
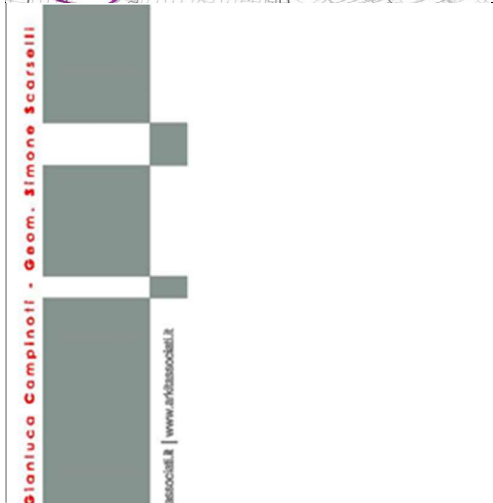


<p>Committente:</p> <p><b>SOC.RIMIGLIANO srl</b></p>	<p>Oggetto:</p> <p><b>Piano Attuativo 05 TENUTA DI RIMIGLIANO</b></p>
--	---

	<p>Livello Progettuale:</p> <p><b>INTEGRAZIONI ALLE INDAGINI GEOLOGICHE E IDRAULICHE</b></p> <p>Descrizione elaborato:</p> <p><b>RELAZIONE IDROLOGICA</b></p>
---	---

						<p>IL TECNICO: <b>Ing. Lorenzo CALVETTI</b></p>					
<p>NOME FILE</p> <p>R01.doc</p>			<p>AMBIENTE SOFTWARE</p> <p>Word</p>		<p>SCALA</p> <p>-</p>						
<p>REV.</p> <p>00</p>	<p>DATA</p> <p>20/02/2022</p>	<p>DESCRIZIONE</p> <p>Prima emissione</p>	<p>REDATTO</p> <p>L.CALVETTI</p>	<p>VERIFICATO</p> <p>L.CALVETTI</p>	<p>APPROVATO</p> <p>L.CALVETTI</p>						
<p>Codice commessa:</p> <p><b>12.21</b></p>			<p>Livello progetto.:</p> <p><b>INT</b></p>	<p>Elaborato:</p> <p><b>R01</b></p>							

## Sommario

<b>1. PREMESSA E NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>2</b>
<b>2. DOCUMENTAZIONE DI SUPPORTO .....</b>	<b>2</b>
<b>3. INQUADRAMENTO TERRITORIALE .....</b>	<b>3</b>
3.1. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO.....	3
3.2. DEFINIZIONE DEL RETICOLO DI STUDIO .....	5
3.3. INDIVIDUAZIONE DEI BACINI .....	7
<b>4. CARATTERIZZAZIONE IDROLOGICA E PLUVIOMETRICA.....</b>	<b>7</b>
4.1. VERIFICA DELL'UFFICIALITA' IDRAULICA.....	7
4.2. IETOGRAMMI .....	9
4.3. PERDITE IDROLOGICHE .....	15
4.4. CURVA IPSOGRAFICA .....	20
4.5. TRASFORMAZIONE AFFLUSSI-DEFLUSSI.....	21
4.6. RISULTATI DEL MODELLO AFFLUSSI DEFLUSSI AD INTENSITA' COSTANTE.....	25
4.7. RISULTATI DEL MODELLO AFFLUSSI DEFLUSSI PER IETOGRAMMI DI TIPO CHICAGO .....	27

## 1. PREMESSA E NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Nella presente relazione, su incarico della Soc. Rimigliano Srl, vengono commentati i risultati delle indagini idrologiche integrative realizzate a supporto del Piano Attuativo 05 – Tenuta di Rimigliano, nel Comune di San Vincenzo (LI). Tali indagini sono state depositate ai sensi del DPGR 5/R/2020 presso la Regione Toscana- Direzione Difesa del Suolo e protezione Civile – Settore genio Civile Valdarno Inferiore in data 20/01/2021 con n. 453 di Deposito, soggette a controllo obbligatorio.

A seguito del controllo, in data 04/03/2021 è pervenuto al Comune di San Vincenzo comunicazione da parte del suddetto Ufficio Regionale con Richiesta di Integrazioni.

La presente attività di approfondimento dell'analisi idrologica viene svolta ad estensione del quadro idrologico conoscitivo relativo alla rete idrografica composta dal Canale di Rimigliano Centrale e Orientale. A maggior definizione dello stesso, vengono altresì considerati i torrenti Fossa Calda ed il Canale Allacciante, in quanto interagenti e confluenti, in corrispondenza dello sbocco a mare, pur sottolineando come l'analisi dei sottobacini sottesi dai suddetti corpi idraulici, con particolare riferimento al Canale Allacciante, esuli dallo studio idraulico del comparto di Rimigliano e venga effettuata in termini complessivi, ovvero al netto di una completa gerarchizzazione dei sottobacini afferenti ed alle problematiche puntuali connesse ad opere idrauliche esistenti ed in previsione (peraltro esterne sia al comparto di studio che ai limiti amministrativi).

Le indicazioni circa le portate afferenti il reticolo idraulico saranno fornite considerando tempi di ritorno degli eventi meteorici pari a 30, 200 e 500 anni, anche in funzione a quanto previsto Dal DPGR N.5/R DEL 30 Gennaio 2020 *“Regolamento di attuazione dell'articolo 104 della Legge Regionale 10 novembre 2014, n. 65 (Norme per il governo del territorio) contenente disposizioni in materia di indagini geologiche, idrauliche e sismiche”* e della L.R. 41/2018 del 24 luglio 2018 *“Disposizioni in materia di rischi alluvioni e di tutela dei corsi d'acqua in attuazione del decreto legislativo 23 febbraio 2010 n 49 (Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni) ”*.

## 2. DOCUMENTAZIONE DI SUPPORTO

Ai fini della predisposizione dello studio, i seguenti elaborati hanno costituito documentazione di supporto:

- Studio idrologico-idraulico di supporto al Piano Strutturale del Comune di San Vincenzo

nel Febbraio 2013.

- Cartografia tecnica regionale, scala 1:10000, formato digitale dxf;
- Cartografia tecnica regionale, scala 1:2000, formato digitale dxf;
- Carta Regionale Toscana uso e copertura del suolo (SITA);
- Rilievi Lidar (DTM/DSM/RAW) con passo 1 o 2 metri (Ascii Grid/ALL)

### 3. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

#### 3.1. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

L'area in esame (figura 2.1) sorge nella porzione meridionale del territorio comunale di San Vincenzo (LI), ad una distanza minima di circa 4,00 Km a Sud del centro del Capoluogo.



Figura 2.1 - Comparto di Studio

I terreni della tenuta hanno un'estensione di circa 568 ettari e sono delimitati a Nord dal Botro ai Marmi, ad Est dalla ferrovia Pisa-Roma, ad Ovest dalla Via della Principessa ed a Sud dalla Fossa Calda. All'interno della tenuta i principali toponimi, da Nord a Sud, sono Podere Chiusacce, Podere Uguccione, Podere Casa delle Guardie, Podere Walfredo, Podere Poggettino Contessa Lea, Podere Sveva Manfredi e Podere Fossa Calda.

Dal punto di vista morfologico, la Tenuta di Rimigliano è posta immediatamente a monte del cordone dunale su cui insiste il parco di Rimigliano, in corrispondenza di un ampio terrazzo alluvionale. All'interno della tenuta è compresa l'ampia depressione dell'antico Lago di Rimigliano.

Le quote s.l.m. variano fra circa -1 in corrispondenza dell'antico lago di Rimigliano e 13 m in corrispondenza del toponimo Casa delle Guardie.

Come meglio specificato nei successivi paragrafi, il comparto descritto fa parte di una più ampia rete idrografica, comprendente la Fossa Calda e, nella parte terminale il Canale Allacciante.

La Fossa Calda è un corso d'acqua perenne che trae la sua origine dalle due sorgenti termali site nel lago Calidario (laghetto Bottaccio) ed in località "le Terme", nel comune di Campiglia Marittima ed è caratterizzato da una portata di acque calde complessive variabile tra i 50 e i 500 l/s. Dopo aver attraversato il centro abitato di Venturina Terme e la zona pianeggiante che la separa dal mare, la Fossa Calda, definita da un alveo di scorrimento artificiale va a sfociare nella zona di Torre Nuova, all'estremità sud del parco di Rimigliano.

L'alveo di scorrimento è artificiale, normalmente realizzato in terra ed a sezione trapezia. Con struttura caratterizzata da alternanze di tratti pensili arginati artificialmente, cascate di dissipazione e tratti con scorrimento inciso al di sotto del piano di campagna, testimonianza dell'antico sfruttamento energetico del canale.

Procedendo lungo il corso d'acqua, dalle sorgenti verso la S.S. n.1 Aurelia, si incontra una prima cascata di dissipazione corrispondente al primo mulino denominato "Lugli". Immediatamente a valle della S.S. n.1 Aurelia si incontra un primo tratto arginato artificialmente, fino alla seconda cascata in località Molino di fondo. Per questo tratto il bacino imbrifero rimane costante in quanto per effetto delle arginature, il corso d'acqua non riceve alcun contributo dalle zone limitrofe.

A valle della seconda cascata e conseguentemente del 1° tratto arginato, il corso d'acqua scorre inciso rispetto al piano campagna e può raccogliere il contributo di una notevole area scolante incanalata attraverso fossi affluenti di destra dal Fosso dei canneti al fosso Santa Barbara.

Poco dopo la confluenza con il Fosso S. Barbara, più precisamente in loc. Ponte Gobbo, terminano i contributi di piena poiché inizia il 2° tratto arginato artificialmente che prosegue fino al terzo ed ultimo salto di dissipazione in loc. Molino Nuovo, punto di confluenza con il Canale di Rimigliano Orientale.

### **3.2. DEFINIZIONE DEL RETICOLO DI STUDIO**

Per quanto concerne le acque superficiali e l'assetto idrologico-idraulico dell'area, dall'analisi del reticolo idrografico e di gestione della Regione Toscana, ai sensi della L.R. 79/2012 e s.m.i. ([http://geoportale.lamma.rete.toscana.it/reticolo\\_enti\\_gestori/](http://geoportale.lamma.rete.toscana.it/reticolo_enti_gestori/)), la rete idrografica è composta dal Canale di Rimigliano Centrale e Orientale, e dalla Fossa Calda (figura 2.2). I suddetti canali fanno parte di un sistema di bonifica piuttosto esteso, che misura complessivamente oltre 21 km<sup>2</sup>. Il bacino più depresso è quello del Canale Rimigliano Centrale con una quota media di 1.00 m s.l.m., esso è dotato, esternamente al comparto di interesse, di una stazione di sollevamento (La Torraccia) prima dell'immissione nel Canale Rimigliano Orientale. Il Canale Rimigliano Orientale presenta anch'esso caratteristiche tipicamente di bonifica con quote medie di bacino di circa 3 m. Ha inizio in corrispondenza dell'alveo del Botro ai Marmi a cui in passato era collegato.

Dalle cartografie ufficiali, (CTR, Autorità di Bacino Toscana Costa, Consorzio di bonifica Alta Maremma), viene individuato anche un Canale Rimigliano Occidentale; tale corso d'acqua che si sviluppa a ovest di Viale della Principessa e si ricollega al Canale Rimigliano Centrale nei pressi del Podere del Molino Nuovo risulta, ad oggi, in stato di abbandono e difficilmente riconoscibile. I terreni dove scorre questo canale, dune e sabbie, sono tuttavia caratterizzati da permeabilità molto elevate per cui lo stato di questo corso non desta particolari preoccupazioni. La Fossa Calda raccoglie invece acque relativamente più alte nei pressi della frazione Venturina del Comune di Campiglia Marittima e della località Lumiere per poi immettersi nel Canale di Rimigliano Orientale all'altezza del Park Arbatros. Il bacino della Fossa Calda è diviso in due parti Fossa Calda 1 (Rio Santa Barbara) di superficie di circa 4.5 km<sup>2</sup> e Fossa Calda 2 di superficie 6.50 km<sup>2</sup>. Il sistema di questi canali, assieme al Canale Allacciante situato più a sud, si riunisce in uno stesso corso d'acqua nei pressi di via della Principessa per sfociare a mare poco dopo con un piccolo porto canale.

La Carta di Tutela del Territorio del Piano di Assetto Idrogeologico del Bacino Toscana Costa (PAI), classifica l'area come "Area di particolare attenzione per la prevenzione degli allagamenti".



Si rileva infine che i corsi d'acqua sopra citati appartengono al reticolo di gestione di cui alla L.R. 79/2012 e s.m.i. in carico al Consorzio 5 Toscana Costa. La Variante non prevede interventi entro i 10 metri da ciglio di sponda/argine dei corsi d'acqua esaminati. In tali aree dovranno in ogni caso essere rispettate le norme dettate dal R.D. 523/1904, nonché, assieme alle aree in pericolosità idraulica molto elevata I.4, quanto indicato dalla L.R. 21/2012.

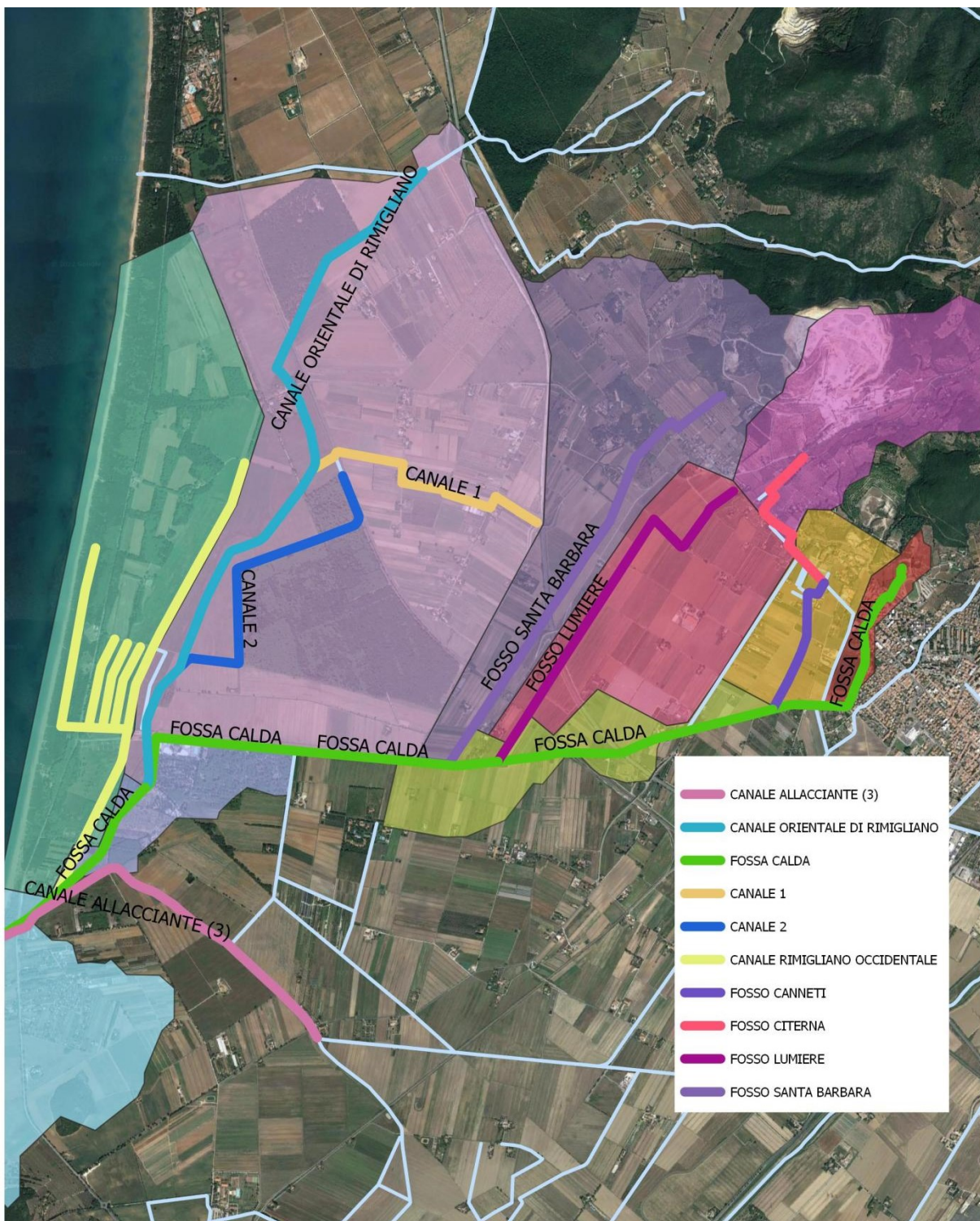


Figura 2.2 – Individuazione del reticolo idrografico di studio e dei bacini afferenti

### 3.3. INDIVIDUAZIONE DEI BACINI

Per la definizione dei bacini oggetto di studio è stato fatto riferimento alla cartografia tecnica regionale. In tabella 3.1 sono sintetizzate le caratteristiche di tali bacini.

BACINO	SUPERFICIE BACINO [km <sup>2</sup> ]	LUNGHEZZA ASTA PRINCIPALE [m]
<i>Canale Allacciante</i>	12.01	10670
<i>Canale Rimigliano Occidentale</i>	3.64	2857
<i>Fossa Calda 2</i>	0.64	3017
<i>Fosso Santa Barbara</i>	3.18	3273
<i>Fosso Lumiere</i>	1.88	2579
<i>Fossa Calda 4</i>	0.83	1449
<i>Fossa Calda Sorgente</i>	0.27	1241
<i>Fosso Citerna</i>	2.46	1742
<i>Fossa Calda 3</i>	1.00	2607
<i>Canale Rimigliano Orientale</i>	5.00	5100
<i>Canale 2</i>	0.96	1800
<i>Canale 1</i>	2.41	3200
<i>Fossa Calda</i>	2.27	906

**Tabella 3.1** – *Caratteristiche dei Bacini di studio*

Relativamente al Canale Allacciante, essendo questo totalmente esterno al comparto di riferimento, lo studio idrologico si è limitato alla definizione della portata di massima piena e del relativo idrogramma con riferimento all'intero sottobacino, ovvero senza definizione della gerarchizzazione degli affluenti rispetto all'asta principale.

## 4. CARATTERIZZAZIONE IDROLOGICA E PLUVIOMETRICA

### 4.1. VERIFICA DELL'UFFICIALITA' IDRAULICA

Per l'individuazione delle curve di possibilità pluviometrica rappresentative degli eventi meteorologici caratteristici della zona di interesse sono stati considerati i valori dei parametri  $n$  e  $a(T_R)$  indicati dal Centro Funzionale Regionale di monitoraggio Meteoidrologico.

Per verificare la portata di piena all'interno del bacino imbrifero e del lago in corrispondenza delle sezioni di chiusura è stata innanzitutto effettuata una ricerca per quanto riguarda i valori meteorologici e, nello specifico caso, pluviometrici per l'area in oggetto.

La massima portata dipende infatti dall'altezza di pioggia caduta in un tempo critico "t" assunto



pari al tempo di corrivazione del bacino in esame.

L'elaborazione dei dati raccolti consiste nella determinazione della legge di pioggia per un considerato tempo di ritorno, ossia si tratta di trovare la relazione tra l'altezza di pioggia  $h$  e il tempo  $t$  (durate). In genere, affinché un'elaborazione sia attendibile devono essere disponibili i dati relativi ad un periodo piuttosto lungo (almeno > 10 anni).

Tutte le leggi di pioggia hanno una forma del tipo:

$$h = a \times t^n$$

dove  $a$  ed  $n$  sono delle costanti che variano in funzione del tempo di ritorno e sono determinate caso per caso.

Per la stima delle curve di possibilità climatica si considerano le leggi di possibilità pluviometrica costituite a partire dall'analisi statistica condotta dal SIR della Regione Toscana.

I valori considerati per i due coefficienti sopraindicati sono i seguenti:

stazione: TOS1100035 - S.Vincenzo (LI)

Durata superiore a 1 ora: altezza di precipitazione in funzione di durata e tempo di ritorno

ore	1	3	6	12	24	
5 anni	37.67	49.05	57.94	68.44	80.85	mm
10 anni	45.61	59.93	71.2	84.59	100.49	mm
20 anni	53.45	72.08	87.04	105.11	126.93	mm
30 anni	58.03	79.81	97.58	119.32	145.89	mm
50 anni	63.94	90.08	111.84	138.84	172.37	mm
100 anni	72.2	104.43	131.81	166.38	210	mm
200 anni	80.71	119.03	152.08	194.32	248.29	mm
500 anni	76,89	103,9	125,64	151,92	183,7	mm

Dalla consultazione di tali dati pluviometrici, i parametri delle curve di possibilità pluviometrica relative al pluviometro di Veduggio e riferiti ad eventi meteorici compresi nelle 24 ore, assumono i seguenti valori:

Tr	a (mm/ora <sup>n</sup> )	n
5	37.669	0.2403
10	45.61	0.2486
20	53.451	0.2721
30	58.03	0.2901
50	63.939	0.312
100	72.2	0.336
200	80.711	0.3536
500	92.739	0.3674

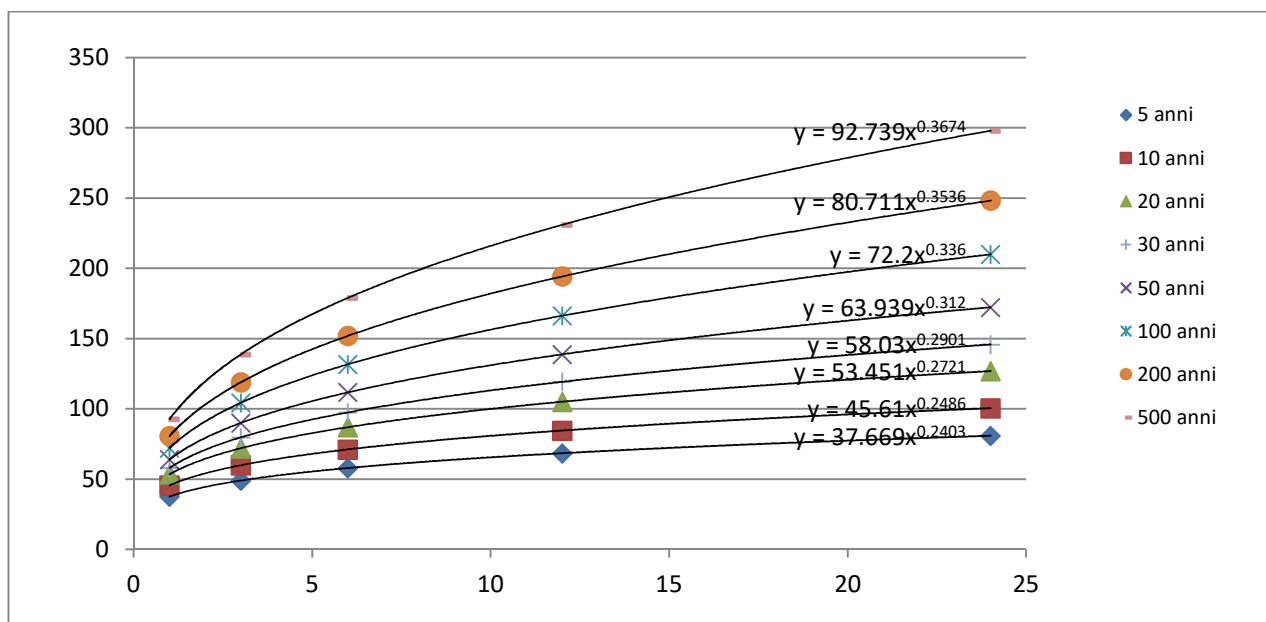


Figura 5.2- Curve di Possibilità Pluviometrica del Bacino

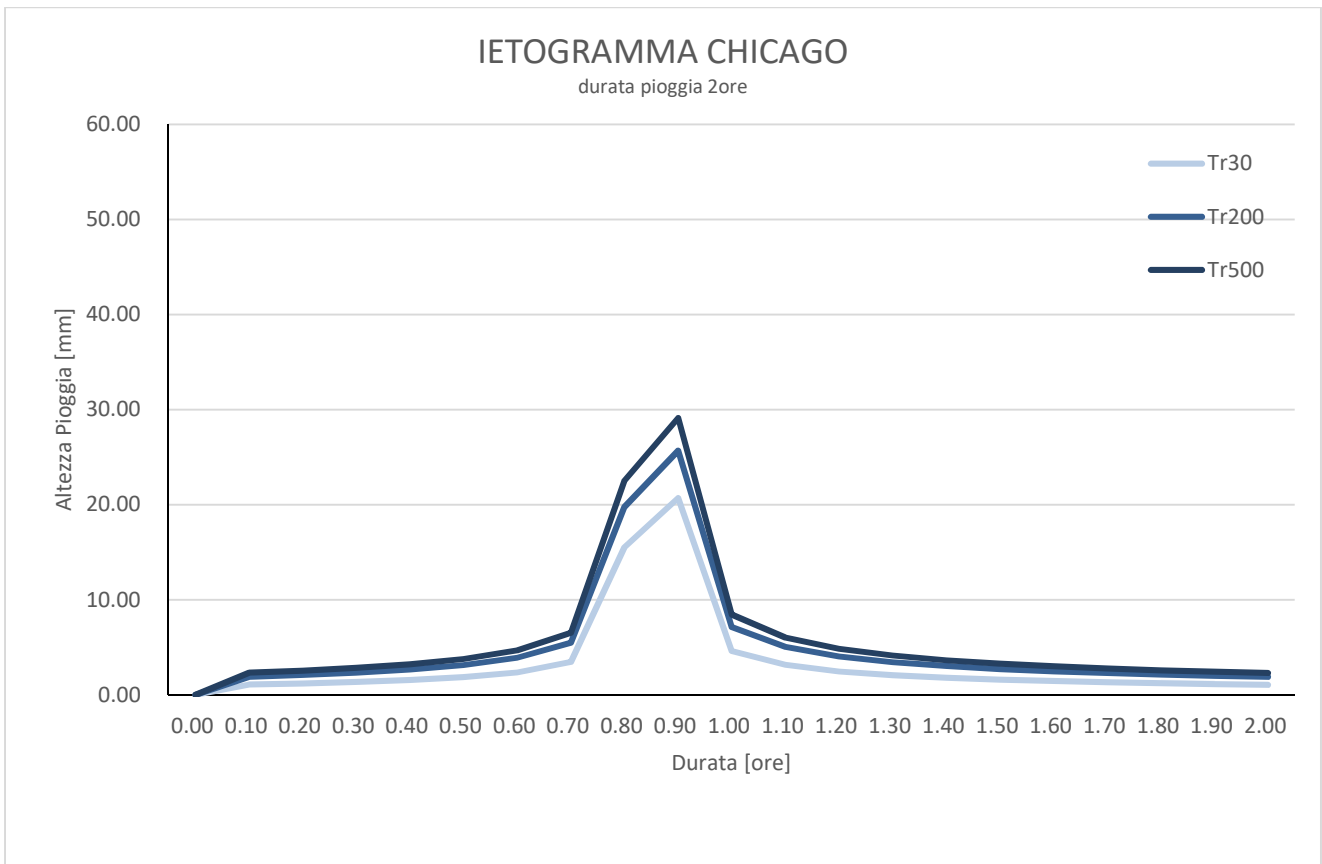
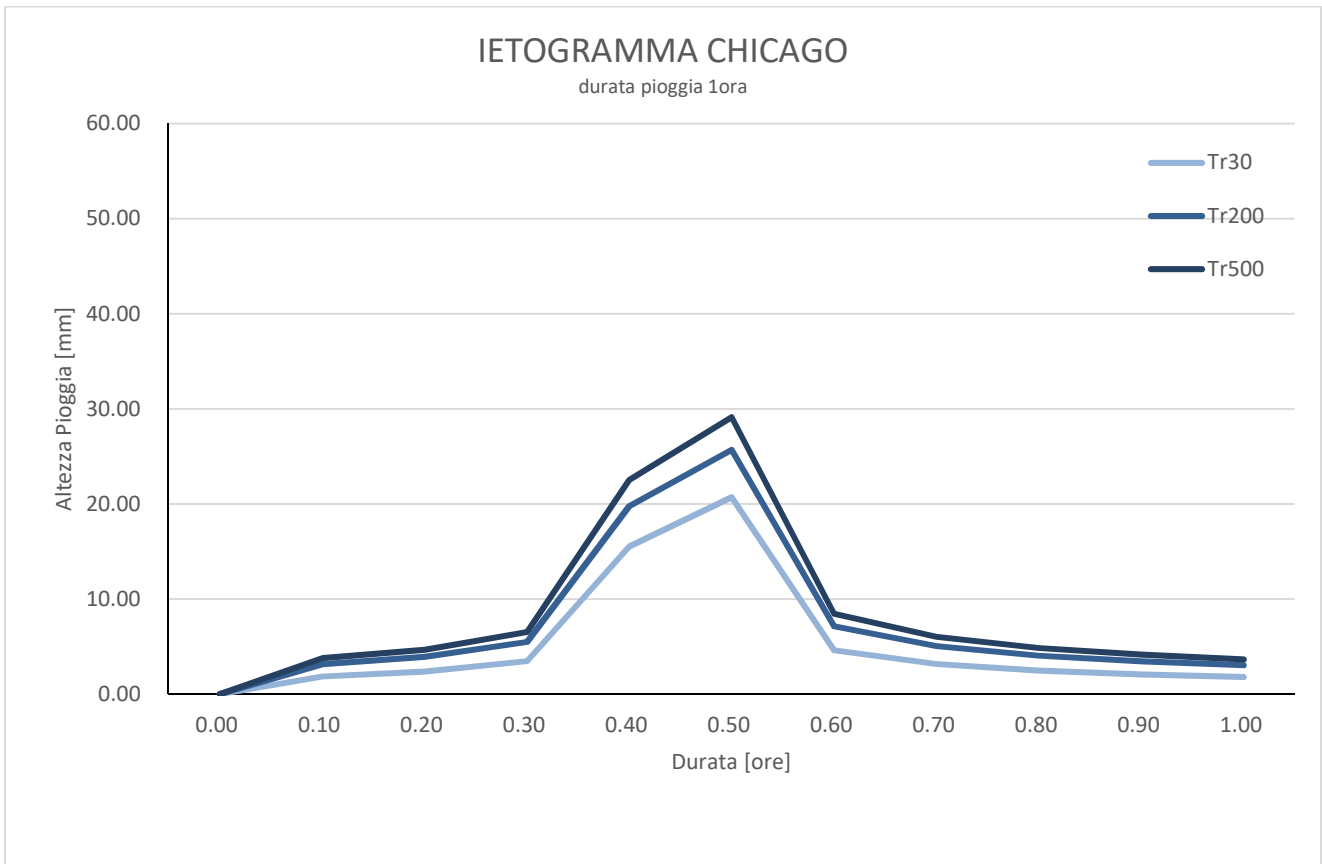
## 4.2. IETOGRAMMI

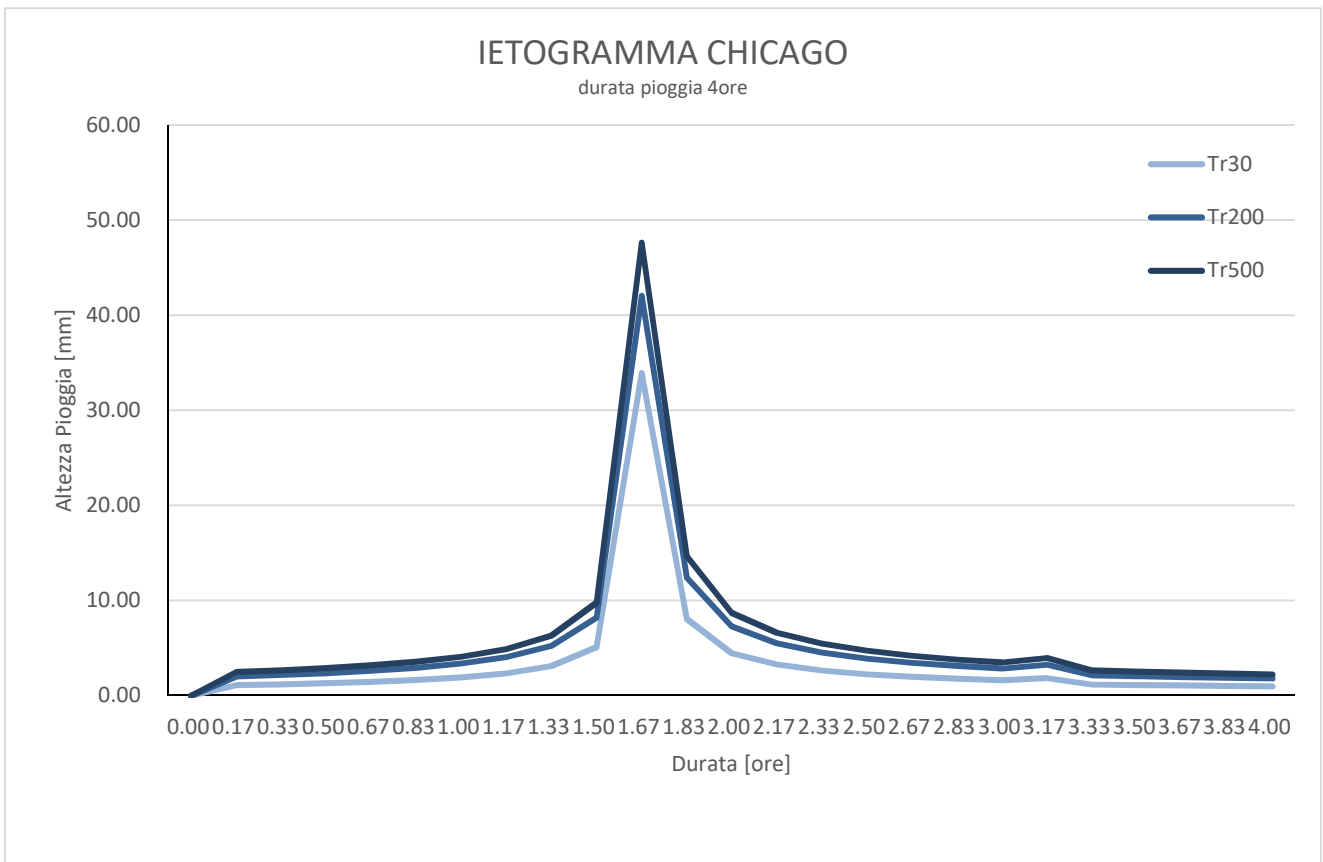
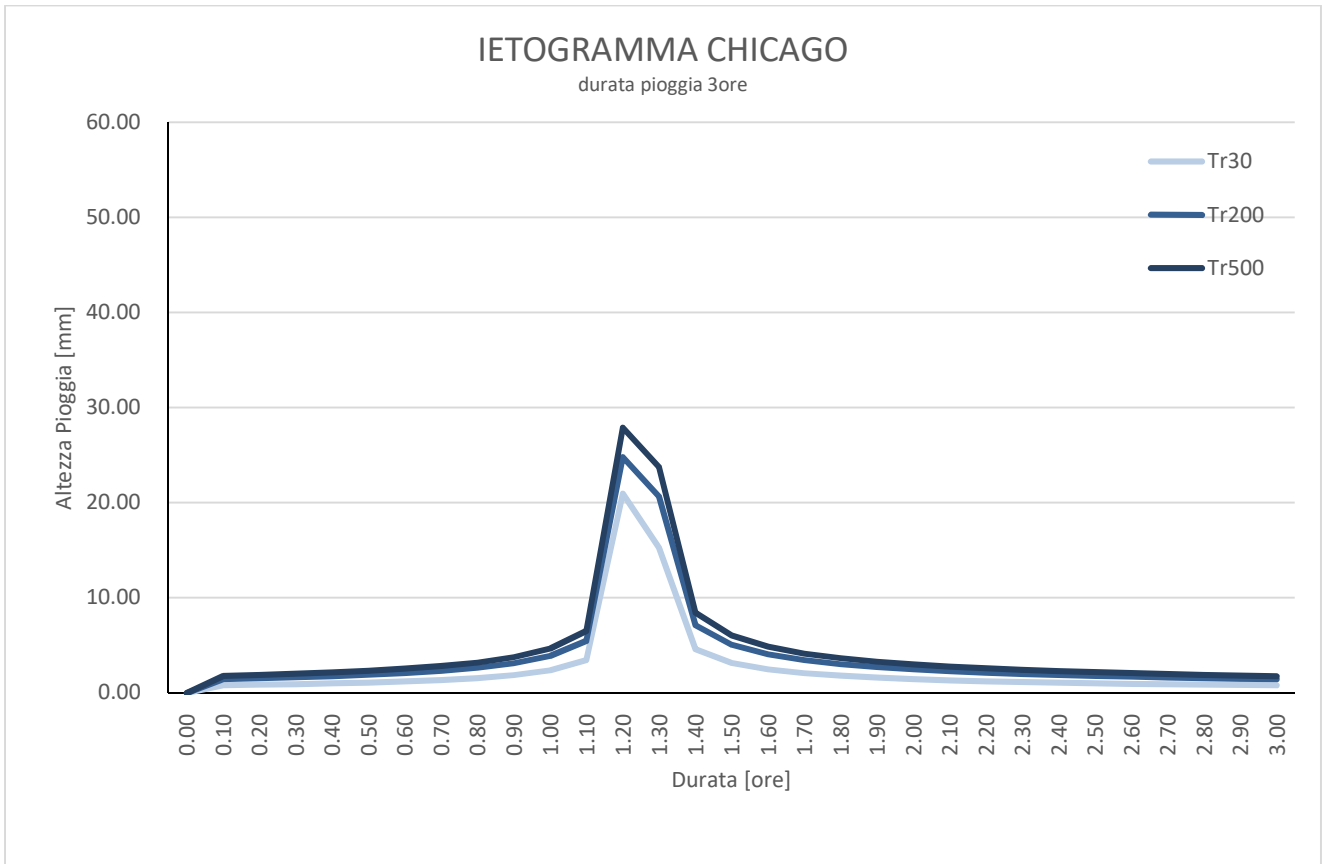
L'andamento temporale dell'evento pluviometrico è stato schematizzato ricorrendo ad uno ietogramma sintetico, che pur non rappresentando il reale andamento dell'evento di pioggia, introduce nelle procedure di trasformazione afflussi-deflussi una variabilità temporale dell'evento pluviometrico in grado di produrre risultati tali da ritenersi cautelativi.

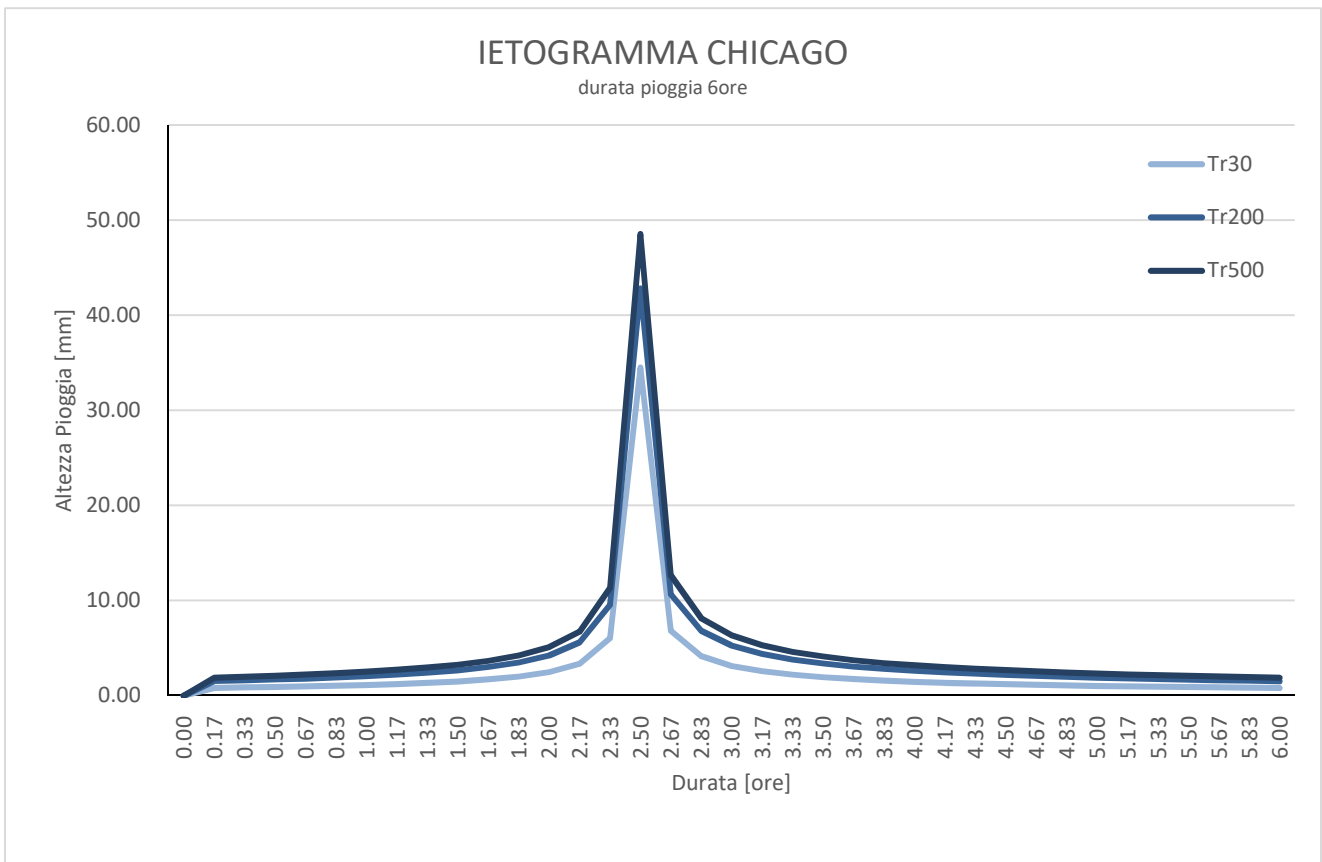
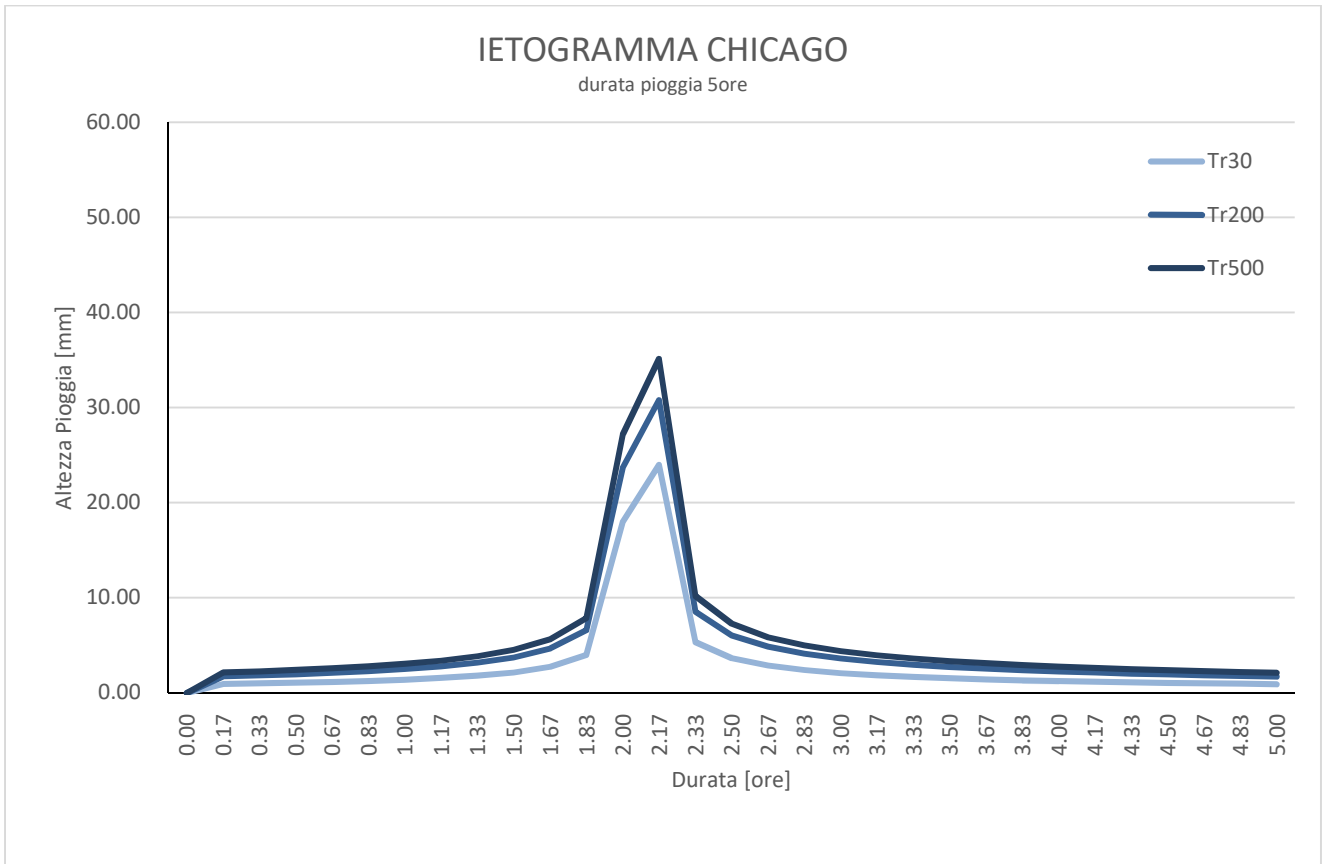
La legge di distribuzione che si introduce rappresenta, in tal modo, lo ietogramma di "progetto" o ietogramma "sintetico".

Per lo studio in questione, tra gli ietogrammi noti in letteratura, si è deciso di utilizzare due tipologie di ietogrammasintetico:

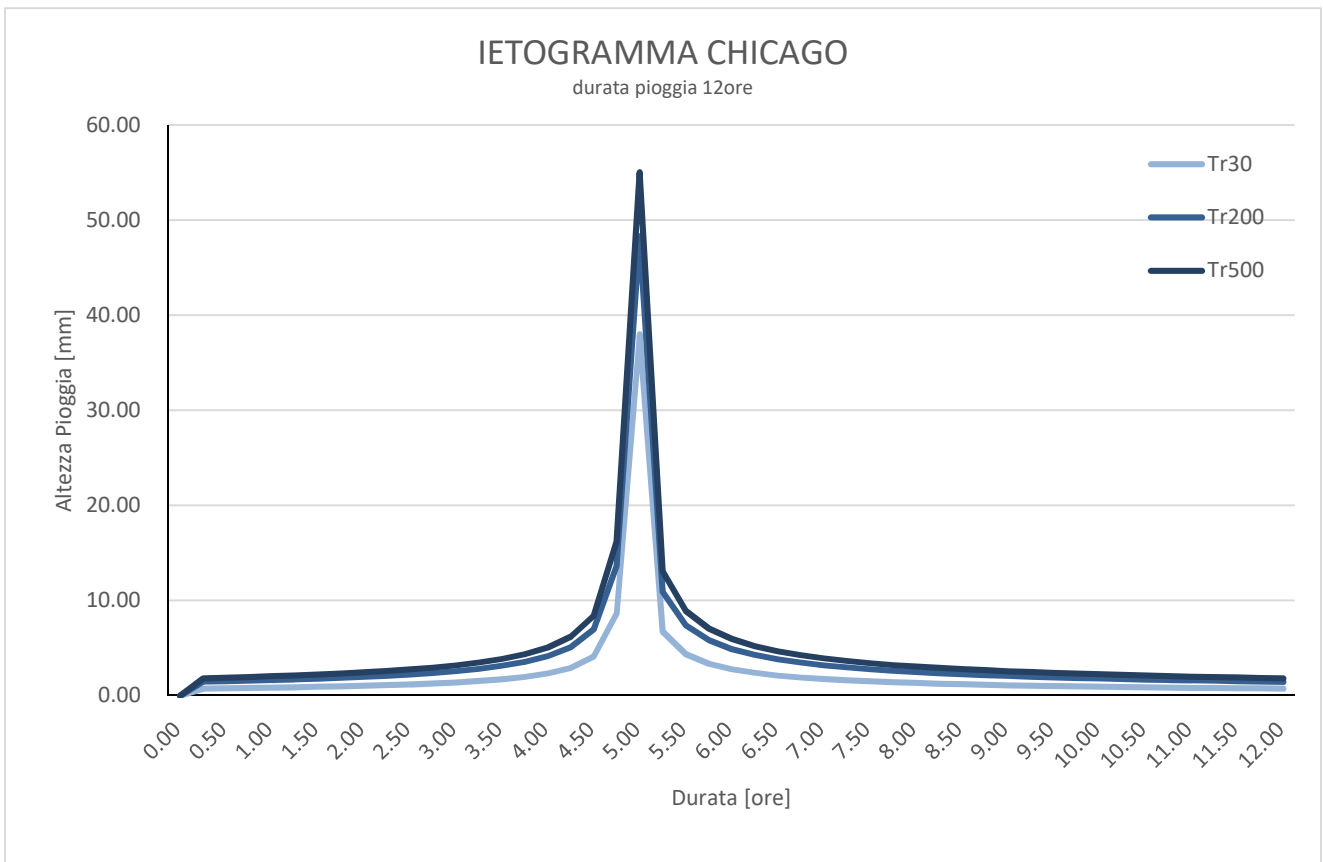
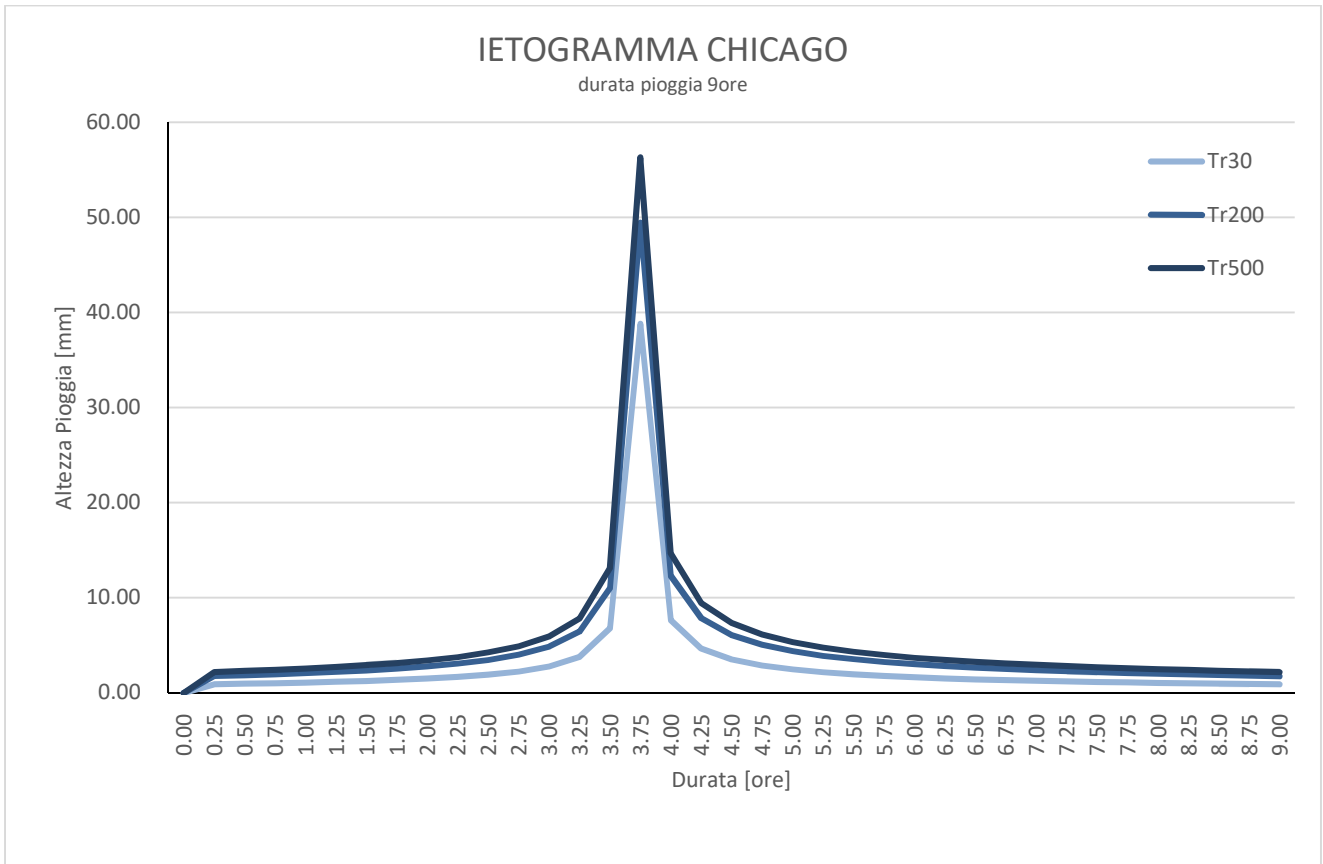
- ✓ Ad intensità costante (IDF), applicato a eventi pluviometrici di durata  $t$  variabile dalle 1 alle 24h ed aventi tempi di ritorno pari a 30, 200 e 500 anni. La valutazione per eventi di diverse durate ha consentito di definire la durata critica dell'evento che massimizza il deflusso per i diversi bacini esaminati;
- ✓ di tipo "Chicago", con intensità di picco posizionata a  $0.4t_p$  della durata di pioggia. Tale ietogramma è stato applicato, coerentemente con le indicazioni degli autori che ne hanno definito le caratteristiche (Keifer e Chu, 1957 Synthetic storm pattern for drainage design ASCE Journal of the Hydraulics Division 83 (HY4): 1–25), per la sola durata critica riferita al singolo bacino.

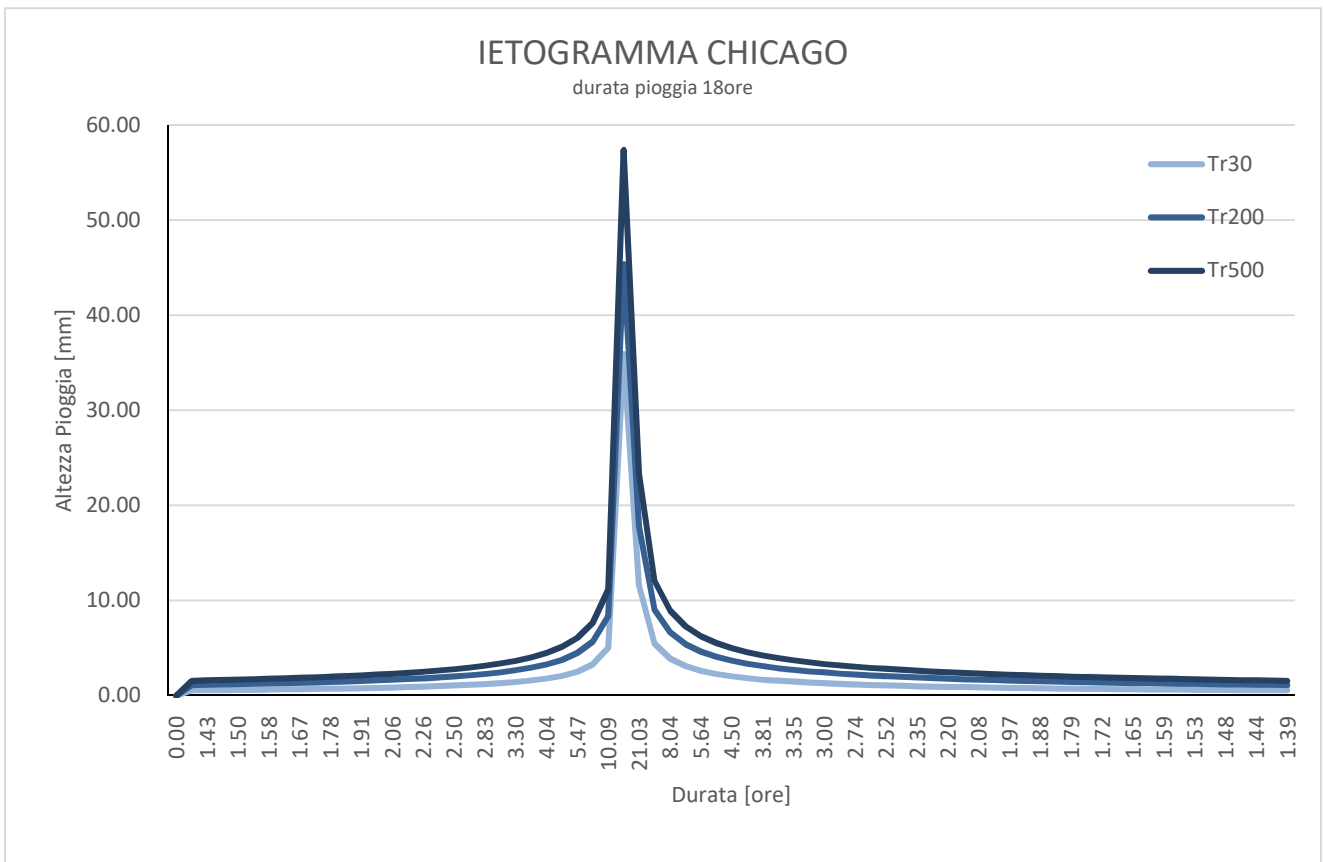
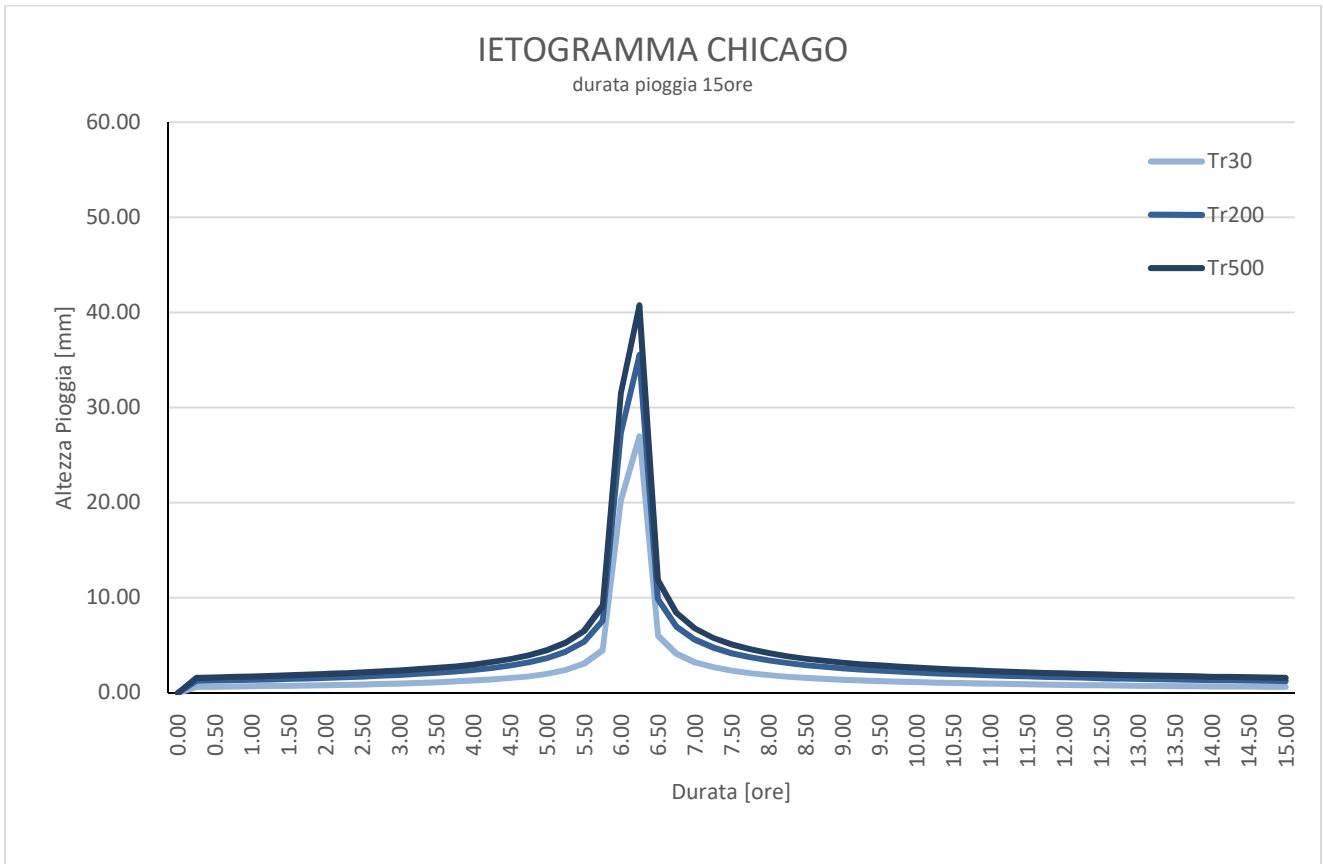


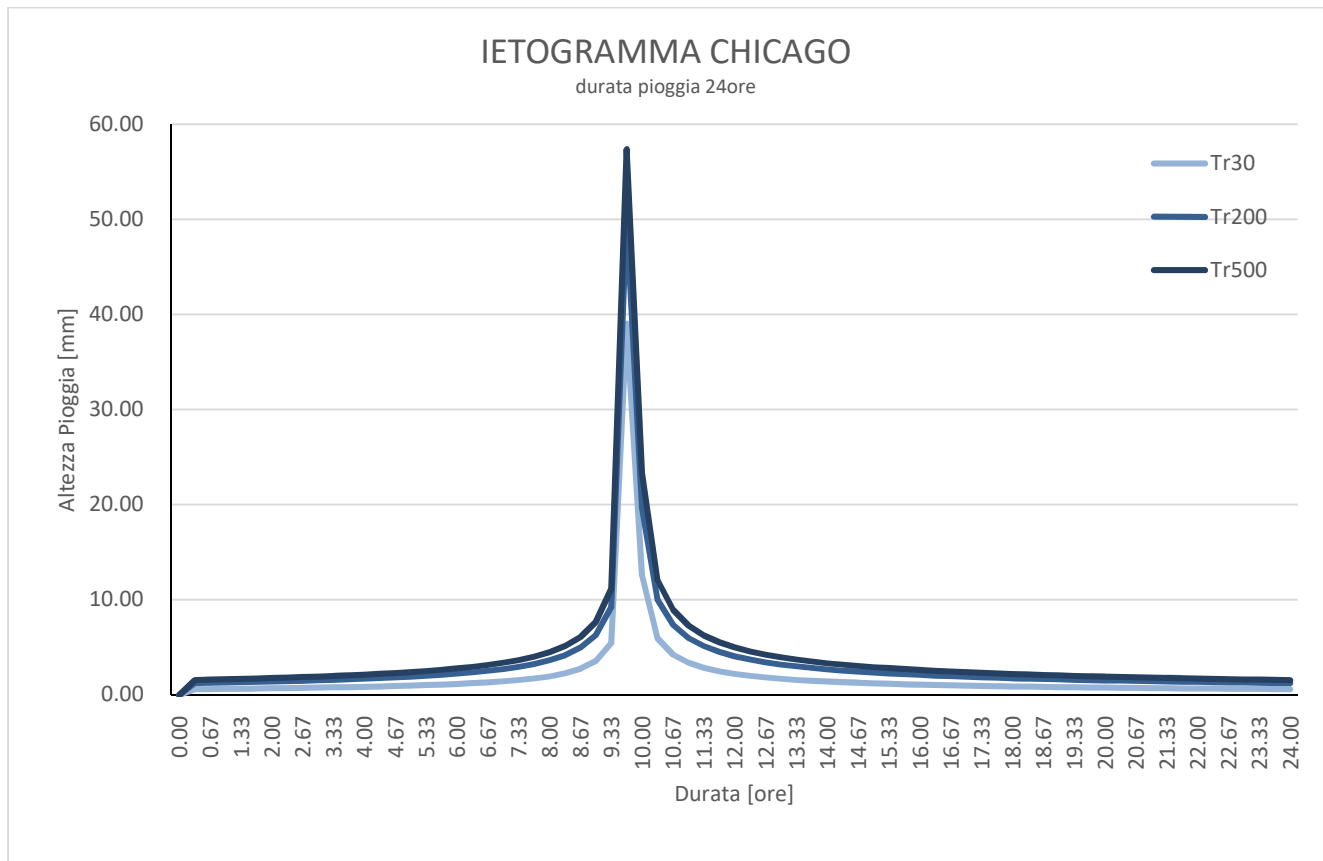












### 4.3. PERDITE IDROLOGICHE

Per la determinazione delle perdite di bacino è stato utilizzato il metodo del CN del Soil Conservation Service, che consente di determinare il deflusso corrispondente allo scorrimento superficiale di bacini per i quali non esistano osservazioni di deflusso.

Il metodo si basa sul concetto che il deflusso superficiale è nullo fino a che non è raggiunto un valore minimo pari alle perdite iniziali  $I_a$ . In letteratura tecnica è riconosciuta l'esistenza di una correlazione positiva fra la perdita iniziale  $I_a$  e la capacità di ritenzione potenziale  $S$  espressa dalla seguente espressione:

**Il metodo SCS Curve Number** è stato sviluppato dal "Soil Conservation Service, United States Department of Agriculture". Tale metodologia semi-empirica lega il coefficiente di afflusso della pioggia in maniera non lineare alla sua durata.

L'altezza di pioggia lorda ( $I$ ) viene bilanciata nel modello dalla somma di imbibimento iniziale ( $I_a$ ), infiltrazione ( $F$ ) e deflusso superficiale ( $P$ ), tutte espresse in mm:

$$I = I_a + F + P;$$

In realtà è un'equazione empirica di proporzionalità, che stabilisce che il deflusso superficiale sta alla precipitazione lorda, depurata dell'imbibimento iniziale, come la quantità di acqua filtrata sta al potenziale di ritenzione idrica del terreno (S):

$$\frac{P}{I - I_a} = \frac{F}{S};$$

Combinando le due equazioni, si ottiene l'altezza di pioggia netta in funzione di quella lorda:

$$P = \frac{(I - I_a)^2}{I - I_a + S}$$

Dal momento che, in genere, si considera l'imbibimento iniziale come una quota parte di S (in mancanza di dati precisi sui tassi di infiltrazione si può assumere, per aree non significativamente urbanizzate,  $I_a = 0.2S$ ), il potenziale di ritenzione del terreno rimane l'unico parametro da stabilire all'interno del modello. Lo si ottiene attraverso la seguente formula:

$$S = S_0 \left( \frac{100}{CN} - 1 \right)$$

dove  $S_0$  è il massimo potenziale di ritenzione idrica di un terreno, pari a 254 mm, e CN è il Curve Number, un indice empirico che, sulla base delle caratteristiche geologiche e di uso del suolo, definisce il grado di rifiuto del terreno nei confronti della pioggia in ingresso. È compreso tra 1, infiltrazione massima, e 100, deflusso massimo.

Per valutare il CN, dapprima si stabilisce una classe idrologica per il bacino (Figura 4.1), sulla base delle informazioni ottenute dalla carta geologica (si va da A – suoli più drenanti - a D – suoli più impermeabili), calcolando poi il valore del Curve Number complessivo come media pesata dei singoli valori assegnati alle varie aree a seconda destinazione d'uso del rispettivo suolo. Il risultato così ottenuto è il cosiddetto  $CN_{II}$ , o CN medio, a sua volta modificabile, a seconda delle condizioni di imbibimento iniziale del terreno, attraverso alcune relazioni empiriche.

Tipo idrologico di suolo	Descrizione
A	Scarsa potenzialità di deflusso. Comprende sabbie profonde con scarsissimo limo e argilla; anche ghiaie profonde, molto permeabili.
B	Potenzialità di deflusso moderatamente bassa. Comprende la maggior parte dei suoli sabbiosi meno profondi che nel gruppo A, ma il gruppo nel suo insieme mantiene alte capacità di infiltrazione anche a saturazione.
C	Potenzialità di deflusso moderatamente alta. Comprende suoli sottili e suoli contenenti considerevoli quantità di argilla e colloidali, anche se meno che nel gruppo D. Il gruppo ha scarsa capacità di infiltrazione a saturazione.
D	Potenzialità di deflusso molto alta. Comprende la maggior parte delle argille con alta capacità di rigonfiamento, ma anche suoli sottili con orizzonti pressoché impermeabili in vicinanza delle superfici.

**Figura 4.1 - Classi di tipo idrologico di suolo e relativa descrizione**

Uso del suolo e copertura vegetale	AMC <sub>II</sub>			
	A	B	C	D
Pascolo in cattive condizioni	68	76	86	89
Pascolo in discrete condizioni	49	69	79	84
Pascolo in buone condizioni	39	61	74	80
Prato protetto dal pascolo e soggetto a fienagione	30	58	71	78
Sterpaglie in cattive condizioni	48	67	77	83
Sterpaglie in discrete condizioni	35	56	70	77
Sterpaglie buone condizioni	30	48	65	73
Bosco in cattive condizioni	45	66	77	83
Bosco in discrete condizioni	36	60	73	79
Bosco in buone condizioni	25	55	70	77
Aree industriali con permeabilità inferiore al 72%	81	88	91	93
Aree residenziali con impermeabilità media > del 65%	77	85	90	92
Aree residenziali con impermeabilità media tra il 65% ed il 60%	57	72	81	86
Aree residenziali con impermeabilità media tra il 60% ed il 20%	51	68	79	84
Suolo Coltivato con trattamenti di conservazione	72	81	88	91
Suolo coltivato senza trattamenti	62	71	78	81

**Figura 4.2 - Tabella dei Curve Number assegnati a determinati usi e tipi idrologici del suolo**

Nel rispetto delle metodologie che vengono suggerite dalla letteratura tecnica il parametro CN dei vari sottobacini è calcolato come media pesata sull'area dei vari valori CN presenti sul territorio. La procedura adottata, che si è basata sull'utilizzo di griglie (Grid), è stata la seguente:

1. Realizzazione del Grid delle classi litologiche NRCS (Figura 4.3);
2. Realizzazione del Grid dei parametri CN riferiti alla classe litologica A (Figura 4.4);
3. Realizzazione del Grid dei parametri CN esatti per la classe litologica effettiva intrecciando i dati del primo e secondo Grid (Figura 4.5);
4. Calcolo del parametro CN medio per ogni bacino.



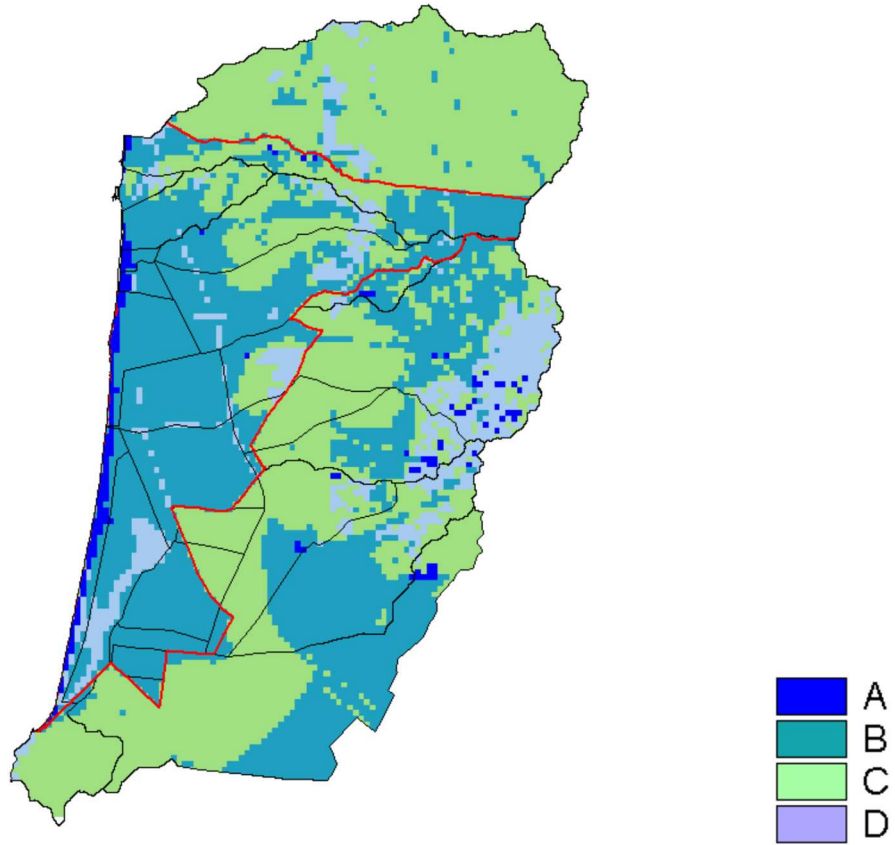


Figura 4.3 - Mappa classi litologiche NRCS

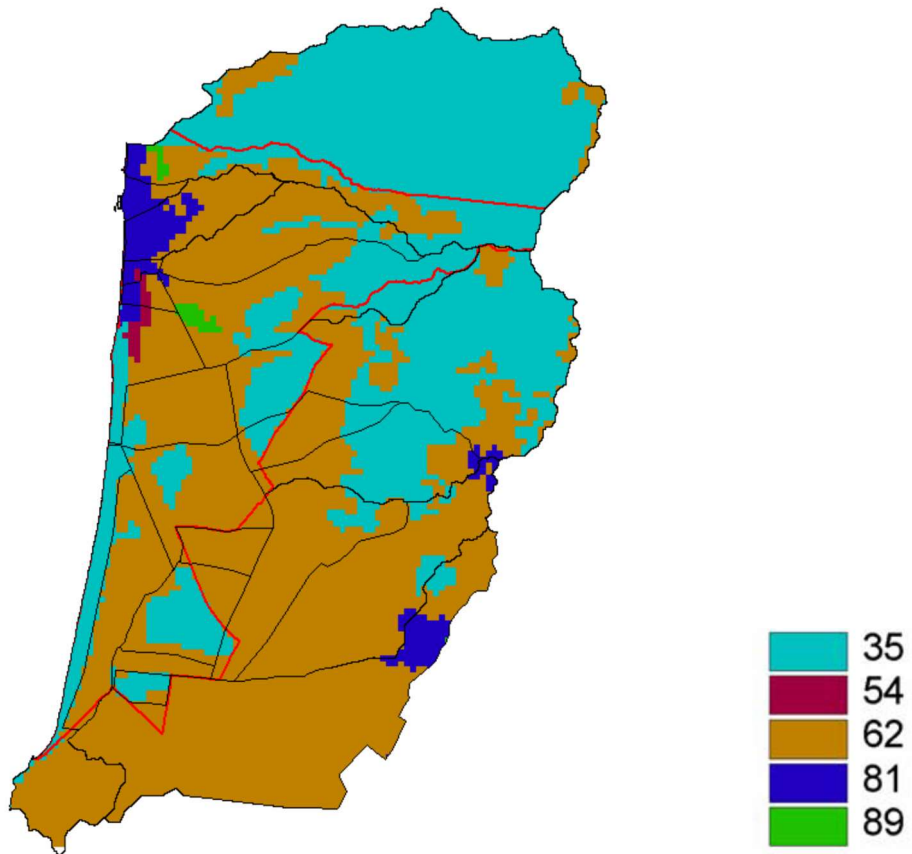


Figura 4.4 - Mappa Parametro CN(A).

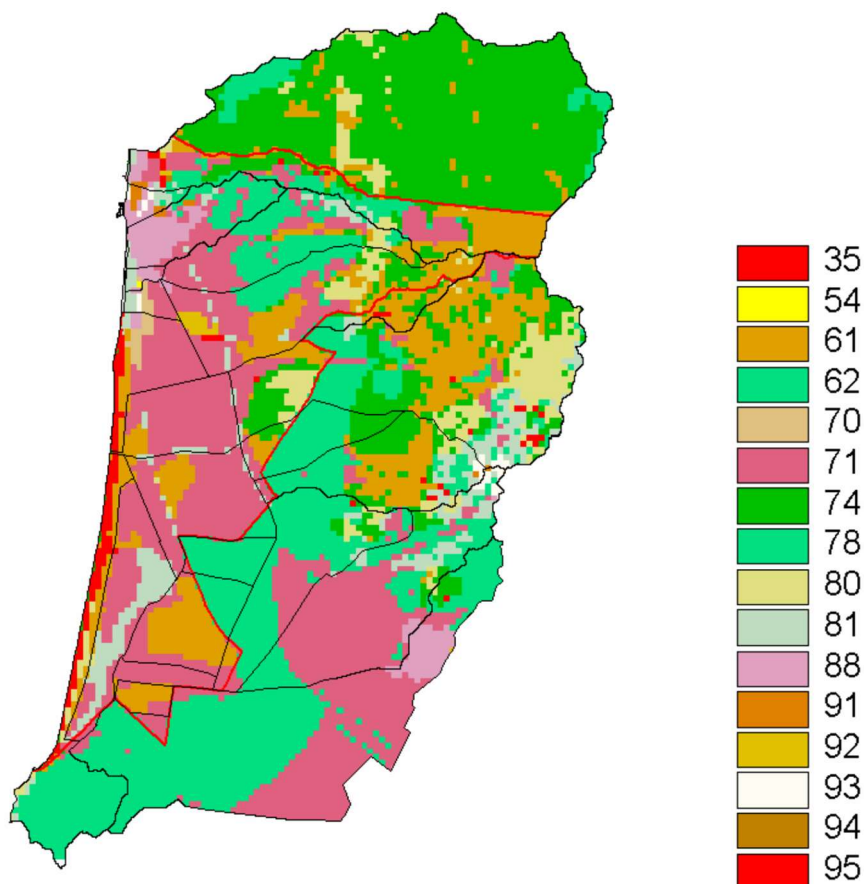


Figura 4.5 - Mappa CN(2)

La Grid utilizzata deriva direttamente dal codice LAND CORINE dell'uso del suolo, definita a partire dai dati presenti in "Modellazione idrologica caso pilota" di Fabio Castelli, novembre 2014, opportunamente integrata e contenente il catalogo di classi presenti in "Specifiche tecniche per l'acquisizione in formato digitale di dati geografici telematici" della Regione Toscana – Consorzio LaMMA, dicembre 2012.

Al fine della definizione del parametro CN si è fatto riferimento al "DB Uso e Copertura del Suolo della Regione Toscana", aggiornato nel 2016 e al "DB Pedologico della Regione Toscana", aggiornato nel 2017 per quanto riguarda la classificazione del suolo in funzione della capacità di deflusso (categorizzazione A, B, C e D).

In caso di mancata disponibilità di dati relativi alla natura del suolo si è fatto riferimento ai valori del CN definiti dalla Regione Toscana nel 2014.

I valori di CN indicati nelle tabelle fanno riferimento ad una condizione media di umidità del terreno antecedente l'evento di pioggia considerato (AMC II: Antecedent Moisture Condition classe II).

Nel caso in esame, procedendo in maniera cautelativa, si è considerato una condizione di umidità AMCIII e pertanto i valori di CN sono stati modificati con la seguente formula:

$$CN_{III} = \frac{CN_{II}}{0.43 + 0.0057 \cdot CN_{II}}$$

Successivamente, la media pesata dei valori del CN II ottenuti sulla superficie complessiva di ogni sottobacino ha consentito di ottenere i risultati riportati nella seguente tabella

BACINO	CNII	CNIII
CANALE ALLACCIANTE	76	78
CANALE RIMIGLIANO OCCIDENTALE	69	71
FOSSA CALDA 2	74	76
FOSSO SANTA BARBARA	73	75
FOSSO LUMIERE	76	78
FOSSA CALDA 4	76	78
FOSSA CALDA SORGENTE	83	85
FOSSO CITERNA	73	75
FOSSA CALDA 3	77	79
CANALE RIMIGLIANO ORIENTALE	72	74
CANALE 2	72	74
CANALE 1	72	74
FOSSA CALDA	77	79

Tabella 4.1 - Valori CN adottati

#### 4.4. CURVA IPSOGRAFICA

L'andamento altimetrico del bacino è descritto dalla curva ipsografica, che si ottiene riportando in un diagramma cartesiano la quota topografica sull'asse delle ordinate e, sull'asse delle ascisse, l'area totale della porzione di bacino che si trova a una quota superiore ad essa. Le quote possono avere riferimento assoluto oppure relativo; in questo caso le quote si riferiscono alla sezione di chiusura del bacino. Dalla curva ipsografica si determina facilmente l'altezza media  $H_m$ , definita in funzione dell'area del bacino dalla relazione:

$$H_m = \frac{1}{A} \int_0^{A_b} z \, dA$$

L'area del rettangolo con base A e altezza  $H_m$  è dunque equivalente all'area sottesa dalla curva ipsografica; tale affermazione è utilizzata per la determinazione dell'altezza media del bacino con il metodo grafico.

Tali valori, ricavati direttamente dall'analisi dei DEM mediante il software SAGA GIS, vengono

di seguito riportati:

BACINO	H [M]
CANALE ALLACCIANTE	10
CANALE RIMIGLIANO OCCIDENTALE	2,66
FOSSA CALDA 2	3,72
FOSSO SANTA BARBARA	57,39
FOSSO LUMIERE	20,29
FOSSA CALDA 4	22,51
FOSSA CALDA SORGENTE	23,90
FOSSO CITERNA	130,24
FOSSA CALDA 3	8,13
CANALE RIMIGLIANO ORIENTALE	10,09
CANALE 2	10,09
CANALE 1	10,09
FOSSA CALDA	12,84

**Tabella 4.2** - Valori dell'Altezza media dei singoli sottobacini

#### 4.5. TRASFORMAZIONE AFFLUSSI-DEFLUSSI

L'analisi idrologica è stata compiuta adottando una metodologia omogenea per tutto il territorio. I risultati in termini di portate e di durata degli eventi sono stati confrontati con i risultati degli studi esistenti citati in precedenza.

La modellazione idrologica ai fini della determinazione degli idrogrammi di piena è stata eseguita con l'ausilio del software HEC-HMS v. 4.9 (Hydrologic Modeling System), sviluppato dal US Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center.

Ad ogni bacino è stato fornito in ingresso uno ietogramma di pioggia, per diversi tempi di ritorno e varie durate.

La pioggia netta è stata calcolata utilizzando il metodo SCS Curve Number del Soil Conservation Service. La trasformazione afflussi-deflussi è stata effettuata mediante l'idrogramma unitario di Clark, mentre i deflussi in uscita dai singoli sottobacini vengono propagati verso valle con il metodo dell'Onda Cinematica, fino ad ottenere gli idrogrammi di piena nelle sezioni di interesse.

L'estensione dello studio ed il grado di dettaglio nella suddivisione dei bacini, nonché la diversità delle caratteristiche dei bacini esaminati (di acque alte e basse) ha suggerito l'applicazione di una metodologia che tenesse conto sia dei processi di scorrimento superficiale che del contributo degli invasi e degli immagazzinamenti. Per tale motivo si è

scelto il metodo di Clark che esprime l'idrogramma di piena attraverso due parametri: il tempo di corrivazione  $T_c$  e la costante di ritardo  $R$ .

La valutazione del tempo di corrivazione, definito come il tempo massimo impiegato da una goccia di pioggia che precipita su un bacino a percorrere la distanza necessaria per raggiungere la sezione di chiusura, è stato calcolato utilizzando la formula di Giandotti (1940), come modificata da Aronica e Paltrinieri, che presenta la seguente formulazione:

$$T_c = \frac{\frac{1}{Md} * a * \sqrt{A} + b * L}{c \sqrt{H_m}}$$

dove:

$T_c$  (ore) = Tempo di corrivazione, definito come il tempo massimo impiegato da una goccia di pioggia che precipita su un bacino a percorrere la distanza necessaria per raggiungere la sezione di chiusura

$M$  = Coefficiente di copertura del suolo

$d$  = permeabilità

$a$  = coefficiente adimensionale da assumere pari a 4;

$A$  = area del bacino idrografico espressa in  $\text{km}^2$ ;

$b$  = coefficiente adimensionale da assumere pari a 1,5;

$L$  = lunghezza in km del percorso idraulicamente più lungo del bacino

$H_m$  = altezza media del bacino, in metri, rispetto alla sezione di chiusura;

$c$  = coefficiente adimensionale da assumere pari a 0,8.

I coefficienti  $M$  e  $d$  sono stati introdotti nella formula di Giandotti modificata, e consentono di valutare anche l'influenza della permeabilità dei terreni e della copertura, fondamentale per i bacini di piccola estensione e elevata differenza di permeabilità come quello in esame.

Copertura del suolo	M	Permeabilità	d
Suolo nudo	0.667	Semipermeabile	1.27
Erba rada	0.25	Poco permeabile	0.96
Bosco	0.20	Mediamente permeabile	0.81
Prato permanente	0.167	Molto permeabile	0.69

**Tabella 4.3 – Coefficienti  $M$  e  $d$**



Per quanto riguarda il coefficiente di immagazzinamento R si è fatto riferimento alla formula originale di Clark:

$$R = \frac{0.8 \cdot (L/1.60934)}{(i_B \cdot 100)^{0.5}}$$

I valori riassuntivi dei parametri idrologici per i vari sottobacini analizzati sono riassunti nella seguente tabella

SOTTOBACINO	S [km <sup>2</sup> ]	Tc [ore]	R [-]
Canale Allacciante	12,01	8,86	3,35
Canale Rimigliano Occidentale\	3,64	5,99	1,12
Fossa Calda 2	0,64	3,90	1,68
Fosso Santa Barbara	3,18	1,35	0,54
Fosso Lumiere	1,88	1,78	0,94
Fossa Calda 4	0,83	1,02	0,63
Fossa Calda Sorgente	0,27	0,72	0,27
Fosso Citerna	2,46	0,60	0,18
Fossa Calda 3	1,00	2,53	1,85
Canale Rimigliano Orientale	5,00	4,64	1,89
Canale 2	0,96	1,78	0,71
Canale 1	2,41	3,02	2,05
Fossa Calda	2,27	1,45	0,22

**Tabella 4.4** - Parametri Riassuntivi modello Idrologico

Nella figura seguente si riporta la schematizzazione dei bacini per l'implementazione del modello idrologico. Il contributo congiunto di più bacini è assegnato a singoli nodi (junction) o ad aste fluviali in cui si innesca il meccanismo della propagazione delle piene (reach). Quest'ultimo è stato schematizzato secondo il metodo di Muskingum-Cunge per alvei assimilabili a trapezoidali.

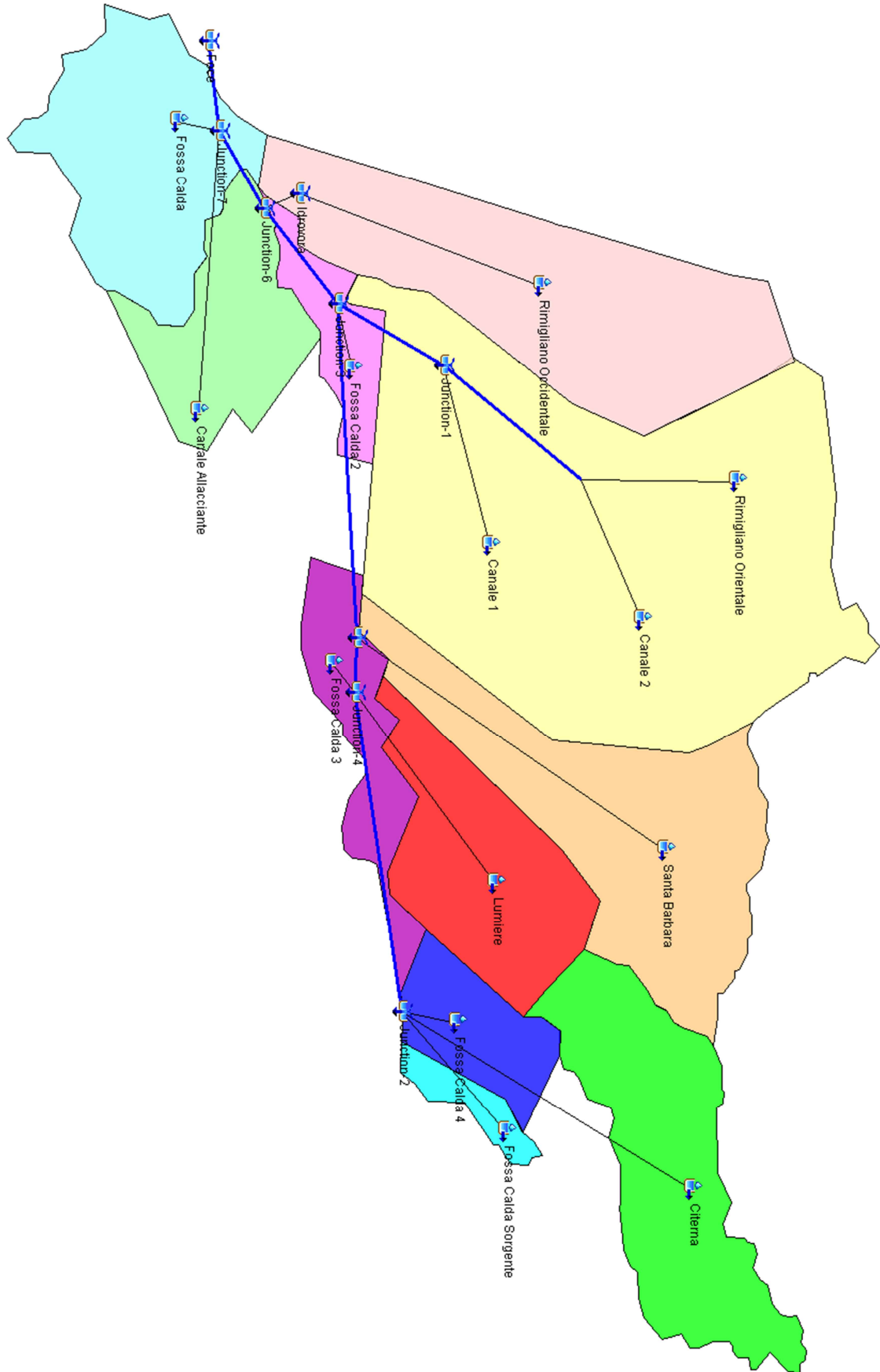


Figura 4.6 - Elementi del Modello Idrologico

#### 4.6. RISULTATI DEL MODELLO AFFLUSSI DEFLUSSI AD INTENSITA' COSTANTE

I risultati hanno evidenziato che il massimo delle portate si verifica per quasi la totalità dei bacini in un intervallo compreso tra 2 e 9h (Tabelle 4.5, 4.6, 4.7 e 4.8), al netto di alcuni macrobacini che mostrano invece la loro portata massima per una pioggia di durata di 12h (Canale Allacciante) e 24h (Rimigliano Occidentale)

BACINO	DURATA CRITICA
Citerna	2h
Fossa Calda 4	3h
Fossa Calda Sorgente	1h
Fossa Calda A	2h
Lumiere	4h
Fossa Calda 3	4h
Fossa Calda B	3h
Santa Barbara	3h
Fossa Calda C	3h
Rimigliano Orientale	6h
Canale 2	4h
Rimigliano Orientale A	6h
Canale 1	9h
Rimigliano Orientale B	6h
Fossa Calda 2	9h
Fossa Calda D	6h
Rimigliano Occidentale	24h
Fossa Calda E	6h
Canale Allacciante	12h
Fossa Calda F (foce)	9h

**Tabella 4.5 - durate critiche dei bacini**

	1h	2h	3h	4h	5h	6h	9h	12h	15h	18h	24h
Citerna	10.1	<b>12.10</b>	10.80	9.40	8.50	7.80	6.20	5.30	4.60	4.20	4.20
Fossa Calda 4	2.5	2.80	<b>3.30</b>	3.10	2.80	2.60	2.10	1.80	1.60	1.40	1.40
Fossa Calda Sorgente	<b>2.2</b>	2.00	1.60	1.40	1.20	1.10	0.80	0.70	0.60	0.50	0.50
Fossa Calda A	14.1	<b>15.40</b>	14.40	13.70	12.50	11.50	9.20	7.80	6.80	6.10	6.10
Lumiere	3.9	3.30	6.10	<b>6.20</b>	5.90	5.60	4.70	4.10	3.60	3.20	3.20
Fossa Calda 3	1.4	0.70	2.40	<b>2.60</b>	2.50	2.50	2.30	2.10	1.90	1.70	1.70
Fossa Calda B	17.9	16.90	<b>23.00</b>	21.90	20.70	19.60	16.20	13.90	12.30	11.00	11.00
Santa Barbara	7.9	8.20	<b>11.40</b>	10.80	9.90	9.40	7.70	6.70	5.90	5.30	5.30
Fossa Calda C	24	17.30	<b>33.20</b>	31.90	30.10	28.50	23.70	20.50	18.10	16.30	16.30
Rimigliano Orientale	3.8	1.00	8.20	9.90	9.80	<b>10.30</b>	10.20	9.80	9.20	8.50	8.50
Canale 2	1.6	1.40	2.70	<b>2.80</b>	2.70	2.60	2.20	1.90	1.70	1.60	1.60
Rimigliano Orientale A	4	0.40	8.70	10.80	11.00	<b>12.10</b>	11.70	11.60	10.80	10.00	10.00
Canale 1	2	0.80	4.10	4.70	4.70	4.70	<b>4.80</b>	4.40	4.00	3.70	3.70
Rimigliano Orientale B	5.7	0.00	12.50	15.30	15.50	<b>16.70</b>	16.30	15.90	14.80	13.70	13.70
Fossa Calda 2	0.5	0.20	1.10	1.30	1.30	1.30	<b>1.40</b>	1.20	1.10	1.00	1.00
Fossa Calda D	24	11.00	40.70	42.70	43.20	<b>43.50</b>	40.50	37.10	33.80	30.90	30.90
Rimigliano Occidentale	1.3	0.40	3.20	4.10	4.10	4.40	<b>4.50</b>	4.40	4.10	3.80	3.80
Fossa Calda E	24	0.10	41.90	45.20	45.80	<b>46.70</b>	44.80	41.30	37.80	34.70	34.70
Canale Allacciante	10.3	4.20	18.80	22.40	22.40	23.70	24.50	<b>24.60</b>	21.70	19.90	19.90
Fossa Calda F	33.5	13.60	60.50	67.00	69.10	72.20	<b>73.20</b>	69.50	63.80	58.40	58.40

**Tabella 4.6 - portate massime per diverse durate e  $T_r=30$  anni nell'ipotesi di ietogramma Costante ( $m^3/s$ )**

	1h	2h	3h	4h	5h	6h	9h	12h	15h	18h	24h
Rimigliano Occidentale	18.9	<b>22.20</b>	19.70	17.10	15.40	14.10	11.30	9.70	8.50	7.70	8.90
Citerna	4.6	6.00	<b>6.10</b>	5.50	5.20	4.80	3.90	3.30	2.90	2.60	3.00
Fossa Calda 4	<b>3.4</b>	3.20	2.60	2.20	2.00	1.80	1.40	1.20	1.00	0.90	1.00
Fossa Calda Sorgente	26.5	<b>30.70</b>	28.20	24.80	22.50	20.70	16.60	14.20	12.50	11.20	12.90
Fossa Calda A	2.6	3.90	4.50	<b>4.80</b>	<b>4.80</b>	<b>4.80</b>	4.30	3.90	3.50	3.10	3.60
Lumiere	31.1	40.90	39.50	<b>41.80</b>	37.10	35.10	29.30	25.40	22.50	20.30	23.40
Fossa Calda 3	31	40.60	39.50	<b>41.70</b>	37.10	35.10	29.30	25.40	22.50	20.30	23.40
Fossa Calda B	43.2	59.10	<b>61.80</b>	58.90	55.60	52.30	43.40	37.60	33.40	30.10	34.80
Santa Barbara	7.8	13.30	<b>20.90</b>	19.60	20.20	20.10	20.00	19.50	18.00	16.50	19.70
Fossa Calda C	8.1	13.80	<b>24.30</b>	22.90	22.70	23.50	23.00	22.90	21.10	19.40	23.10
Rimigliano Orientale	4	6.70	8.30	9.20	9.40	<b>9.60</b>	9.20	8.50	7.80	7.20	8.50
Rimigliano Orientale A	11.7	20.10	25.90	30.60	32.10	<b>33.60</b>	33.50	31.40	28.90	26.60	31.70
Canale 2	11.7	20.10	25.90	<b>33.50</b>	32.60	32.50	32.04	31.40	28.90	26.60	31.60
Canale 1	1.1	1.80	2.30	2.60	2.60	<b>2.70</b>	2.60	2.30	2.10	1.90	2.30
Rimigliano Orientale B	47.2	70.40	79.50	82.80	83.70	<b>84.40</b>	78.40	71.00	64.20	58.50	68.70
Fossa Calda 2	46.3	68.60	79.00	82.40	83.20	<b>83.70</b>	78.20	70.90	64.20	58.50	68.70
Fossa Calda D	3	5.40	7.10	8.50	8.90	9.40	<b>9.60</b>	9.00	8.40	7.70	9.40
Fossa Calda E	46.2	69.60	82.00	87.20	89.80	<b>91.30</b>	87.20	79.90	72.50	66.20	78.10
Canale Allacciante	18.1	28.10	34.80	40.70	42.30	45.00	46.00	<b>47.10</b>	40.60	37.10	43.40
Fossa Calda F	67	100.10	117.30	127.60	134.20	140.20	<b>142.80</b>	132.90	120.90	110.50	129.70

**Tabella 4.7** - portate massime per diverse durate e  $T_r=200$  anni nell'ipotesi di ietogramma Costante ( $m^3/s$ )

	1h	2h	3h	4h	5h	6h	9h	12h	15h	18h	24h
Citerna	25.7	<b>28.20</b>	24.60	21.30	19.20	17.50	14.00	12.00	10.60	9.50	10.90
Fossa Calda 4	3.1	7.00	<b>7.50</b>	6.90	6.40	5.90	4.80	4.10	3.60	3.20	3.70
Fossa Calda Sorgente	<b>4</b>	3.80	3.20	2.70	2.40	2.10	1.70	1.40	1.20	1.10	1.20
Fossa Calda A	9.1	<b>35.50</b>	34.00	30.20	27.60	25.30	20.30	17.40	15.40	13.80	15.80
Lumiere	2.5	9.00	13.00	<b>13.60</b>	13.40	12.80	10.60	9.20	8.10	7.30	8.40
Fossa Calda 3	0.5	2.00	3.80	4.90	5.50	<b>5.70</b>	5.30	4.80	4.30	3.90	4.50
Fossa Calda B	9.3	45.90	<b>50.50</b>	48.60	46.40	43.80	36.30	31.40	27.80	25.10	28.70
Santa Barbara	7.9	22.60	<b>26.50</b>	25.10	23.50	21.80	17.80	15.30	13.60	12.20	14.10
Fossa Calda C	0	59.80	<b>73.40</b>	71.90	68.80	64.90	53.90	46.60	41.30	37.30	42.80
Rimigliano Orientale	0.7	3.30	7.60	12.40	17.40	21.30	<b>25.10</b>	24.30	22.50	20.70	24.40
Canale 2	1.1	4.30	6.40	<b>6.70</b>	6.60	6.30	5.20	4.50	4.00	3.70	4.20
Rimigliano Orientale A	0	4.20	11.40	17.00	22.30	26.30	<b>29.80</b>	28.60	26.40	24.30	28.60
Canale 1	0.5	2.50	5.60	8.20	10.10	11.10	<b>11.40</b>	10.70	9.80	9.00	10.50
Rimigliano Orientale B	0	1.50	14.00	22.90	30.50	36.00	<b>40.80</b>	39.10	36.10	33.20	39.10
Fossa Calda 2	0.1	0.60	1.30	2.00	2.60	3.00	<b>3.10</b>	2.90	2.60	2.40	2.80
Fossa Calda D	0	55.80	85.30	94.70	100.50	<b>102.90</b>	97.40	88.40	79.90	72.80	84.70
Rimigliano Occidentale	0.3	1.30	2.90	4.80	6.90	8.90	11.40	11.40	10.50	9.70	<b>11.60</b>
Fossa Calda E	0	53.30	86.20	98.10	106.50	<b>111.10</b>	108.70	99.70	90.40	82.50	96.30
Canale Allacciante	3.3	10.40	18.40	26.00	34.30	42.00	55.10	<b>55.80</b>	50.40	46.00	53.30
Fossa Calda F (Foce)	13	84.70	126.10	143.30	158.20	169.20	<b>177.50</b>	166.00	150.70	137.40	159.80

**Tabella 4.8** - portate massime per diverse durate e  $T_r=30$  anni nell'ipotesi di ietogramma Costante ( $m^3/s$ )

## 4.7. RISULTATI DEL MODELLO AFFLUSSI DEFLUSSI PER IETOGRAMMI DI TIPO CHICAGO

La valutazione della durata critica attraverso gli ietogrammi ad intensità costante consente di definire quale sia la durata di pioggia che massimizza la portata di deflusso per i diversi bacini analizzati e, di conseguenza, di poter effettuare degli approfondimenti sui picchi di piena considerando uno ietogramma di tipo Chicago (applicato alle curve di possibilità climatica e pluviometrica calcolate come descritto nei capitoli precedenti).

La procedura descritta ha permesso di ricavare, per ogni corso d'acqua analizzato ed al variare del tempo di ritorno, le portate di progetto, con evidenziazione delle portate di picco corrispondenti alla durata critica (vedi tabelle seguenti).

I risultati ottenuti appaiono congruenti, con riferimento al Canale Rimigliano, a quanto già valutato all'interno dello studio idraulico effettuato a livello di comparto, non determinando quindi modifica alle carte già prodotte relative alla pericolosità idraulica.

BACINO	DURATA CRITICA	Tr30	Tr200	Tr500
Fossa Calda Sorgente	1h	2.9	4.4	5.6

**Tabella 4.9** - portate massime per i bacini con durata critica 1 h.

BACINO	DURATA CRITICA	Tr30	Tr200	Tr500
Citerna	2h	16.30	31.10	40.40
Fossa Calda A	2h	21.10	38.60	51.10

**Tabella 4.10** - portate massime per i bacini con durata critica 2 h.

BACINO	DURATA CRITICA	Tr30	Tr200	Tr500
Fossa Calda B	3h	26.60	48.60	66.50
Fossa Calda C	3h	38.20	72.60	95.70
Santa Barbara	3h	13.70	26.70	35.30
Fossa Calda 4	3h	4.10	7.70	10.10

**Tabella 4.11** - portate massime per i bacini con durata critica 3h.

BACINO	DURATA CRITICA	Tr30	Tr200	Tr500
Lumiere	4h	7.10	14.20	18.80
Canale 2	4h	3.70	6.80	9.30
Fossa Calda 3	4h	2.90	5.10	6.50

**Tabella 4.12** - portate massime per i bacini con durata critica 4 h.

BACINO	DURATA CRITICA	Tr30	Tr200	Tr500
Fossa Calda D	6h	51.40	86.80	126.40



Fossa Calda E	6h	52.10	89.90	129.40
Rimigliano Orientale A	6h	12.90	23.30	34.70
Rimigliano Orientale B	6h	17.60	32.10	47.50
Rimigliano Orientale	6h	11.80	21.30	31.40

**Tabella 4.13** - portate massime per i bacini con durata critica 6 h.

BACINO	DURATA CRITICA	Tr30	Tr200	Tr500
Canale 1	9h	6.00	13.20	16.00
Fossa Calda 2	9h	1.70	3.70	4.50
Fossa Calda F (foce)	9h	80.00	168.80	173.10

**Tabella 4.14** - portate massime per i bacini con durata critica 9 h.

BACINO	DURATA CRITICA	Tr30	Tr200	Tr500
Canale Allacciante	12h	30.60	58.70	78.60

**Tabella 4.15** - portate massime per i bacini con durata critica 12 h.

BACINO	DURATA CRITICA	Tr30	Tr200	Tr500
Rimigliano Occidentale	24h	6.80	14.50	20.70

**Tabella 4.16** - portate massime per i bacini con durata critica 24 h.

	1h	2h	3h	4h	5h	6h	9h	12h	15h	18h	24h
Rimigliano Occidentale	1.7	2.70	3.40	4.30	4.50	4.80	5.40	5.70	6.10	6.30	6.80
Citerna	14.3	16.30	17.10	17.20	20.20	22.70	20.60	25.80	25.00	27.10	30.50
Fossa Calda 4	3.1	3.80	4.10	4.30	4.70	5.00	5.30	5.70	6.00	6.00	6.80
Fossa Calda Sorgente	2.9	3.10	3.20	3.10	3.50	3.70	3.50	3.80	3.80	3.80	4.30
Fossa Calda A	18.5	21.10	22.10	22.50	25.50	27.90	26.40	31.40	30.70	33.30	37.60
Lumiere	4.9	6.40	7.10	7.50	8.10	8.50	9.10	9.70	10.20	10.50	11.30
Fossa Calda 3	1.7	2.30	2.70	2.90	3.00	3.20	3.40	3.60	3.80	3.90	4.20
Fossa Calda B	21	24.70	26.60	28.10	31.50	33.30	34.70	38.10	39.50	40.30	47.00
Santa Barbara	9.9	12.80	13.70	14.20	15.90	17.00	17.50	19.60	20.10	21.20	23.20
Fossa Calda C	29.6	35.70	38.20	40.40	45.00	47.70	49.60	54.60	56.40	58.70	65.90
Rimigliano Orientale	4.7	7.20	8.70	10.50	11.10	11.80	12.80	13.70	14.30	14.90	15.90
Rimigliano Orientale A	4.9	7.50	9.20	11.60	12.00	12.90	14.10	14.90	15.70	16.30	17.40
Canale 2	2.1	2.80	3.10	3.30	3.70	3.90	4.20	4.60	4.80	5.00	5.40
Canale 1	2.5	3.70	4.40	4.90	5.30	5.50	6.00	6.40	6.80	7.00	7.60
Rimigliano Orientale B	7.1	10.80	13.20	15.80	16.70	17.60	19.10	20.30	21.40	22.20	23.70
Fossa Calda 2	0.7	1.00	1.20	1.40	1.50	1.60	1.70	1.80	1.90	2.00	2.10
Fossa Calda D	29.8	38.70	42.00	44.60	48.80	51.40	54.70	59.70	62.30	65.30	71.60
Fossa Calda E	29.6	39.40	43.40	45.90	49.80	52.10	56.60	60.90	64.30	66.60	73.50
Canale Allacciante	12.2	17.00	19.90	24.10	24.80	26.50	29.30	30.60	31.80	32.70	34.40
Fossa Calda F	42.1	56.10	61.40	65.20	71.20	75.00	80.00	87.30	91.10	95.60	105.80

**Tabella 4.17** - portate massime per diverse durate e  $Tr=30$  anni nell'ipotesi di ietogramma Chicago ( $m^3/s$ )

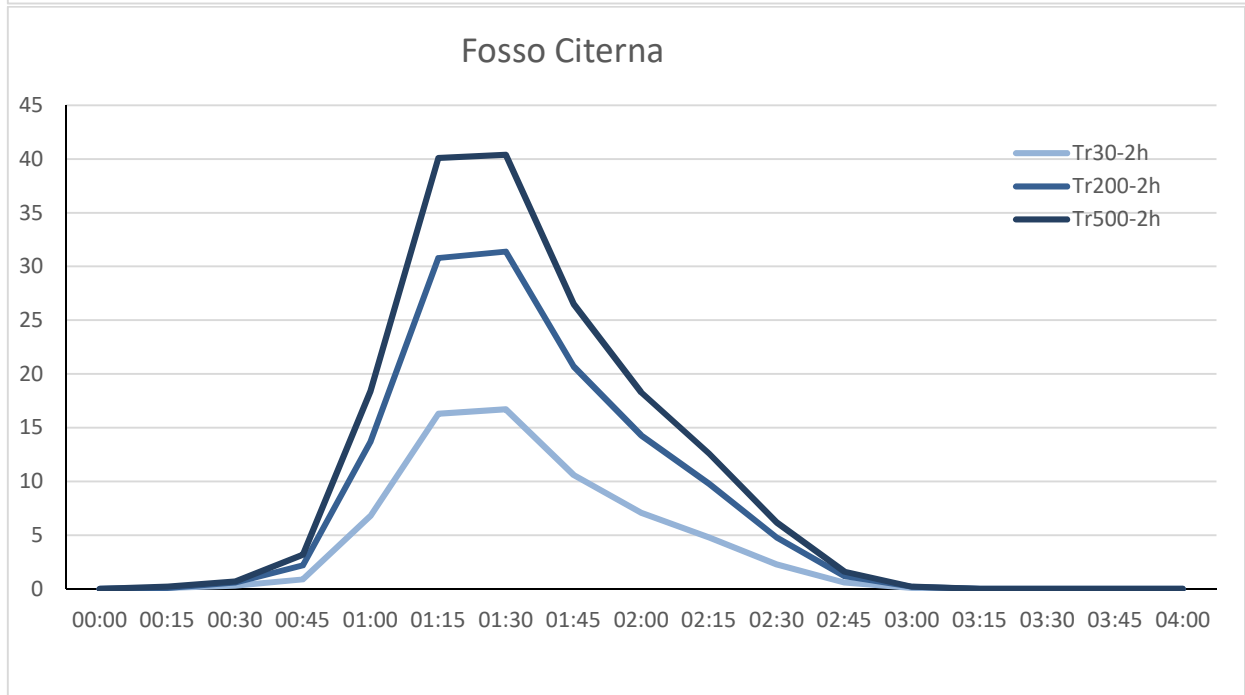
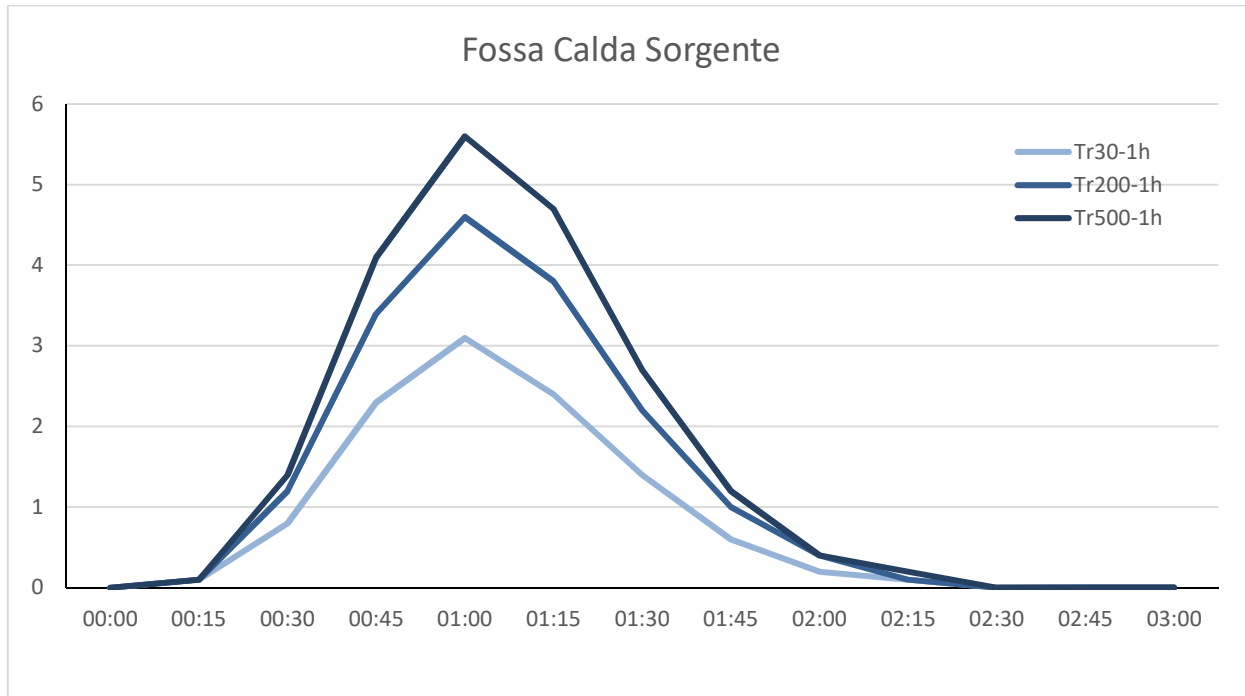
	1h	2h	3h	4h	5h	6h	9h	12h	15h	18h	24h
Citerna	26,9	31,10	33,00	33,60	33,60	33,60	33,60	46,80	44,10	48,60	49,90
Fossa Calda 4	5,6	7,10	7,70	8,10	8,10	8,10	8,10	10,50	10,80	10,90	11,10
Fossa Calda Sorgente	4,4	4,80	4,90	4,90	4,90	4,90	4,90	5,80	5,70	5,70	5,70
Fossa Calda A	32,6	38,60	41,20	42,60	42,60	42,60	42,60	54,90	52,70	58,00	59,80
Lumiere	9	12,10	13,50	14,20	14,20	14,20	14,20	18,20	18,80	19,30	19,90
Fossa Calda 3	3,1	4,30	5,10	5,40	5,40	5,40	5,40	6,80	7,10	7,30	7,60
Fossa Calda B	38,3	45,40	48,60	51,30	51,30	51,30	51,30	69,50	70,30	73,30	75,60

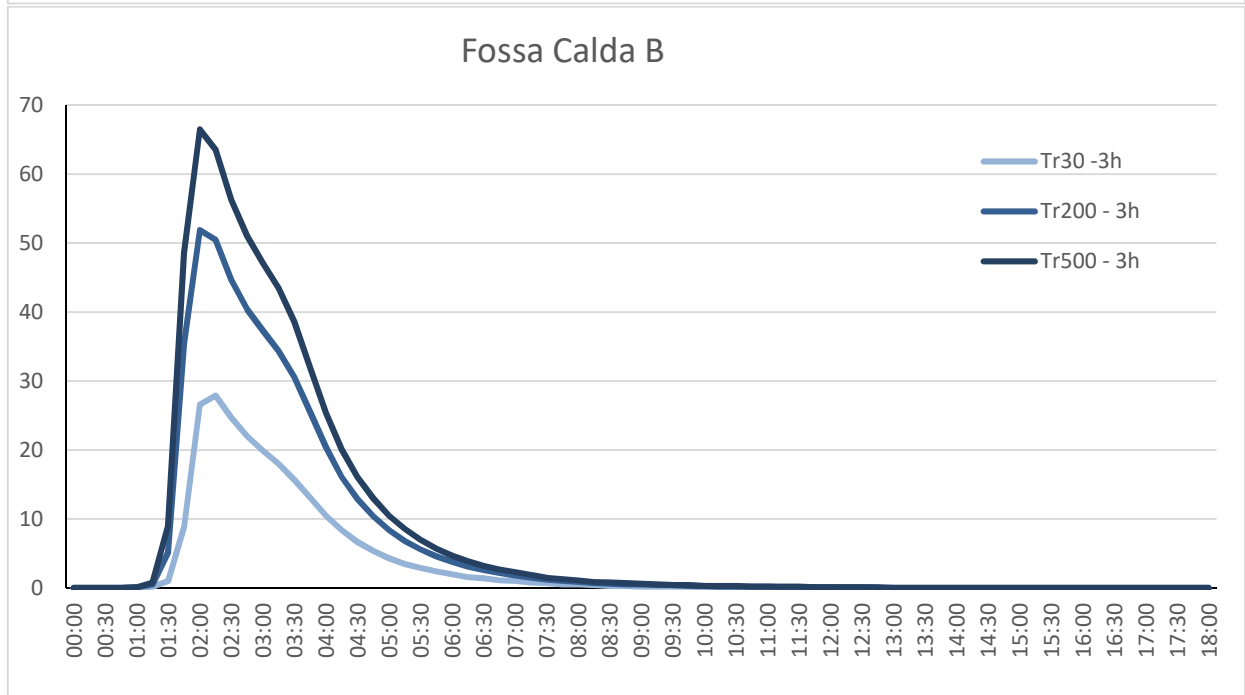
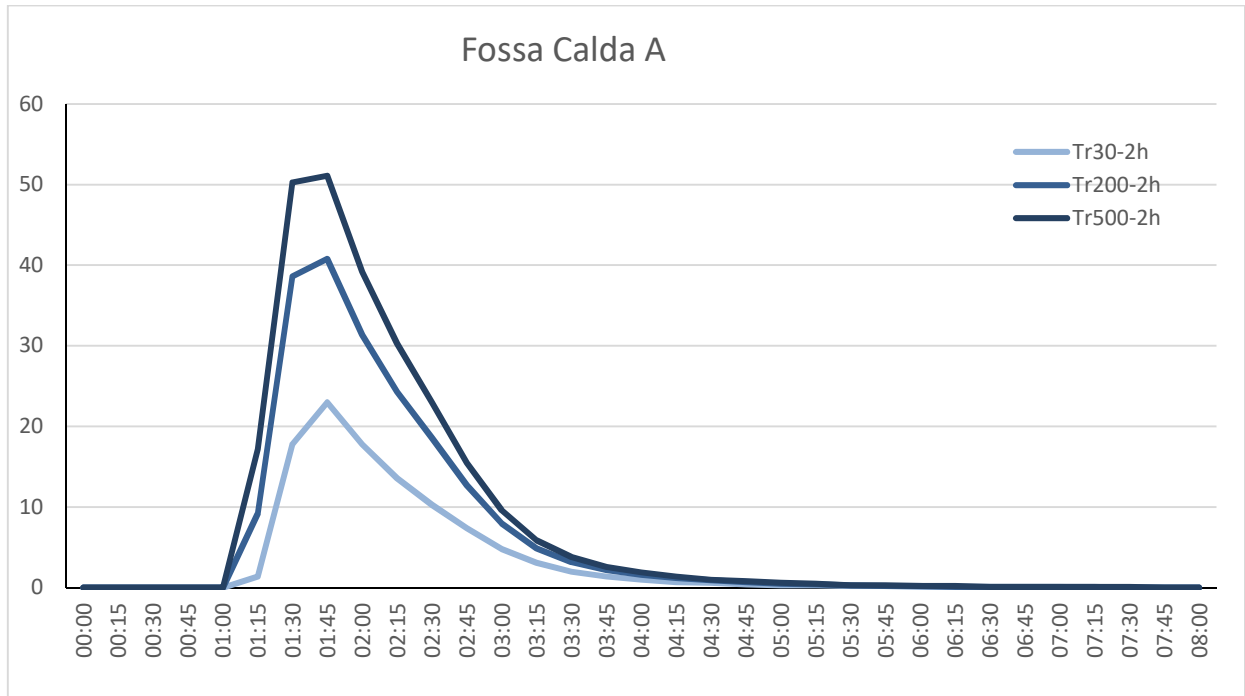
Santa Barbara	18,9	24,70	26,70	28,00	28,00	28,00	28,00	37,40	37,60	39,80	41,30
Fossa Calda C	53,6	67,40	72,60	76,00	76,00	76,00	76,00	100,60	101,50	107,30	111,10
Rimigliano Orientale	9,4	14,60	18,20	21,30	21,30	21,30	21,30	28,20	29,50	30,60	32,10
Canale 2	4,1	5,80	6,40	6,80	6,80	6,80	6,80	9,10	9,40	9,80	10,20
Rimigliano Orientale A	9,7	15,20	19,30	23,20	23,20	23,20	23,20	31,00	32,40	33,60	35,30
Canale 1	4,9	7,50	9,00	10,10	10,10	10,10	10,10	13,20	13,80	14,30	15,10
Rimigliano Orientale B	14,1	22,00	27,60	32,10	32,10	32,10	32,10	42,40	44,40	46,00	48,50
Fossa Calda 2	1,3	2,00	2,50	2,80	2,80	2,80	2,80	3,70	3,90	4,00	4,20
Fossa Calda D	54,6	74,80	81,90	86,80	86,80	86,80	86,80	115,10	121,90	125,70	132,40
Rimigliano Occidentale	3,6	5,90	7,50	9,10	9,10	9,10	9,10	12,60	13,20	13,70	14,50
Fossa Calda E	55,7	75,70	84,50	89,90	89,90	89,90	89,90	119,30	124,60	130,50	137,70
Canale Allacciante	21,2	30,60	37,20	43,80	43,80	43,80	43,80	58,70	60,90	62,50	65,00
Fossa Calda F	78,3	108,70	119,40	126,60	126,60	126,60	126,60	168,80	178,90	185,70	202,30

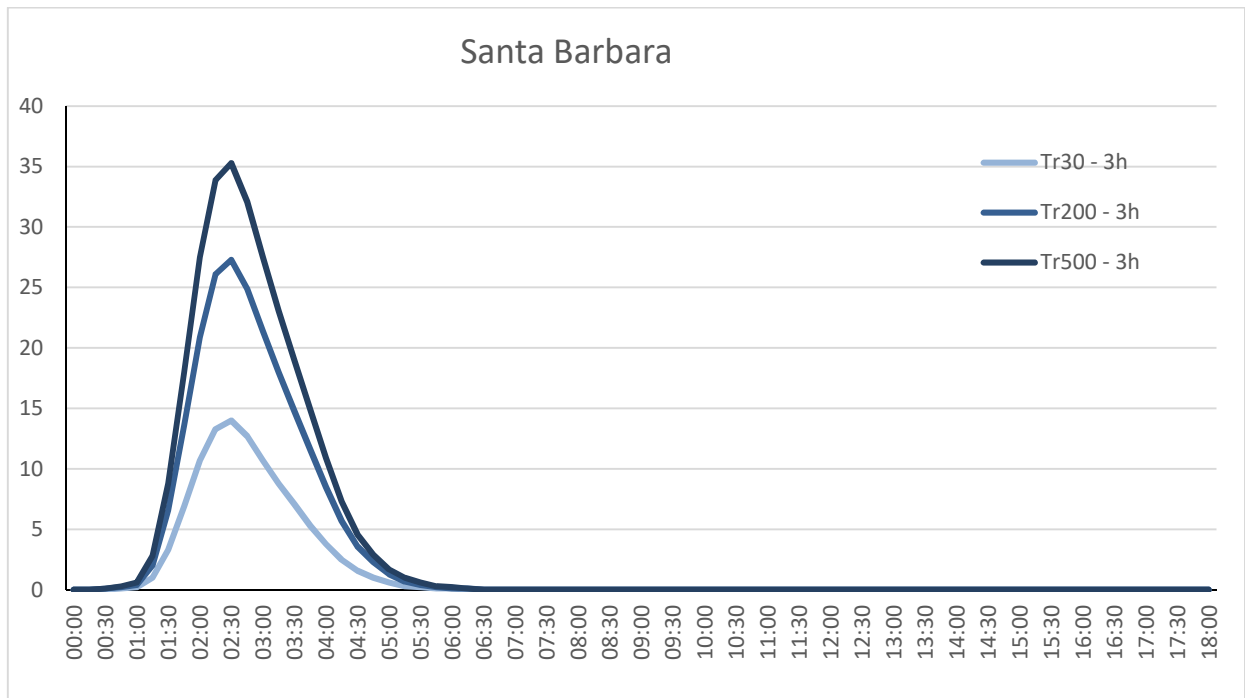
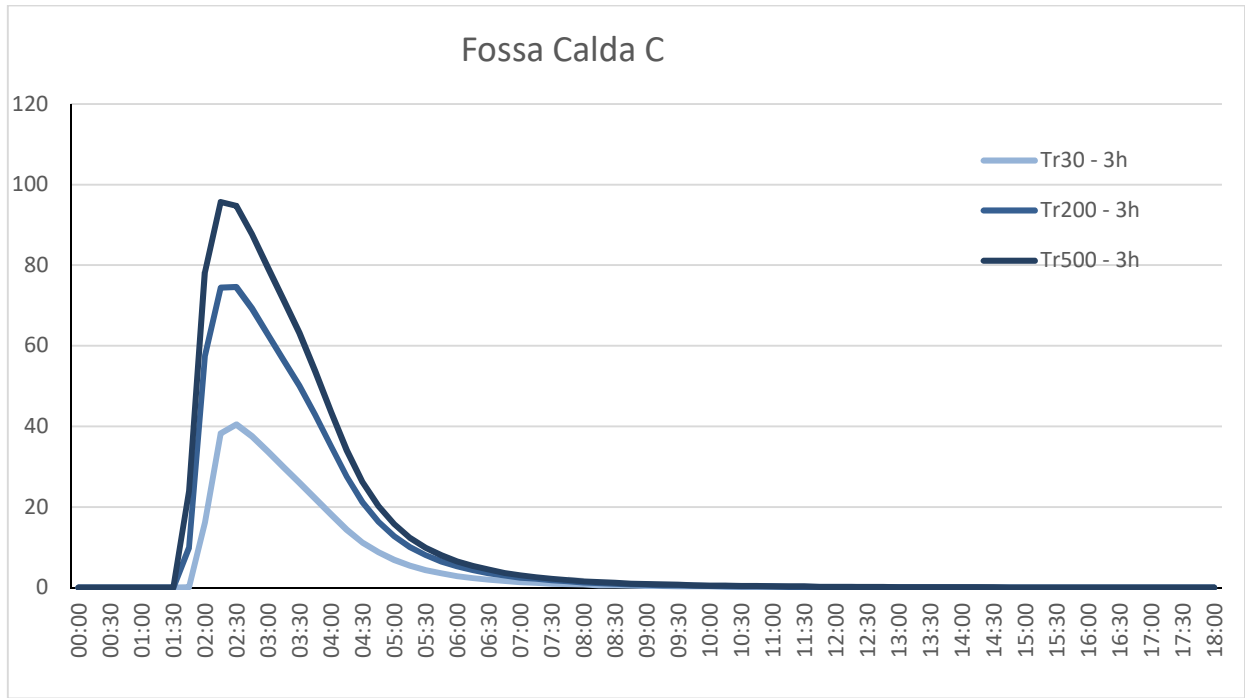
**Tabella 4.18** - portate massime per diverse durate e  $T_r=200$  anni nell'ipotesi di ietogramma Chicago ( $m^3/s$ )

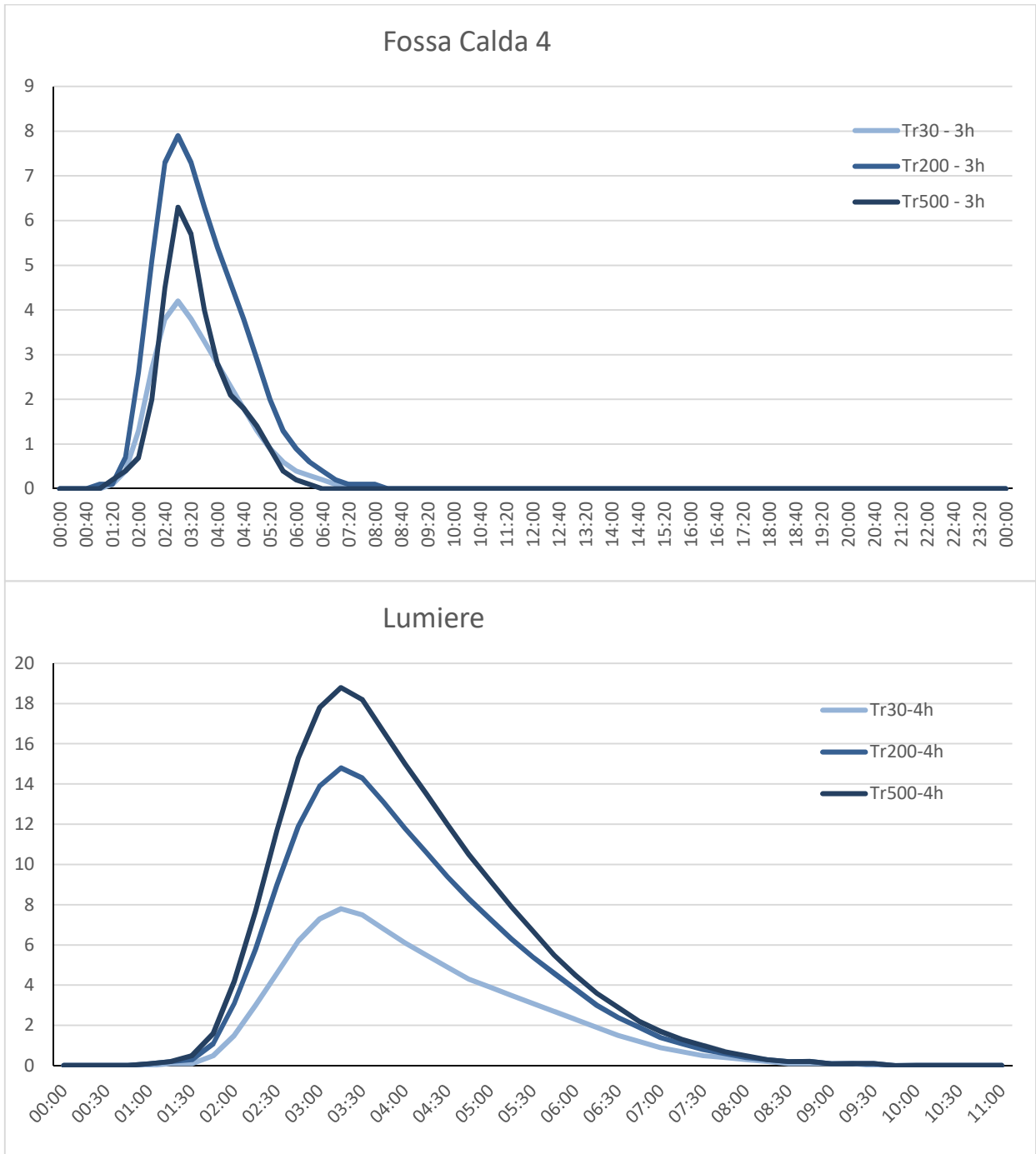
	1h	2h	3h	4h	5h	6h	9h	12h	15h	18h	24h
Rimigliano Occidentale	5	7.90	10.10	12.00	13.00	13.90	15.50	16.50	17.30	17.90	20.70
Citerna	34.4	40.40	45.40	48.30	51.40	51.40	57.20	61.40	62.30	61.20	70.10
Fossa Calda 4	7.2	9.20	10.10	10.80	11.50	11.60	12.90	13.60	13.80	13.90	15.90
Fossa Calda Sorgente	5.6	6.20	6.30	6.80	6.40	6.90	7.20	7.30	6.90	7.40	8.30
Fossa Calda A	43.7	51.10	56.60	59.60	63.70	63.30	71.30	75.80	76.20	74.30	85.70
Lumiere	11.5	15.90	17.40	18.80	19.50	20.30	22.00	23.10	23.70	24.30	27.70
Fossa Calda 3	3.9	5.60	6.50	7.00	7.30	7.50	8.20	8.70	8.90	9.20	10.50
Fossa Calda B	50.9	62.60	66.50	73.30	74.30	78.60	86.00	89.90	93.50	95.00	108.30
Santa Barbara	24.4	32.50	35.30	38.20	40.10	41.40	45.70	48.20	48.70	50.20	57.80
Fossa Calda C	71.1	89.60	95.70	104.70	108.00	113.00	123.40	130.50	135.20	136.80	156.10
Rimigliano Orientale	12.5	19.20	23.90	27.80	29.80	31.40	34.40	36.50	37.90	39.10	45.10
Rimigliano Orientale A	12.9	20.00	25.20	30.20	32.70	34.70	37.90	40.10	41.80	43.00	49.50
Canale 2	5.4	7.70	8.50	9.30	9.70	10.10	11.10	11.70	12.20	12.50	14.40
Canale 1	6.5	9.80	11.90	13.30	14.10	14.60	16.00	17.10	17.80	18.40	21.20
Rimigliano Orientale B	18.7	29.00	36.20	41.90	45.10	47.50	51.70	54.90	57.30	59.10	68.20
Fossa Calda 2	1.8	2.70	3.30	3.70	4.00	4.10	4.50	4.80	4.90	5.10	5.80
Fossa Calda D	74	98.20	107.10	115.80	121.70	126.40	139.90	150.80	157.60	160.90	185.00
Fossa Calda E	74.6	100.10	110.30	118.20	125.40	129.40	144.30	154.80	161.70	167.00	192.40
Canale Allacciante	26.8	38.80	47.20	55.20	59.00	63.10	70.90	74.30	76.80	78.60	89.60
Fossa Calda F	86.1	119.40	133.50	142.70	152.60	160.10	173.10	185.30	195.30	202.20	232.80

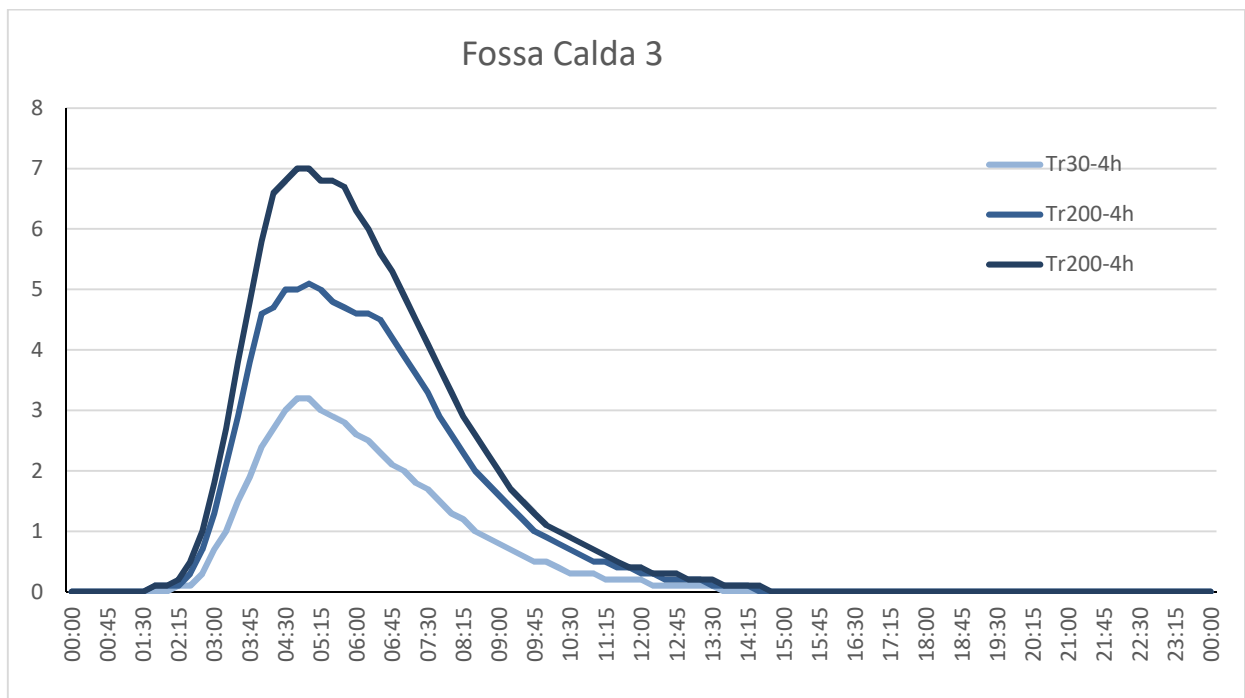
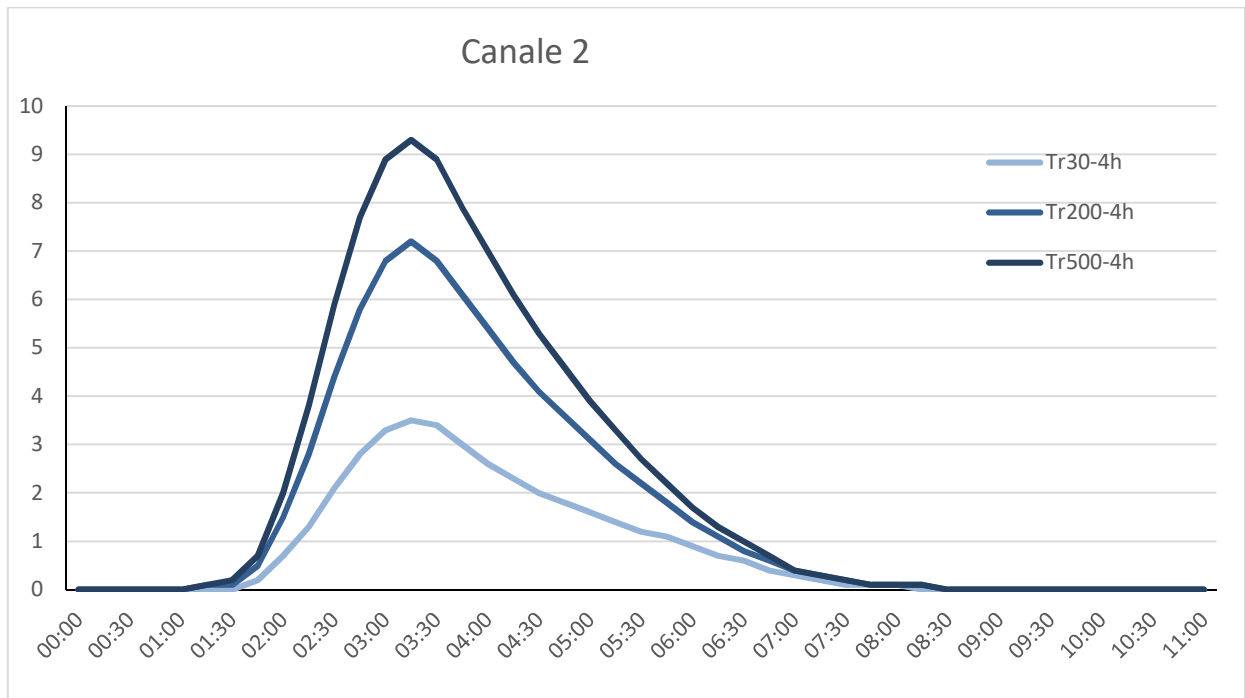
**Tabella 4.19** - portate massime per diverse durate e  $T_r=500$  anni nell'ipotesi di ietogramma Chicago ( $m^3/s$ )

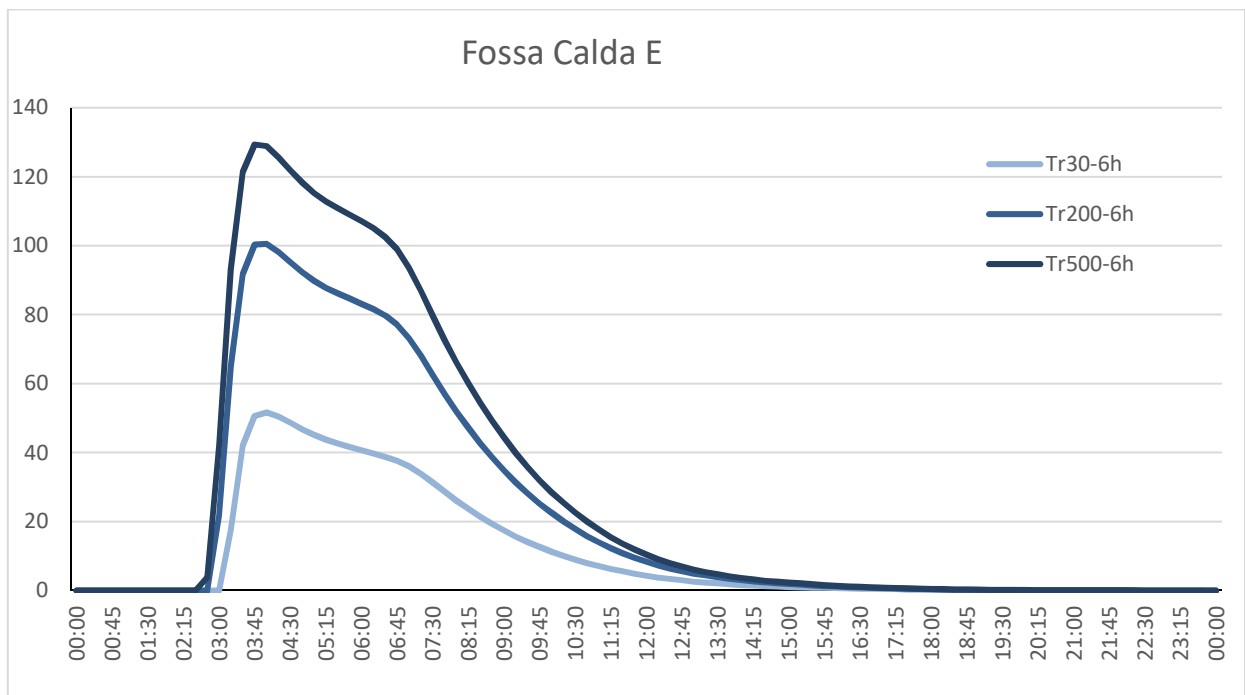
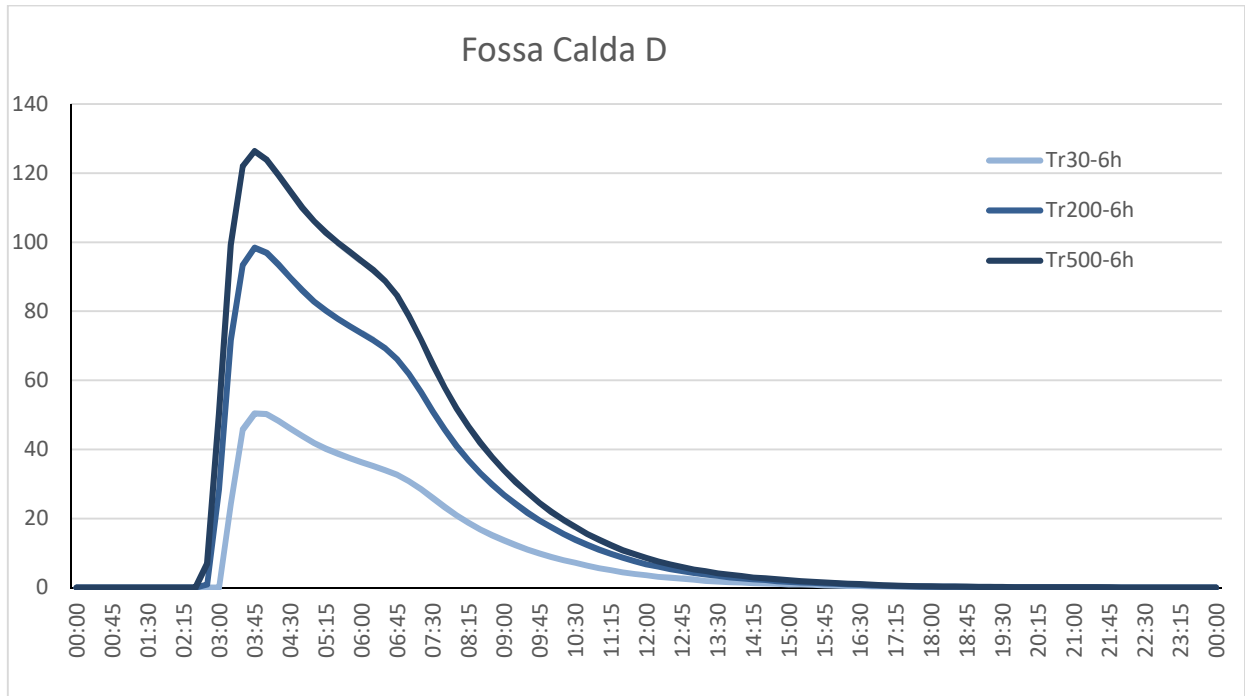




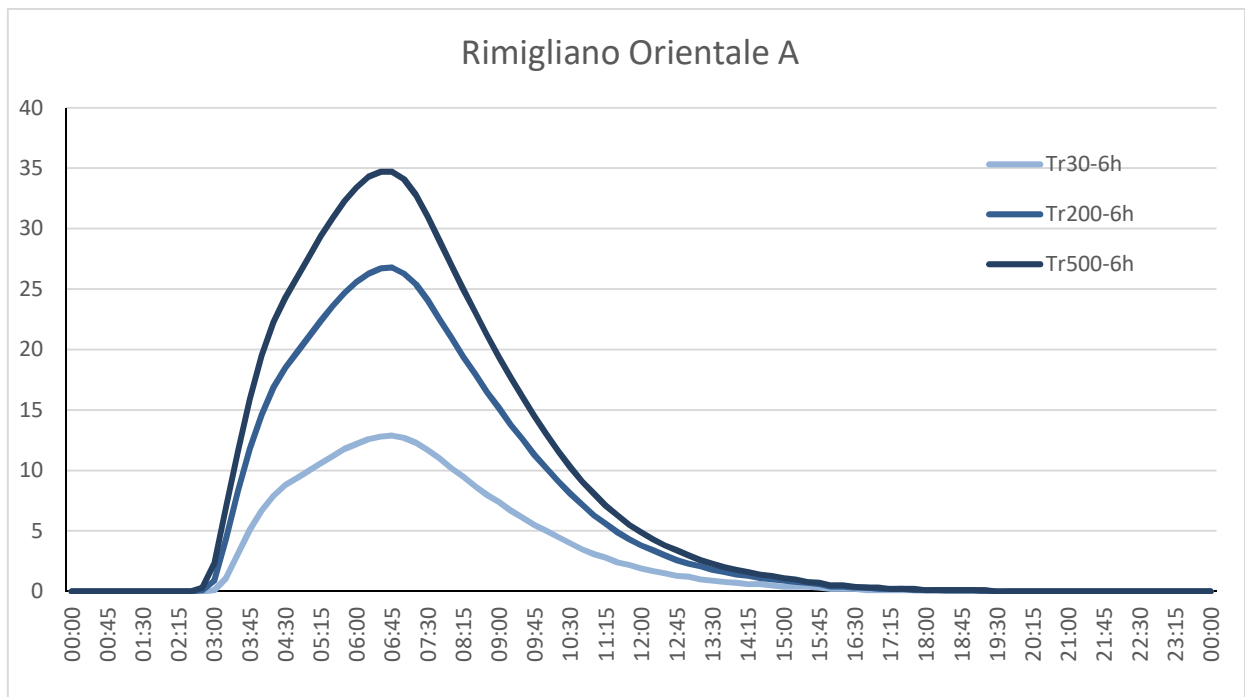
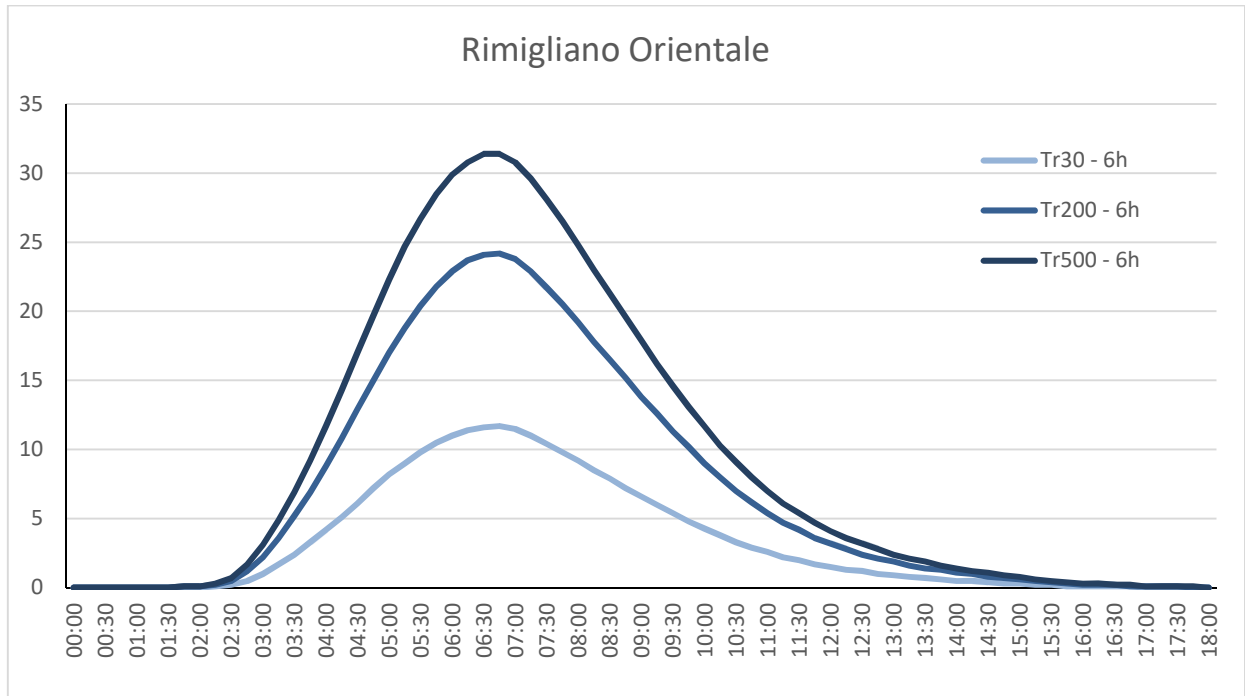


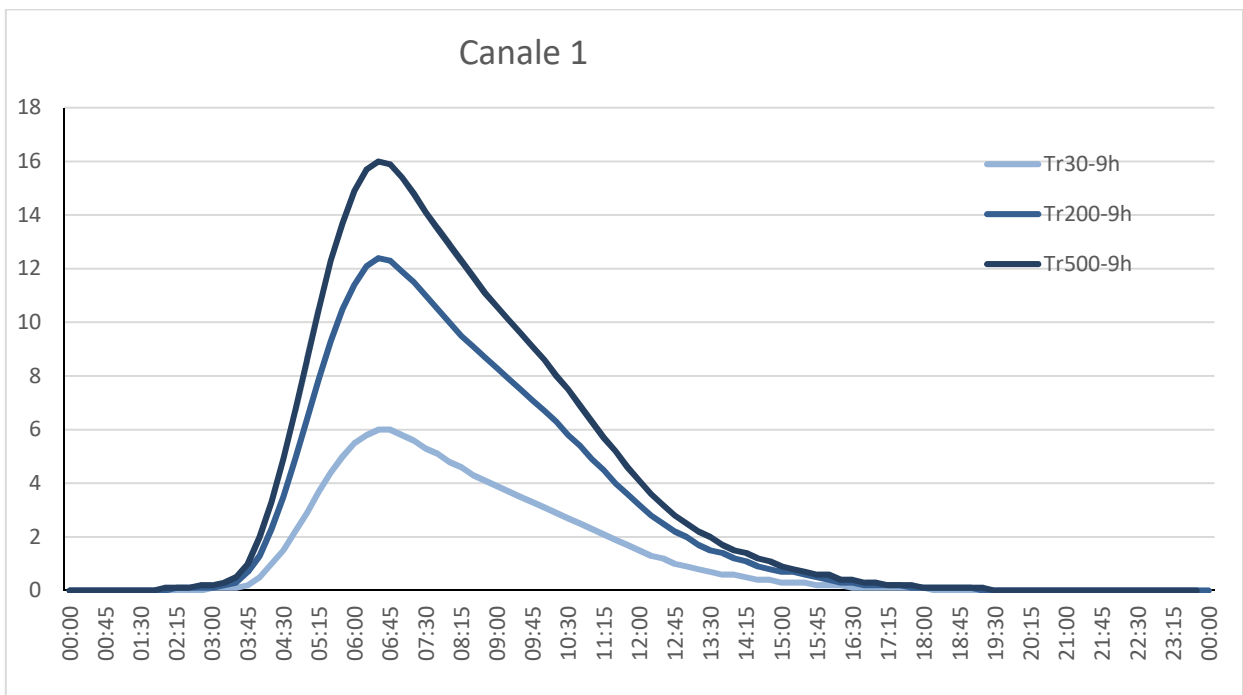
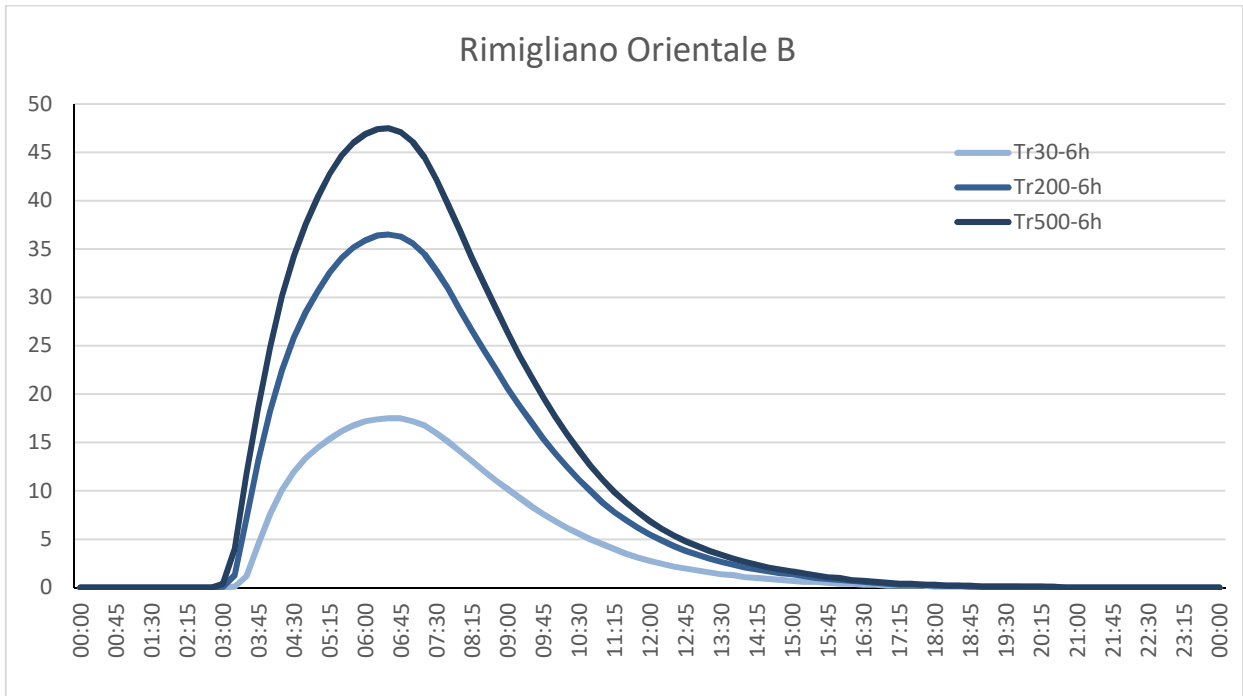


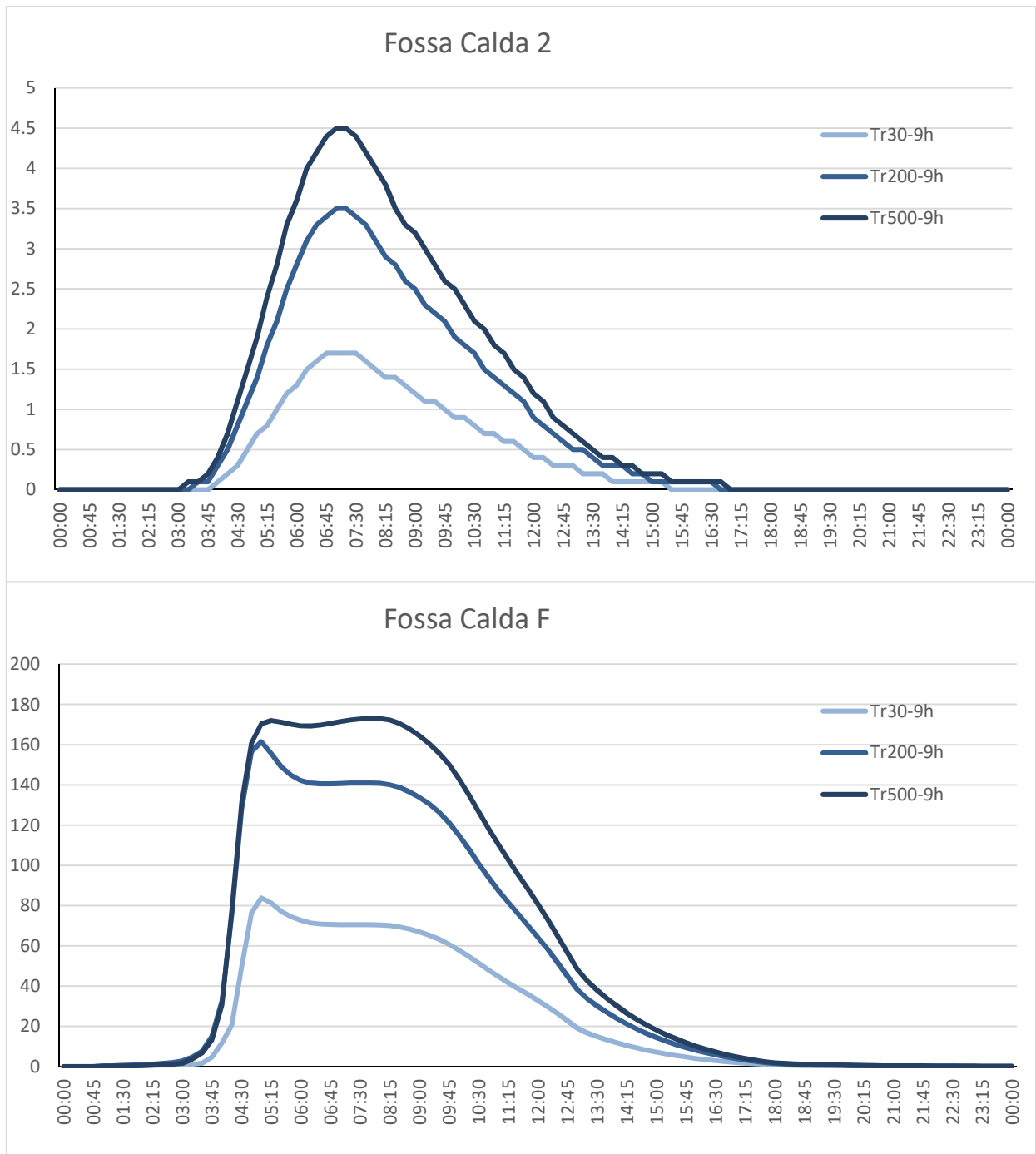


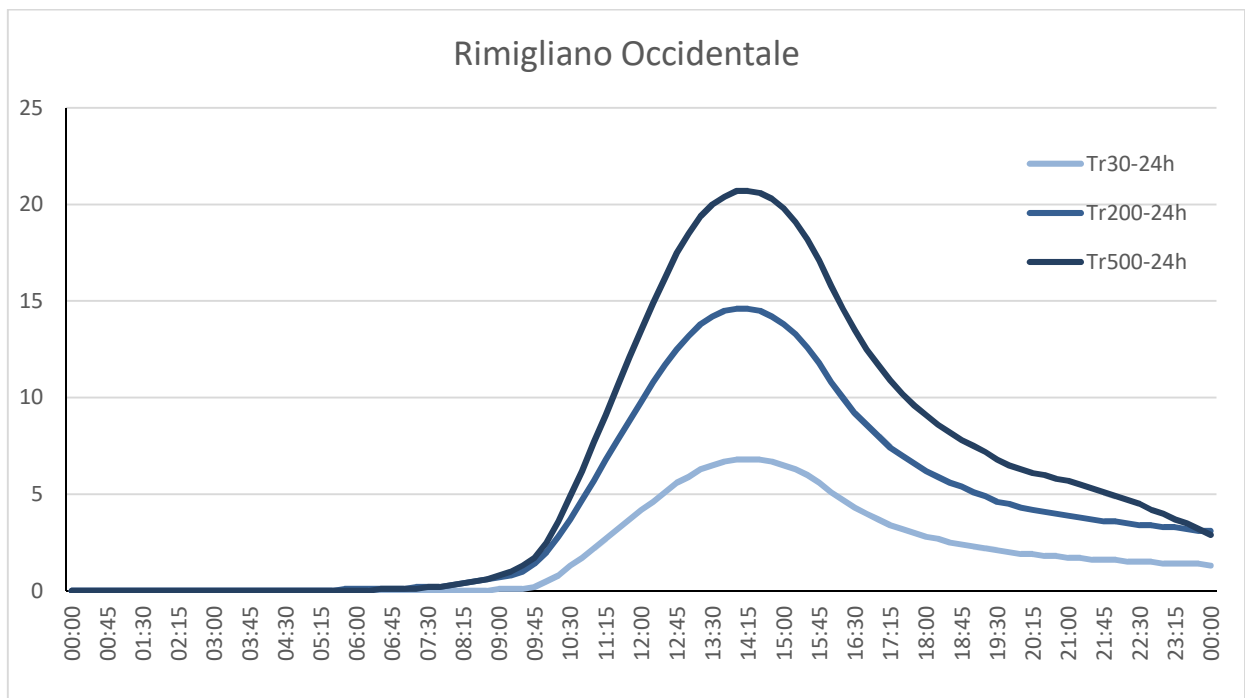
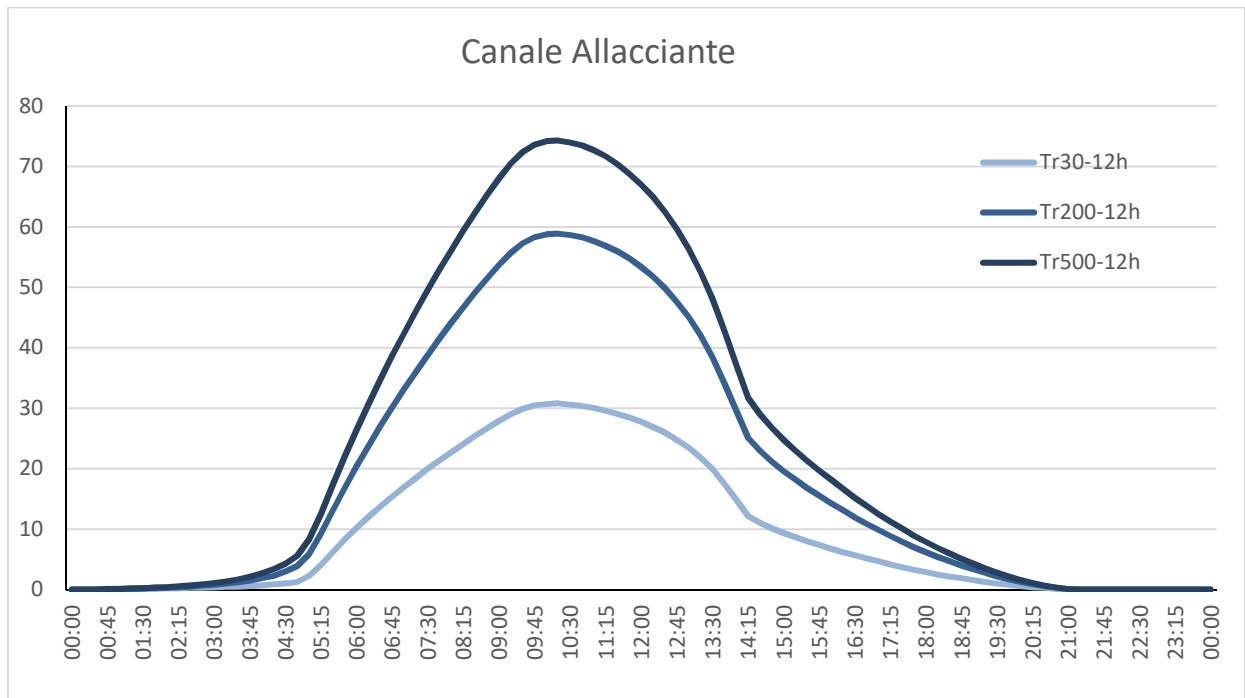












Certaldo, febbraio 2022

Il professionista incaricato

Ing. Lorenzo Calveti