

COMPITO A CASA DI IDROLOGIA N° 2

Riesame dei risultati del metodo razionale con due metodi di stima della pioggia netta

Politecnico di Torino
Corso di Idrologia
A.A. 2012/2013

Studenti:

BAZZINI RICCARDO

Matricola 197868

COLUSSI FEDERICO

Matricola 196789

RISOLUZIONE

1. MEDODO PSI

Con riferimento al bacino del Chisone a S. Martino ed alla cpp dell'esercitazione 6 si ricerchi il valore di picco di piena che deriva da ietogrammi ad intensità costante (ietogrammi rettangolari) di durata variabile tra 1/6 e 6/6 del tempo di corrivazione, con intensità medie derivate dalla cpp. Si ricerchi il massimo valore di picco usando il metodo della corrivazione usando per gli assorbimenti inizialmente il metodo \psi. In questo caso la pioggia più lunga produrrà picco di piena uguale a quello della formula razionale tradizionale.

Cominciamo riportando i dati riguardanti il bacino e riportando i risultati della curva di possibilità pluviometrica con tempo di ritorno preso pari a 100 anni calcolati nell'esercitazione 6:

A [km ²]	581
h min [m]	415
h media [m]	1739
h max [m]	3234
H' [m]	1324
L [km]	56,276

tc [ore]	6,212064289
K	6
ΔT	1

T	100
K(T)	2,37
a	17,438
n	0,506
ψ	0,402

Si calcola ora l'intensità di pioggia per le diverse durate con la formula

$i = a \cdot k(T) \cdot d^{n-1}$ e la portata con la formula razionale $Q = \frac{A \cdot i \cdot \psi}{3,6}$. Prendiamo la durata variabile da 1 a 6 ore.



d	6	5	4	3	2	1
i₁₀₀(d)	17,054	18,662	20,837	24,019	29,345	41,328
Q₁₀₀	1106,466	1210,747	1351,846	1558,285	1903,864	2681,296

Calcoliamo la portata massima di piena con il metodo della corrivazione per confrontare la portata di piena massima con il risultato della formula razionale. Per utilizzare il metodo della corrivazione utilizziamo le aree isocorve dateci dal problema per il bacino studiato. Dall'ipotesi di equivalenza tra le isoipse e le isocorve, possiamo affermare che ogni area in cui è stato diviso il bacino è caratterizzata da un proprio valore di tempo di corrivazione costante sulla porzione di area.

zj	Aj
415	52,245
884	121,915
1354	174,15
1824	133,515
2294	81,27
2764	17,415
3234	0

Adesso andiamo a considerare delle precipitazioni di durata da 6 a 1 ora caratterizzate da ietogrammi di intensità costante (ietogrammi rettangolari). Studiamo l'onda di piena con il metodo della corrivazione. Calcoliamo:

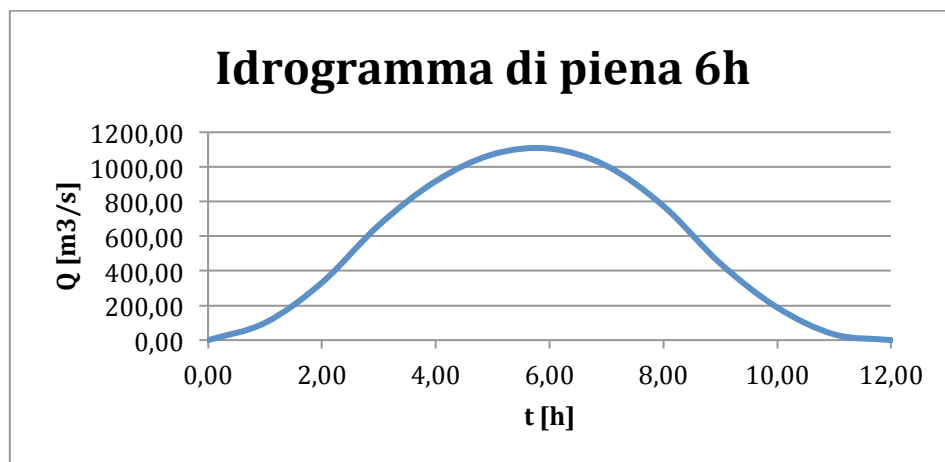
- area relativa: $u_i = \frac{a_i}{A}$
- altezza di pioggia: $h_{ij} = i_j \cdot u_i$
- la somma delle altezze per ogni ora: $\sum u_i \cdot i_{r-j+1}$
- Q_i per ogni ora con la formula razionale.

Si è evidenziato la portata massima di piena e si riportano gli idrogrammi di piena per i 6 casi:

- DURATA 6 ORE

Durata 6h

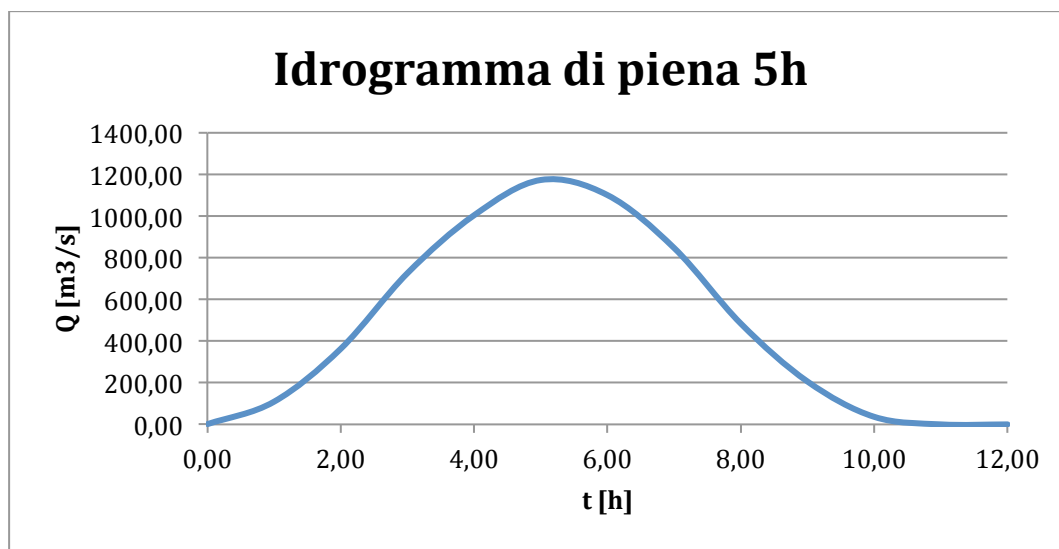
t	ij	Σu_i	$i r_{-j+1}$	Qi	u1	u2	u3	u4	u5	u6
					0,09	0,21	0,30	0,23	0,14	0,03
0,00	0,00	0,00		0,00						
1,00	17,05	1,53		99,50	1,53					
2,00	17,05	5,11		331,67	1,53	3,58				
3,00	17,05	10,22		663,33	1,53	3,58	5,11			
4,00	17,05	14,14		917,60	1,53	3,58	5,11	3,92		
5,00	17,05	16,53		1072,37	1,53	3,58	5,11	3,92	2,39	
6,00	17,05	17,04		1105,53	1,53	3,58	5,11	3,92	2,39	0,51
7,00	0,00	15,51		1006,04		3,58	5,11	3,92	2,39	0,51
8,00	0,00	11,93		773,86			5,11	3,92	2,39	0,51
9,00	0,00	6,82		442,21				3,92	2,39	0,51
10,00	0,00	2,90		187,94					2,39	0,51
11,00	0,00	0,51		33,17						0,51
12,00	0,00	0,00		0,00						



- DURATA 5 ORE

Durata 5h

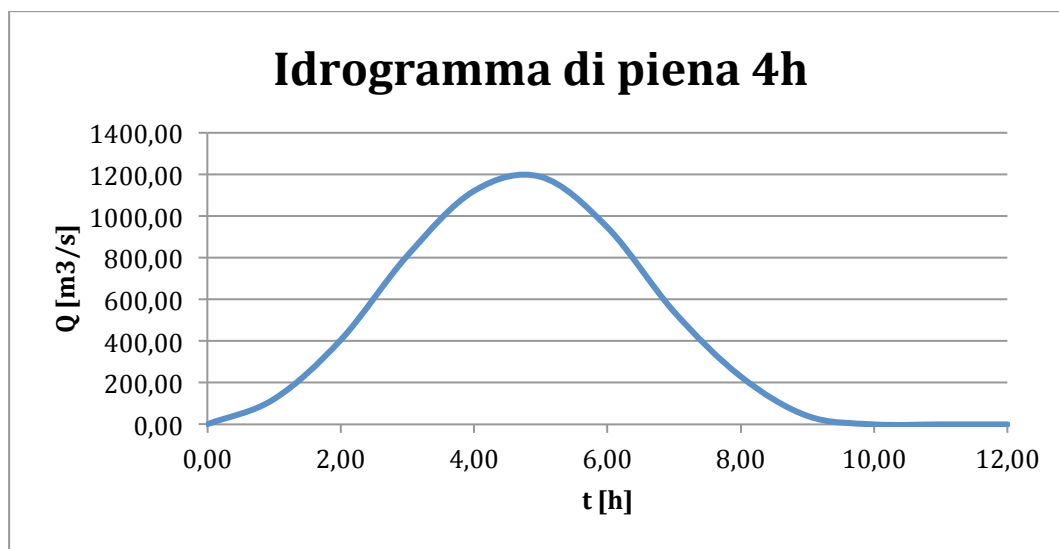
t	ij	Σu_i ir-j+1	Qi	u1	u2	u3	u4	u5	u6
				0,09	0,21	0,30	0,23	0,14	0,03
0,00	0,00	0,00	0,00						
1,00	18,66	1,68	108,87	1,68					
2,00	18,66	5,59	362,93	1,68	3,92				
3,00	18,66	11,19	725,84	1,68	3,92	5,59			
4,00	18,66	15,48	1004,08	1,68	3,92	5,59	4,29		
5,00	18,66	18,09	1173,44	1,68	3,92	5,59	4,29	2,61	
6,00	0,00	16,97	1100,85		3,92	5,59	4,29	2,61	0,56
7,00	0,00	13,05	846,79			5,59	4,29	2,61	0,56
8,00	0,00	7,46	483,88				4,29	2,61	0,56
9,00	0,00	3,17	205,65					2,61	0,56
10,00	0,00	0,56	36,29						0,56
11,00	0,00	0,00	0,00						
12,00	0,00	0,00	0,00						



- DURATA 4 ORE

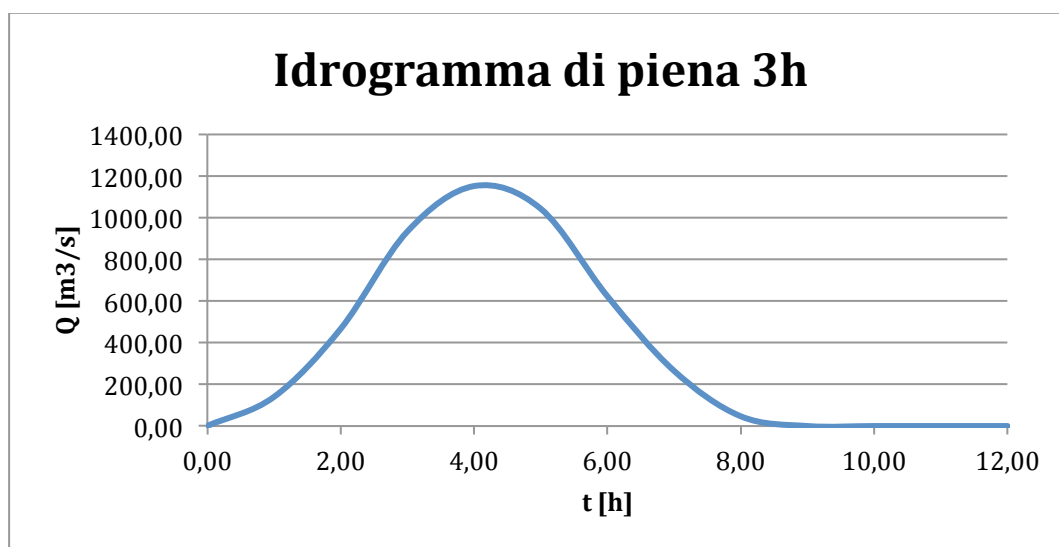
Durata 4h

t	ij	Σu_i ir-j+1	Qi	u1	u2	u3	u4	u5	u6
				0,09	0,21	0,30	0,23	0,14	0,03
0,00	0,00	0,00	0,00						
1,00	20,84	1,87	121,56	1,87					
2,00	20,84	6,25	405,23	1,87	4,37				
3,00	20,84	12,49	810,43	1,87	4,37	6,25			
4,00	20,84	17,28	1121,09	1,87	4,37	6,25	4,79		
5,00	0,00	18,32	1188,62		4,37	6,25	4,79	2,91	
6,00	0,00	14,57	945,48			6,25	4,79	2,91	0,62
7,00	0,00	8,33	540,27				4,79	2,91	0,62
8,00	0,00	3,54	229,62					2,91	0,62
9,00	0,00	0,62	40,52						0,62
10,00	0,00	0,00	0,00						
11,00	0,00	0,00	0,00						
12,00	0,00	0,00	0,00						



- DURATA 3 ORE

Durata 3h									
t	ij	Σu_i	$i r-j+1$	Qi	u1	u2	u3	u4	u5
					0,09	0,21	0,30	0,23	0,14
0,00	0,00	0,00		0,00					
1,00	24,02	2,16		140,12	2,16				
2,00	24,02	7,20		467,11	2,16	5,04			
3,00	24,02	14,40		934,19	2,16	5,04	7,20		
4,00	0,00	17,76		1152,17		5,04	7,20	5,52	
5,00	0,00	16,08		1043,15			7,20	5,52	3,36
6,00	0,00	9,60		622,78				5,52	3,36
7,00	0,00	4,08		264,68					3,36
8,00	0,00	0,72		46,71					0,72
9,00	0,00	0,00		0,00					
10,00	0,00	0,00		0,00					
11,00	0,00	0,00		0,00					
12,00	0,00	0,00		0,00					

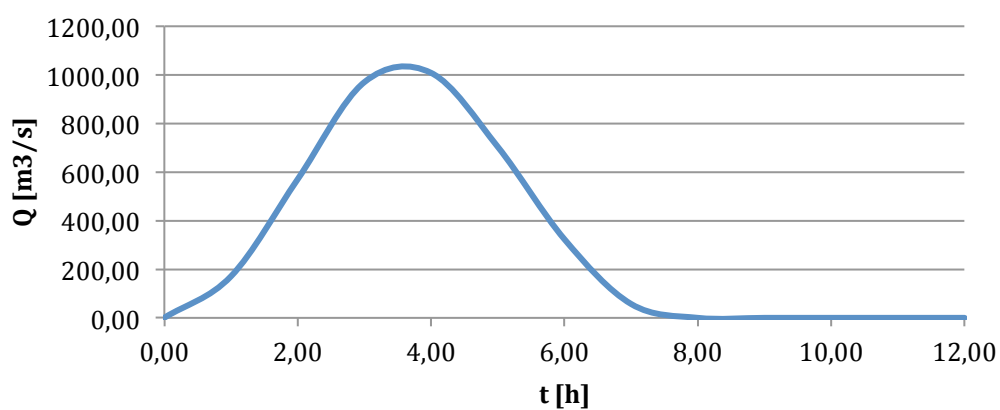


- DURATA 2 ORE

Durata 2h

t	ij	Σu_i ir-j+1	Qi	u1	u2	u3	u4	u5	u6
				0,09	0,21	0,30	0,23	0,14	0,03
0,00	0,00	0,00	0,00						
1,00	29,35	2,64	171,20	2,64					
2,00	29,35	8,80	570,70	2,64	6,16				
3,00	0,00	14,95	970,17		6,16	8,80			
4,00	0,00	15,54	1008,18			8,80	6,74		
5,00	0,00	10,85	703,82				6,74	4,10	
6,00	0,00	4,98	323,38					4,10	0,88
7,00	0,00	0,88	57,07						0,88
8,00	0,00	0,00	0,00						
9,00	0,00	0,00	0,00						
10,00	0,00	0,00	0,00						
11,00	0,00	0,00	0,00						
12,00	0,00	0,00	0,00						

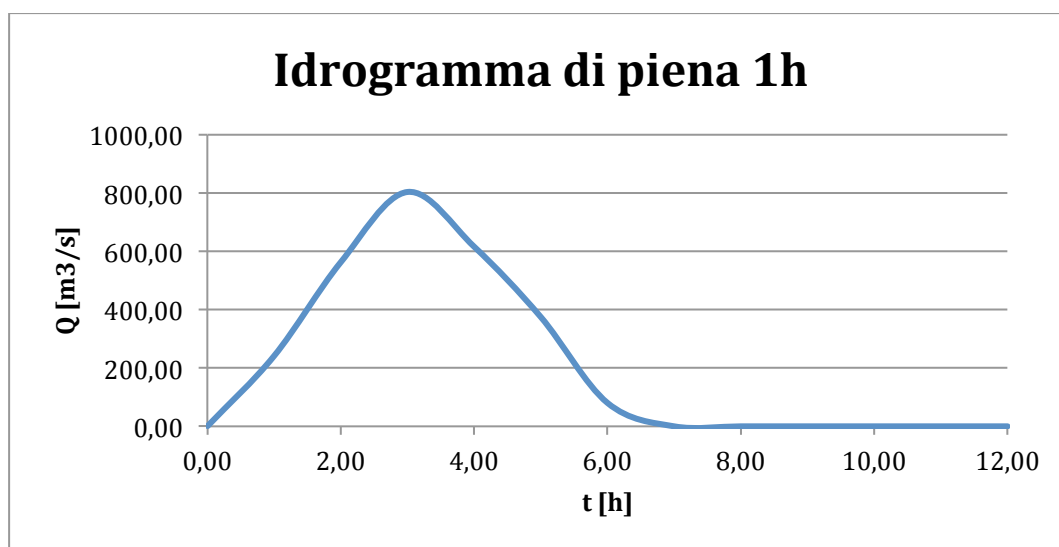
Idrogramma di piena 2h



- DURATA 1 ORA

Durata 1 h

t	ij	$\sum u_i$	$i r_{-j+1}$	Qi	u1	u2	u3	u4	u5	u6
					0,09	0,21	0,30	0,23	0,14	0,03
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00						
1,00	41,33	3,72	241,11	3,72						
2,00	0,00	8,67	562,63		8,67					
3,00	0,00	12,39	803,70				12,39			
4,00	0,00	9,50	616,17					9,50		
5,00	0,00	5,78	375,06						5,78	
6,00	0,00	1,24	80,37							1,24
7,00	0,00	0,00	0,00							
8,00	0,00	0,00	0,00							
9,00	0,00	0,00	0,00							
10,00	0,00	0,00	0,00							
11,00	0,00	0,00	0,00							
12,00	0,00	0,00	0,00							



Il tempo di corrivazione del bacino è circa pari a 6 ore. Si nota come per una precipitazione di intensità costante di durata pari al tempo di corrivazione, la portata di piena calcolata con la formula razionale ($Q=1106,466 \text{ m}^3/\text{s}$) sia confrontabile con l'onda di piena massima calcolata con il metodo della corrivazione ($Q=1105,53 \text{ m}^3/\text{s}$).

2. MEDODO SCN-CN

Si proceda ricercando il massimo che si ottiene utilizzando il metodo SCS-CN invece del metodo \psi. Il valore di CN da usare è 74. Si utilizzi sempre il metodo della corrvazione ricalcolando lo ietogramma netto in tutti gli intervalli considerati.

Si riportano ancora i dati riguardanti il bacino del Chisone a San Martino.

A [km2]	581
h min [m]	415
h media [m]	1739
h max [m]	3234
H' [m]	1324
L [km]	56,276

tc [ore]	6,212064289
K	6
ΔT	1

T	100
K(T)	2,37
a	17,438
n	0,506
ψ	0,402

CN	S
74	89,24324324

Si è trovato S dalla formula $S = 254 \cdot \left(\frac{100}{CN} - 1\right)$.

Come prima dai dati ricavati dalla CPP calcoliamo le intensità di pioggia per le diverse durate. Passiamo poi al calcolo delle seguenti grandezze:

- Pioggia lorda in ingresso: $P = i \cdot d$
- Pioggia netta (con il metodo SCS-CN): $P_N = \frac{(P-0,2S)^2}{P+0,8S}$

Ecco i risultati ottenuti:

d	6	5	4	3	2	1
i₁₀₀(d)	17,054	18,662	20,837	24,019	29,345	41,328
Pioggia lorda in ingresso	102,327	93,309	83,347	72,056	58,690	41,328
P netta CN	41,081	34,573	27,724	20,484	12,823	4,891

L'intensità di pioggia ora non può più ritenersi costante perché l'intensità della pioggia netta, ovvero il deflusso superficiale che andrà a formare l'onda di piena, varierà in funzione dell'infiltrazione. Cioè anche se l'intensità di pioggia che cade sul bacino è costante, una parte di essa filtrerà nel terreno diventando flusso profondo e una parte resterà in superficie e raggiungerà la sezione di chiusura del bacino. La filtrazione assumerà valori maggiori nei primi istanti e ridurrà i suoi valori con il passare del tempo poiché il terreno raggiungerà poco alla volta una situazione di saturazione. Quindi l'intensità di pioggia netta avrà un andamento crescente nel tempo.

Si calcola:

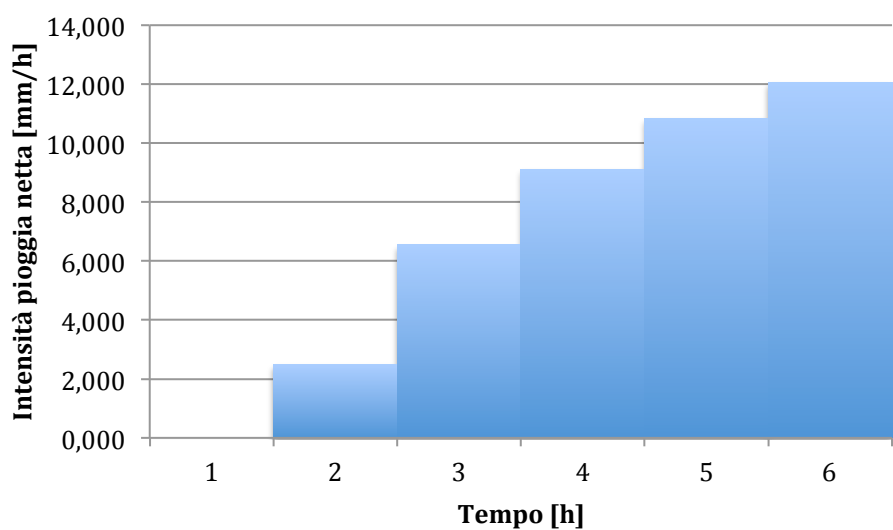
- Altezza di pioggia lorda: $h_{lorda} = i_{d(t=100)} \cdot t$
- Altezza di pioggia netta: $h_{netta} = \frac{(h_{lorda} - 0,2S)^2}{h_{lorda} + 0,8S}$
- Intensità di pioggia: $i_j = \frac{h_j - h_{j-1}}{\Delta t}$

Ora che conosciamo le intensità per ogni ora (non costanti) utilizziamo il metodo della corrivazione analogamente all'esercizio precedente per tutte le 6 durate. I risultati sono riportati nelle pagine seguenti.

- DURATA 6 ORE

Durata 6h

Delta t [h]	h lordo [mm]	h netto [mm]	i [mm/h]
1	17,054	0,007	0,007
2	34,109	2,506	2,499
3	51,163	9,056	6,550
4	68,218	18,172	9,116
5	85,272	29,017	10,845
6	102,327	41,081	12,064



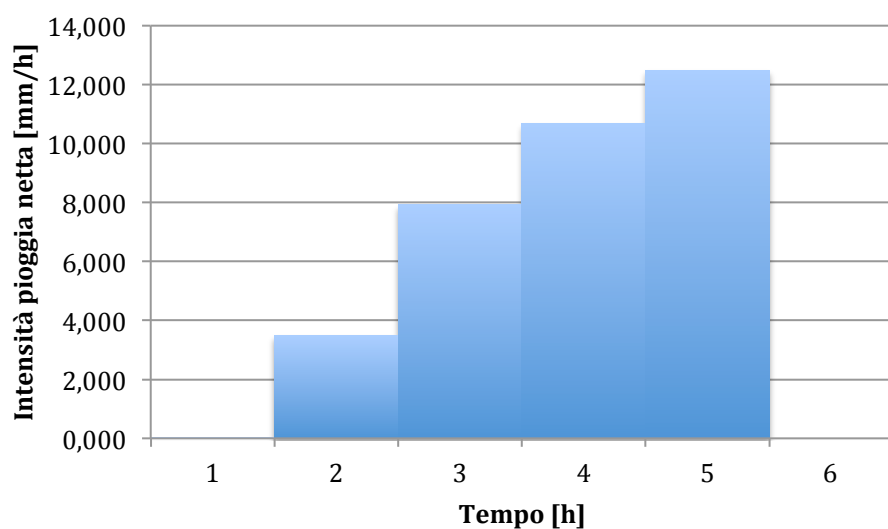
Durata 6h

t	ij	Σu_i	$i r-j+1$	Qi	u1	u2	u3	u4	u5	u6
					0,09	0,21	0,30	0,23	0,14	0,03
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00						
1,00	0,01	0,00	0,10	0,10	0,00					
2,00	2,50	0,23	36,51	36,51	0,22	0,00				
3,00	6,55	1,12	180,03	180,03	0,59	0,52	0,00			
4,00	9,12	2,94	475,26	475,26	0,82	1,37	0,75	0,00		
5,00	10,84	5,43	875,79	875,79	0,98	1,91	1,96	0,57	0,00	
6,00	12,06	7,95	1282,69	1282,69	1,08	2,28	2,73	1,51	0,35	0,00
7,00	0,00	8,87	1431,20	1431,20		2,53	3,25	2,09	0,92	0,07
8,00	0,00	7,58	1223,27	1223,27			3,62	2,49	1,28	0,20
9,00	0,00	4,56	736,33	736,33				2,77	1,52	0,27
10,00	0,00	2,01	324,80	324,80					1,69	0,33
11,00	0,00	0,36	58,36	58,36						0,36
12,00	0,00	0,00	0,00	0,00						

- DURATA 5 ORE

Durata 5h

Delta t [h]	h lordo [mm]	h netto [mm]	i [mm/h]
1	18,662	0,007	0,007
2	37,324	3,489	3,481
3	55,985	11,418	7,929
4	74,647	22,090	10,672
5	93,309	34,573	12,483
6	93,309	34,573	0,000



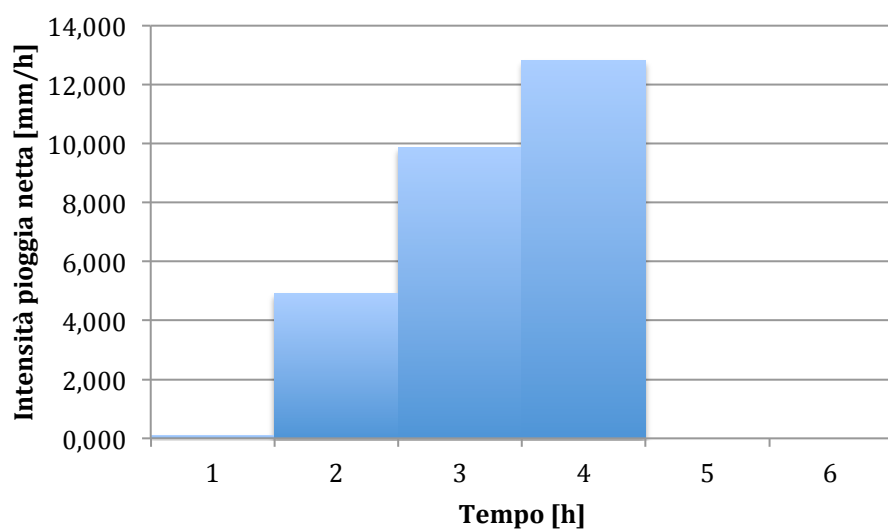
Durata 5h

t	ij	Σu_i	i_{r-j+1}	Qi	u1	u2	u3	u4	u5	u6
					0,09	0,21	0,30	0,23	0,14	0,03
0,00	0,00	0,00		0,00						
1,00	0,01	0,00		0,11	0,00					
2,00	3,48	0,31		50,77	0,31	0,00				
3,00	7,93	1,45		233,32	0,71	0,73	0,00			
4,00	10,67	3,67		592,09	0,96	1,66	1,04	0,00		
5,00	12,48	6,54		1055,43	1,12	2,24	2,38	0,80	0,00	
6,00	0,00	8,13		1311,70		2,62	3,20	1,82	0,49	0,00
7,00	0,00	7,41		1195,50			3,74	2,45	1,11	0,10
8,00	0,00	4,60		742,24				2,87	1,49	0,24
9,00	0,00	2,07		333,42					1,75	0,32
10,00	0,00	0,37		60,39						0,37
11,00	0,00	0,00		0,00						
12,00	0,00	0,00		0,00						

- DURATA 4 ORE

Durata 4h

Delta t [h]	h lordo [mm]	h netto [mm]	i [mm/h]
1	20,837	0,097	0,097
2	41,673	5,020	4,923
3	62,510	14,896	9,876
4	83,347	27,724	12,828
5	83,347	27,724	0,000
6	83,347	27,724	0,000



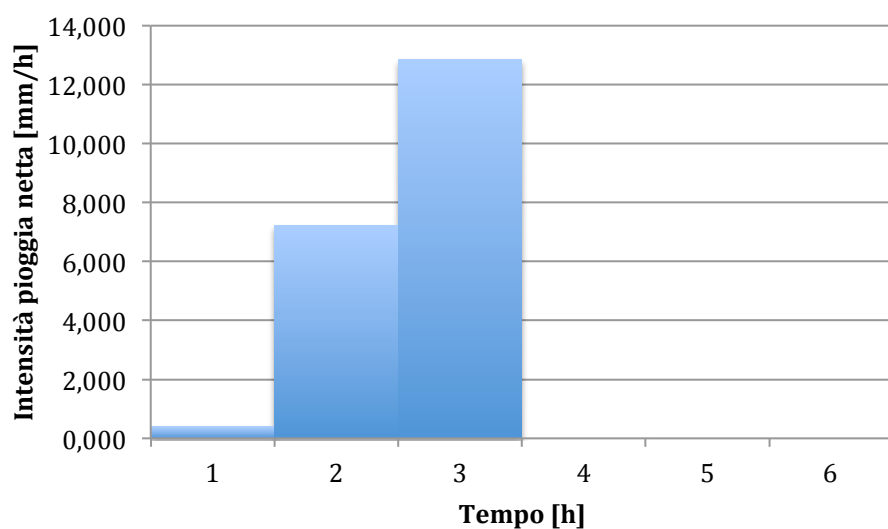
Durata 4h

t	ij	Σu_i	i_{r-j+1}	Qi	u1	u2	u3	u4	u5	u6
					0,09	0,21	0,30	0,23	0,14	0,03
0,00	0,00	0,00		0,00						
1,00	0,10	0,01		1,40	0,01					
2,00	4,92	0,46		74,73	0,44	0,02				
3,00	9,88	1,95		314,73	0,89	1,03	0,03			
4,00	12,83	4,72		762,36	1,15	2,07	1,48	0,02		
5,00	0,00	6,80		1096,93		2,69	2,96	1,13	0,01	
6,00	0,00	6,81		1098,42			3,84	2,27	0,69	0,00
7,00	0,00	4,48		722,51				2,95	1,38	0,15
8,00	0,00	2,09		337,36					1,79	0,30
9,00	0,00	0,38		62,05						0,38
10,00	0,00	0,00		0,00						
11,00	0,00	0,00		0,00						
12,00	0,00	0,00		0,00						

- DURATA 3 ORE

Durata 3h

Delta t [h]	h lordo [mm]	h netto [mm]	i [mm/h]
1	24,019	0,399	0,399
2	48,037	7,631	7,232
3	72,056	20,484	12,853
4	72,056	20,484	0,000
5	72,056	20,484	0,000
6	72,056	20,484	0,000



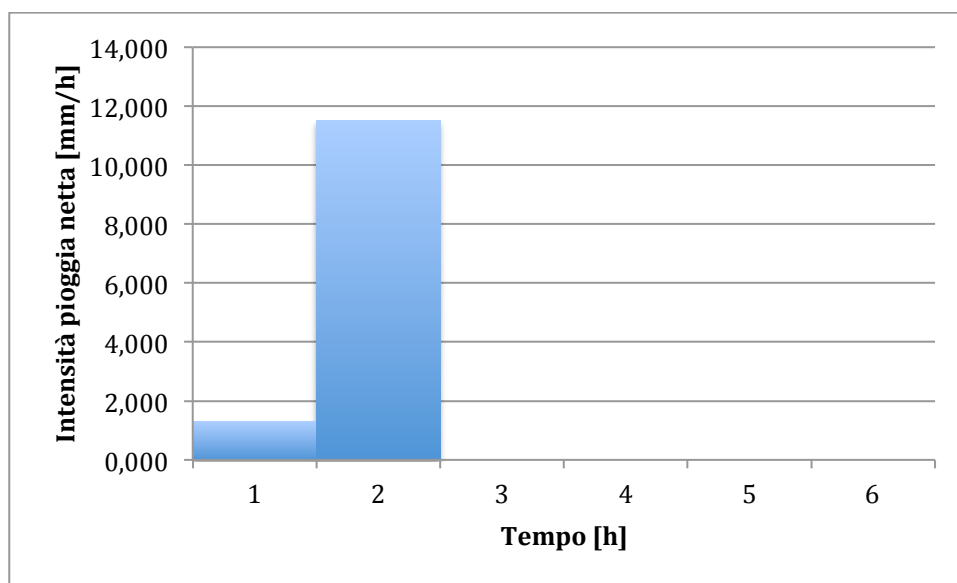
Durata 3h

t	ij	Σu_i	$i r_{-j+1}$	Qi	u1	u2	u3	u4	u5	u6
					0,09	0,21	0,30	0,23	0,14	0,03
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00						
1,00	0,40	0,04	5,79	0,04						
2,00	7,23	0,73	118,46	0,65	0,08					
3,00	12,85	2,79	450,73	1,16	1,52	0,12				
4,00	0,00	4,96	799,90		2,70	2,17	0,09			
5,00	0,00	5,57	898,98			3,85	1,66	0,06		
6,00	0,00	3,98	641,88				2,95	1,01	0,01	
7,00	0,00	2,01	325,14					1,80	0,22	
8,00	0,00	0,39	62,18						0,39	
9,00	0,00	0,00	0,00							
10,00	0,00	0,00	0,00							
11,00	0,00	0,00	0,00							
12,00	0,00	0,00	0,00							

- DURATA 2 ORE

Durata 2h

Delta t [h]	h lordo [mm]	h netto [mm]	i [mm/h]
1	29,345	1,312	1,312
2	58,690	12,823	11,511
3	58,690	12,823	0,000
4	58,690	12,823	0,000
5	58,690	12,823	0,000
6	58,690	12,823	0,000



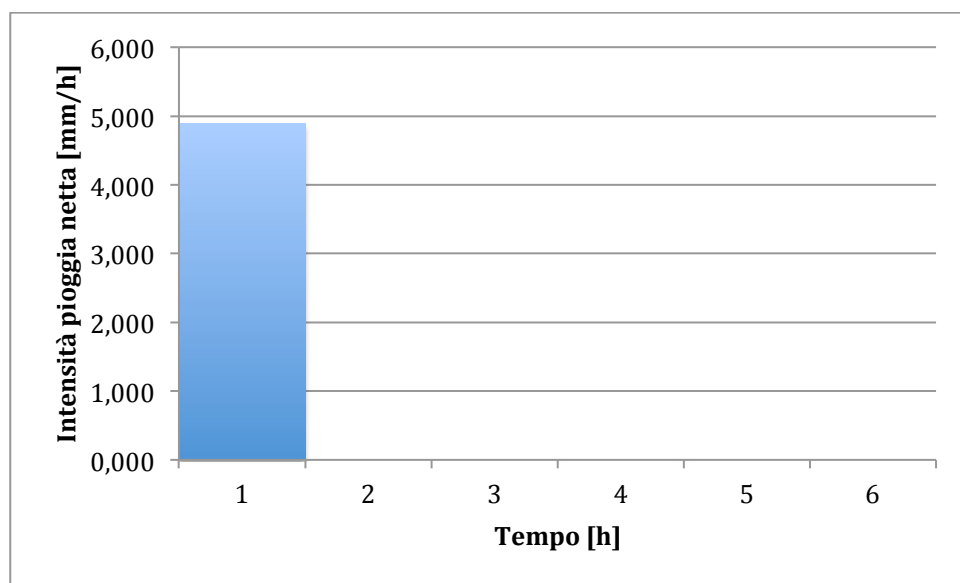
Durata 2h

t	ij	$\sum u_i$	Qi	u1	u2	u3	u4	u5	u6
				0,09	0,21	0,30	0,23	0,14	0,03
0,00	0,00	0,00	0,00						
1,00	1,31	0,12	19,04	0,12					
2,00	11,51	1,31	211,48	1,04	0,28				
3,00	0,00	2,81	453,28		2,42	0,39			
4,00	0,00	3,75	605,49			3,45	0,30		
5,00	0,00	2,83	456,52				2,65	0,18	
6,00	0,00	1,65	266,20					1,61	0,04
7,00	0,00	0,35	55,68						0,35
8,00	0,00	0,00	0,00						
9,00	0,00	0,00	0,00						
10,00	0,00	0,00	0,00						
11,00	0,00	0,00	0,00						
12,00	0,00	0,00	0,00						

- DURATA 1 ORA

Durata 1h

Delta t [h]	h lordo [mm]	h netto [mm]	i [mm/h]
1	41,328	4,891	4,891
2	41,328	4,891	0,000
3	41,328	4,891	0,000
4	41,328	4,891	0,000
5	41,328	4,891	0,000
6	41,328	4,891	0,000



Durata 1h

t	ij	Σu_i	$i_r - j + 1$	Qi	u1	u2	u3	u4	u5	u6
					0,09	0,21	0,30	0,23	0,14	0,03
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00						
1,00	4,89	0,44	70,98	0,44						
2,00	0,00	1,03	165,62		1,03					
3,00	0,00	1,47	236,58				1,47			
4,00	0,00	1,12	181,38					1,12		
5,00	0,00	0,68	110,41						0,68	
6,00	0,00	0,15	23,66							0,15
7,00	0,00	0,00	0,00							
8,00	0,00	0,00	0,00							
9,00	0,00	0,00	0,00							
10,00	0,00	0,00	0,00							
11,00	0,00	0,00	0,00							
12,00	0,00	0,00	0,00							