetici predominanti sono costituiti da una serie di fenomeni franosi sia lenti che rapidi come scorrimenti, scivolamenti, colamenti e fenomeni complessi come la frana di Petacciato, spesso in stretta interazione con i processi di erosione idrica. Mentre, in corrispondenza delle posizioni più sommitali o lungo i versanti si sviluppano fenomeni superficiali quali creep e soliflusso, nonché limitati movimenti in

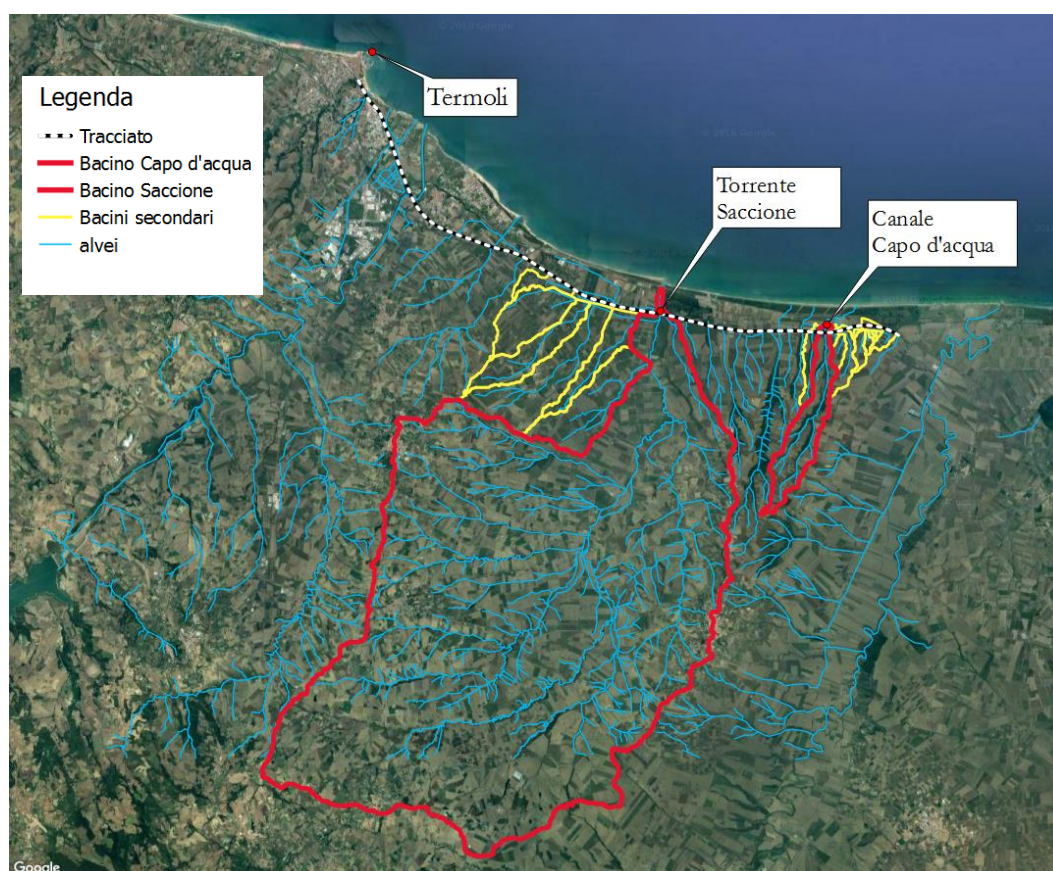
	<b>Linea Pescara- Bari – Raddoppio della tratta ferroviaria Termoli-Lesina – Lotti 2 e 3 – Raddoppio Termoli - Ripalta</b>					
	<b>RELAZIONE IDROLOGICA</b>	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA D 09 RI	DOCUMENTO ID0001 001	REV. A

massa superficiali lenti legati all'azione delle acque incanalate. Questi processi si rinvergono anche lungo la fascia costiera adriatica a quote tra i 50 e 200 m e sono di origine fluvio-marina, legati ad oscillazioni glacio-eustatico e tettoniche quaternarie del livello del mare.


Nelle zone di fondovalle dei corsi del Fiume Trigno, Torrente Sinarca, Fiume Biferno e Fiume Saccione i processi dominanti sono riferibili all'azione di progressiva reincisione delle superfici terrazzate, all'erosione lineare verticale e laterale che localmente può favorire fenomeni franosi. Invece, lungo i tratti da intermedi a terminali dei corsi d'acqua si sviluppano processi legati all'azione fluviale, sia deposizionale che erosionale, che porta ad una continua riconfigurazione morfologica. Infine, in corrispondenza delle spiagge si sviluppa un'erosione marina che provoca un arretramento progressivo della linea di costa nei tratti in cui gli apporti detritici dei sistemi fluviali che sfociano lungo la costa non riescano a controbilanciarlo.

Dal punto di vista idrografico l'area è interessata dal tratto finale dei corsi d'acqua Trigno, Biferno e Saccione che sfociano nell'Adriatico.

Si riporta nel seguito l'individuazione su ortofoto dei bacini idrografici oggetto di studio.



**Figura 2. Bacini idrografici dei corsi d'acqua oggetto di studio.**

	Linea Pescara- Bari – Raddoppio della tratta ferroviaria Termoli-Lesina – Lotti 2 e 3 – Raddoppio Termoli - Ripalta					
	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
<b>RELAZIONE IDROLOGICA</b>	LI02	02	D 09 RI	ID0001 001	A	8 DI 38

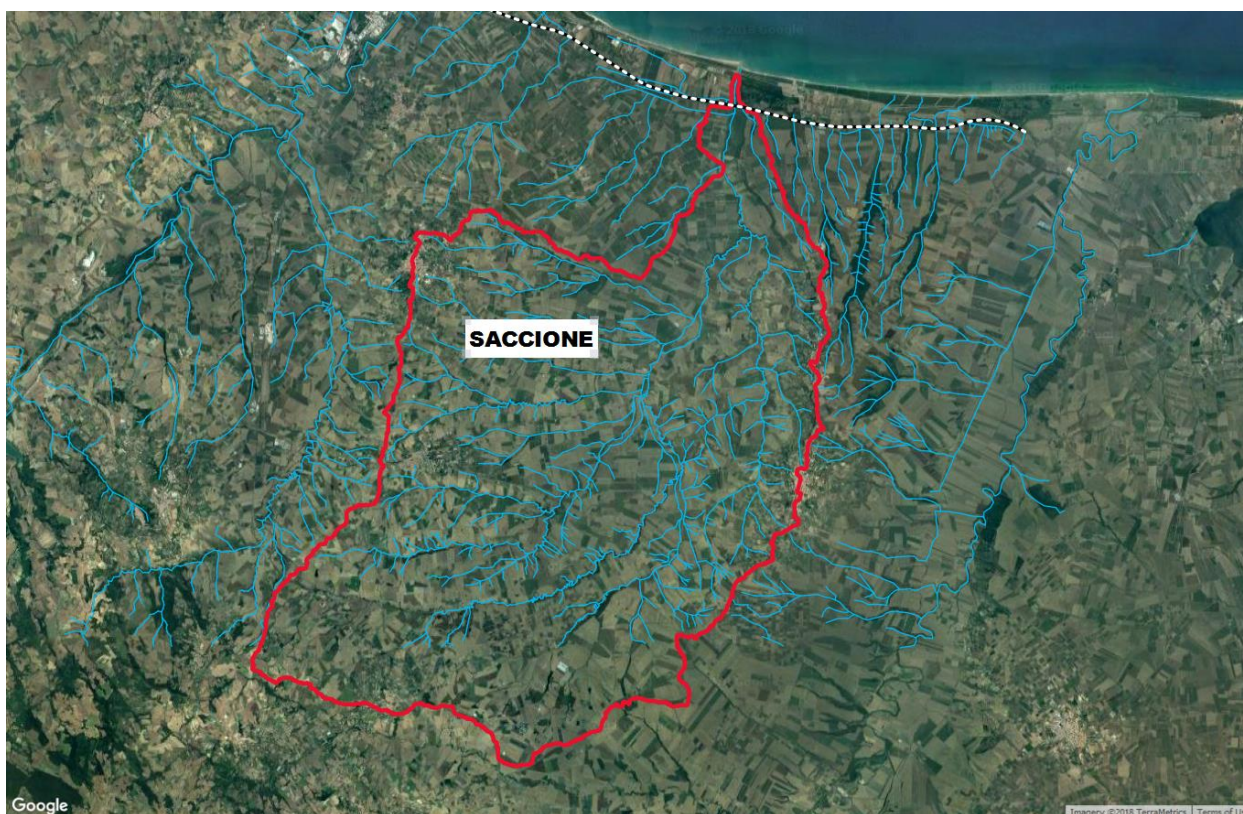
### 3.2 Bacino del Torrente Saccione

Il Torrente Saccione nasce dal Colle Frascari (437 m s.l.m.) in località Difesa Nuova presso Montelongo. E' lungo circa 38 km e per metà della sua lunghezza, da Campomarino alla foce, segna il confine tra il territorio regionale del Molise e la Puglia.

Ha un bacino drenante complessivo di circa 230 km<sup>2</sup>. I suoi affluenti principali sono: in sinistra idraulica, Vallone della Pila, Vallone di Reale, Vallone della Sapestra, Vallone Sassani; in destra, Vallone di Montorio, Vallone della Terra presso Rotello e Vallone Cannucce.

Sfocia nel Mar Adriatico Presso Torre Fantina, località Chieuti (FG).

La linea ferroviaria in progetto attraversa il Torrente Saccione (alla pk 15+500) mediante un viadotto costituito da 40 campate, di luce 25 metri, eccetto le due di scavalco con luce pari a 70 metri.



**Figura 3. Bacino idrografico del Fiume Saccione**



	Linea Pescara- Bari – Raddoppio della tratta ferroviaria Termoli-Lesina – Lotti 2 e 3 – Raddoppio Termoli - Ripalta					
	<b>RELAZIONE IDROLOGICA</b>	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA D 09 RI	DOCUMENTO ID0001 001	REV. A

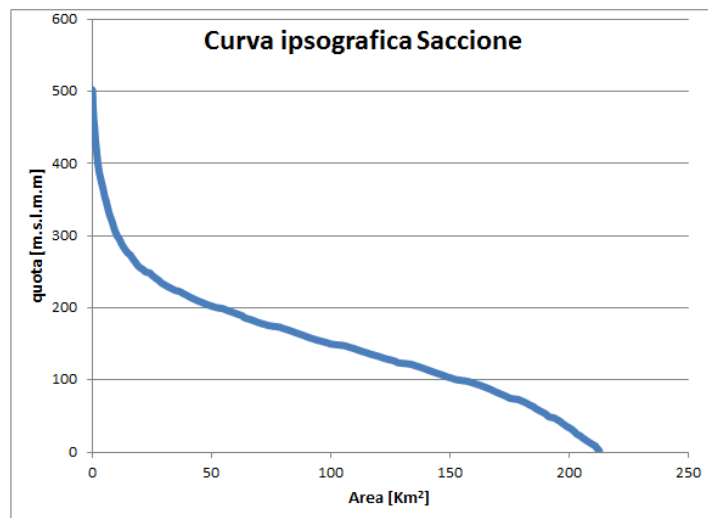


**Figura 4. Viadotto Saccione.**


Di seguito, sono riportati i parametri morfometrici del bacino idrografico del T. Saccione (Tabella 1), unitamente alla curva ipsografica (Figura 5).

**Tabella 1. Parametri morfometrici del bacino del T. Saccione**

<i>Area Bacino [kmq]</i>	<i>Attraversamento Pk [km]</i>	<i>Pendenza Bacino [%]</i>	<i>Hm [m m.s.l.]</i>	<i>Hmax [m m.s.l.]</i>	<i>Ho [m m.s.l.]</i>	<i>L [km]</i>
211.44	15+500	2.01	153.17	502.00	1.98	31.10



**Figura 5. Curva ipsografica del bacino del T. Saccione.**

	Linea Pescara- Bari – Raddoppio della tratta ferroviaria Termoli-Lesina – Lotti 2 e 3 – Raddoppio Termoli - Ripalta					
	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RELAZIONE IDROLOGICA	LI02	02	D 09 RI	ID0001 001	A	10 DI 38

### 3.3 Bacino del Canale Capo d'Acqua

Il Canale Capo d'Acqua nasce a circa 10 km in direzione ortogonale alla costa (196 m s.l.m.) nei pressi del centro abitato del Comune Chieuti (FG). E' lungo 7.4 km e ha un bacino drenante complessivo di 6.23 km<sup>2</sup>; il suo unico affluente si innesta a circa metà del suo percorso in sinistra idraulica.

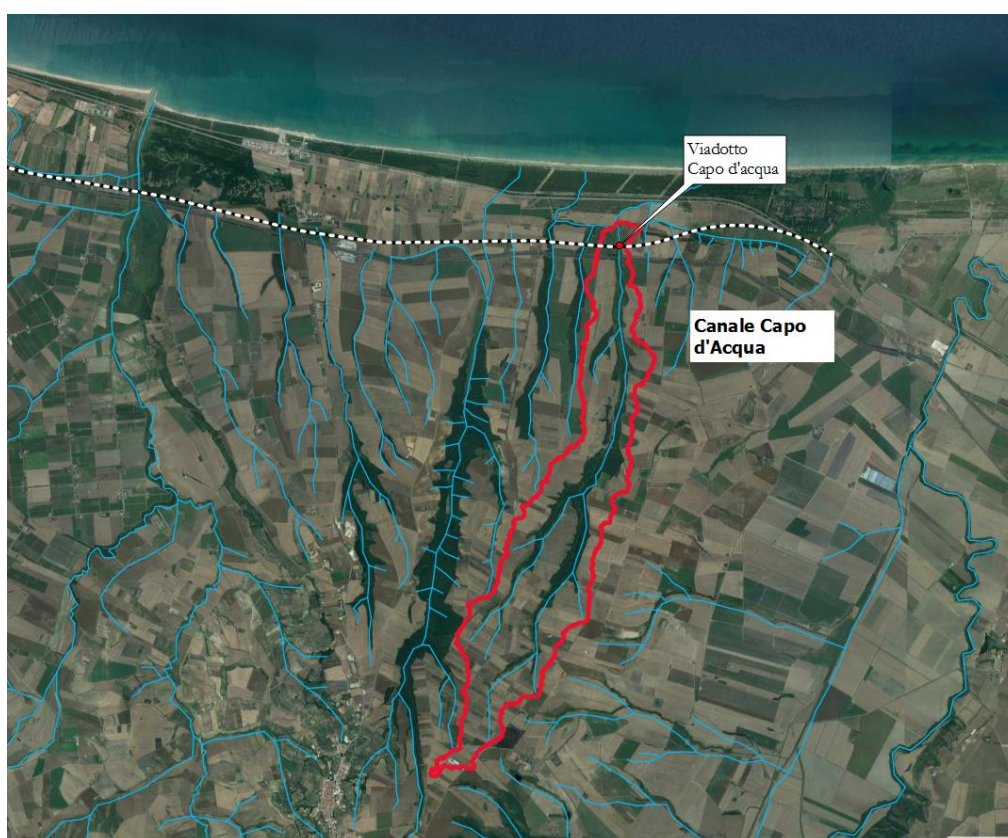



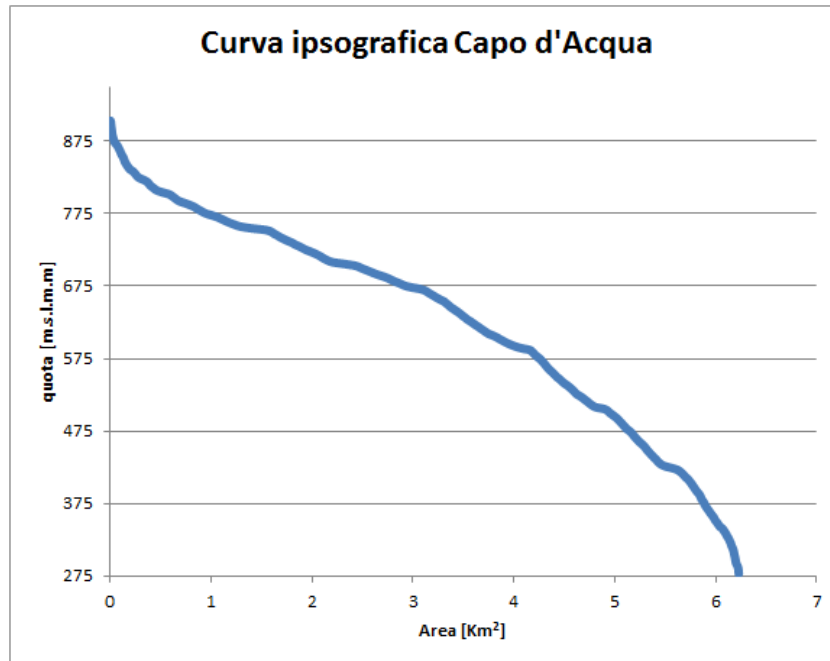
Figura 6. Bacino Canale Capo d'Acqua

Di seguito, sono riportati i parametri morfometrici del bacino (Tabella 2), unitamente alla curva ipsografica (Figura 7).

Tabella 2. Parametri morfometrici del bacino del C. Capo d'Acqua

Area Bacino [kmq]	Attraversamento Pk [km]	Pendenza Bacino [%]	Hm [m m.s.l.]	Hmax [m m.s.l.]	Ho [m m.s.l.]	L [km]
6.23	22+000	3.0	113.58	196.10	5.75	7.40

	Linea Pescara- Bari – Raddoppio della tratta ferroviaria Termoli-Lesina – Lotti 2 e 3 – Raddoppio Termoli - Ripalta					
	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RELAZIONE IDROLOGICA	LI02	02	D 09 RI	ID0001 001	A	11 DI 38



**Figura 7. Curva ipsografica del bacino del C. Capo d'Acqua.**

### 3.4 Bacini idrografici minori

L'idrografia dell'area è costituita inoltre da una serie di corsi d'acqua minori (fossi e canali) confluenti nei bacini maggiori, precedentemente descritti. Alcuni di questi intereferiscono con la linea ferroviaria in esame. Al fine di garantirne la continuità idraulica, lungo il tracciato, sono presenti una serie di tombini e attraversamenti minori.

Si riportano in Figura 8 i bacini minori ricadenti nel bacino del Torrente Saccione, ed in Figura 9 quelli facenti parte del complesso del Canale Capo d'Acqua.

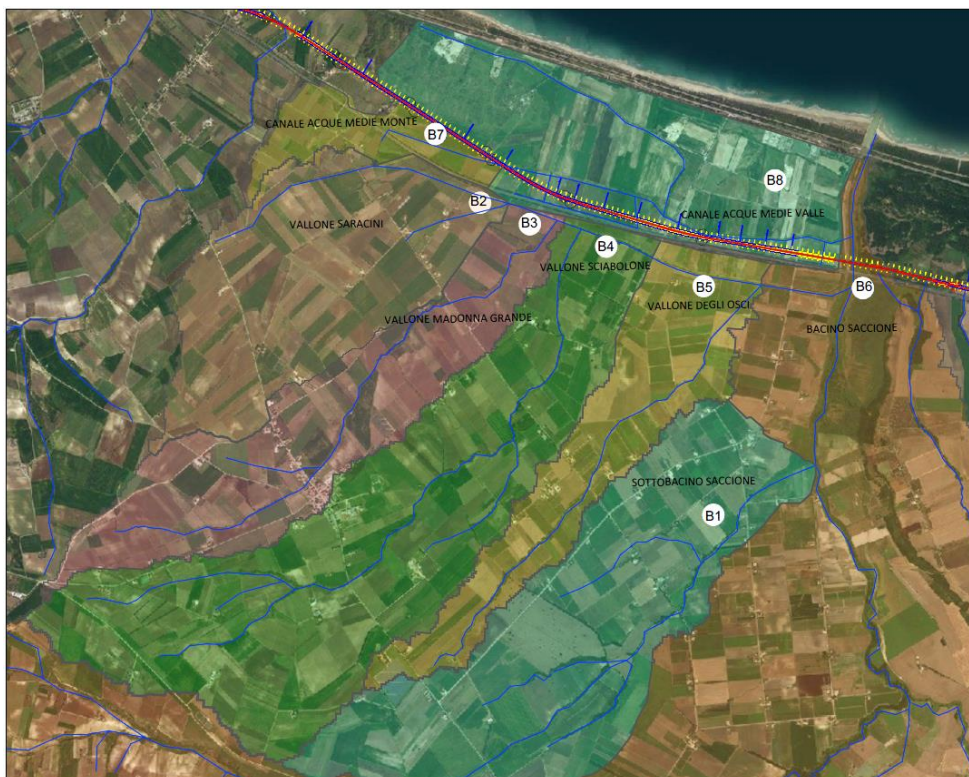


Figura 8. Bacino idrografici minori – Bacino del T. Saccione.

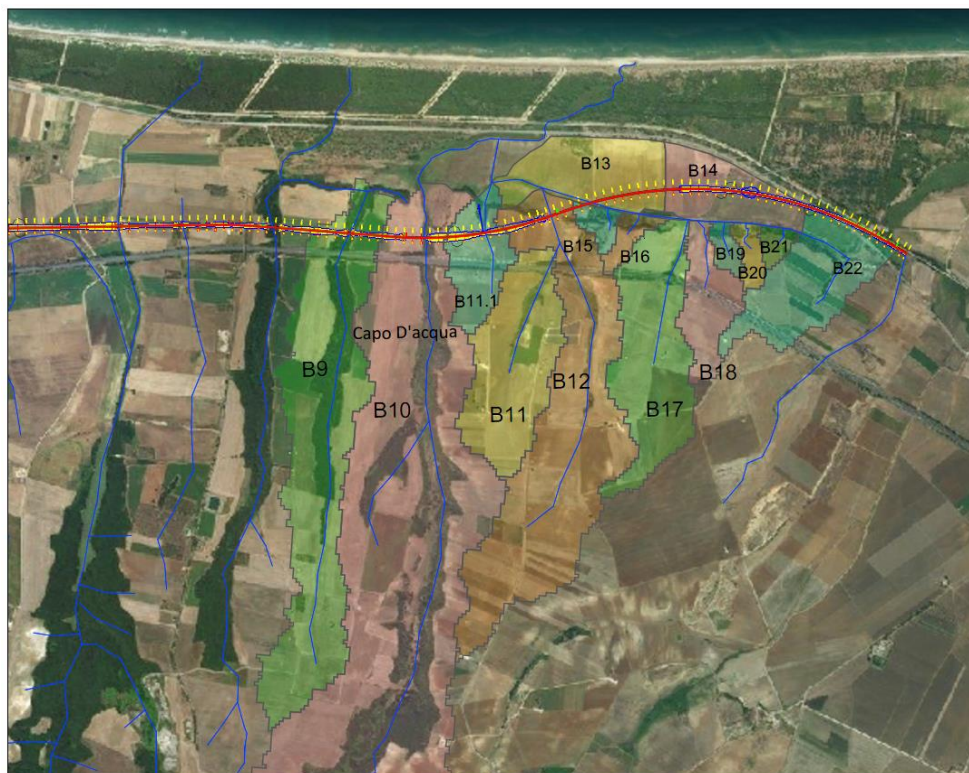



Figura 9. Bacini idrografici minori - Località Capo d'Acqua.

	<b>Linea Pescara- Bari – Raddoppio della tratta ferroviaria Termoli-Lesina – Lotti 2 e 3 – Raddoppio Termoli - Ripalta</b>					
	<b>RELAZIONE IDROLOGICA</b>	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA D 09 RI	DOCUMENTO ID0001 001	REV. A

I bacini idrografici minori presentano caratteristiche morfologiche in linea con quelle del T. Saccione e del Capo d'Acqua, con quote comprese tra tra 1 e 185 m s.l.m.. Si riportano di seguito le principali informazioni idrologiche relative ai bacini dei corsi d'acqua secondari, studiati con sezione di chiusura in corrispondenza dell'opera di attraversamento ferroviario in progetto, ed utilizzate poi successivamente per il calcolo delle portate di progetto.

### **BACINI IDROGRAFICI MINORI**

#### **Bacino del T. Saccione**


<i>Numero Identificativo</i>	<i>Attraversamento Pk [km]</i>	<i>Area Bacino [kmq]</i>	<i>Pendenza Bacino [%]</i>	<i>Hm [m m.s.l.]</i>	<i>Hmax [m m.s.l.]</i>	<i>Ho [m m.s.l.]</i>	<i>L [km]</i>
1	15+625	6.70	1.9	56.70	104.60	9.15	4.99
2	15+625	4.86	3.8	40.31	116.47	4.41	2.97
3	15+625	4.49	3.1	72.43	177.66	7.34	5.50
4	15+625	8.83	2.9	79.95	185.65	7.35	6.15
5	15+625	3.41	2.0	38.09	86.84	5.16	4.10
7	12+250	1.08	1.4	15.73	27.98	4.84	1.70
8	15+625	4.93	0.2	3.10	7.98	3.10	3.50

**Tabella 3. Caratteristiche morfologiche dei bacini idrografici minori – T. Saccione.**

#### **Complesso del Capo d'Acqua**

<i>Numero Identificativo</i>	<i>Attraversamento Pk [km]</i>	<i>Area Bacino [kmq]</i>	<i>Pendenza Bacino [%]</i>	<i>Hm [m m.s.l.]</i>	<i>Hmax [m m.s.l.]</i>	<i>Ho [m m.s.l.]</i>	<i>L [km]</i>
9	21+600	1.15	4.3	66.11	126.13	5.49	2.82
11	22+350	0.52	6.1	48.12	71.05	22.64	0.8
11.1	22+800	0.66	7.0	31.90	48.07	3.83	0.66
12	22+800	2.15	4.3	55.23	97.03	4.09	2.15
13	23+000	0.4	2.8	4.27	14.28	3.03	0.4
14	23+000	0.26	2.1	4.22	11.52	3.03	0.4
15	23+000	0.05	21.6	21.57	34.98	2.65	0.15
16	23+000	0.05	21.2	25.46	36.97	5.12	0.15
17	23+000	0.49	6.4	41.01	63.20	5.56	0.9
18	23+000	0.21	10.6	34.22	47.98	5.56	0.4
19	23+000	0.04	14.1	21.50	32.79	4.65	0.2
20	23+000	0.05	16.6	24.76	34.99	5.18	0.18
21	23+000	0.04	21..3	21.16	29.55	8.29	0.10
22	23+000	0.40	6.3	21.28	43.10	2.32	0.65

**Tabella 4. Caratteristiche morfologiche dei bacini idrici del Capo d'Acqua**

	<b>Linea Pescara- Bari – Raddoppio della tratta ferroviaria Termoli-Lesina – Lotti 2 e 3 – Raddoppio Termoli - Ripalta</b>					
	<b>RELAZIONE IDROLOGICA</b>	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA D 09 RI	DOCUMENTO ID0001 001	REV. A

## 4 STUDIO IDROLOGICO

Data la scarsa presenza di dati storici idrometrici, relativi alle portate di massima piena, dei corsi d'acqua di interesse nelle sezioni di chiusura, poste in corrispondenza degli attraversamenti della linea ferroviaria in esame, si è necessariamente fatto riferimento, in primo approccio, a schemi di valutazione teorica basati sulla determinazione indiretta derivata dai valori delle precipitazioni (il criterio assunto è quello di attribuire alle portate di piena calcolate, la stessa frequenza statistica degli eventi critici che le hanno generate).

Si è pertanto adottato un modello regionalizzato delle precipitazioni, associato alla regione di interesse al fine di fornire i valori pluviometrici estremi con assegnato tempo di ritorno.

Per l'analisi statistica a livello regionale finalizzata alla determinazione delle curve di possibilità pluviometrica (CPP) è stato utilizzato il modello TCEV (modello di valore estremo a doppia componente) messo a punto nell'ambito del progetto VAPI-CNR.

### 4.1 Procedura VAPI

Gli afflussi naturali sono stati determinati, per assegnati tempi di ritorno, tramite l'impiego di piogge estreme regionalizzate nell'ambito del progetto VAPI-CNR dello studio del GNDCI (Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche) con il modello probabilistico che adotta la distribuzione TCEV (Two-Component Extreme Value).


L'adozione di tale metodo d'indagine idrologica è stata ritenuta più appropriata per l'area in oggetto, in quanto garantisce risultati già ampiamente testati e quindi ritenuti sufficientemente cautelativi rispetto a quelli desumibili dai metodi tradizionali di elaborazione statistica.

### 4.2 Cenni sul modello TCEV

Per quanto la parte fondamentale dell'inferenza statistica, e cioè la determinazione dei parametri al 1° e 2° livello di regionalizzazione, sia stata condotta nei tre studi precedenti ai quali si rimanda per ogni approfondimento, si ritiene opportuno ricordare in breve gli aspetti essenziali del modello TCEV.

Un modello statistico TCEV è particolarmente indicato quando si deve operare a scala di bacino per ricavare una funzione di distribuzione valida per una certa area. È infatti possibile effettuare un'efficace stima dei parametri di tipo regionale ovvero determinare i parametri utilizzando tutti i dati registrati nelle stazioni interne a una data regione, detta omogenea, nella quale si dimostra che tali parametri sono costanti. A tale scopo per la stima dei parametri si adotta uno stimatore ML (massima verosimiglianza) di tipo regionale.

La metodologia di determinazione dei parametri è articolata in modo gerarchico al fine di definire dapprima

	<b>Linea Pescara- Bari – Raddoppio della tratta ferroviaria Termoli-Lesina – Lotti 2 e 3 – Raddoppio Termoli - Ripalta</b>				
	<b>RELAZIONE IDROLOGICA</b>	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA DOCUMENTO D 09 RI ID0001 001	REV. A

le zone omogenee al 1° livello di regionalizzazione, poi quelle al 2° per procedere infine alla stima dei parametri al 3° livello che completano la caratterizzazione pluviometrica di una data località.

Presupposto del modello TCEV è che i valori registrati durante gli eventi provengano da due distinte popolazioni, la prima detta componente di base, la seconda detta componente straordinaria. La componente straordinaria dà origine a quei valori che si verificano raramente ma con intensità vistosamente superiore rispetto alla media. In presenza di tali valori i coefficienti di asimmetria delle serie storiche risultano talmente elevati che i classici modelli di tipo Gumbel non possono adattarsi con successo.

Il modello TCEV e' caratterizzato da 4 parametri,  $\lambda_1$  e  $\theta_1$ , relativi alla componente di base (rispettivamente numero di eventi medio annuo e media della componente di base),  $\lambda_2$  e  $\theta_2$ , relativi alla componente straordinaria. La funzione di distribuzione di probabilità cumulata (PDF) del modello ha la seguente espressione:

$$P(x_d) = \exp(-\lambda_1 \exp(-x_d/\theta_1) - \lambda_2 \exp(-x_d/\theta_2))$$

dove:

- $P(x_d)$  = probabilità di avere un evento di intensità minore di  $x_d$ ;
- $x_d$  = altezza di pioggia massima annuale di assegnata durata  $d$ ;
- $\lambda_1$ ,  $\theta_1$ ,  $\lambda_2$  e  $\theta_2$  sono i quattro parametri della TCEV.

Si dimostra che il coefficiente di asimmetria  $G$  dipende solo dai parametri  $\lambda^*$  e  $\theta^*$  così definiti:


$$\lambda^* = \lambda_2 / (\lambda_1^{1/\theta^*})$$

$$\theta^* = \theta_2 / \theta_1$$

mentre il coefficiente di variazione  $CV$  dipende, in aggiunta, anche dal parametro  $\lambda_1$ .

Sulla base della stima regionale dei parametri è possibile definire delle zone all'interno delle quali il valore dell'asimmetria  $G$  viene assunto come costante e risultano quindi costanti anche i parametri  $\lambda^*$  e  $\theta^*$  che lo determinano. Tali zone sono dette zone omogenee al 1° livello di regionalizzazione. All'interno di tali zone omogenee si possono individuare delle sottoregioni in cui anche il valore del coefficiente di variazione  $CV$  risulta costante: si definiscono così le sottoregioni omogenee al 2° livello di regionalizzazione.

È dimostrabile che il rapporto tra la variabile aleatoria "altezza di pioggia massima annuale di assegnata

	<b>Linea Pescara- Bari – Raddoppio della tratta ferroviaria Termoli-Lesina – Lotti 2 e 3 – Raddoppio Termoli - Ripalta</b>					
	<b>RELAZIONE IDROLOGICA</b>	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA D 09 RI	DOCUMENTO ID0001 001	REV. A

durata”  $X_d$  ed il suo valore atteso  $E[X_d]$  (pioggia indice) risulta identicamente distribuito in una sottozona omogenea al 2° livello. Tale rapporto, esplicitato rispetto al tempo di ritorno T così definito:

$$T = \frac{1}{1 - P(X_d)}$$

rappresenta la cosiddetta *curva di crescita*  $K_T$ :

$$K_T = \frac{X_d(T)}{E[X_d]}$$

la quale indica il ritmo con cui le piogge si fanno più intense all’aumentare del tempo di ritorno. Pertanto ogni sottozona omogenea è caratterizzata da una propria curva di crescita.

La verifica della ipotesi di omogeneità viene condotta in genere confrontando le distribuzioni, campionarie e teoriche, dell’asimmetria  $G$  e del coefficiente di variazione  $CV$ , sia al primo che al secondo livello di regionalizzazione. Per la stima della distribuzione teorica del coefficiente di asimmetria e del coefficiente di variazione si ricorre a tecniche di generazione del tipo Montecarlo.

### 4.3 L’inferenza statistica regionale

Nel citato “Studio del rischio idrogeologico nella Regione”, l’analisi statistica a livello regionale dimostrò la validità dell’ipotesi che tutta l’area esaminata costituisse una unica zona omogenea tanto al 1° quanto al 2° livello di regionalizzazione, caratterizzata quindi da un unico set di parametri  $A^*$ ,  $\theta^*$ ,  $A_I$  e conseguentemente da un’unica curva di crescita  $K_T$ . Tali parametri sono quelli riportati nella Tabella 5.

$A^*$	$\theta^*$	$A_I$
0.46	5.75	20.39

**Tabella 5. Parametri del modello TCEV delle piogge al 1° e 2° livello di regionalizzazione.**

I valori dei parametri ricavati sono in accordo anche con quanto fu in precedenza ricavato nel “Piano Straordinario delle Aree a Rischio Idrogeologico Molto Elevato” dell’Autorità di Bacino dei fiumi Trigno, Biferno e Minori, Saccione e Fortore.

La curva di crescita è tabulata per alcuni tempi di ritorno caratteristici nella Tabella 6.



	Linea Pescara- Bari – Raddoppio della tratta ferroviaria Termoli-Lesina – Lotti 2 e 3 – Raddoppio Termoli - Ripalta					
	<b>RELAZIONE IDROLOGICA</b>	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA D 09 RI	DOCUMENTO ID0001 001	REV. A

<i>Tempo di ritorno (anni)</i>	<i>K<sub>T</sub></i>
10	1.51
30	1.90
50	2.11
100	2.45
200	2.83
300	3.08

**Tabella 6. Valori del parametro K<sub>T</sub> delle piogge al variare del tempo di ritorno.**

#### **4.4 Calcolo delle curve di possibilità pluviometrica**

Sulla base dei risultati dell'analisi statistica sono state ricavate per ciascuna stazione analizzata al 3° livello le curve di possibilità pluviometrica (CPP).

Dalla definizione di  $K_T$  si ha:

$$x_d(T) = K_T E[X_d]$$

e pertanto, approssimando le espressioni della curva di crescita  $K_T$  e della pioggia indice  $E[x_d]$  a leggi di potenza nella forma:

$$K_T = a' T^m$$

$$E[X_d] = a' d^n$$

si ottiene l'espressione monomia delle CPP:

$$x(d,T) = a d^n T^m$$

dove  $d$  è la durata della pioggia in ore,  $T$  il tempo di ritorno in anni,  $x(d,T)$  la corrispondente altezza di pioggia,  $a = (a' a'')$ ,  $n$  ed  $m$  parametri tipici della località considerata che vengono pertanto ricavati per ciascuna stazione.

La stima di  $a'$  ed  $n$  per ciascuna stazione avviene per regressione lineare sulle piogge indici di durate da 1 a 24 ore per ciascuna stazione.

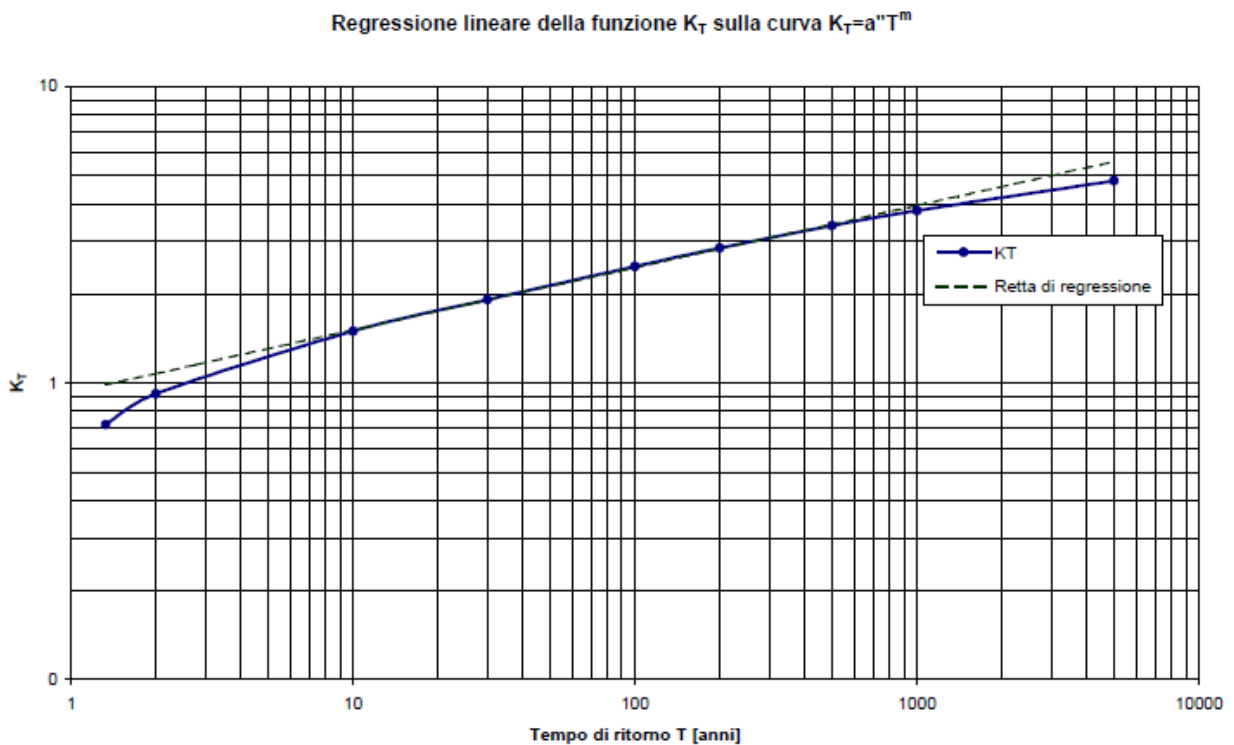
	Linea Pescara- Bari – Raddoppio della tratta ferroviaria Termoli-Lesina – Lotti 2 e 3 – Raddoppio Termoli - Ripalta					
	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RELAZIONE IDROLOGICA	LI02	02	D 09 RI	ID0001 001	A	18 DI 38

La stima di  $a''$  ed  $m$ , parametri comuni a tutte le stazioni in quanto è unica la zona omogenea al 2° livello e la curva di crescita, avviene parimenti per regressione lineare sui valori di  $K_T$  (vedi tabella 2) relativi al campo dei tempi di ritorno di interesse per la successiva modellazione idrologico-idraulica (da 10 a 500 anni). Tali parametri sono riportati nella Tabella 7.


$a''$	$m$
0.9297	0.2101

**Tabella 7. Valori dei parametri della curva di crescita delle piogge  $K_T$ .**

La curva  $K_T$  e la sua retta di regressione sono riportate nella Figura 10.



**Figura 10. Curva di crescita delle piogge e sua regressione lineare.**

	Linea Pescara- Bari – Raddoppio della tratta ferroviaria Termoli-Lesina – Lotti 2 e 3 – Raddoppio Termoli - Ripalta					
	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
<b>RELAZIONE IDROLOGICA</b>	LI02	02	D 09 RI	ID0001 001	A	19 DI 38

## 5 ANALISI METODOLOGICA PER LA DERIVAZIONE DEGLI IDROGRAMMI DI PIENA

La determinazione dei valori delle portate di piena di prefissato tempo di ritorno può essere conseguita attraverso l'impiego di modelli matematici idonei a interpretare la fenomenologia afflusso pluviometrico - deflusso superficiale, tenuto conto delle caratteristiche del bacino idrografico, considerato operatore della trasformazione. Le variabili esplicative fondamentali nella determinazione degli idrogrammi (estensione della superficie del bacino sotteso, altezza di pioggia critica, tempo di corrivazione, permeabilità dei suoli) sono deducibili da parametri topografici o morfometrici e dall'analisi dei caratteri geologici, pedologici e colturali del bacino. Vengono assunte le seguenti ipotesi di progetto per la determinazione degli idrogrammi con assegnata frequenza di accadimento con l'obiettivo di semplificare le procedure/tempi di calcolo nel rispetto della validità dei risultati:


1. il tempo di ritorno è riferito all'evento meteorico e quindi al volume di precipitazione caduto in un determinato intervallo temporale. Questo assunto trova giustificazione nella semplificazione della procedura di calcolo che si intende adottare e che, in alternativa, dovrebbe considerare la probabilità composta di molteplici variabili, quali la temperatura, lo spessore del manto nevoso, il grado di imbibizione del terreno, le condizioni di sicurezza dei corpi arginali esistenti al verificarsi dell'evento meteorico;

2. il modello idrologico viene utilizzato ad evento e non in modo continuo;

Si riporta di seguito la metodologia adottata al fine di ricavare le onde di piena per i vari bacini oggetto di studio.

### 5.1 Metodo di trasformazione Afflussi-Deflussi

Nella maggior parte dei modelli idrologici la definizione della risposta del bacino scolante viene affrontata con un approccio di tipo sintetico-concettuale: si immagina cioè che il bacino si comporti, ad esempio, come un serbatoio e se ne individua la funzione di risposta a meno dei parametri che vanno definiti caso per caso. Se si restringe poi il campo ai modelli di tipo lineare (per i quali, cioè, vale il principio di sovrapposibilità degli effetti e la cui relazione ingresso-uscita è descritta da un'equazione differenziale lineare) si può dimostrare che il legame esistente tra la portata uscente  $q(t)$  e la pioggia netta  $p(t)$  è del tipo:

	<b>Linea Pescara- Bari – Raddoppio della tratta ferroviaria Termoli-Lesina – Lotti 2 e 3 – Raddoppio Termoli - Ripalta</b>				
	<b>RELAZIONE IDROLOGICA</b>	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA DOCUMENTO D 09 RI ID0001 001	REV. A

$$q(t) = \int_0^t h(t-u)p(u)du$$

dove l'integrale è detto "integrale di convoluzione" e la funzione  $h(t)$  si chiama genericamente "funzione impulsiva del sistema" che in idrologia prende il nome di Idrogramma Unitario Istantaneo (IUH). Quest'ultimo può essere interpretato come l'idrogramma uscente dal bacino a causa di una pioggia di durata infinitesima e volume unitario (si veda per maggior dettagli Maione, 1977).

Nei casi in oggetto, gli IUH sono stati calcolati con il modello di NASH che interpreta il bacino come una "cascata" di serbatoi lineari (nel caso specifico un numero di serbatoi pari a 3).

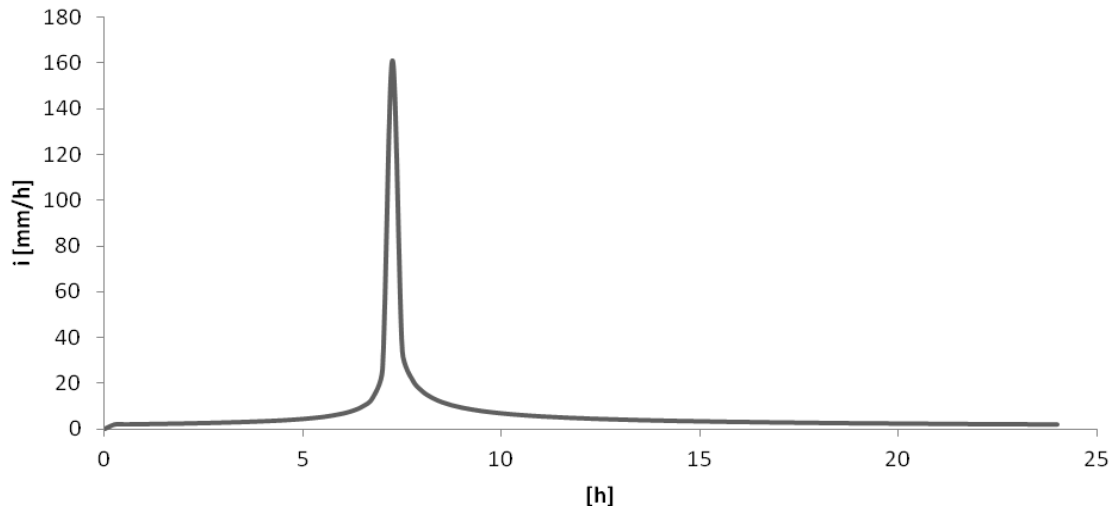
La determinazione dell'idrogramma di progetto è ottenuta mediante il Software URBIS 2003, messo a punto dall'Istituto di Idraulica del Politecnico di Milano. Il software consente, a partire da una precipitazione nota o da una curva di possibilità pluviometrica di assegnato tempo di ritorno, di ricavare attraverso la "convoluzione" dell'idrogramma unitario istantaneo del bacino l'intera onda di piena e relativa portata al colmo alla sezione di chiusura.

Operativamente sono state utilizzate le piogge derivate dalle curve di possibilità pluviometrica, desunte per la regione specifica di interesse, aventi tempo di ritorno di 30, 100, 200 e 300 anni, tutte convolute con l'IUH derivante dal modello di NASH.

Congruentemente a quanto già previsto dal PAI, si è adottato uno ietogramma sintetico di tipo Chicago con durata pari a 24 ore e picco di intensità posto ad un terzo della stessa.

Un'altra semplificazione introdotta nelle presenti elaborazioni è la costanza del valore del coefficiente di deflusso  $\varphi$  nel tempo. Non potendo disporre di dati sull'uso del suolo, lungo tutta l'estensione dei bacini oggetto di studio, si è utilizzato un valore cautelativo pari a  $\varphi = 0.5$ , considerando quelli suggeriti in letteratura per i boschi (0.1-0.3) e quelli per i terreni coltivati (0.3-0.6). Il valore appare pienamente congruente con i parametri già proposti dal PAI della regione Basilicata per l'analisi dei medesimi corsi d'acqua.

	Linea Pescara- Bari – Raddoppio della tratta ferroviaria Termoli-Lesina – Lotti 2 e 3 – Raddoppio Termoli - Ripalta					
	<b>RELAZIONE IDROLOGICA</b>	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA DOCUMENTO D 09 RI ID0001 001	REV. A	FOGLIO 21 DI 38



**Figura 11 Esempio di ietogramma Chicago**

Il tempo di corrivazione può essere valutato applicando le seguenti formule:

- *Giandotti* 
$$t_c = \frac{4\sqrt{A} + 1.5L}{0.8\sqrt{H_m}}$$


con  $A$ =area (km<sup>2</sup>),  $L$ =lunghezza asta principale (km),  $H_m$ =altitudine media bacino (m)

- *Kirpich* 
$$t_c = 0,066 \left( \frac{L}{\sqrt{(p)}} \right)^{0,77}$$

con  $L$ =lunghezza asta principale (km),  $p$ =pendenza media

- *Ventura* 
$$t_c = 0.127 \sqrt{\left( \frac{A}{p} \right)}$$

con  $A$  = area (km<sup>2</sup>),  $p$  = pendenza media

	Linea Pescara- Bari – Raddoppio della tratta ferroviaria Termoli-Lesina – Lotti 2 e 3 – Raddoppio Termoli - Ripalta					
	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
<b>RELAZIONE IDROLOGICA</b>	LI02	02	D 09 RI	ID0001 001	A	22 DI 38

- *Pezzoli* 
$$t_c = \frac{0.055 \cdot L}{\sqrt{I}}$$

con  $L$  = lunghezza asta principale (km),  $I$  = pendenza media

- *Viparelli* 
$$t_c = \frac{L}{V}$$

con  $L$  = lunghezza asta principale (km),  $V$  = velocità caratteristica della corrente di piena = 1.5 m/s

- *Kerby* 
$$t_c = \frac{0.67 \cdot (LN)^{0.467}}{\sqrt{I}}$$

con  $L$  = lunghezza asta principale (km),  $I$  = pendenza media


Le formule riportate vengono utilizzate in funzione dell'estensione areale del bacino:

Formula utilizzata	Superficie
Kirpich; Ventura; Pasini; Viparelli	$A < 0.443 \text{ km}^2$
Ventura; Pasini; Viparelli	$0.443 \text{ km}^2 < A < 77 \text{ km}^2$
Giandotti; Ventura; Pasini; Viparelli	$A > 77.0 \text{ km}^2$

Come è possibile osservare dalle Tabella 1, 2, 3, e 4, tutti i bacini sono caratterizzati da superfici comprese tra 0.443 e 77 kmq, ad esclusione del bacino del Saccione che misura 211 km<sup>2</sup> e presentano tempi di corrivazione mediamente determinabili attraverso le relazioni proposte da Ventura, Pasini e Viparelli.

Per unità fisiocratiche inferiori in area, è anche possibile l'applicazione della formula di Kirpich. Con superfici superiori ai 77 kmq è possibile l'utilizzo della formula di Giandotti.

La scelta del tempo di corrivazione, determinante ai fini della onda di progetto, è stata dunque realizzata operando attraverso le relazione proposte. Ove possibile la taratura degli idrogrammi è stata realizzata attraverso un raffronto con i dati già presenti nel PAI.

	<b>Linea Pescara- Bari – Raddoppio della tratta ferroviaria Termoli-Lesina – Lotti 2 e 3 – Raddoppio Termoli - Ripalta</b>				
	<b>RELAZIONE IDROLOGICA</b>	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA DOCUMENTO D 09 RI ID0001 001	REV. A

## 6 IDROGRAMMI DI PROGETTO

La metodologia operativa per la definizione dei bacini idrografici e anche per il calcolo dei relativi tempi di corrivazione, prevede la classificazione dei corsi d'acqua in "principali" e "secondari" a seconda che rispettivamente la superficie sottesa dalla sezione di chiusura sia superiore o meno a 10 km<sup>2</sup> (come indicato nel Manuale di Progettazione RFI). La definizione del tempo di ritorno degli eventi è differenziato anche questo in funzione del grado di importanza del corso d'acqua anche se in maniera cautelativa i tempi di ritorno adottati sono stati i medesimi:

- $T_r = 30, 100, 200, 300$  per i bacini principali (superficie del bacino > 10 km<sup>2</sup>),
- $T_r = 30, 100, 200$  per i bacini secondari con superficie del bacino < 10 km<sup>2</sup>.

### 6.1 Torrente Saccione

Il Torrente Saccione interseca la ferrovia in progetto alla progressiva 15+500 dove sarà realizzato un viadotto in affiancamento al "Ponte Saccione" dell'autostrada A14.

Per il calcolo del tempo di corrivazione, come specificato nel paragrafo 5.1, si possono applicare tutte le formule eccetto quella di Kirpich. Sono state applicate quindi le formulazioni di Ventura, Pasini, Viparelli, Pezzoli, Kerby, Giandotti. Alla luce dei risultati ottenuti, si è deciso di adottare il valore del tempo di corrivazione fornito dalla relazione di Giandotti, minore rispetto a quello derivante dalle altre relazioni, e quindi più cautelativo.

Per la stima dei parametri  $a$  e  $n$  della CPP riferiti all'area oggetto di studio, si è proceduto moltiplicando i parametri di pioggia "indice" per il coefficiente di crescita  $K_T$  (Tabella 8).

	$T_r$ 30 anni	$T_r$ 100 anni	$T_r$ 200 anni	$T_r$ 300 anni
$a_{\text{indice}}$ [mm/h]	22.6	22.6	22.6	22.6
$n$	0.34	0.34	0.34	0.34
$a$ [mm/h]	42.92	55.28	63.94	69.63

**Tabella 8. Parametri a, n di progetto.**

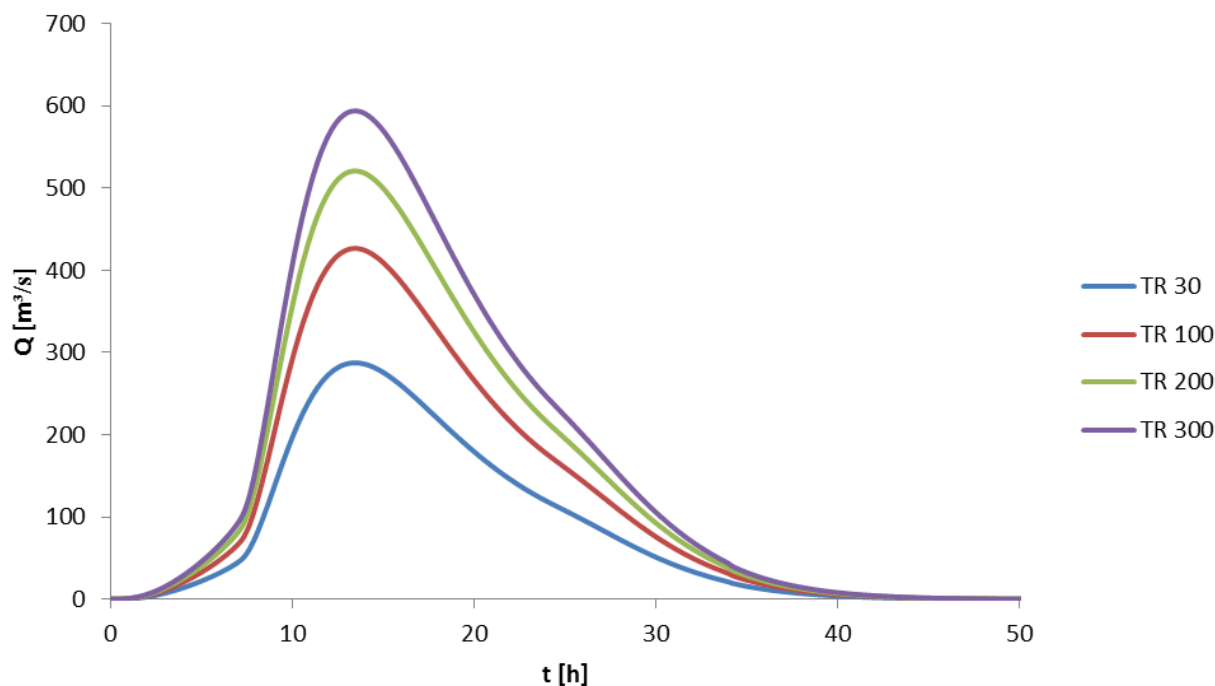
Tempo di corrivazione (Giandotti)  $t_c = 10.59$  [h]

$$\text{Intensità critica di pioggia } i_c = K_{\text{pioggie}}(T) \cdot a \cdot t_c^{n-1}$$

Le elaborazioni così effettuate hanno fornito l'onda di piena definita dal seguente idrogramma:

	Linea Pescara- Bari – Raddoppio della tratta ferroviaria Termoli-Lesina – Lotti 2 e 3 – Raddoppio Termoli - Ripalta					
	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RELAZIONE IDROLOGICA	LI02	02	D 09 RI	ID0001 001	A	24 DI 38

### Bacino B6 (Saccione)



Nella tabella seguente, si riportano i corrispondenti valori di portata al colmo.

<i>Tr</i>	<i>30 anni</i>	<i>100 anni</i>	<i>200 anni</i>	<i>300 anni</i>
$Q_{colmo} [mc/s]$	287.5	426.7	520.9	594.0

**Tabella 9. T. Saccione: valori della portata al colmo per differenti tempi di ritorno.**

## 6.2 Canale Capo d'Acqua

Il Canale Capo d'Acqua interseca la ferrovia in progetto alla progressiva 22+000 km. In questo caso la sezione di chiusura posta in concomitanza della suddetta sezione individua un unico bacino.

Per il calcolo del tempo di corrivazione, si fa riferimento alla media dei valori stimati tramite le formule di Ventura; Pasini; Viparelli, Pezzoli e Kerby.

In modo analogo al bacino del T. Saccione, per la stima dei parametri  $a$  e  $n$  della CPP riferiti all'area oggetto di studio, si è operato moltiplicando i parametri di pioggia "indice" per il coefficiente di crescita  $K_T$ .

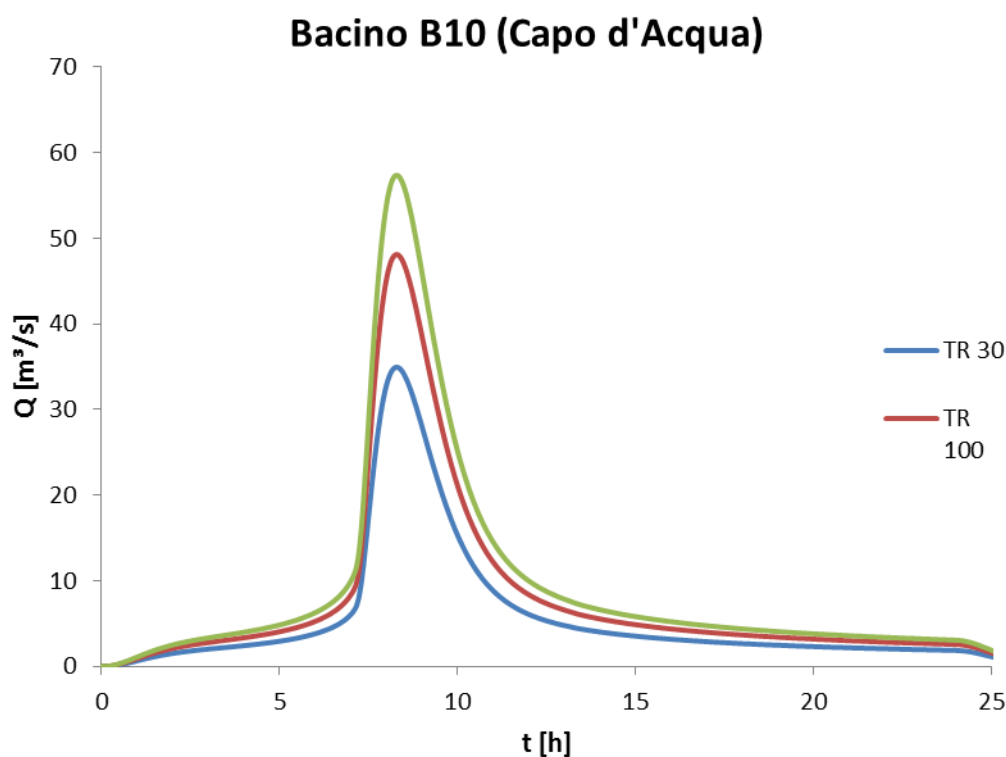


	Linea Pescara- Bari – Raddoppio della tratta ferroviaria Termoli-Lesina – Lotti 2 e 3 – Raddoppio Termoli - Ripalta					
	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RELAZIONE IDROLOGICA	LI02	02	D 09 RI	ID0001 001	A	25 DI 38

Tempo di corrivazione  $t_c = 1.99$  [h]

$$\text{Intensità critica di pioggia } i_c = K_{\text{pioggie}}(T) \cdot a \cdot t_c^{n-1}$$


Le elaborazioni così effettuate hanno fornito l'onda di piena definita dal seguente idrogramma:



Di seguito, i corrispondenti valori di portata al colmo.

<i>Tr</i>	<i>30 anni</i>	<i>100 anni</i>	<i>200 anni</i>
$Q_{\text{colmo}} [mc/s]$	34.96	48.08	57.32

**Tabella 10. C. Capo d'Acqua: valori della portata al colmo per differenti tempi di ritorno.**

	<b>Linea Pescara- Bari – Raddoppio della tratta ferroviaria Termoli-Lesina – Lotti 2 e 3 – Raddoppio Termoli - Ripalta</b>					
	<b>RELAZIONE IDROLOGICA</b>	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA D 09 RI	DOCUMENTO ID0001 001	REV. A

### 6.3 Corsi d'acqua secondari

#### CALCOLO DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE

Di seguito, si riportano i valori del tempo di corrivazione per i bacini idrografici minori, ottenuti applicando le differenti formulazioni, introdotte nel capitolo precedente.

N. bacino	Complesso del Saccione			$t_c$ [h]				$t_c$ calcolo [h]
	Giandotti	Ventura	Pasini	Viparelli	Kirpich	Pezzoli	Kerby	
1	-	2.38	2.49	1.39	1.05	1.98	1.53	1.80
2	-	1.44	1.34	0.83	0.54	0.84	1.02	1.00
3	-	1.53	1.77	1.53	0.94	1.72	1.43	1.49
4	-	2.22	2.37	1.71	1.05	1.99	1.53	1.81
5	-	1.66	1.83	1.14	0.89	1.60	1.38	1.42
6(Saccione)	10.59	14.56	15.49	8.64	4.59	13.49	3.73	10.59
7	-	1.13	1.13	0.47	0.52	0.80	1.00	0.84
8	-	5.91	5.79	0.97	1.81	4.03	2.12	3.44

**Tabella 11. Bacino del T. Saccione – Corsi d'acqua minori: valori del tempo di corrivazione.**

N. bacino	Complesso del Capo d'Acqua			$t_c$ [h]				$t_c$ calcolo [h]
	Giandotti	Ventura	Pasini	Viparelli	Kirpich	Pezzoli	Kerby	
9	-	0.66	0.77	0.78	0.50	0.75	0.97	0.74
10	-	1.98	2.38	2.06	1.27	2.54	1.71	1.99
11	-	0.37	0.33	0.22	0.16	0.18	0.50	0.29
11-1	-	0.26	0.24	0.18	0.14	0.14	0.44	0.23
12	-	0.66	0.70	0.60	0.40	0.57	0.85	0.63
13	-	0.33	0.27	0.11	0.13	0.13	0.43	0.25
14	-	0.45	0.35	0.11	0.14	0.15	0.46	0.28
15	-	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.17	0.25
16	-	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.17	0.25
17	-	0.35	0.32	0.25	0.18	0.20	0.52	0.30
18	-	0.18	0.15	0.11	0.08	0.07	0.31	0.25
19	-	0.07	0.06	0.06	0.04	0.03	0.21	0.25
20	-	0.07	0.06	0.05	0.04	0.02	0.20	0.25
21	-	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0.14	0.25
22	-	0.32	0.27	0.18	0.13	0.14	0.44	0.45

**Tabella 12. Località Capo d'Acqua – Corsi d'acqua minori: valori del tempo di corrivazione.**

Come è possibile osservare dalle tabelle precedenti, nelle condizioni di tempo di corrivazione eccessivamente ridotto, si è deciso di adottare un valore minimo di 15 minuti.

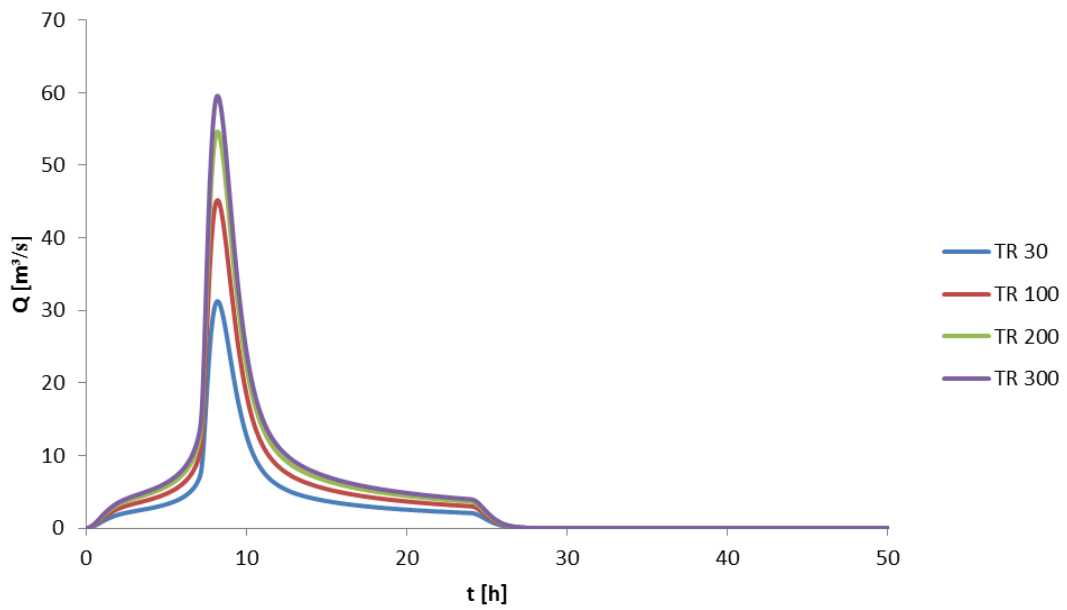
	Linea Pescara- Bari – Raddoppio della tratta ferroviaria Termoli-Lesina – Lotti 2 e 3 – Raddoppio Termoli - Ripalta				
	<b>RELAZIONE IDROLOGICA</b>	PROGETTO LI02	LOTTO 02	CODIFICA DOCUMENTO D 09 RI ID0001 001	REV. A

IDROGRAMMI E VALORI DI PORTATA

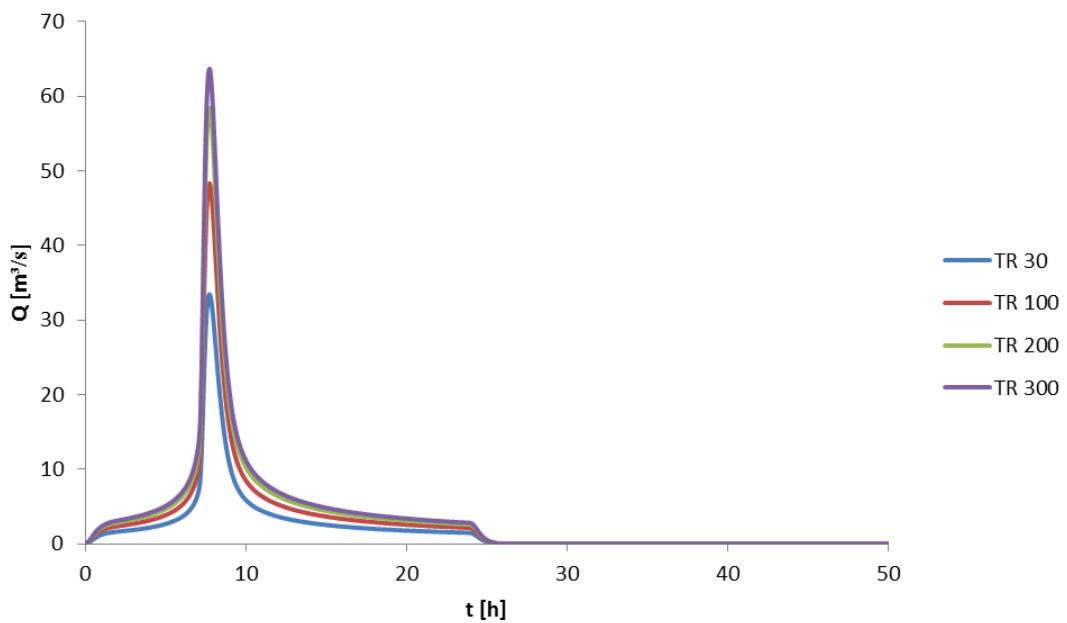
Si riportano gli idrogrammi per i vari bacini oggetto di studio al variare dei tempi di ritorno.

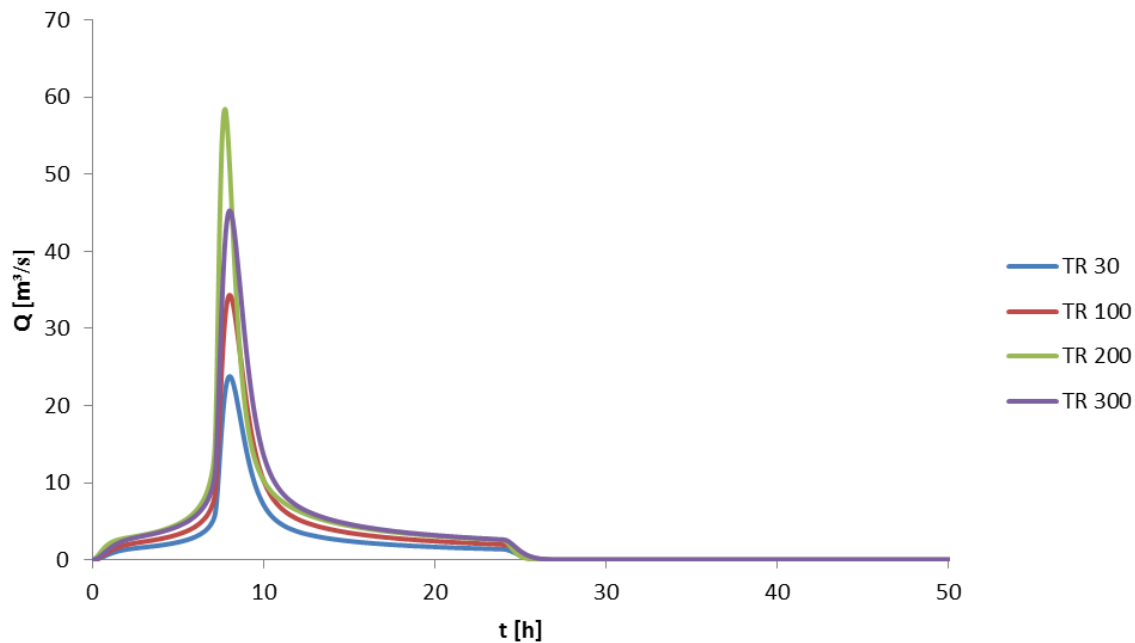
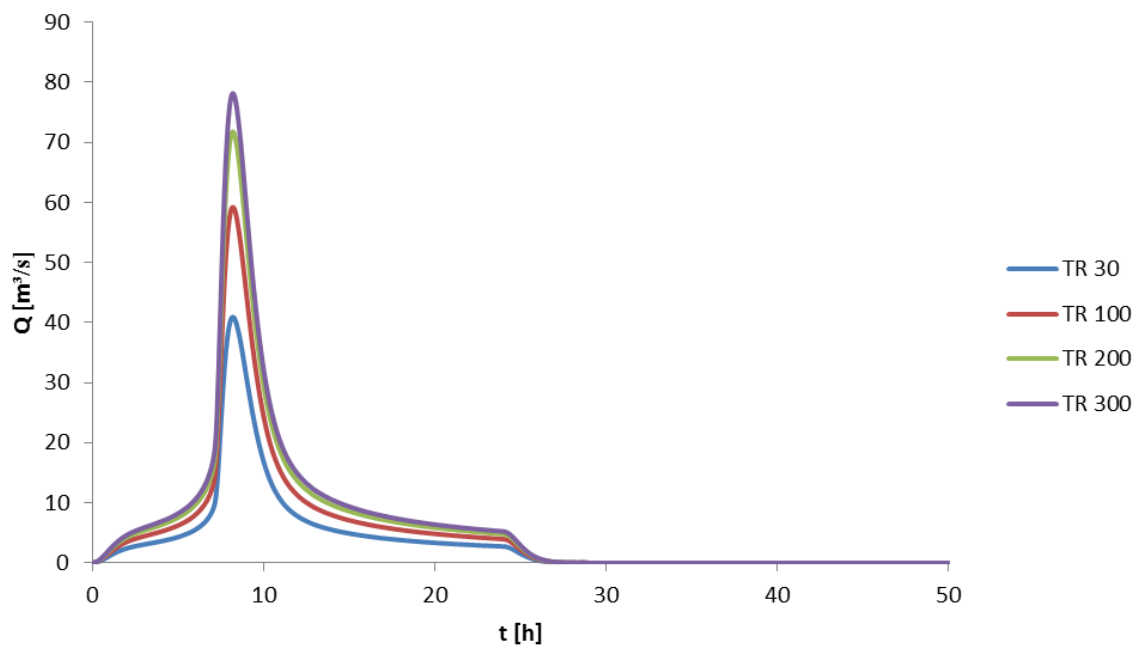
*BACINO DEL T. SACCIONE*

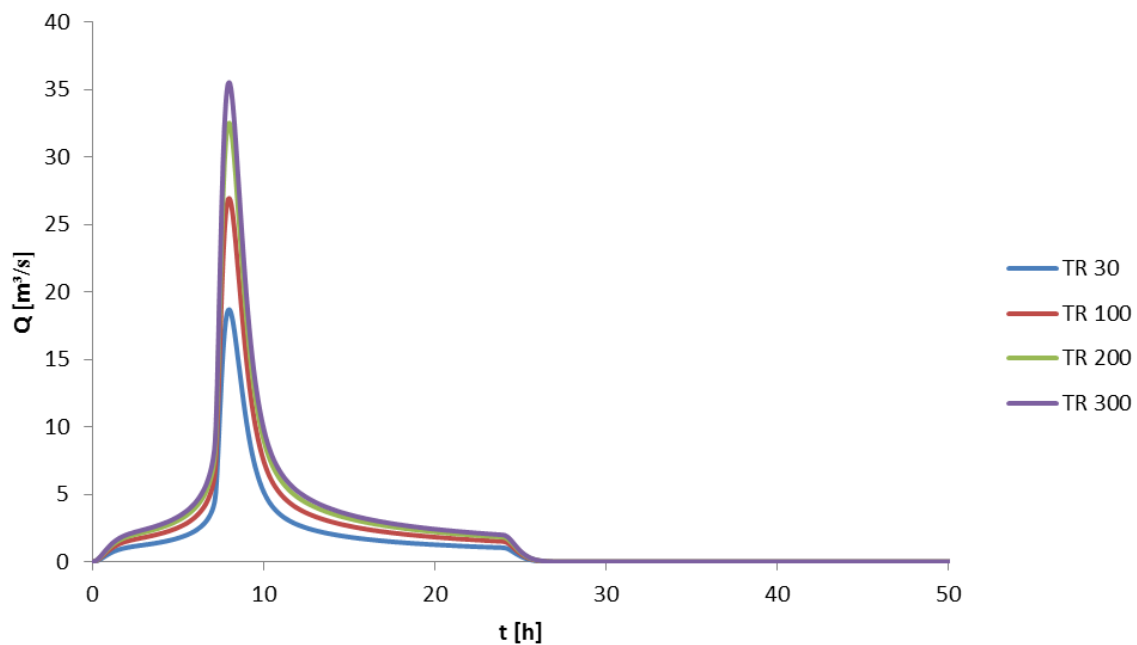
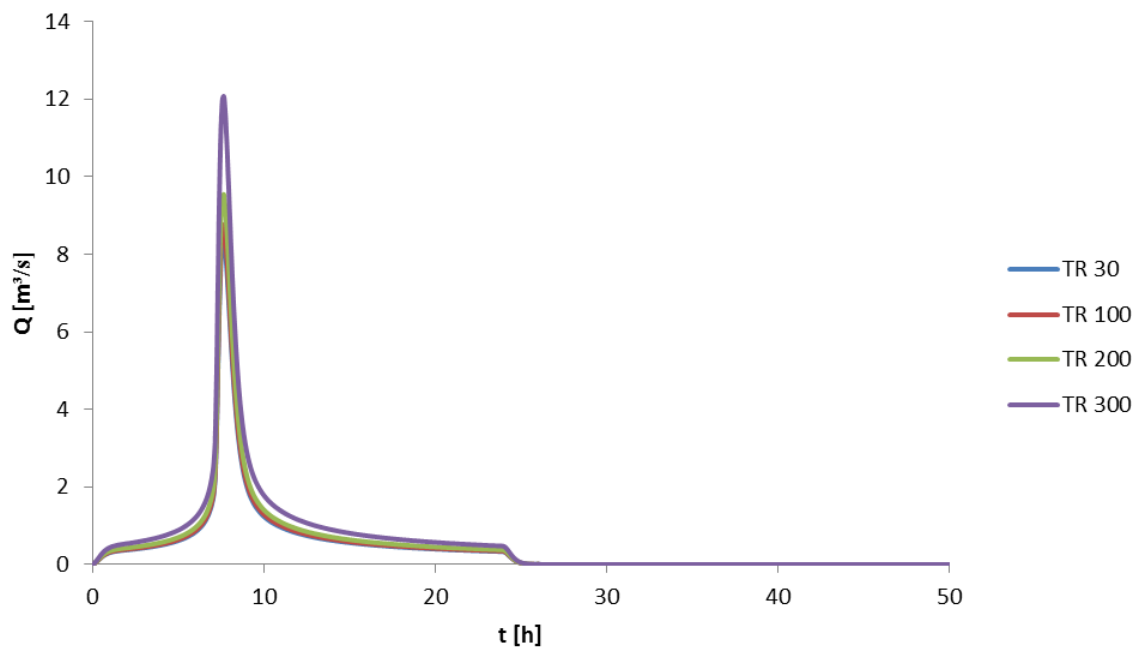
Bacino B1




Bacino B2

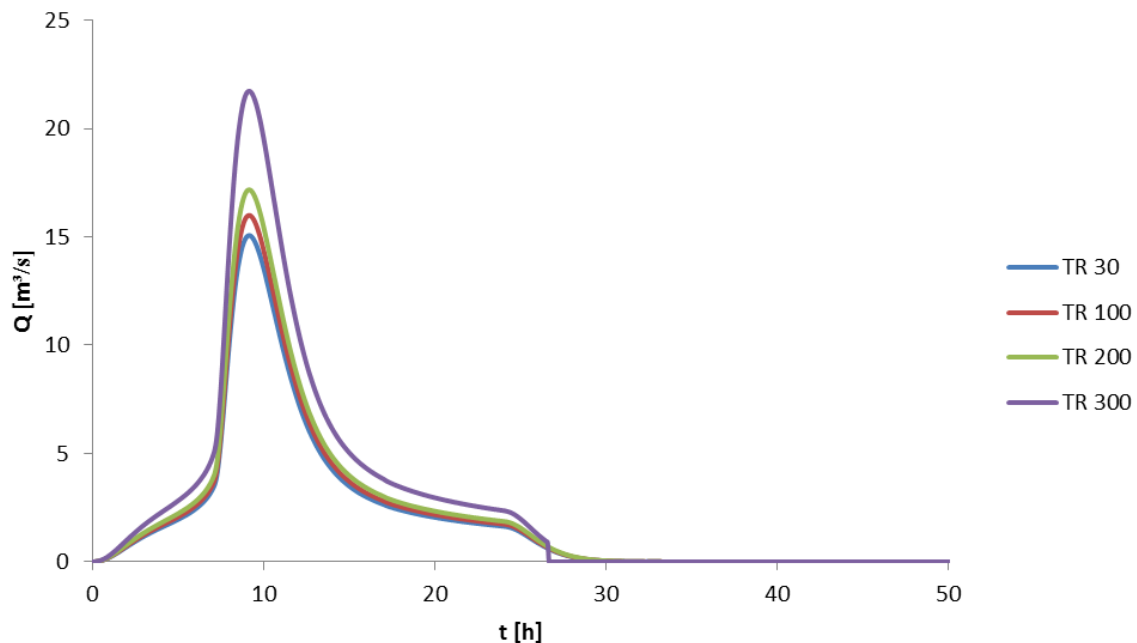


**Bacino B3****Bacino B4**

**RELAZIONE IDROLOGICA**PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO  
LI02 02 D 09 RI ID0001 001 A 29 DI 38**Bacino B5****Bacino B7**

	Linea Pescara- Bari – Raddoppio della tratta ferroviaria Termoli-Lesina – Lotti 2 e 3 – Raddoppio Termoli - Ripalta					
	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RELAZIONE IDROLOGICA	LI02	02	D 09 RI	ID0001 001	A	30 DI 38

### Bacino B8



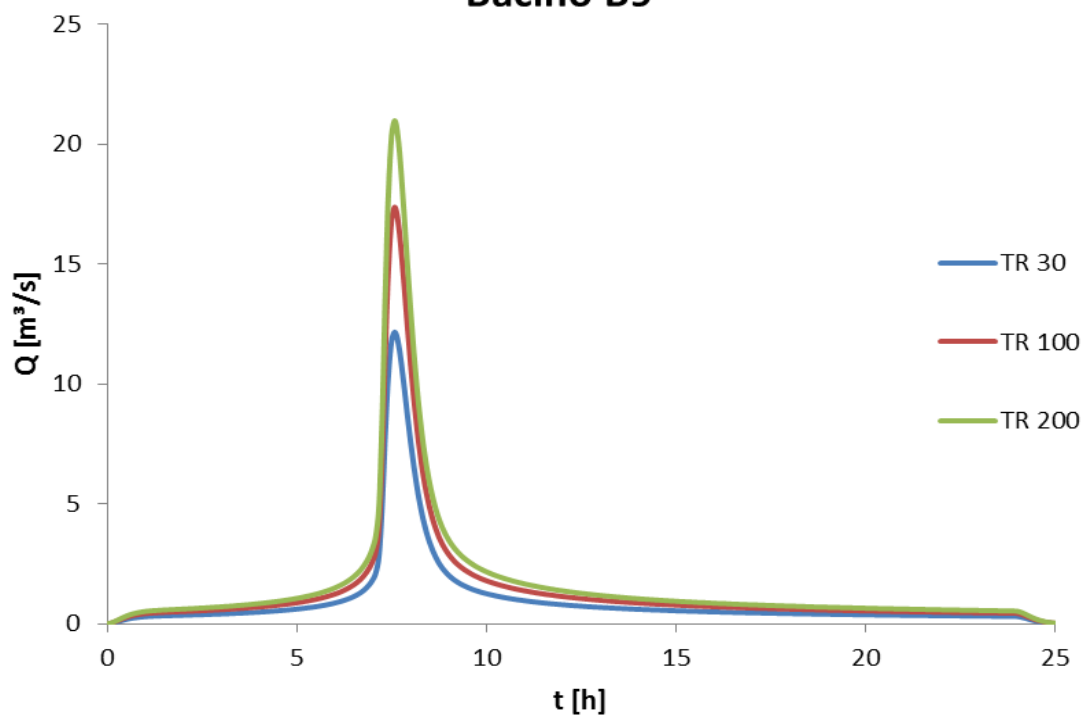
Di seguito, la tabella riepilogativa delle portate al colmo relative ai corsi d'acqua minori del Bacino del T. Saccione.

<i>Complesso del T. Saccione</i>					
N. Bacino	<i>A</i>	$Q_{Tr30}$	$Q_{Tr100}$	$Q_{Tr200}$	$Q_{Tr300}$
	<i>Km<sup>2</sup></i>	<i>m<sup>3</sup>/s</i>	<i>m<sup>3</sup>/s</i>	<i>m<sup>3</sup>/s</i>	<i>m<sup>3</sup>/s</i>
<b>1</b>	6.70	31.2	45.2	54.6	59.5
<b>2</b>	4.86	33.5	48.3	58.4	63.7
<b>3</b>	4.49	23.8	34.3	58.4	45.3
<b>4</b>	8.83	40.9	59.2	71.7	78.1
<b>5</b>	3.41	18.7	26.9	32.5	35.5
<b>6</b>	211.44	287.5	426.7	520.9	594.0
<b>7</b>	1.08	8.4	8.8	9.5	12.1
<b>8</b>	4.93	15.1	16.0	17.2	21.7

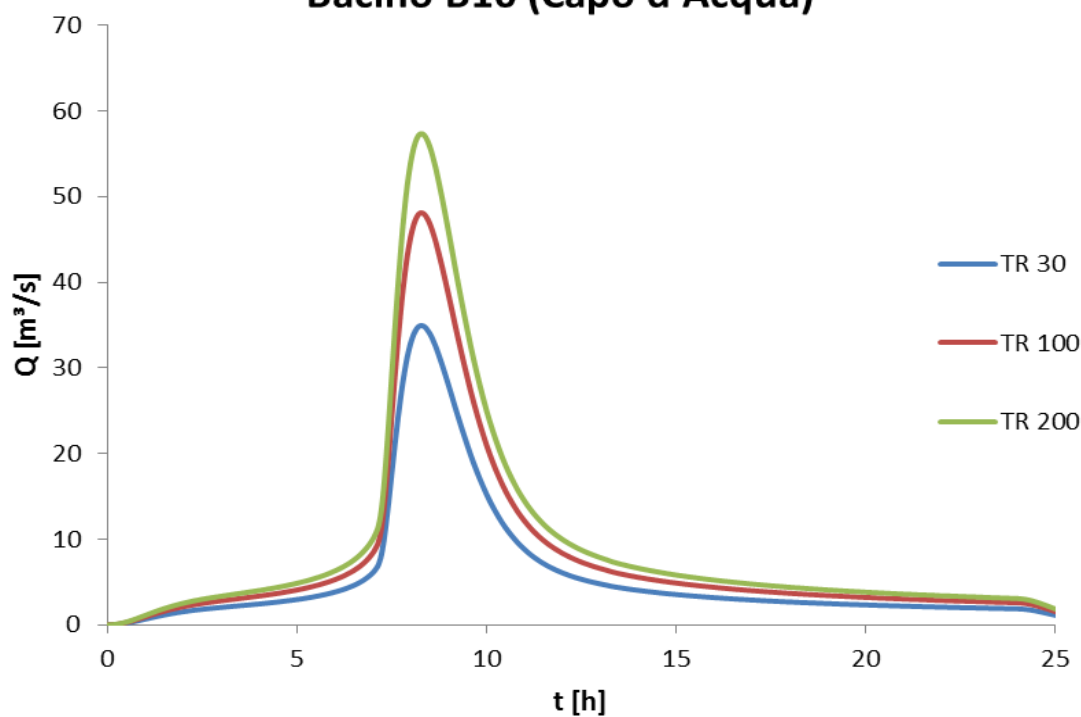
**Tabella 13. Bacino del T. Saccione: portate al colmo relative ai bacini idrografici minori.**

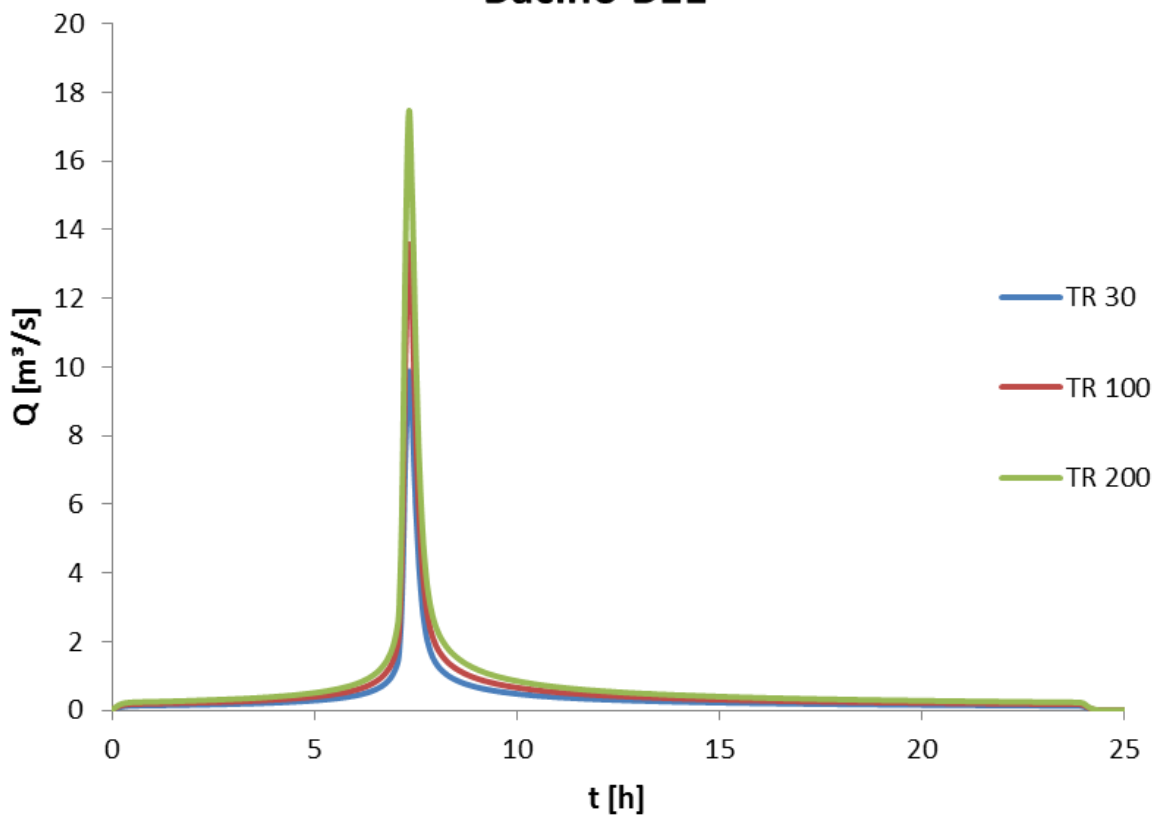
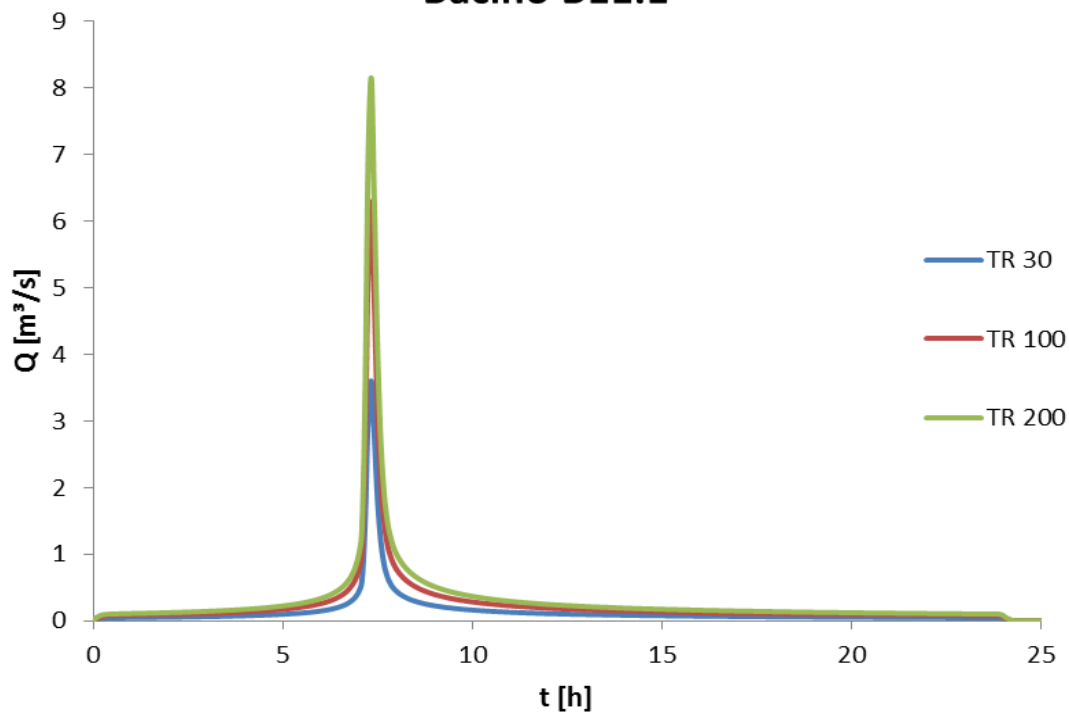
LOCALITA' CAPO D'ACQUA

### Bacino B9

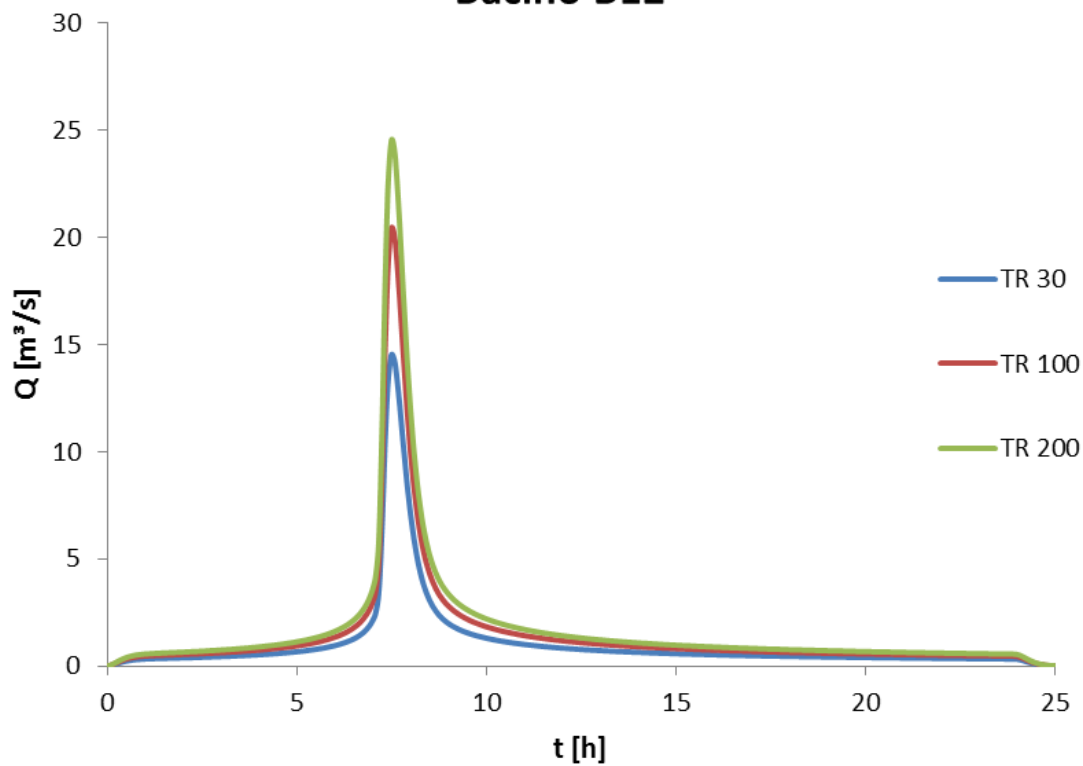
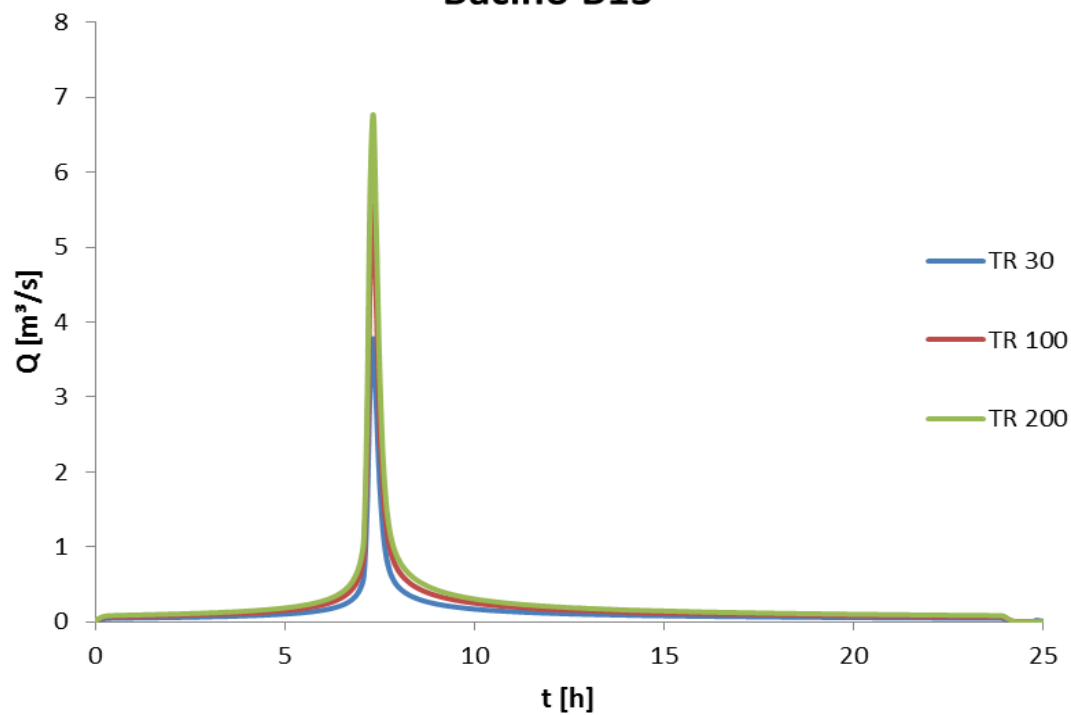


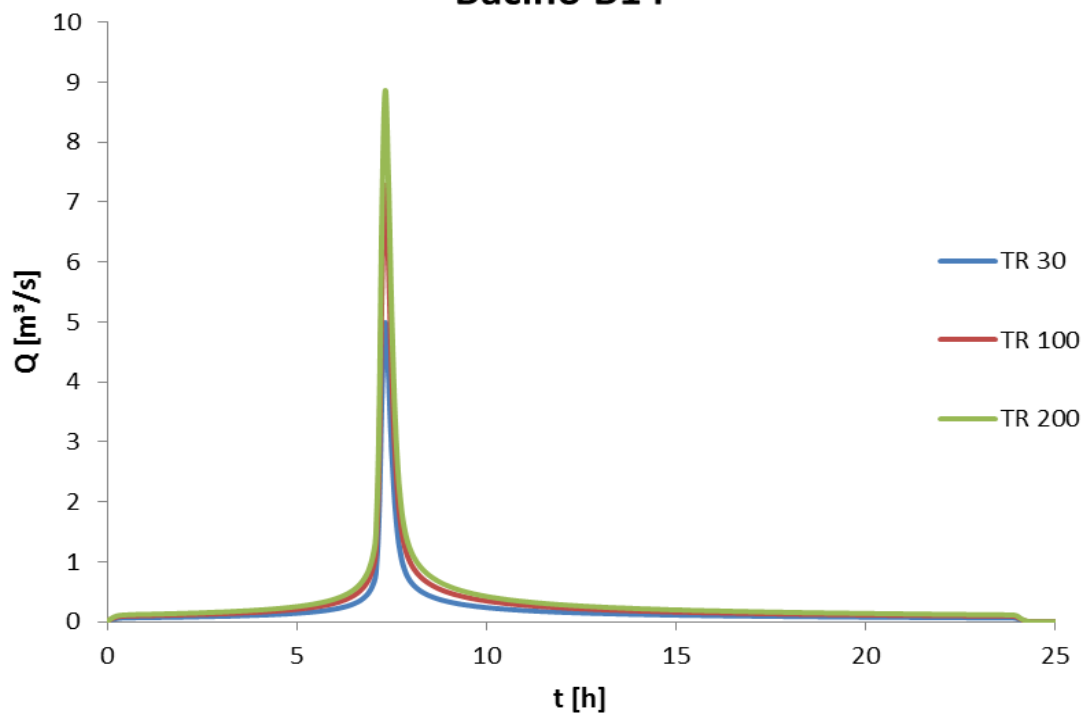
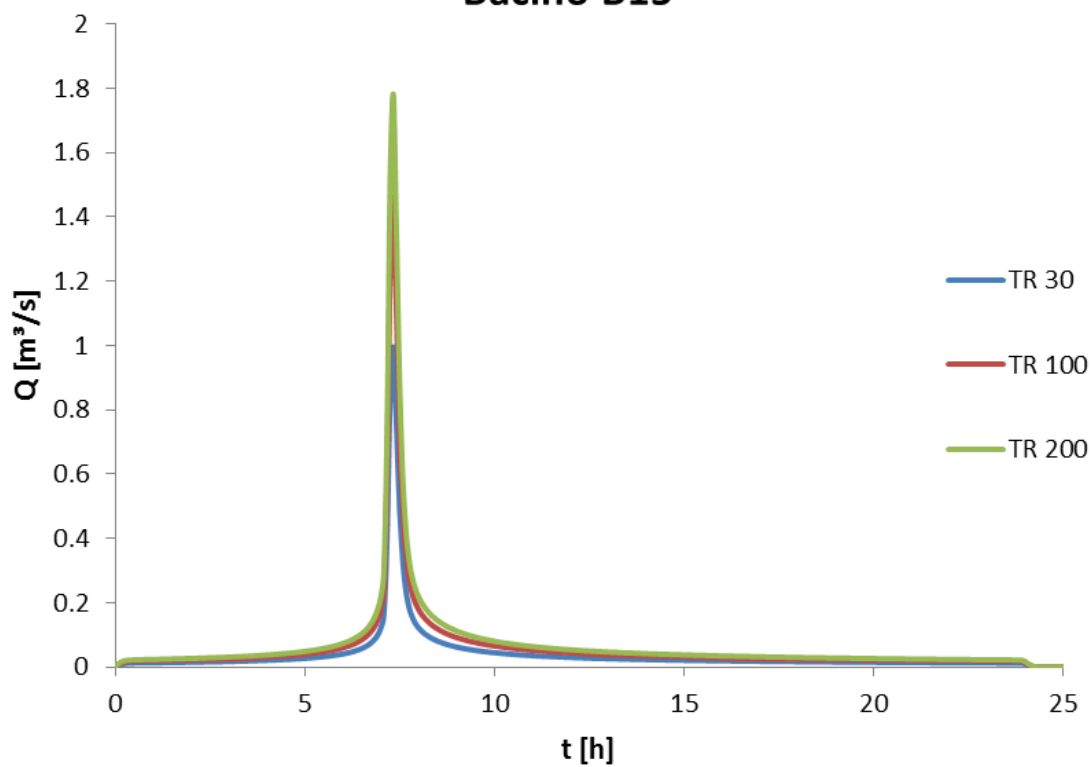
### Bacino B10 (Capo d'Acqua)

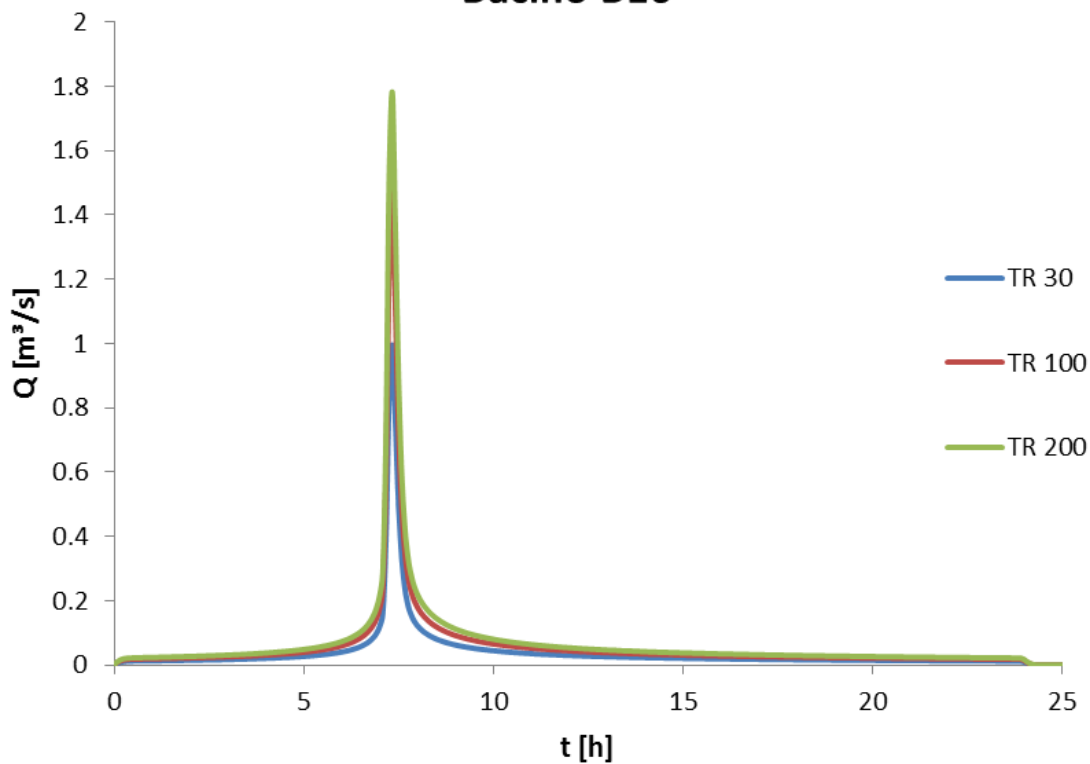
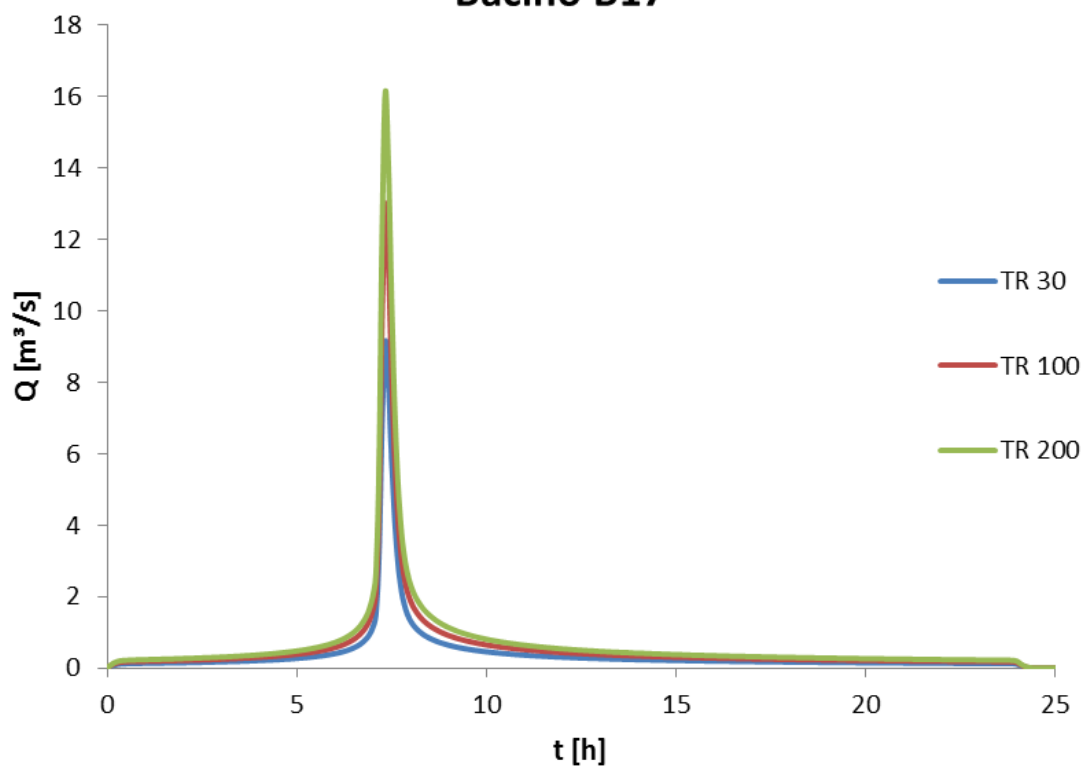


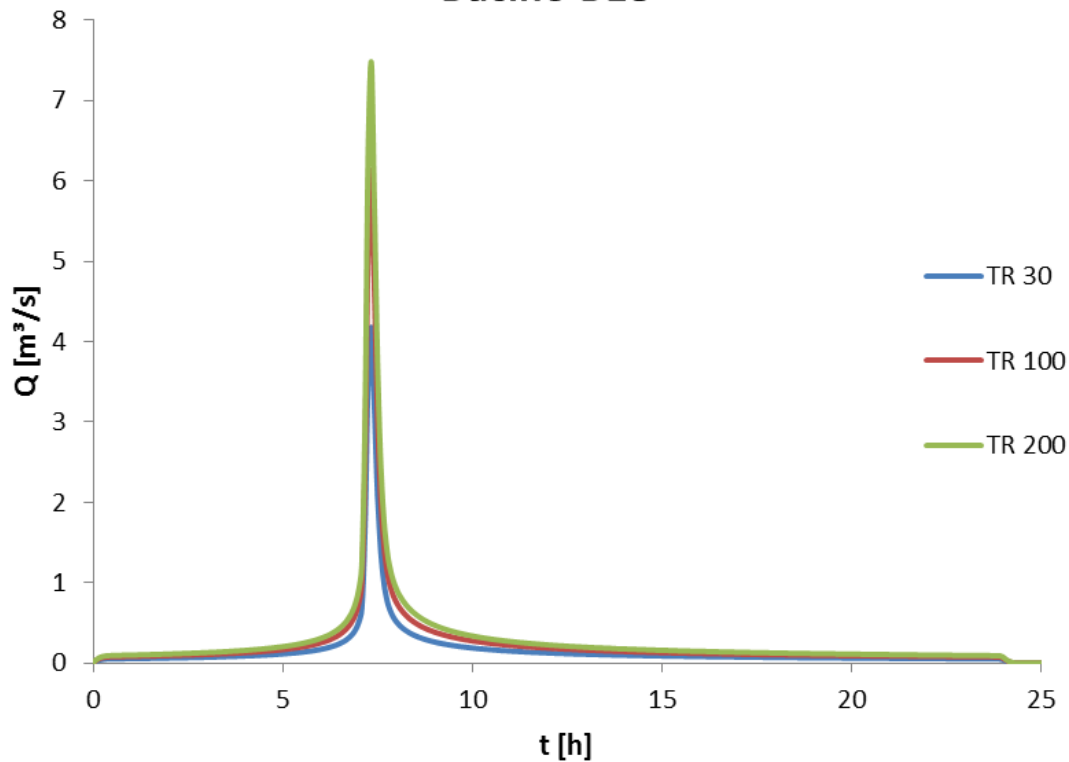
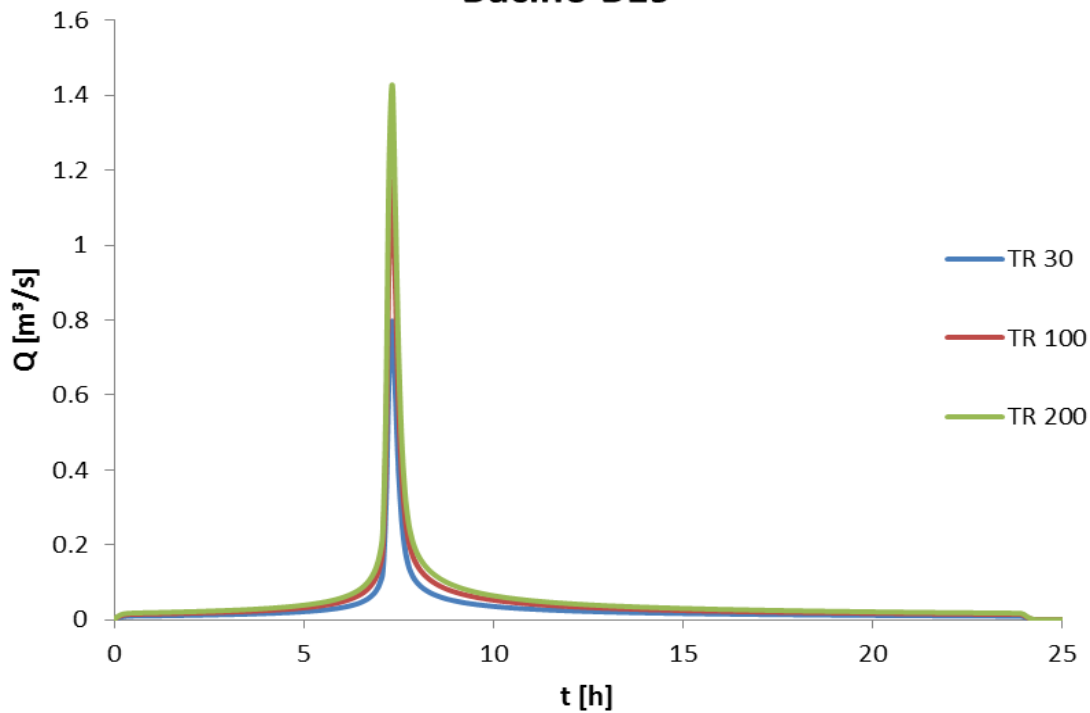
**Bacino B11****Bacino B11.1**

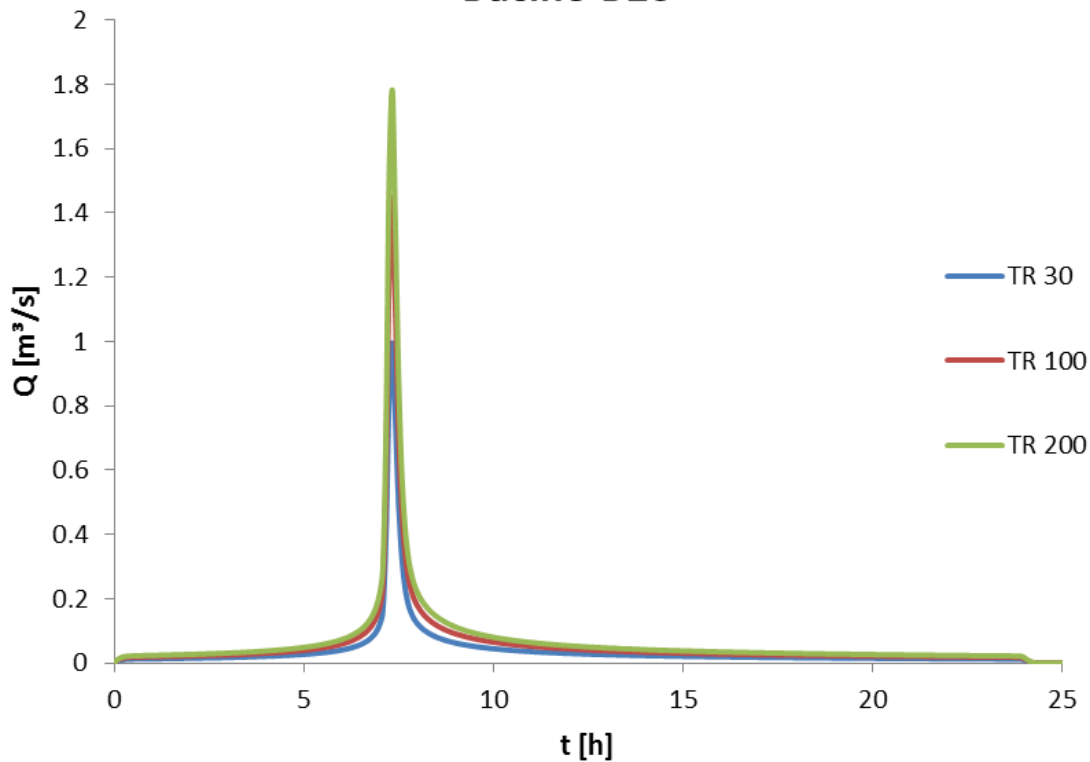
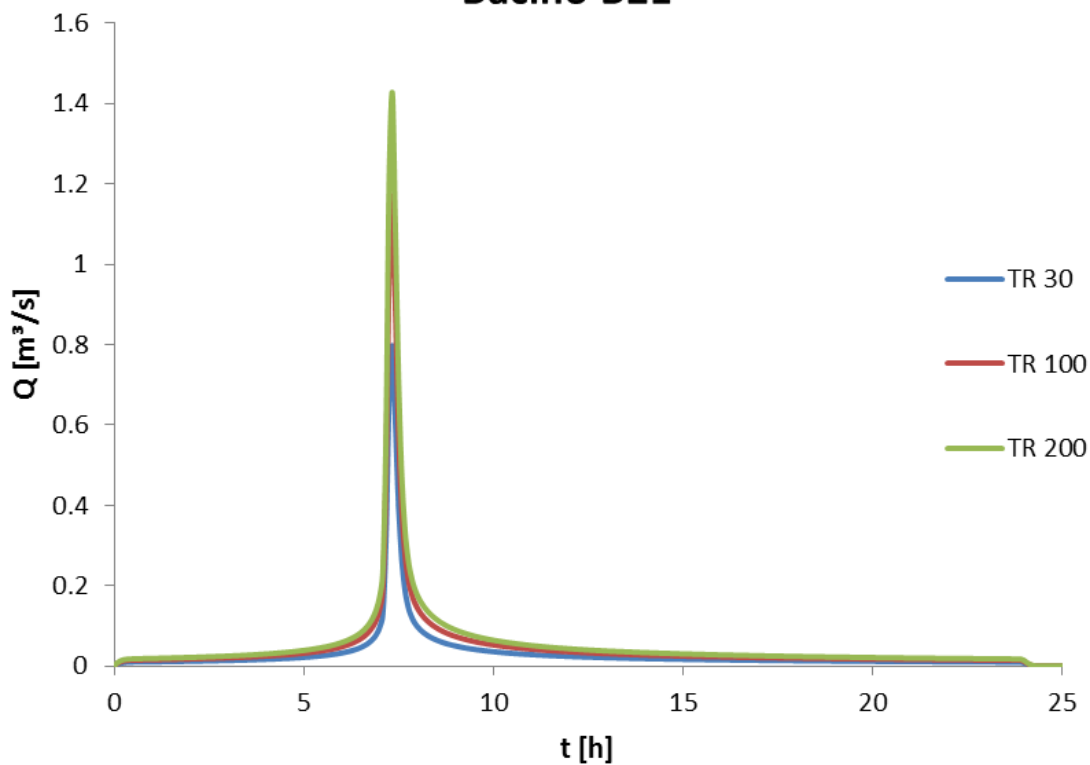


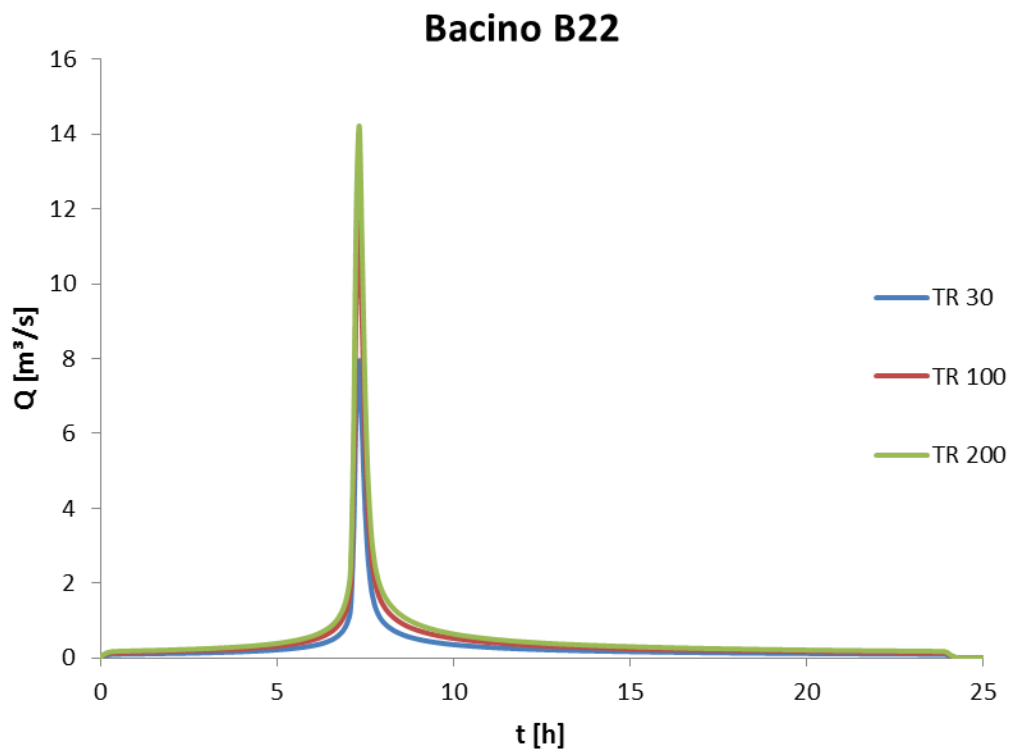
**Bacino B12****Bacino B13**

**Bacino B14****Bacino B15**

**Bacino B16****Bacino B17**

**Bacino B18****Bacino B19**

**Bacino B20****Bacino B21**



Si riporta la tabella riepilogativa delle portate per i vari bacini utilizzando, come per i bacini principali:

<i>Complesso del Capo d'Acqua</i>				
N. Bacino	<i>A</i>	$Q_{Tr30}$	$Q_{Tr100}$	$Q_{Tr200}$
	$Km^2$	$m^3/s$	$m^3/s$	$m^3/s$
9	1.15	12.2	17.4	21.0
10	6.23	34.93	48.08	57.32
11	0.52	9.87	13.57	17.45
11.1	0.29	3.60	6.29	8.15
12	1.17	14.54	20.46	24.55
13	0.19	3.78	5.54	6.76
14	0.26	4.99	7.29	8.86
15	0.05	0.99	1.46	1.78
16	0.05	1.00	1.49	1.80
17	0.49	9.14	12.99	16.12
18	0.21	4.17	6.13	7.47
19	0.04	0.80	1.17	1.43
20	0.05	0.99	1.45	1.78
21	0.04	0.80	1.17	1.43
22	0.40	7.94	11.65	14.21

**Tabella 14. Località Capo d'Acqua: portate al colmo per i bacini idrografici minori.**