

COMMITTENTE:



DIREZIONE INVESTIMENTI
DIREZIONE PROGRAMMI INVESTIMENTI
DIRETTRICE SUD - PROGETTO ADRIATICA

DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

Mandataria

Mandanti



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA

MANDANTI



PROGETTO ESECUTIVO

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

IDRAULICA

Relazione Idrologica

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

L'Appaltatore **A.A.D'AGOSTINO COSTRUZIONI GENERALI S.r.l.**
Ing. Gianguido Babini
Il Direttore Tecnico
(Ing. Gianguido Babini)

I progettisti (il Direttore della progettazione)
Ing. Massimo Facchini

Data 18/12/2022

firma

Data 18/12/2022

firma

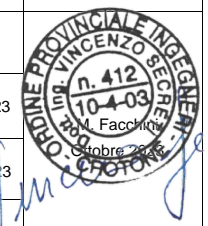


COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA / DISCIPLINA	PROGR	REV	SCALA
L I O B	0 2	E	Z Z	R I	I D 0 0 0 1	0 0 1	C	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato/Data
A	Prima emissione	C.Cofone	Dicembre 2022	O.Caruso	Dicembre 2022	V.Secreti	Dicembre 2022	
B	Revisione a seguito di RdV	C.Cofone	Giugno 2023	O.Caruso	Giugno 2023	V.Secreti	Giugno 2023	
C	Revisione a seguito di RdV	C.Cofone	Ottobre 2023	O.Caruso	Ottobre 2023	V.Secreti	Ottobre 2023	

File: LI0B02EZZRIID0001001B.DOTX

n. Elab.



Handwritten signature and notes in blue ink.

MANDATARIA  CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.R.L.	MANDANTI 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Relazione Idrologica	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC RI	OPERA 7 DISCIPLINA ID 00 01			PROGR 001

INDICE

1	PREMESSA.....	4
2	DOCUMENTI E NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
3	INQUADRAMENTO DELL'AREA	6
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.....	12
4	STUDIO IDROLOGICO	16
4.1	Procedura VAPI.....	16
4.2	Cenni sul modello TCEV.....	16
4.3	L'inferenza statistica regionale.....	18
4.4	Calcolo delle curve di possibilità pluviometrica	19
5	ANALISI METODOLOGICA PER LA DERIVAZIONE DEGLI IDROGRAMMI DI PIENA 21	
5.1	Metodo di trasformazione Afflussi-Deflussi.....	21
6	IDROGRAMMI DI PROGETTO	25
6.1	Torrente Saccione.....	25
6.2	Canale Capo d'Acqua.....	26
6.3	Corsi d'acqua secondari	28

MANDATARIA  CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.R.L.	MANDANTI 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Relazione Idrologica	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR
	LI0B		02	E	ZZ	RI	ID	00	01	001	B

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1. Inquadramento della linea ferroviaria TERMOLI-LESINA.....	4
Figura 2. Bacini idrografici dei corsi d’acqua oggetto di studio.....	8
Figura 3. Bacino idrografico del Fiume Saccione.....	9
Figura 4. Viadotto Saccione.....	9
Figura 5. Curva ipsografica del bacino del T. Saccione.....	10
Figura 6. Bacino Canale Capo d'Acqua.....	11
Figura 7. Curva ipsografica del bacino del C. Capo d’Acqua.....	12
Figura 8. Bacino idrografici minori – Bacino del T. Saccione.....	13
Figura 9. Bacini idrografici minori - Località Capo d'Acqua.....	14
Figura 10. Curva di crescita delle piogge e sua regressione lineare.....	20
Figura 11 Esempio di ietogramma Chicago.....	23

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1. Parametri morfometrici del bacino del T. Saccione.....	10
Tabella 2. Parametri morfometrici del bacino del C. Capo d’Acqua.....	11
Tabella 3. Caratteristiche morfologiche dei bacini idrografici minori – T. Saccione.....	15
Tabella 4. Caratteristiche morfologiche dei bacini idrici del Capo d'Acqua.....	15
Tabella 5. Parametri del modello TCEV delle piogge al 1° e 2° livello di regionalizzazione.....	18
Tabella 6. Valori del parametro KT delle piogge al variare del tempo di ritorno.....	19
Tabella 7. Valori dei parametri della curva di crescita delle piogge K_T	20
Tabella 8. Parametri a, n di progetto.....	25
Tabella 9. T. Saccione: valori della portata al colmo per differenti tempi di ritorno.....	26
Tabella 10. C. Capo d’Acqua: valori della portata al colmo per differenti tempi di ritorno.....	27
Tabella 11. Bacino del T. Saccione – Corsi d’acqua minori: valori del tempo di corrivazione.....	28
Tabella 12. Località Capo d’Acqua – Corsi d’acqua minori: valori del tempo di corrivazione.....	28
Tabella 13. Bacino del T. Saccione: portate al colmo relative ai bacini idrografici minori.....	34
Tabella 14. Località Capo d’Acqua: portate al colmo per i bacini idrografici minori.....	43

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.R.L.	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
		Relazione Idrologica		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV
		LI0B	02	E	ZZ	RI	ID	00	01	001	B	4

1 PREMESSA

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

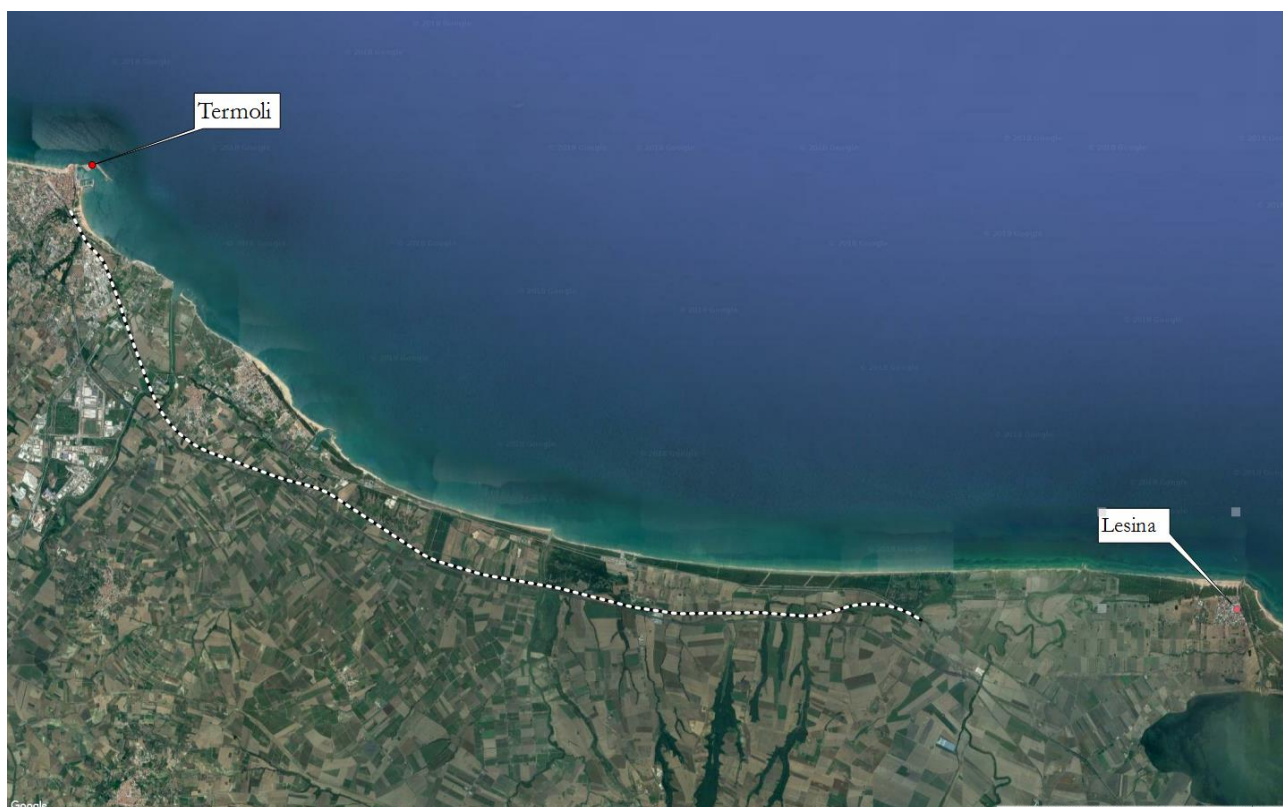


Figura 1. Inquadramento della linea ferroviaria TERMOLI-LESINA.

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 500 anni). Lo studio idrologico è articolato nelle seguenti fasi:

 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	Relazione Idrologica	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
LI0B		02	E	ZZ	RI	ID	00	01	001	B	5

- 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, 500 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 1x1m e 2x2m.

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

2 DOCUMENTI E NORMATIVA 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*, Perugina, 1978;
- Rossi F., Fiorentino M., Versace 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;

 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	Relazione Idrologica	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
LI0B		02	E	ZZ	RI	ID	00	01	001	B	6

- Viparelli C., *Ricostruzione dell'idrogramma di piena*, L'Energia Elettrica, 6, 421-428, 1963;
- 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 2018 - 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 versione RFIDTCSIMAIIFS001D
- 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”*.
- AUTORITA' DI BACINO MERIDIONALE, *Aggiornamento Piano di Gestione del rischio di alluvioni II Ciclo (2016/2021)*.

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 Km², 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

<p>MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.R.L.</p> <p>MANDANTI HYpro S.P.A.</p>	<p>LINEA PESCARA – BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</p> <p>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</p>										
<p>Relazione Idrologica</p>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	RI	ID	00	01	001	B	7

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 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.

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.R.L.	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA											
		Relazione Idrologica			COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV
			LI0B	02	E	ZZ	RI	ID	00	01	001	B	8

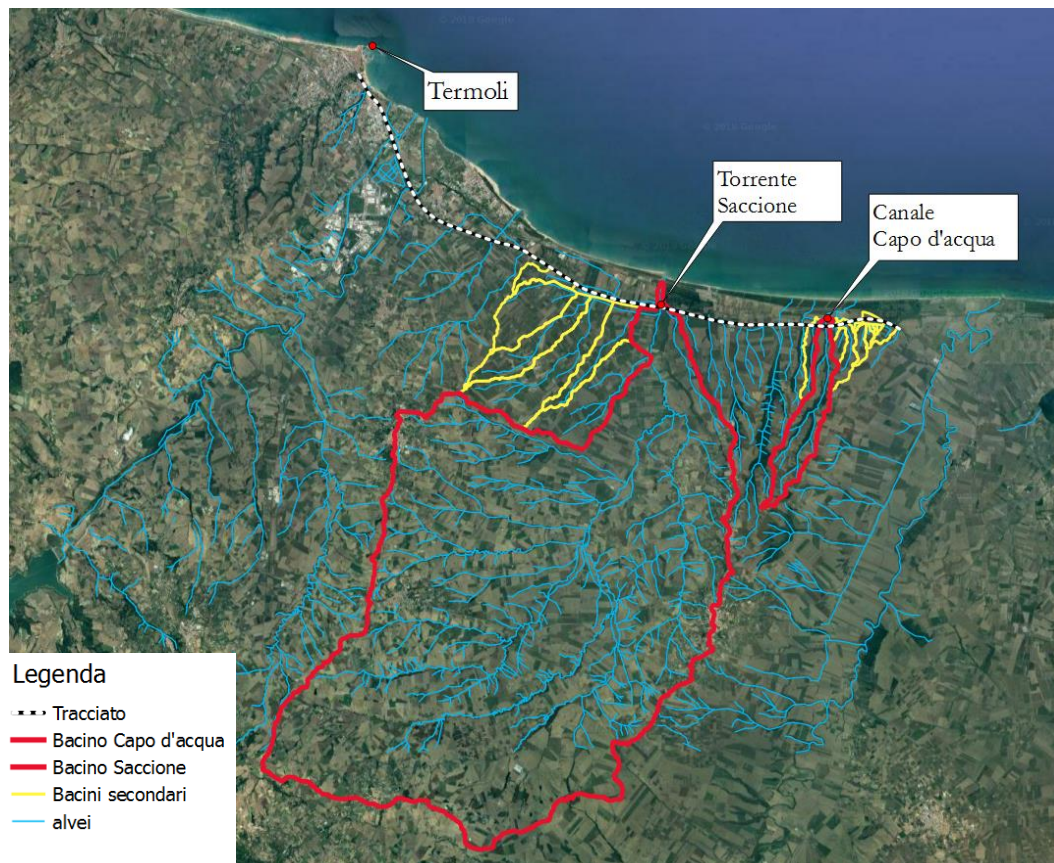


Figura 2. Bacini idrografici dei corsi d'acqua oggetto di studio.

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 km². 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.

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small>	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA											
		Relazione Idrologica			COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV
			LI0B	02	E	ZZ	RI	ID	00	01	001	B	9

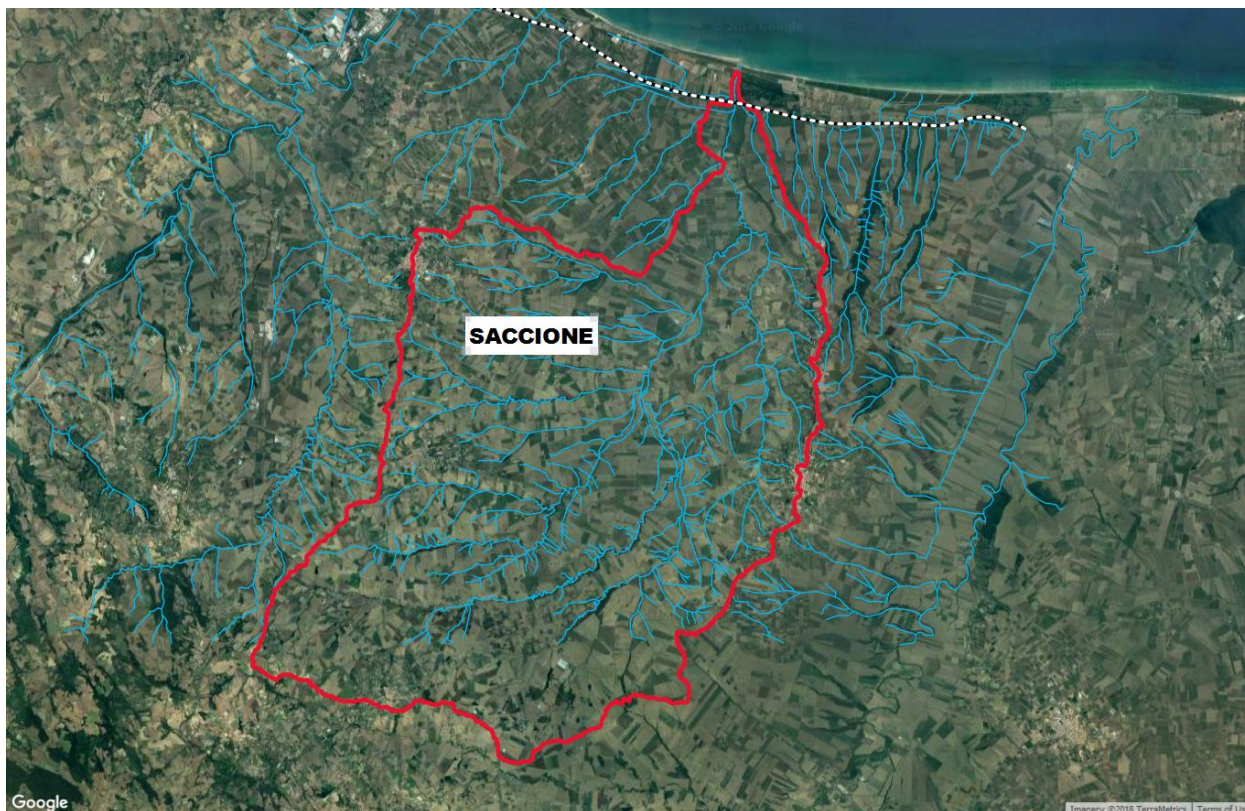


Figura 3. Bacino idrografico del Fiume Saccione



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).

Relazione Idrologica	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	RI	ID	00	01	001	B	10

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	1.6	153.17	502.00	1.98	31.10

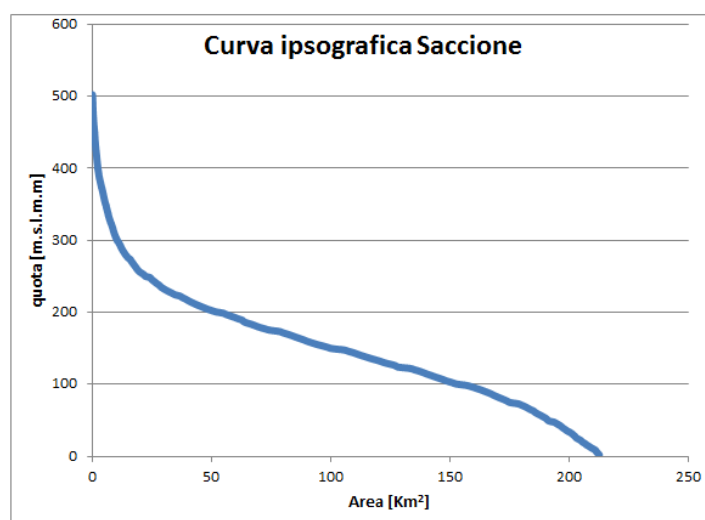


Figura 5. Curva ipsografica del bacino del T. Saccione.

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 km²; il suo unico affluente si innesta a circa metà del suo percorso in sinistra idraulica.

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.R.L.	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA											
		Relazione Idrologica			COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV
			LI0B	02	E	ZZ	RI	ID	00	01	001	B	11

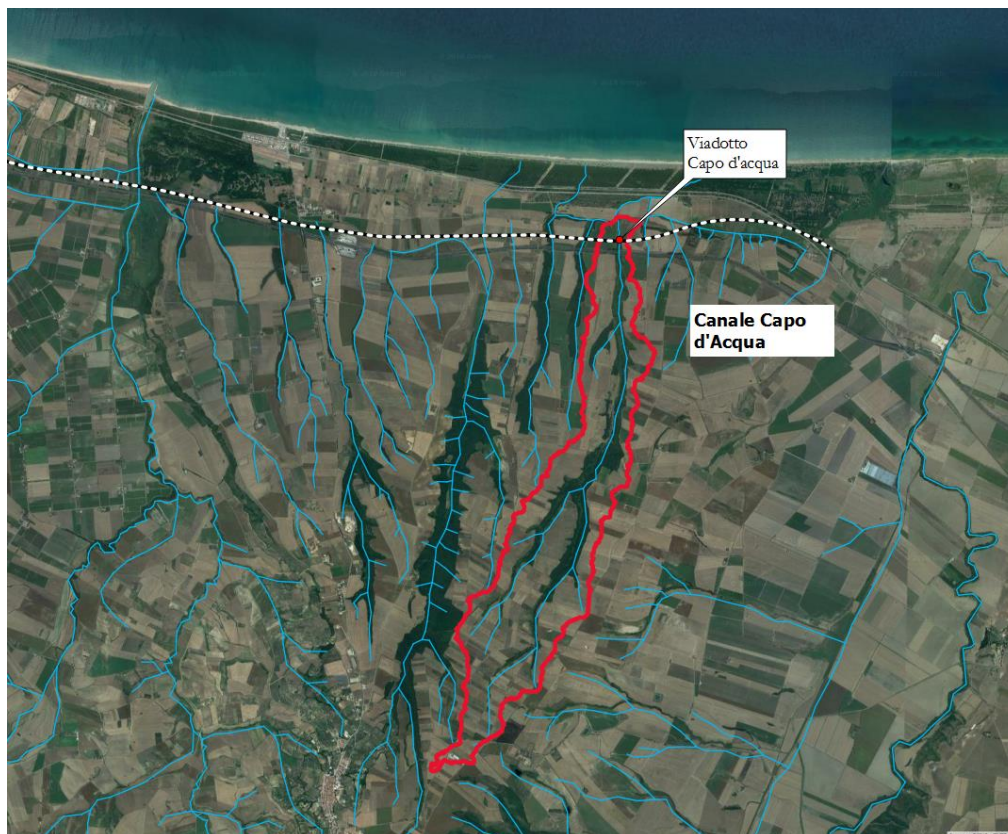


Figura 6. Bacino Canale Capo d'Acqua

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

<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>
6.23	22+000	2.6	113.58	196.10	5.75	7.40

Relazione Idrologica	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	RI	ID	00	01	001	B	12

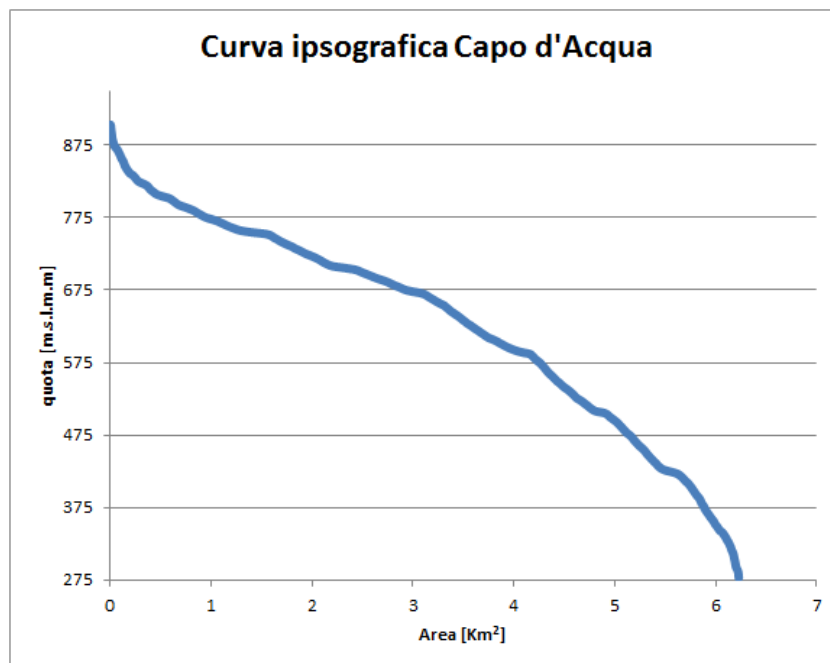


Figura 7. Curva ipsografica del bacino del C. Capo d'Acqua.

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 interferiscono 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.

Relazione Idrologica

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	RI	ID	00	01	001	B	13



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

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
		Relazione Idrologica		COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC RI	OPERA 7 DISCIPLINA ID 00 01			PROGR 001

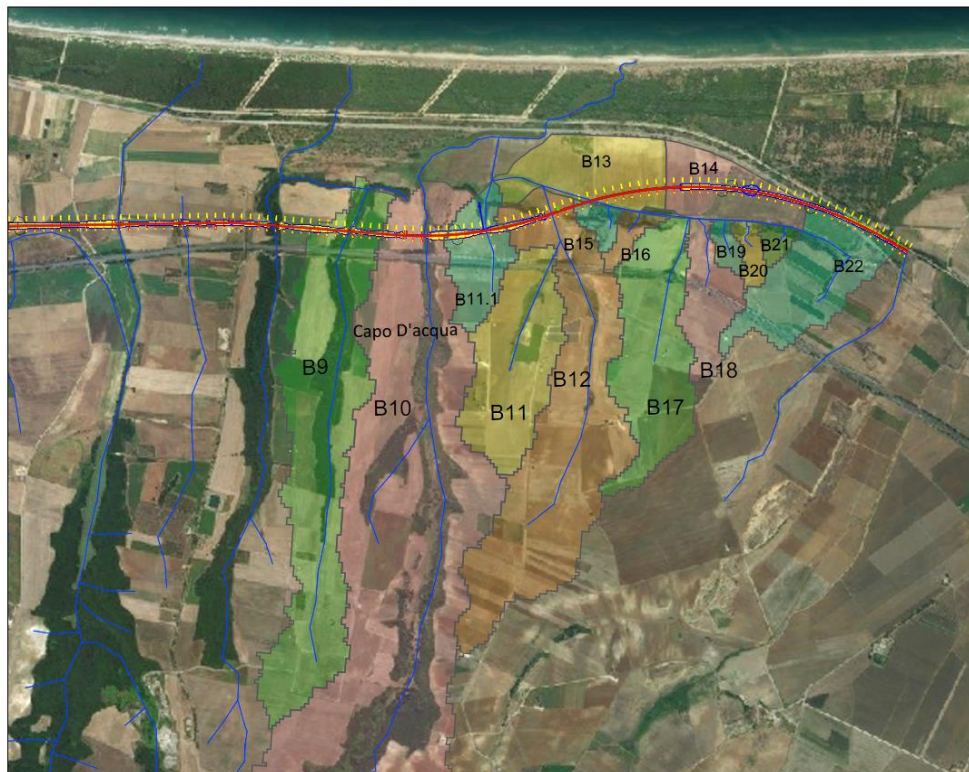


Figura 9. Bacini idrografici minori - Località Capo d'Acqua.

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	0.02	3.50

Relazione Idrologica	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	RI	ID	00	01	001	B	15

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	0.29	6.7	31.90	48.07	3.83	0.66
12	22+800	1.17	4.3	55.23	97.03	4.09	2.15
13	23+000	0.19	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

 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	Relazione Idrologica	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
LI0B		02	E	ZZ	RI	ID	00	01	001	B	16

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 le

	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	Relazione Idrologica	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
LI0B		02	E	ZZ	RI	ID	00	01	001	B	17

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, λ_1 e θ_1 , relativi alla componente di base (rispettivamente numero di eventi medio annuo e media della componente di base), λ_2 e θ_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 ;
- λ_1 , θ_1 , λ_2 e θ_2 sono i quattro parametri della TCEV.

Si dimostra che il coefficiente di asimmetria G dipende solo dai parametri λ^* e θ^* 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 λ_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 λ^* e θ^* 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.

	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	Relazione Idrologica	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
LI0B		02	E	ZZ	RI	ID	00	01	001	B	18

È dimostrabile che il rapporto tra la variabile aleatoria “altezza di pioggia massima annuale di assegnata 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^* , θ^* , A_I e conseguentemente da un’unica curva di crescita K_T . Tali parametri sono quelli riportati nella Tabella 5.

A^*	θ^*	A_I
0.1313	2.3975	20.386

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.

 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	Relazione Idrologica	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
LI0B		02	E	ZZ	RI	ID	00	01	001	B	19

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

<i>Tempo di ritorno (anni)</i>	<i>K_T</i>
10	1.51
30	1.90
50	2.11
100	2.45
200	2.83
500	3.39

Tabella 6. Valori del parametro K_T 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.

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
		Relazione Idrologica	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC RI	OPERA 7 DISCIPLINA ID 00 01		PROGR 001

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.

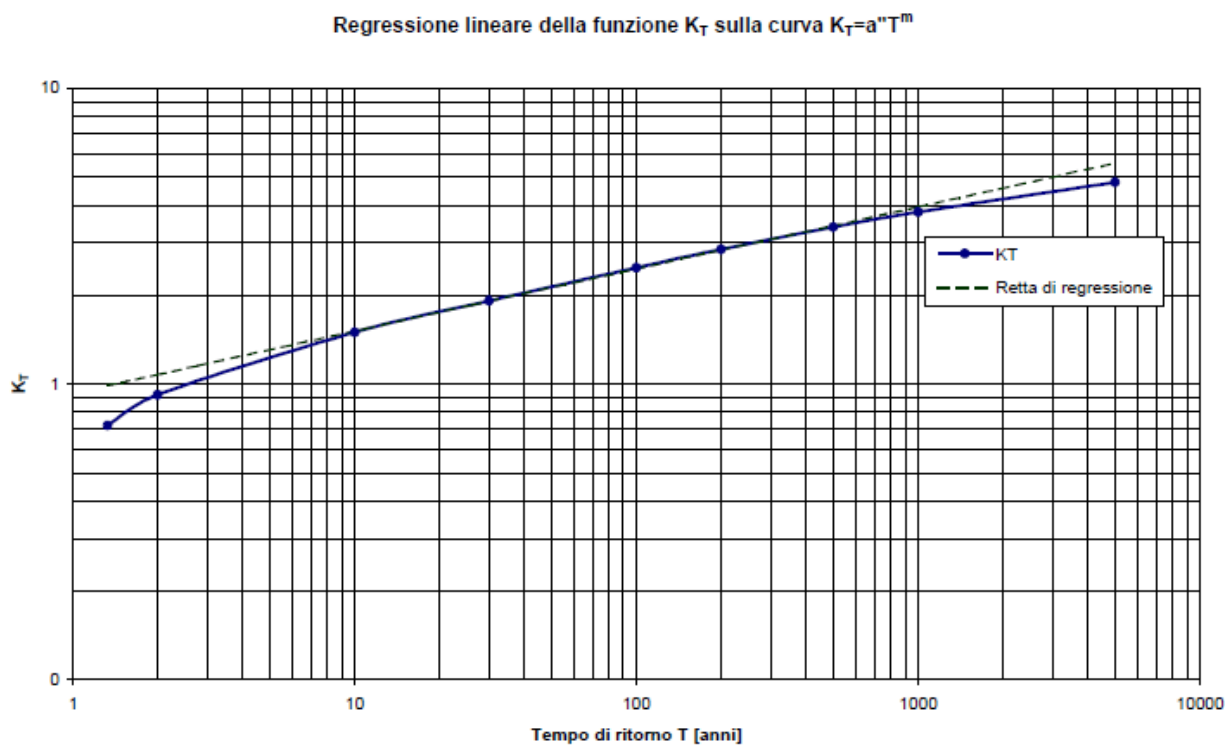


Figura 10. Curva di crescita delle piogge e sua regressione lineare.

	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	Relazione Idrologica	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
LI0B		02	E	ZZ	RI	ID	00	01	001	B	21

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:

Relazione Idrologica	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	RI	ID	00	01	001	B	22

LINEA PESCARA – BARI

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

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

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 500 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 φ 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.

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.R.L.	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
		Relazione Idrologica			COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC RI	OPERA 7 DISCIPLINA ID 00 01		PROGR 001

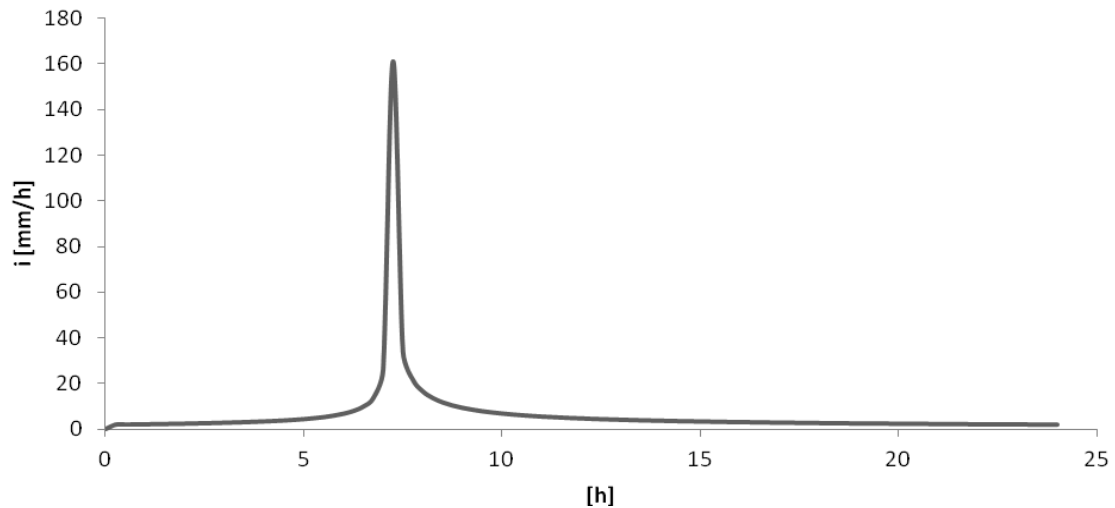


Figura 11 Esempio di ietogramma Chicago

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 (km²), 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 (km²), p = pendenza media

Relazione Idrologica	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	RI	ID	00	01	001	B	24

- 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; Kerby; Pezzoli	$0.443 \text{ km}^2 < A < 77 \text{ km}^2$
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 km² e dei bacini dal 13 al 16 e dal 18 al 22. Per tutti i bacini mediamente i tempi di corrivazione sono 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.

	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	Relazione Idrologica	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
LI0B		02	E	ZZ	RI	ID	00	01	001	B	25

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 km² (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 sono stati adottati tutti i medesimi tempi di ritorno ovvero $T_r = 30, 100, 200, 300$ per tutti i bacini senza adottare nessuna distinzione.

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_{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.

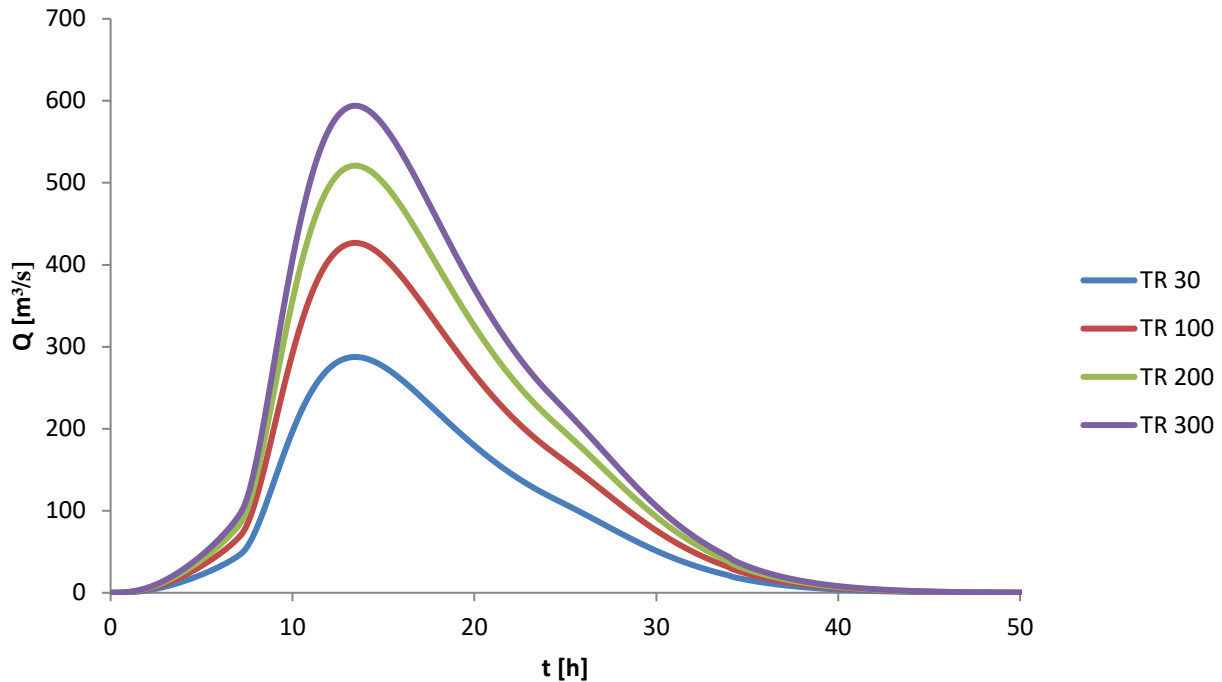
Tempo di corrivazione (Giandotti) $t_c = 10.59$ [h]

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:

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA												
		Relazione Idrologica				COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC RI	OPERA 7 DISCIPLINA ID 00 01			PROGR 001

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>500 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.

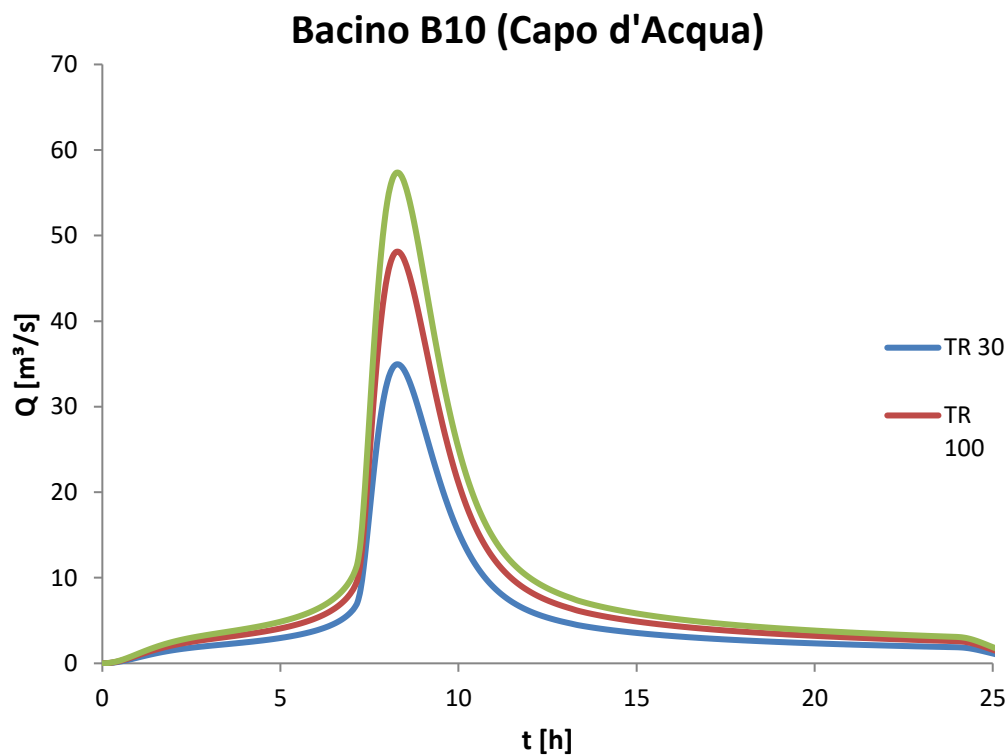
In modo analogo al bacino del T. Saccione, per la stima dei parametri *a* e *n* della CPP riferiti all'area oggetto di studio, si è operato moltiplicando i parametri di pioggia "indice" per il coefficiente di crescita K_T .

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small>	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Relazione Idrologica	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC RI	OPERA 7 DISCIPLINA ID 00 01			PROGR 001

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.

 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	Relazione Idrologica	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
LI0B		02	E	ZZ	RI	ID	00	01	001	B	28

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	-	1.98	1.53	1.80
2	-	1.44	1.34	0.83	-	0.84	1.02	1.00
3	-	1.53	1.77	1.53	-	1.72	1.43	1.49
4	-	2.22	2.37	1.71	-	1.99	1.53	1.81
5	-	1.66	1.83	1.14	-	1.60	1.38	1.42
6(Saccione)	10.59	14.56	15.49	8.64	-	13.49	3.73	10.59
7	-	1.13	1.13	0.47	-	0.80	1.00	0.84
8	-	5.91	5.79	0.97	-	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	-	0.75	0.97	0.74
10	-	1.98	2.38	2.06	-	2.54	1.71	1.99
11	-	0.37	0.33	0.22	-	0.18	0.50	0.29
11-1	-	0.26	0.24	0.18	-	0.14	0.44	0.23
12	-	0.66	0.70	0.60	-	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	-	0.07	0.31	0.25
19	-	0.07	0.06	0.06	-	0.03	0.21	0.25
20	-	0.07	0.06	0.05	-	0.02	0.20	0.25
21	-	0.05	0.04	0.03	-	0.01	0.14	0.25
22	-	0.32	0.27	0.18	-	0.14	0.44	0.25

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

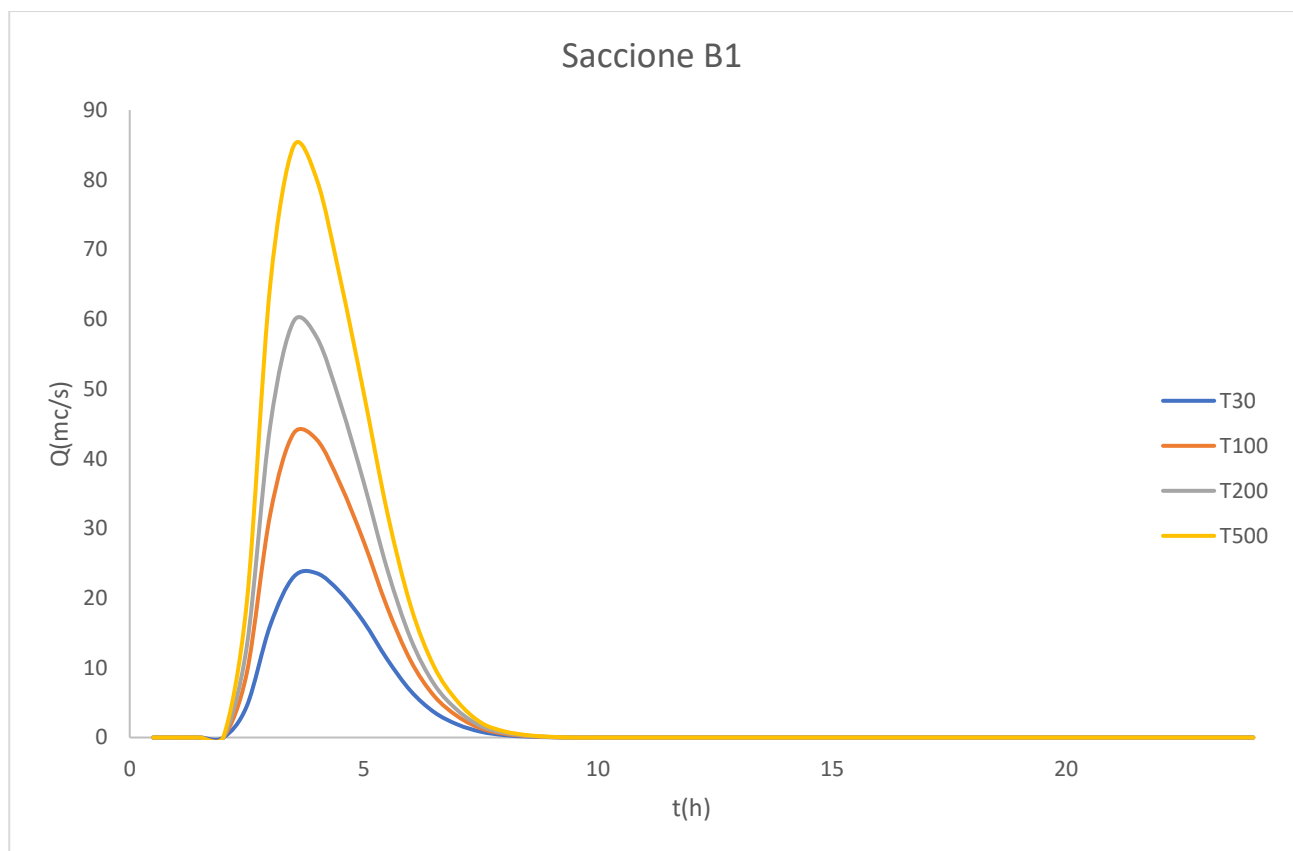
Come è possibile osservare dalle tabelle precedenti, nelle condizioni di tempo di corrivazione eccessivamente ridotto, si è deciso di adottare un valore minimo di 15 minuti.

Relazione Idrologica	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	RI	ID	00	01	001	B	29

IDROGRAMMI E VALORI DI PORTATA

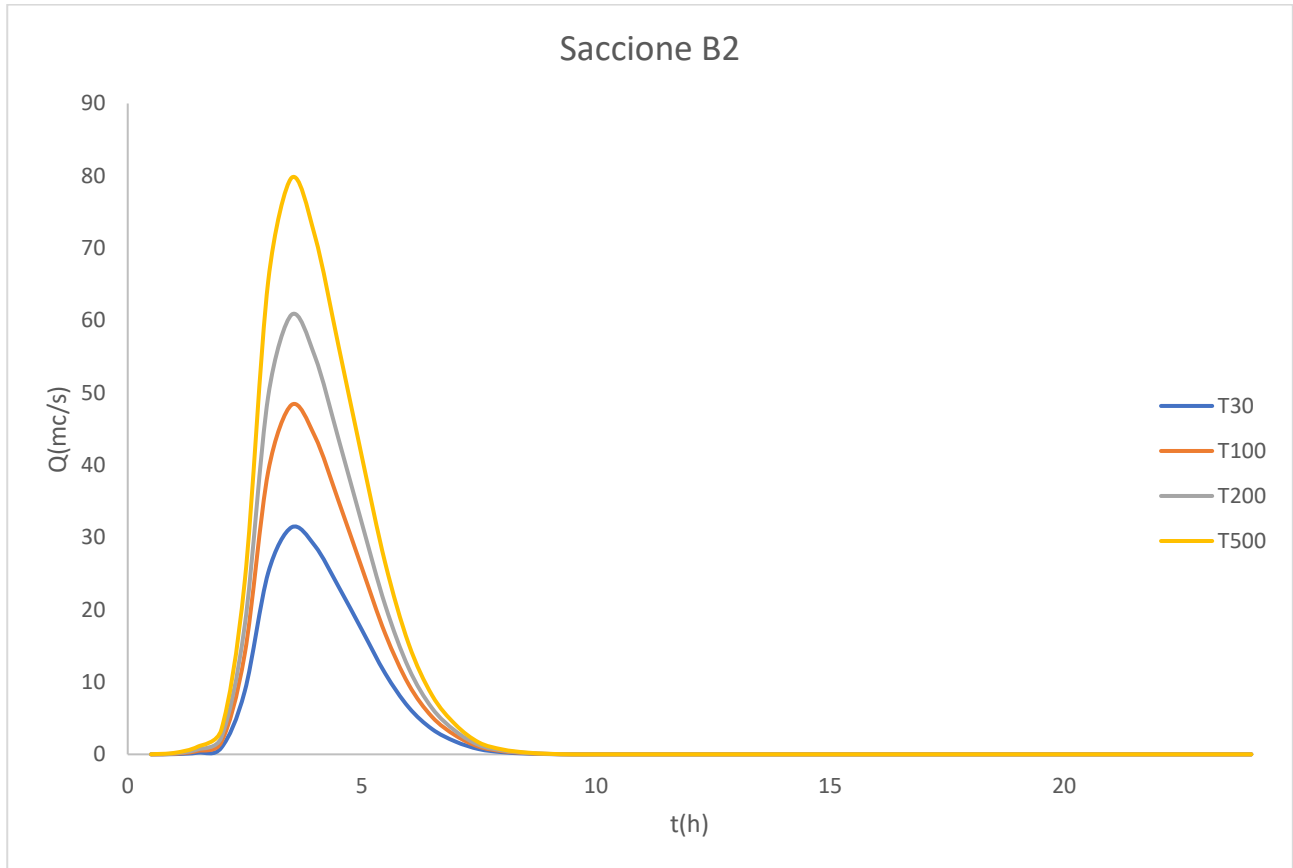
Si riportano gli idrogrammi per i vari bacini oggetto di studio al variare dei tempi di ritorno.

BACINO DEL T. SACCIONE



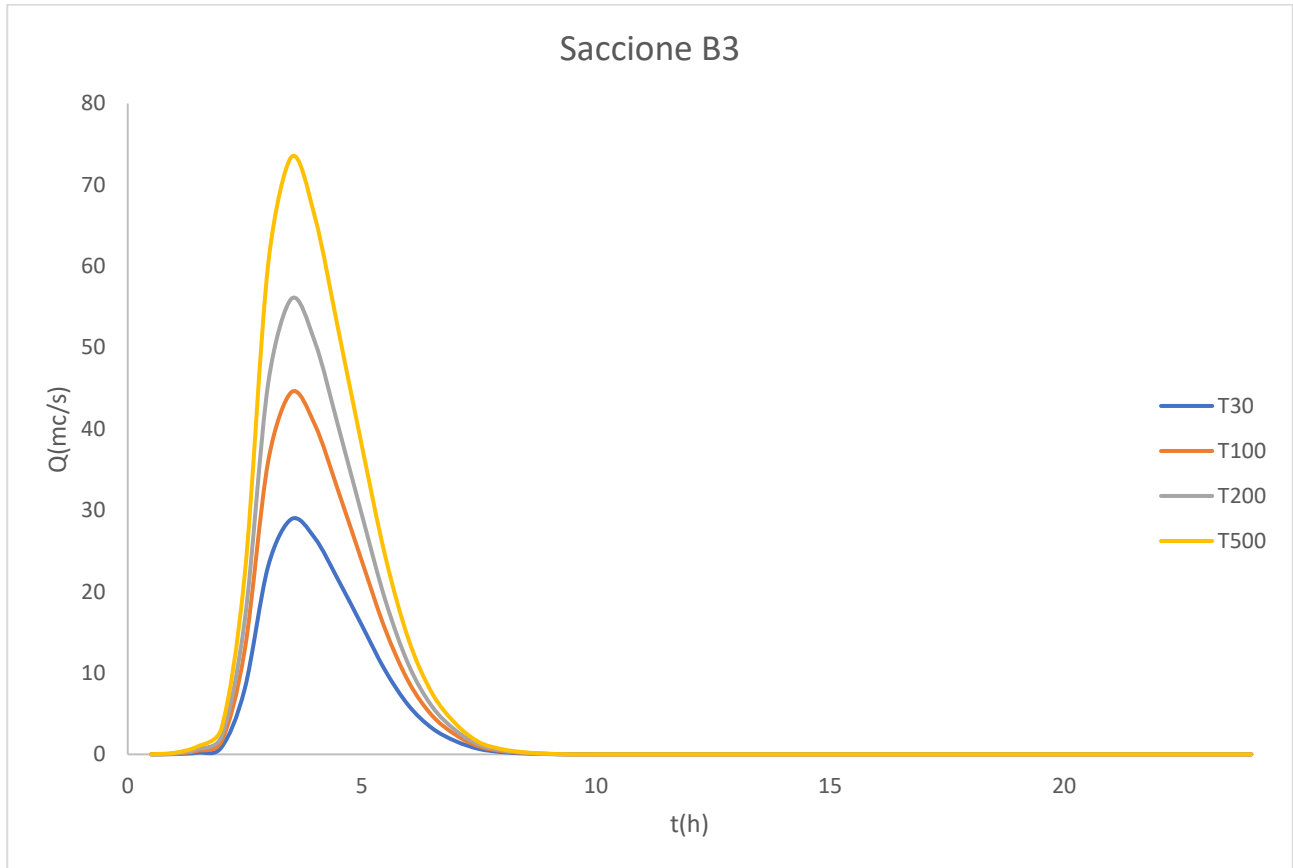
Relazione Idrologica

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	RI	ID	00	01	001	B	30



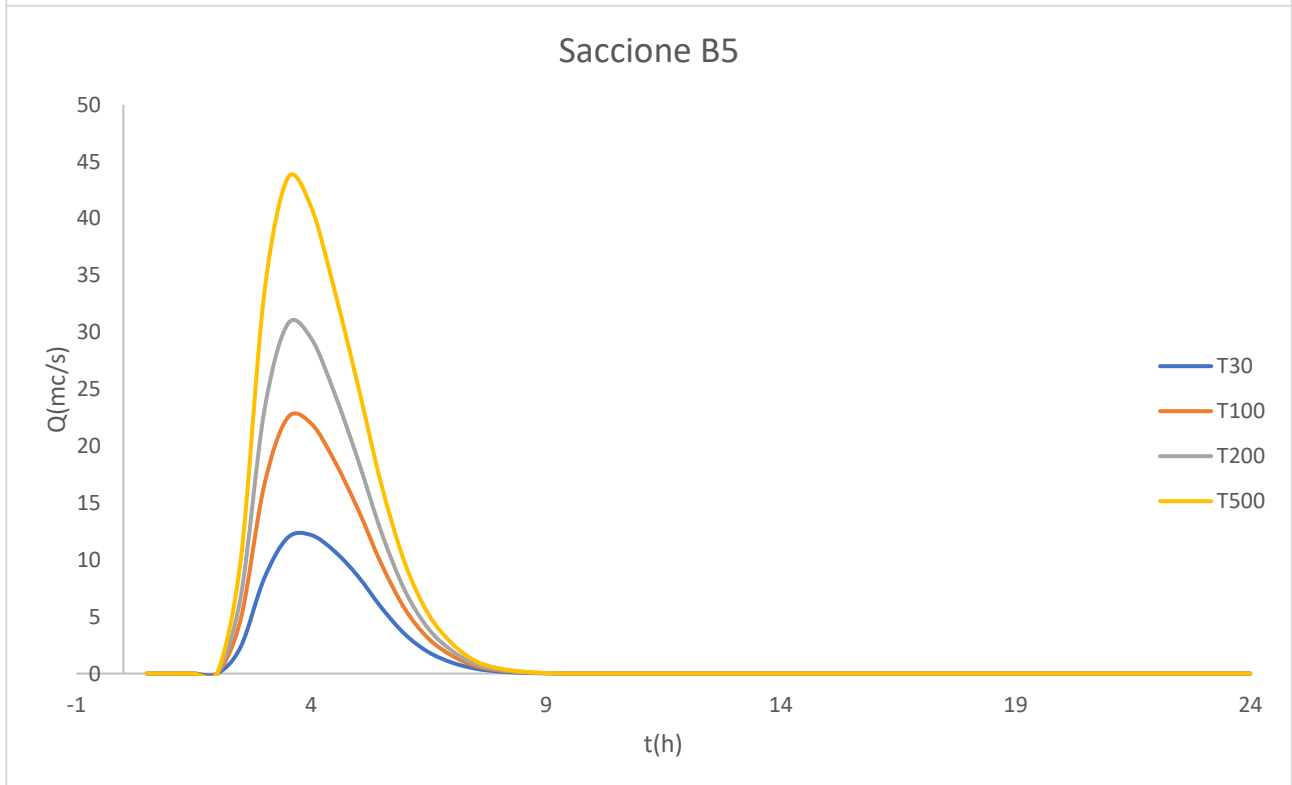
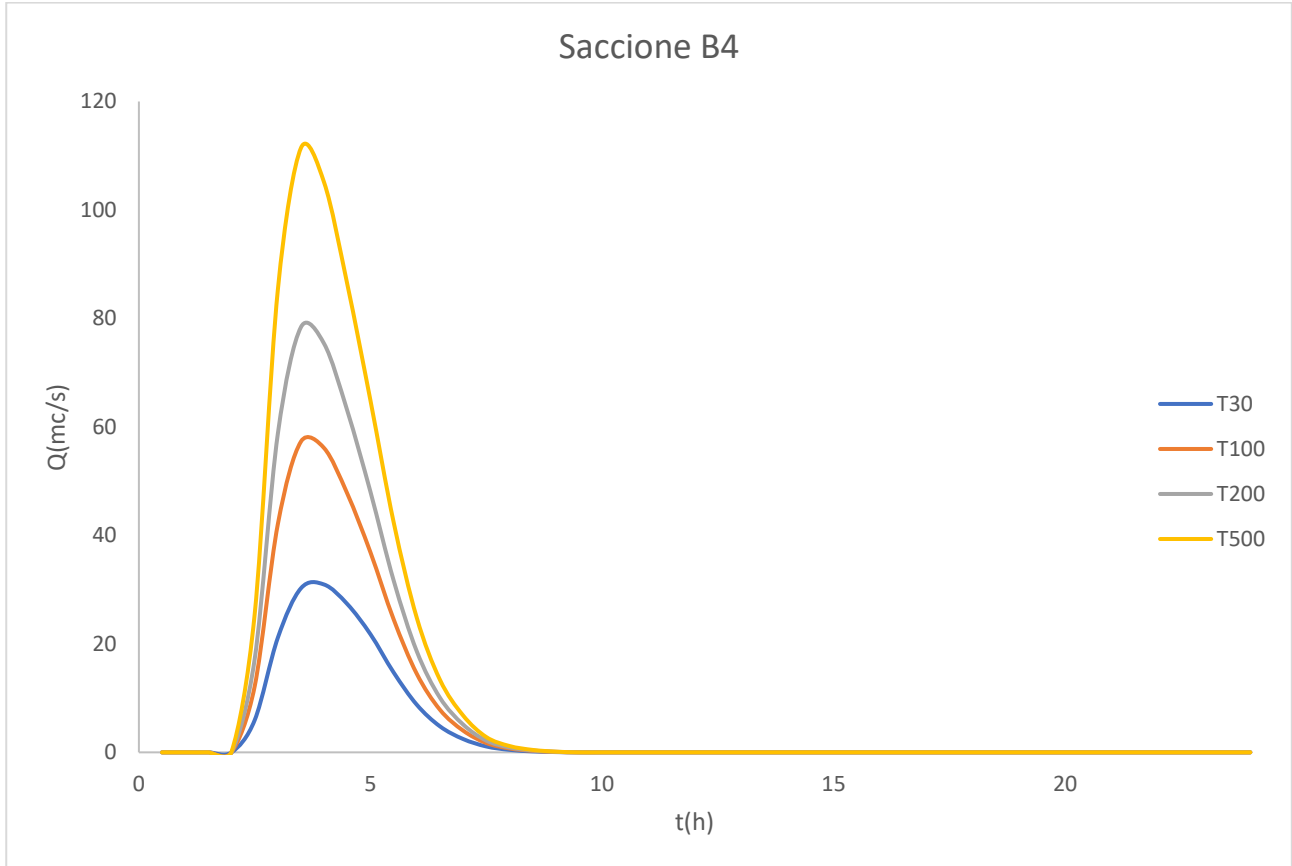
Relazione Idrologica

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	RI	ID	00	01	001	B	31



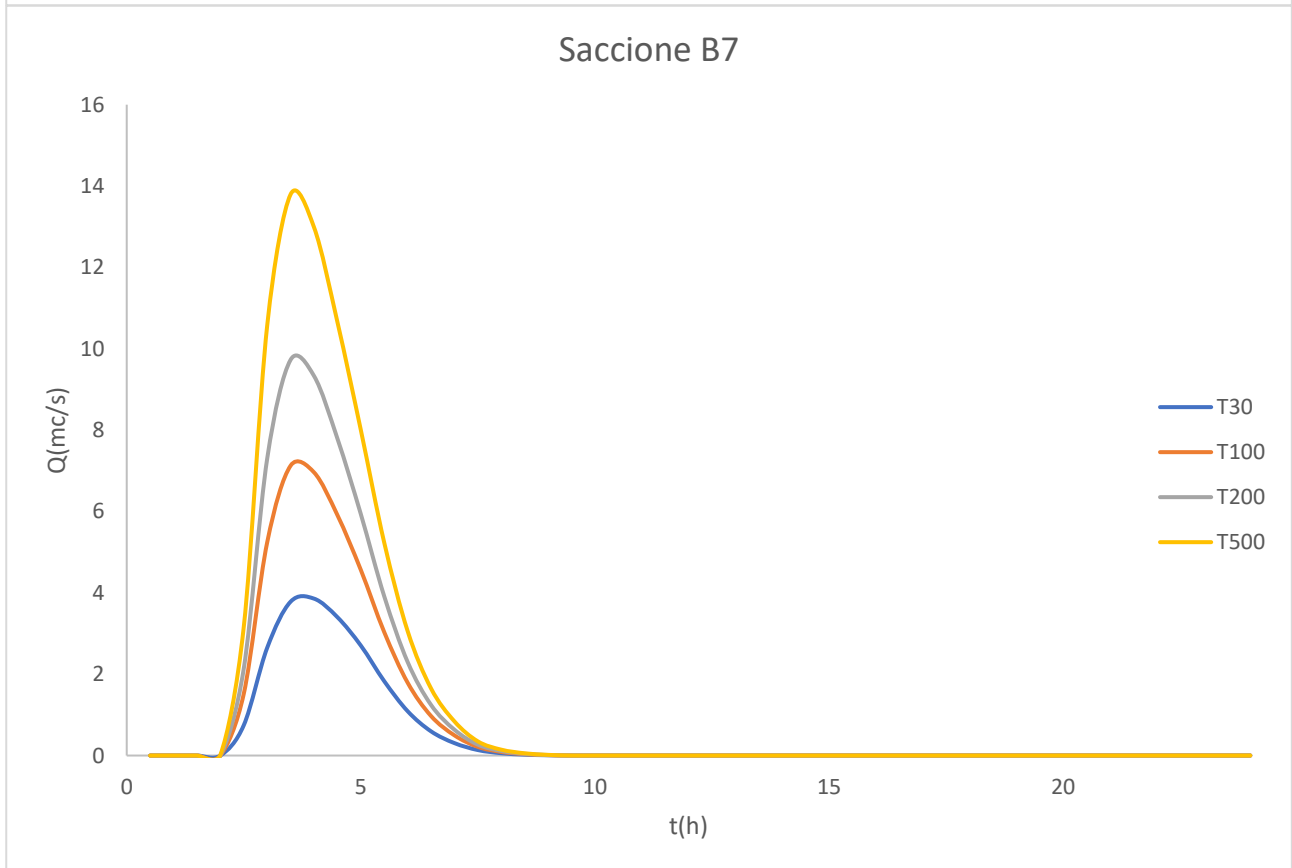
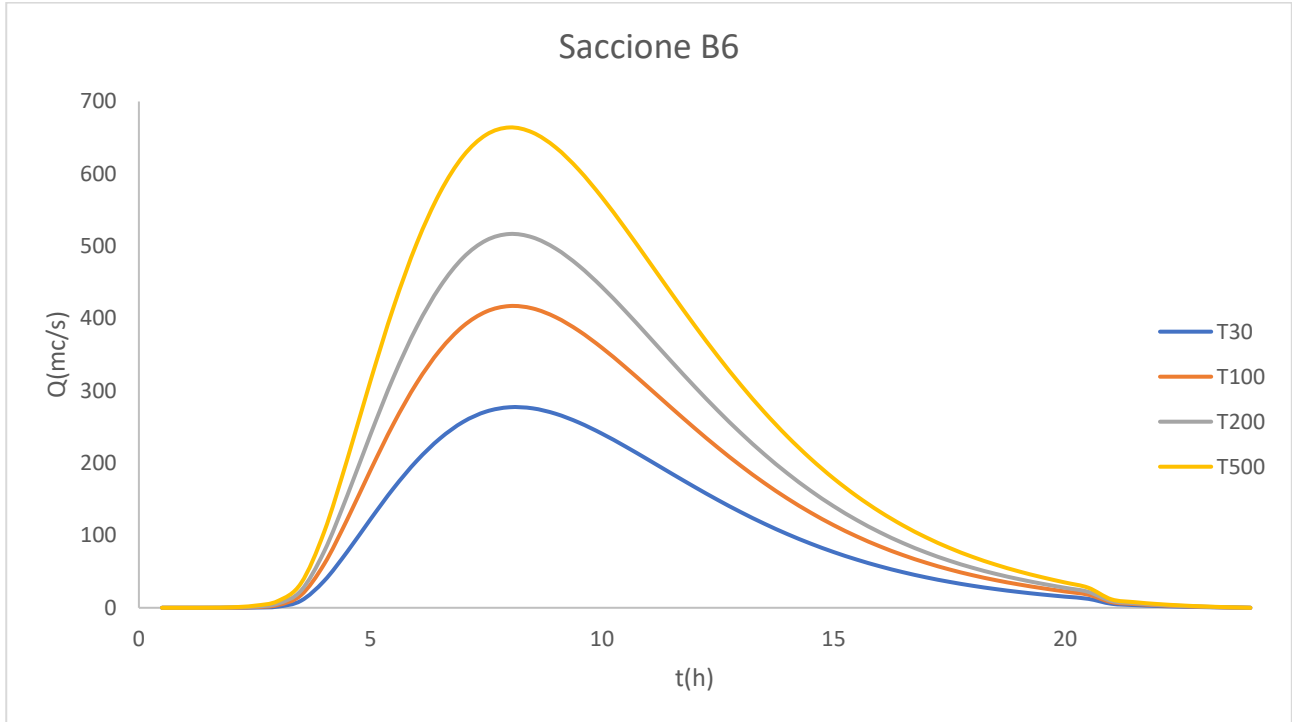
Relazione Idrologica

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	RI	ID	00	01	001	B	32

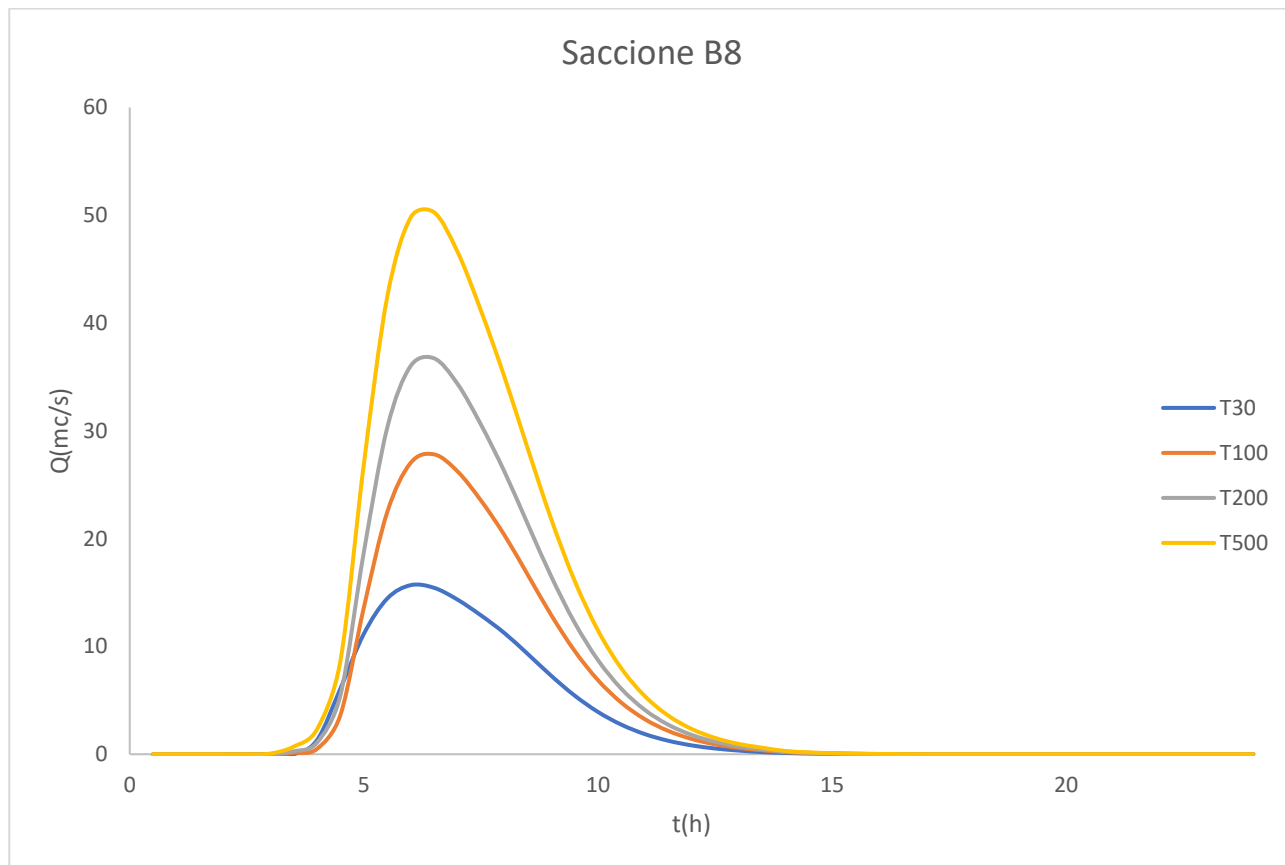


Relazione Idrologica

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	RI	ID	00	01	001	B	33



MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Relazione Idrologica	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC RI	OPERA 7 DISCIPLINA ID 00 01			PROGR 001



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

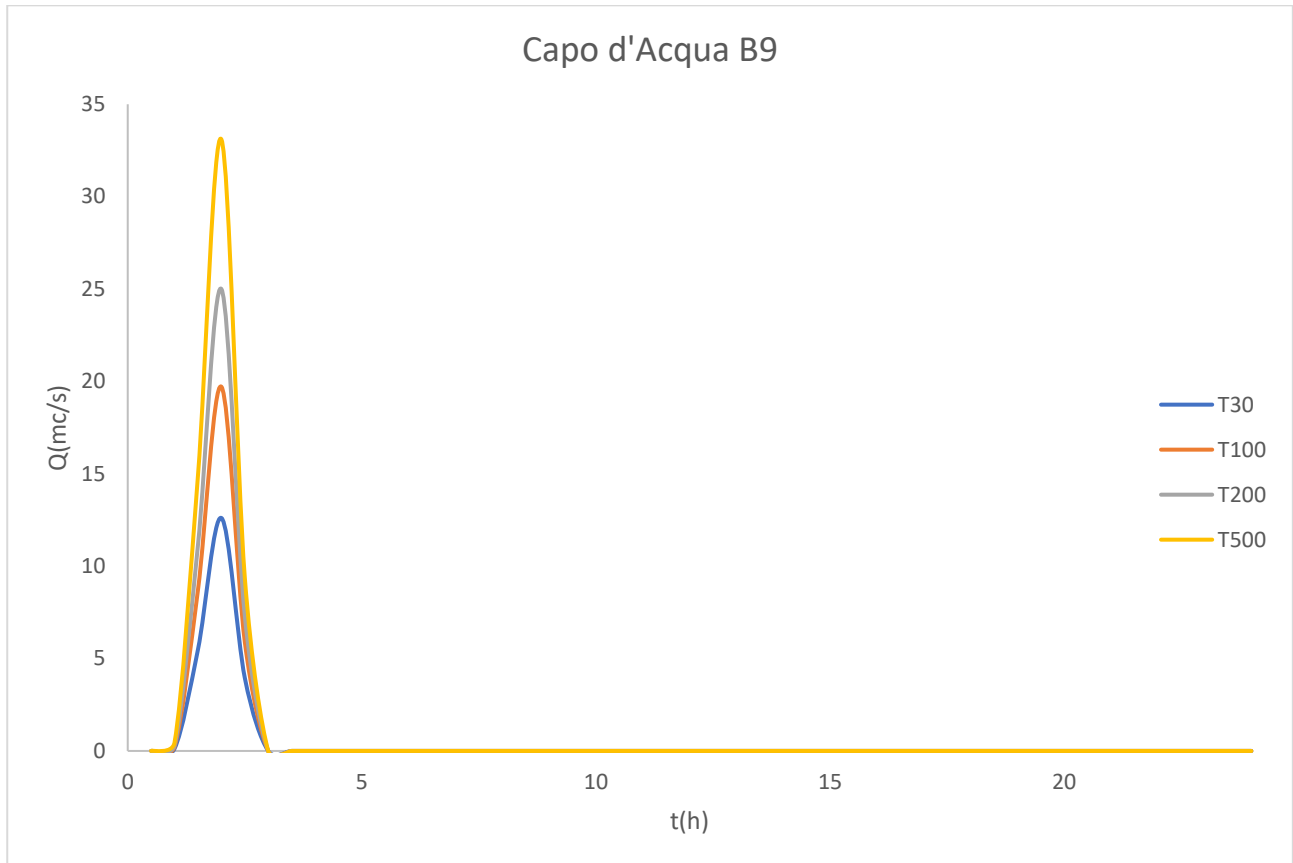
<i>Complesso del T. Saccione</i>					
N. Bacino	<i>A</i>	Q_{Tr30}	Q_{Tr100}	Q_{Tr200}	Q_{Tr500}
	<i>Km²</i>	<i>m³/s</i>	<i>m³/s</i>	<i>m³/s</i>	<i>m³/s</i>
1	6.70	23.55	43.62	59.67	84.81
2	4.86	31.39	48.33	60.80	79.73
3	4.49	28.93	44.53	56.02	73.46
4	8.83	30.94	57.31	78.41	111.45
5	3.41	12.18	22.50	30.72	43.56
6	211.44	277.23	417.15	516.80	664.10
7	1.08	3.86	7.13	9.73	13.80
8	4.93	15.68	27.82	36.73	50.28

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

Relazione Idrologica

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	RI	ID	00	01	001	B	35

LOCALITA' CAPO D'ACQUA



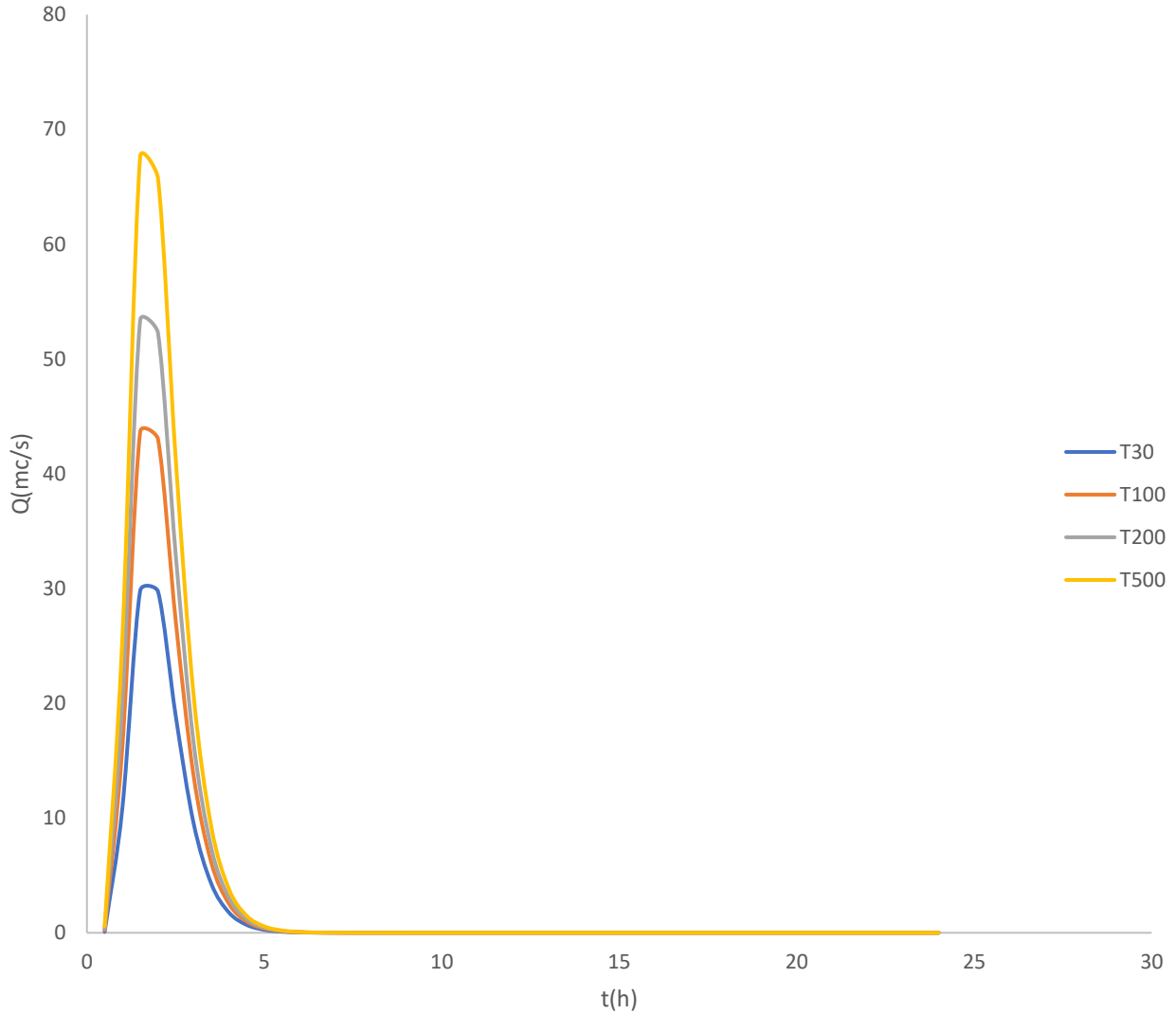
LINEA PESCARA – BARI

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

Relazione Idrologica

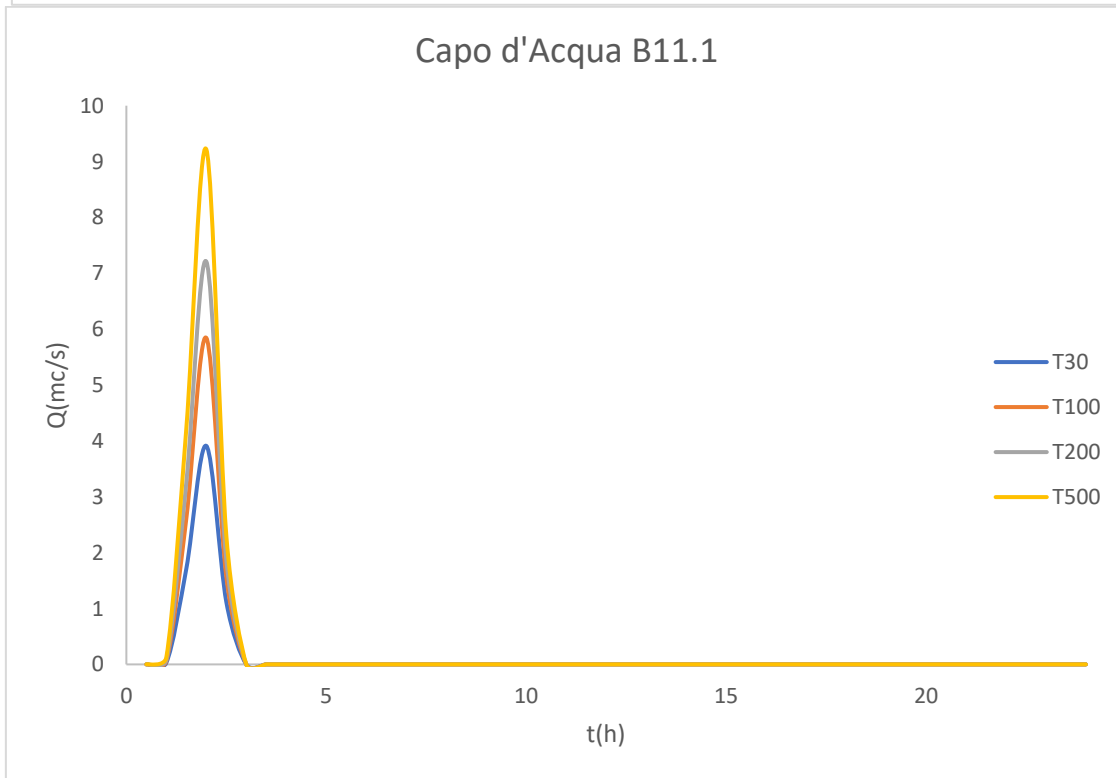
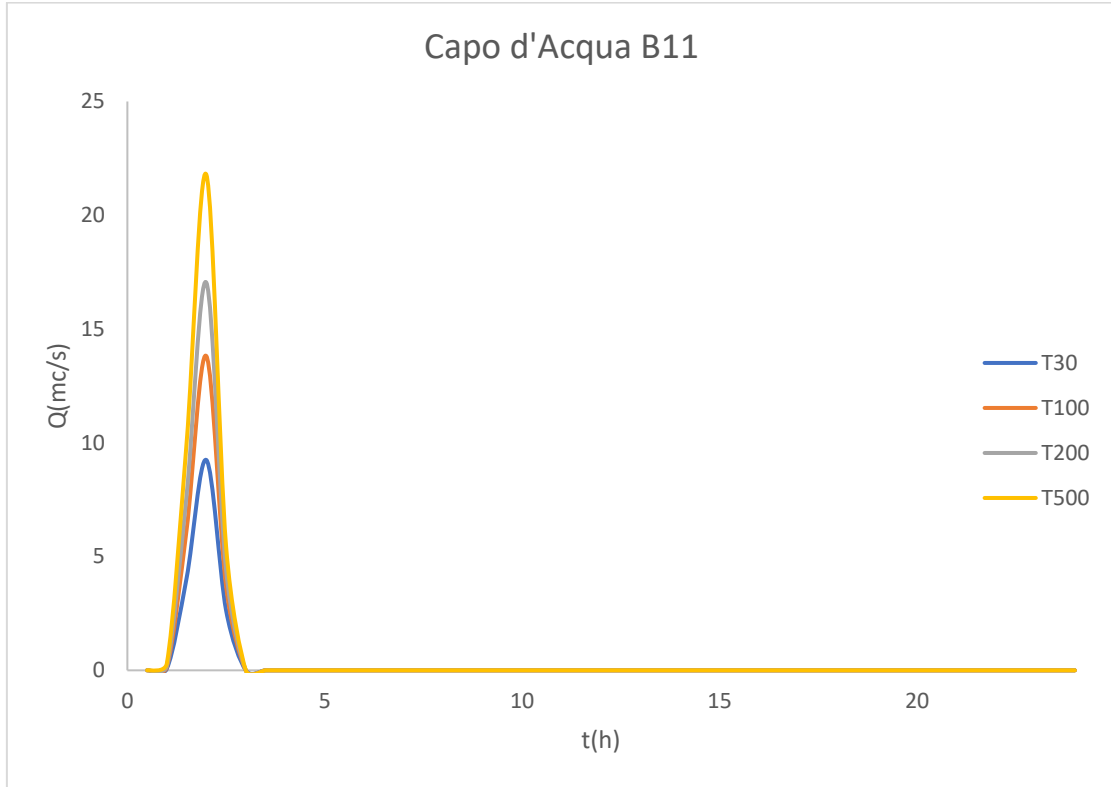
COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	RI	ID	00	01	001	B	36

Capo d'Acqua B10



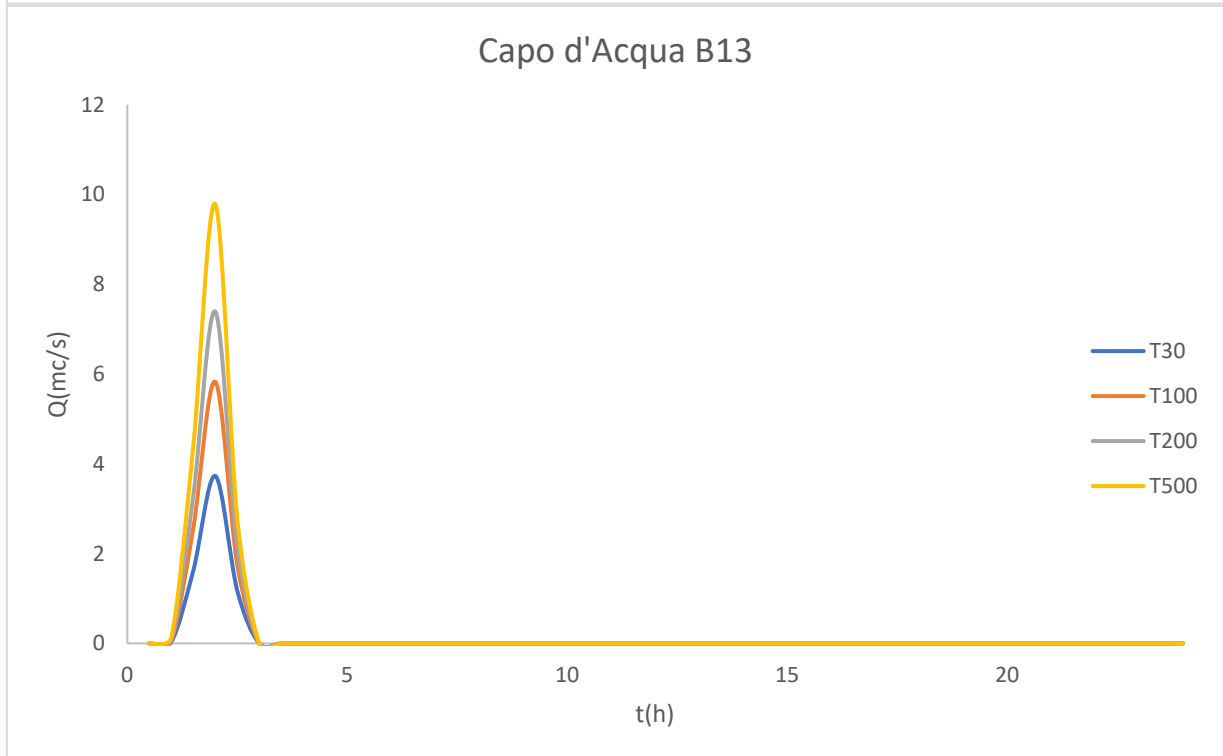
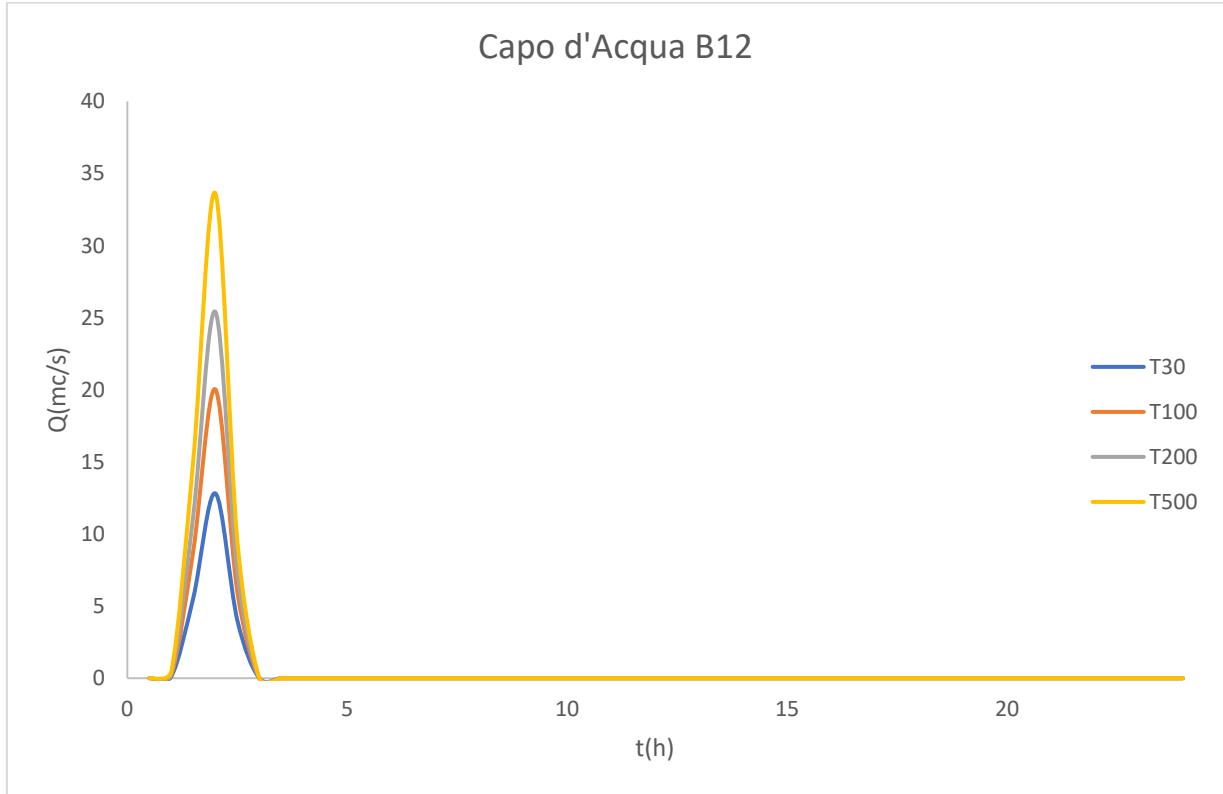
Relazione Idrologica

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	RI	ID	00	01	001	B	37



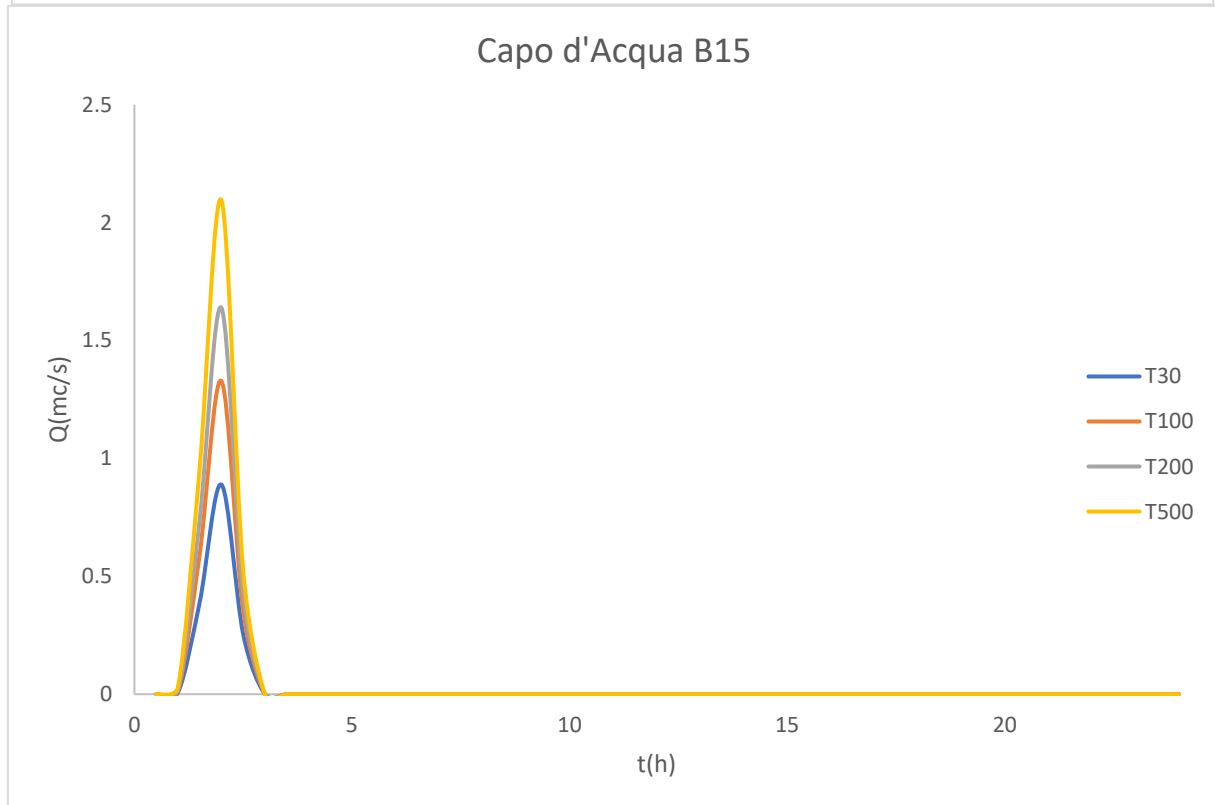
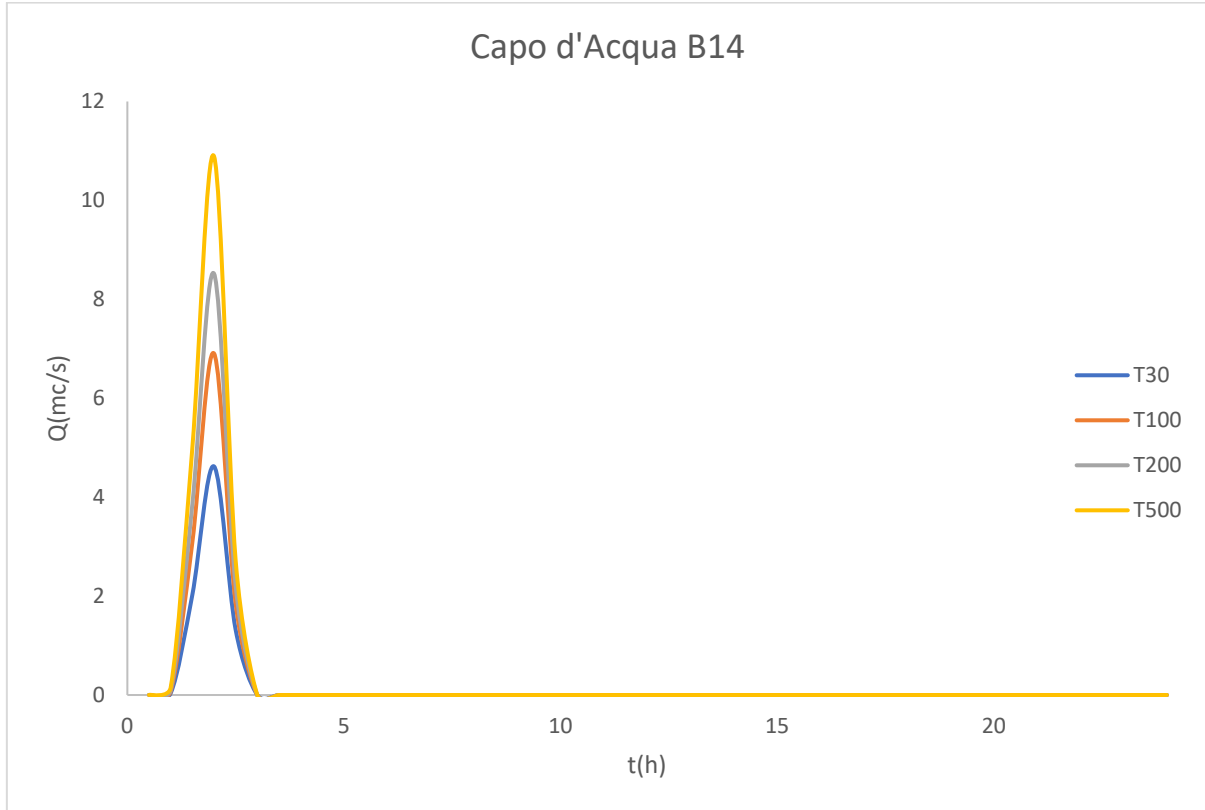
Relazione Idrologica

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	RI	ID	00	01	001	B	38



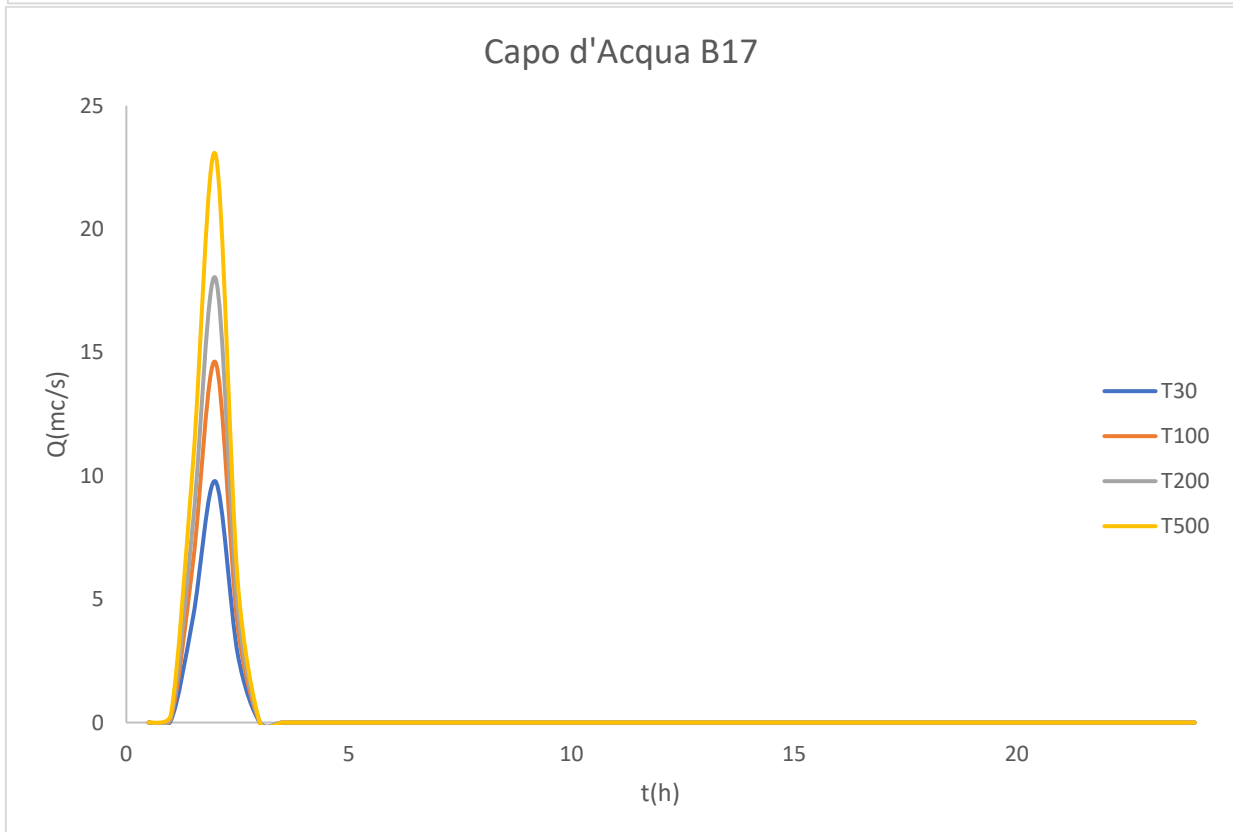
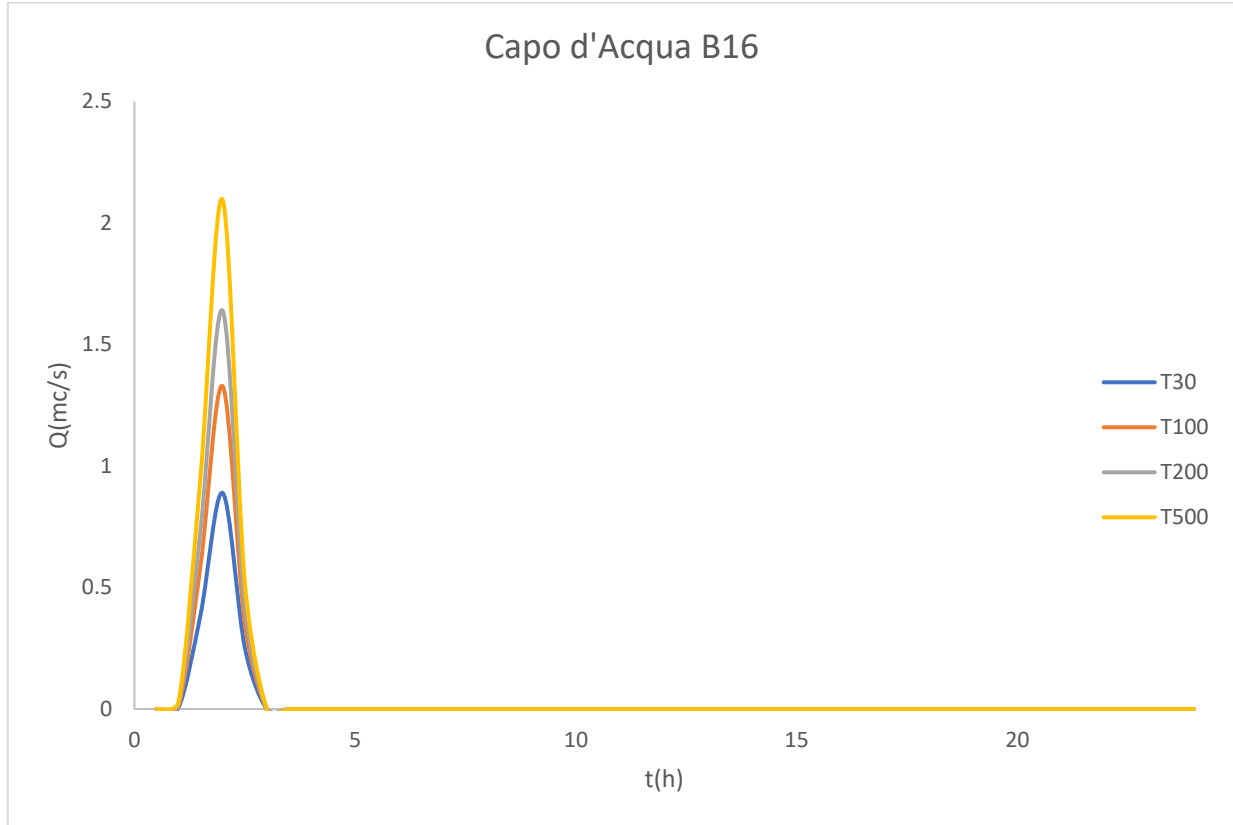
Relazione Idrologica

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	RI	ID	00	01	001	B	39



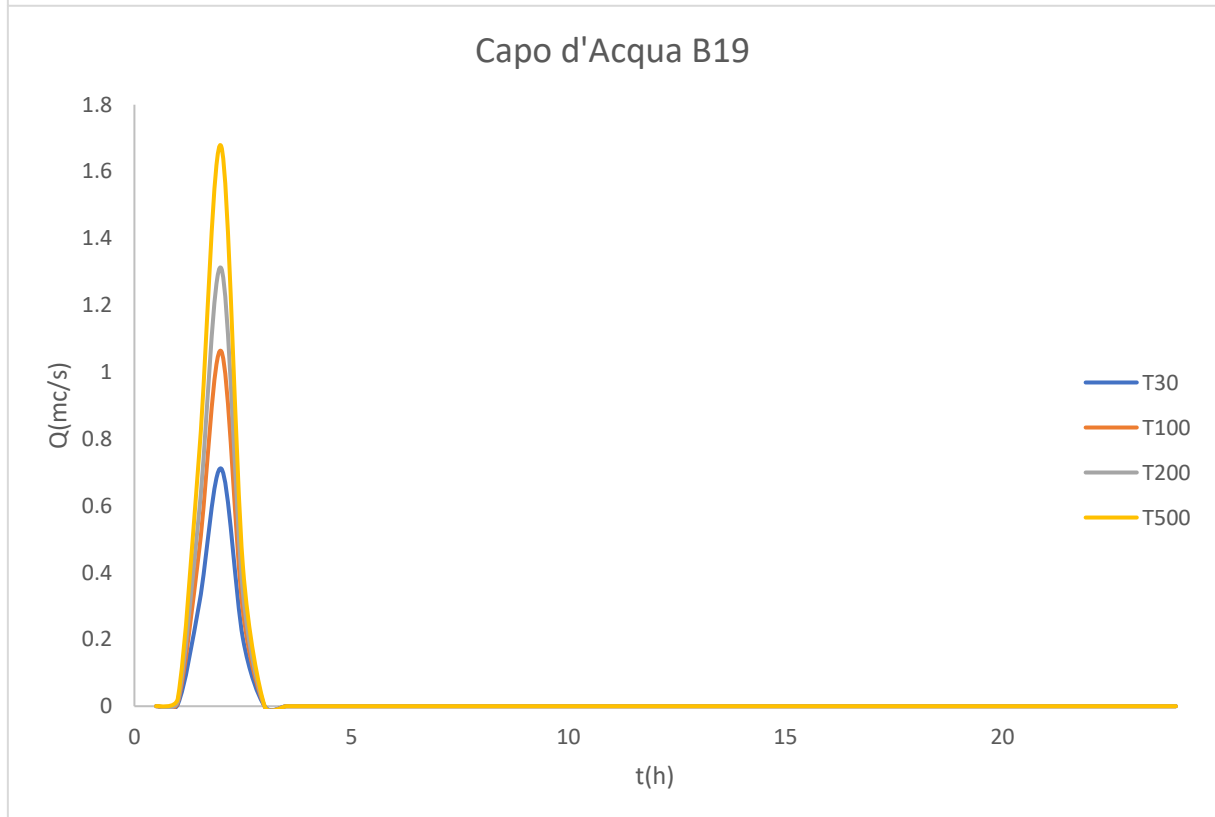
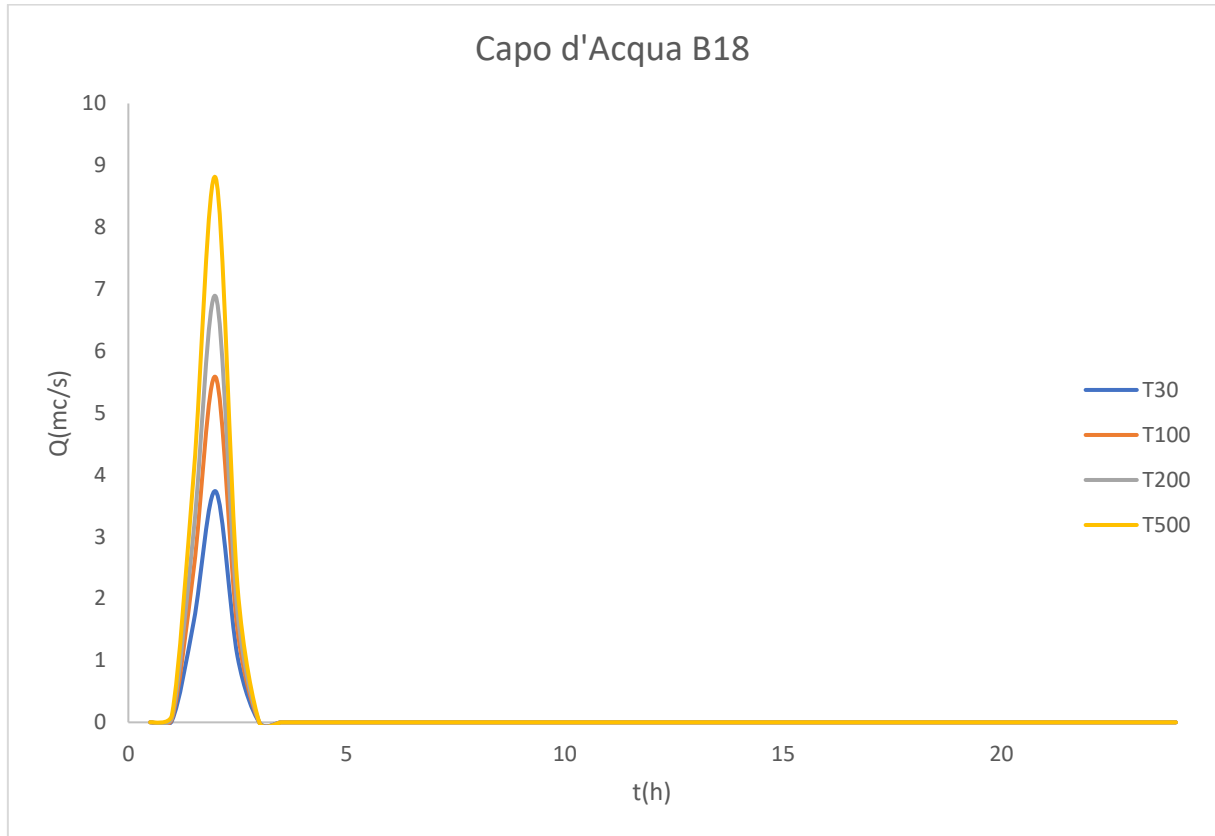
Relazione Idrologica

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	RI	ID	00	01	001	B	40



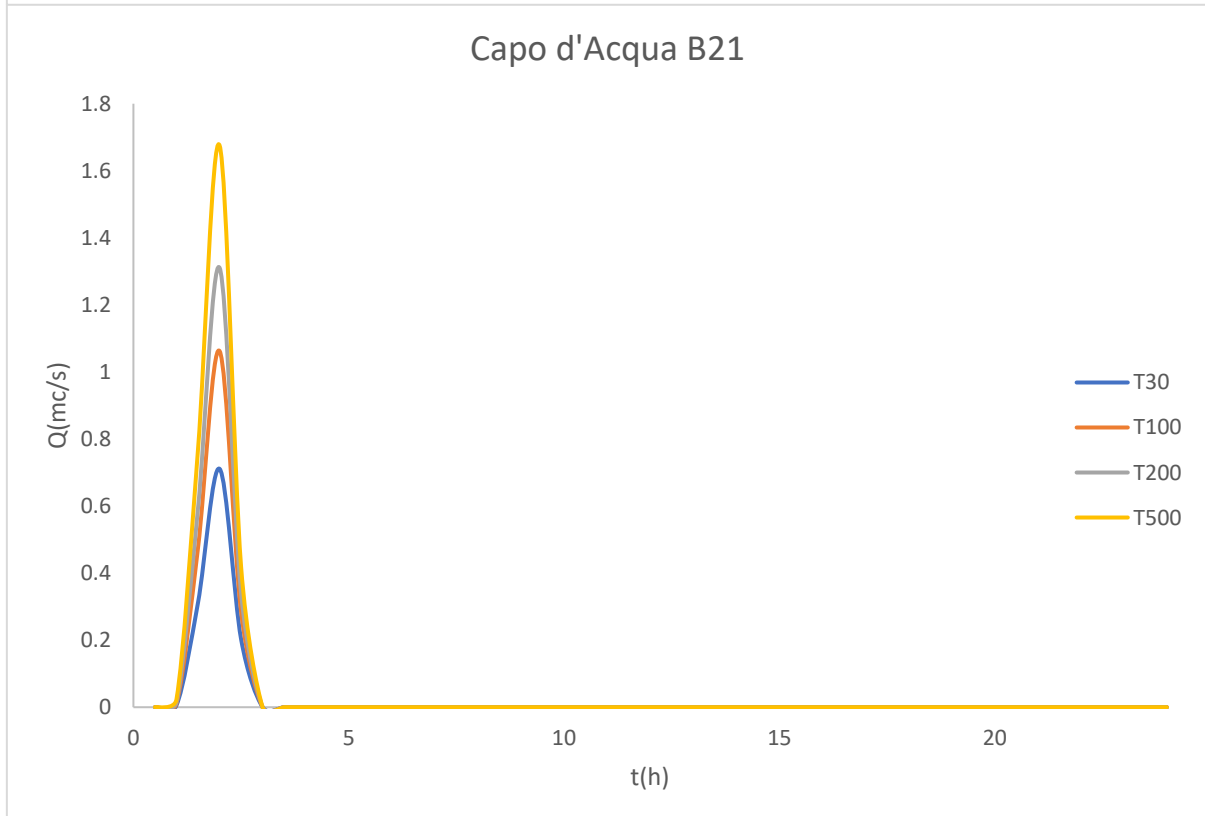
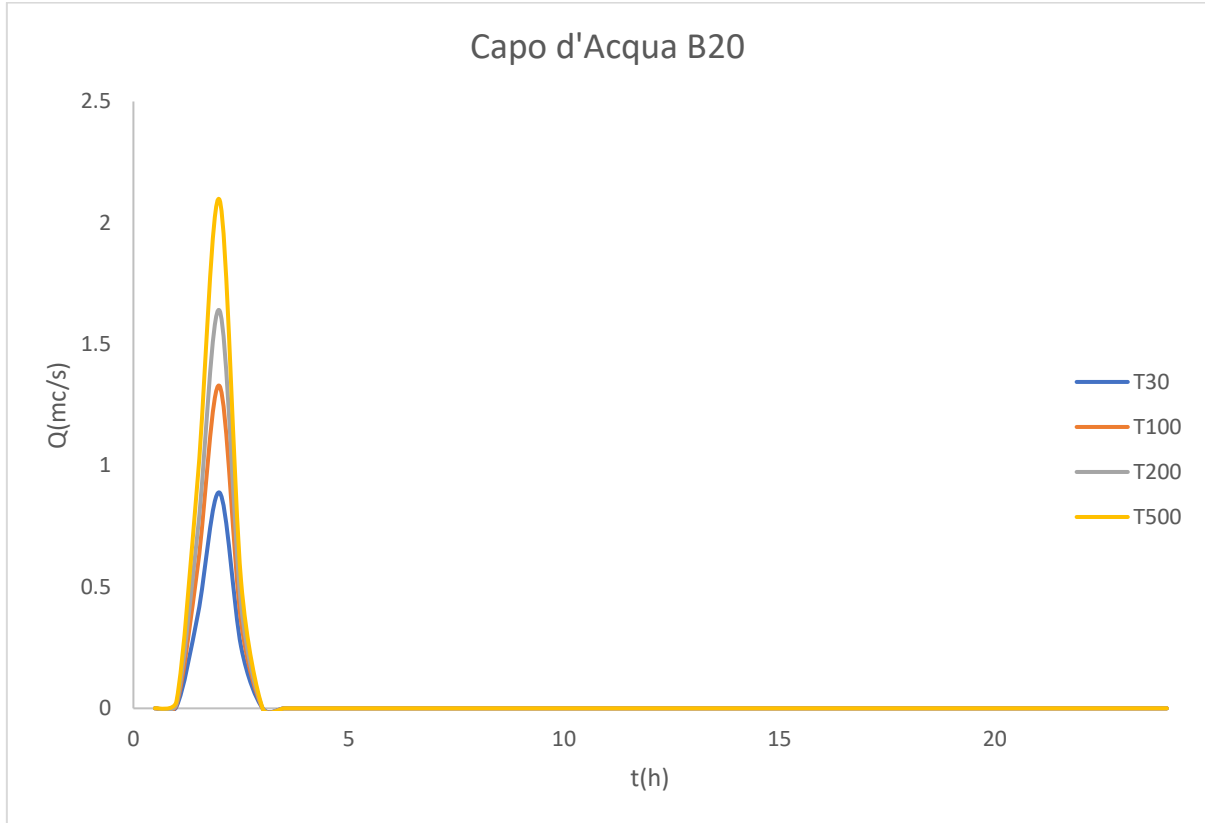
Relazione Idrologica

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	RI	ID	00	01	001	B	41



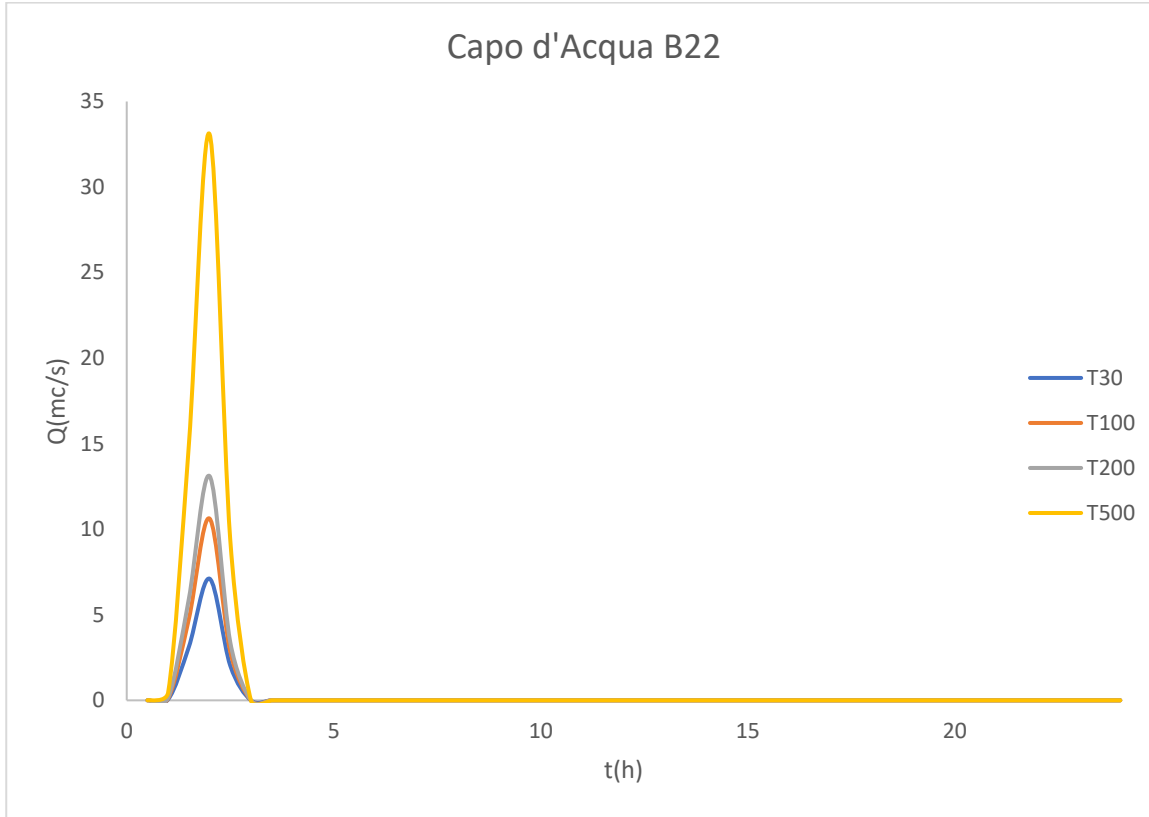
Relazione Idrologica

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	RI	ID	00	01	001	B	42



Relazione Idrologica

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	RI	ID	00	01	001	B	43



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	A	Q_{Tr30}	Q_{Tr100}	Q_{Tr200}	Q_{Tr500}
	Km^2	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s
9	1.15	12.61	19.71	25.00	33.10
10	6.23	29.80	43.65	53.37	67.60
11	0.52	9.24	13.81	17.04	21.79
11.1	0.29	3.91	5.84	7.21	9.22
12	1.17	12.82	20.04	25.41	33.64
13	0.19	3.73	5.83	7.39	9.79
14	0.26	4.62	6.91	8.52	10.89
15	0.05	0.89	1.33	1.64	2.09
16	0.05	0.89	1.33	1.64	2.09
17	0.49	9.78	14.61	18.02	23.04
18	0.21	3.73	5.58	6.88	8.80
19	0.04	0.71	1.06	1.31	1.68
20	0.05	0.89	1.33	1.64	2.09
21	0.04	0.71	1.06	1.31	1.68
22	0.40	7.11	10.62	13.11	33.10

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